



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

“Lo intangible de los planes de seguridad del agua”

Preparado por:

Dr. Darner Mora Alvarado

Enero, 2011

LO INTANGIBLE DE LOS “PLANES DE SEGURIDAD DEL AGUA”

Darner Adrián Mora Alvarado (1)
Roberto Fonseca Chanto (2)
Carlos Felipe Portuguese Barquero (3)

Dirección de contacto: 450 metros norte del templo católico de Tres Ríos, La Unión, Cartago, Costa Rica – Tel (506) 2279-61-44 – Fax (506) 2279-59-73 – E.mail: dmora@aya.go.cr

LO INTANGIBLE DE LOS “PLANES DE SEGURIDAD DEL AGUA” RESUMEN

El presente estudio pretende identificar los aspectos intangibles de los Planes de Seguridad del Agua (PSA), mediante el análisis de un estudio de caso en los acueductos administrados por la Asociación Administradora de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ASADA) de Tierra Blanca de Cartago, Costa Rica, con el propósito de realizar un aporte a la filosofía y metodología de los PSA. Para ello se seleccionaron cuatro acueductos comunales a cargo de la mencionada ASADA, en donde se realizó un PSA; esto permitió identificar los riesgos y realizar la valoración de los mismos, tanto en los operativos (tangibles) y administrativos como en el manejo del agua en el hogar (intangibles). Los resultados demuestran que los factores administrativos presentan riesgos muy altos, para planear y corregir los riesgos operativos como fuentes de aguas con altos contenidos de nitratos y el suministro de agua sin desinfección. Además, se observa otros aspectos intangibles como el manejo del agua en el hogar, el cual provoca la contaminación microbiológica del agua. Esto permite concluir que la identificación y evaluación de los riesgos intangibles, son esenciales para mejorar la calidad de los servicios de agua en los 4 acueductos de Tierra Blanca. Se recomienda a la OMS incluir, en forma explícita, la identificación de los riesgos administrativos y el manejo del agua en el hogar, para mejorar la metodología de los PSA. **Palabras clave:** agua, acueducto, intangible, planes, riesgo.

INTANGIBLE ASPECTS OF WATER SAFETY PLANS

This study aims to identify the intangible aspects in Water Safety Plans (WSP), through the analysis of a case study in the aqueducts managed by the Association for the Management of Aqueducts and Sewerage (ASADA) in Tierra Blanca of Cartago, Costa Rica, with the purpose of contributing to the philosophy and methodology of WSP's. Four community aqueducts were chosen that were under the management of the ASADA where a WSP was in place. This allowed identification of the risks and their assessment in regards to operating aspects (tangible) and management, as well as those regarding water management in the home (intangibles). Results show that administrative factors present a high risk that affects planning and correction of operating risks in water sources with high nitrate concentrations and in provision of water without disinfection. Furthermore, other intangible aspects, such as water management in the home were observed, which causes microbiological contamination of water. This allows us to conclude that identification and evaluation of intangible risks is essential in improving the quality of water services in the four aqueducts of Tierra Blanca. It is recommended that WHO includes, explicitly, identification of administrative risks and water management in the home, in order to improve the methodology for Water Safety Plans.

Key words: water, aqueduct, intangible, plans, risk.

- (1) Director Laboratorio Nacional de Aguas / Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.
- (2) Funcionario Laboratorio Nacional de Aguas / Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.
- (3) Funcionario del Laboratorio Nacional de Aguas / Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

LO INTANGIBLE DE LOS “PLANES DE SEGURIDAD DEL AGUA”

1. INTRODUCCION

Las deficiencias en el acceso a agua potable y la disposición adecuada de excretas, junto con las limitaciones educativas como el aseo y la higiene, son aspectos importantes en la propagación de enfermedades infecciosas de origen intestinal ^(1, 2), los cuales provocan la muerte de 1,8 millones de personas al año, donde el 90% son niños menores de 5 años.

Al respecto la OMS estima que el 94% de los casos podría evitarse mediante la modificación del medio, con intervenciones que permitan mejorar estas variables en el hogar.

Una revisión sistemática efectuada en el 2005, permitió concluir que los episodios diarreicos se reducen.

- En un 25% al mejorar el abastecimiento de agua.
- En un 32% al mejorar el saneamiento.
- En un 45% mediante el lavado adecuado de los menús.
- En un 39% por el tratamiento y almacenamiento seguro del agua en el hogar.

En este contexto, la OMS en la tercera edición de las “Guías de Calidad del Agua de bebida ha impulsado la estrategia de los “Planes de Seguridad del Agua” (PSA), para organizar equipos de trabajo, lideradas por el operador del Acueducto, para identificar los riesgos del sistema, desde la cuenca o fuente del agua, hasta la distribución en el hogar. En este sentido, el presente estudio busca identificar los aspectos intangibles de los Planes de Seguridad del Agua (PSA), a través del análisis de un estudio el sistema de distribución de agua para consumo humano (ACH) operado por la Asociación Administradora de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ASADA) de Tierra Blanca de Cartago, Costa Rica, con el afán de realizar un aporte a la filosofía y metodología de los PSA. Para ello se seleccionaron cuatro acueductos comunales, en donde se aplicó un PSA; esto permitirá identificar y evaluar los riesgos intangibles, esenciales para mejorar la calidad de los servicios de agua de Tierra Blanca.

2. OBJETIVOS

2.1 General

Identificar los aspectos intangibles de los PSA, mediante el análisis de un estudio de caso en el sistema de abastecimiento de agua de la Comunidad de Tierra Blanca, en la provincia de Cartago de Costa Rica, con el propósito de realizar un aporte a la filosofía y metodología de los PSA.

2.2 Específicos

- Preparar el equipo de trabajo del PSA en Tierra Blanca.
- Definir los componentes de los acueductos que conforman el sistema de abastecimiento de agua de Tierra Blanca, mediante elaboración de los croquis de los 4 acueductos.
- Identificar los riesgos operativos de cada acueducto, desde las fuentes de agua hasta el usuario.
- Valorar y validar los riesgos operativos existentes.
- Identificar los aspectos intangibles en el PSA de cada acueducto: Administrativos u otros.
- Valoración y validación de los riesgos intangibles en el PSA de los Acueductos de Tierra Blanca.
- Gestión de medidas correctivas.

3. METODOLOGIA

Para cumplir con el objetivo general y los objetivos específicos, se aplicaron los siguientes pasos:

3.1 Selección del Sistema de Abastecimiento de Agua de Tierra Blanca

Para la escogencia del sistema de abastecimiento de agua de Tierra Blanca de Cartago para el estudio de caso, comunidad ubicada al pie del volcán Irazú, se aprovecharon los datos históricos del Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), el cual publica informes anuales de cobertura y calidad del agua para consumo humano (ACH) en Costa Rica ^(3,4). Los aspectos selectivos fueron:

- La complejidad del Sistema.
- Los riesgos tangibles de los 4 acueductos.
- El historial administrativo de la ASADA ⁽⁵⁾.
- El manejo y los usos del ACH en las viviendas de Tierra Blanca.
- Interés expresado por la ASADA.

3.2 Preparación del Equipo de trabajo

En coordinación con el Dr. Jorge Meza, Presidente de la ASADA de Tierra Blanca, se estableció un equipo de trabajo conformado por personas claves en la administración y operación de los 4 acueductos, además de la inclusión de funcionarios del Ministerio de Salud y del Ministerio de Agricultura.

3.3 Esquemas o croquis de los 4 acueductos de Tierra Blanca

Con el apoyo de funcionarios del LNA y el de la ASADA de Tierra Blanca, se realizaron o definieron los 4 croquis de los acueductos:

- Sector Ciudadela La Misión (162 personas)
- Sector Urbanización Graciano y La Trinidad (325 personas)
- Sector San Francisco y Santa Eduvigis (446 personas)
- Sector Tierra Blanca Centro (5339 personas)

3.4 Identificación de los Riesgos Operativos

Mediante la definición de los esquemas de los 4 acueductos el equipo de trabajo, con el apoyo del LNA, se identificaron los principales peligros y riesgos operativos.

3.5 Evaluación de los riesgos Operativos

La evaluación de los riesgos operativos en cada acueducto se realizó mediante el “Método semicuantitativo en la Materia de Riesgo.” ⁽⁶⁾

3.6 Identificación de los Riesgos Intangibles en los 4 acueductos

El equipo de trabajo fue más allá de la metodología tradicional de los PSA, e identificó los aspectos administrativos y el manejo del agua en los hogares, los cuáles, para efecto de este estudio, los hemos clasificado como “los intangibles de los PSA”.

Los resultados se presentan en concordancia con el orden establecido en los objetivos específicos y la metodología aplicada.

4. RESULTADOS

4.1. Selección de los Acueductos

Fundamentados en los datos históricos del LNA, la complejidad administrativa y operativa, se escogieron 4 acueductos a cargo de la ASADA de Tierra Blanca de Cartago, Costa Rica. En la tabla 1 se presentan los datos más sobresalientes de estos sistemas.

Tabla 1. Acueductos de Tierra Blanca según fuentes y población abastecida

Acueductos	Fuentes de Agua	Tanques de almacenamiento	Población abastecida
Sector: Tierra Blanca Centro	6 Nacientes: Mikelo, El Arete, El Bado, Vuelta de León, Chiverral y Rodillal	3 Tanques	5.339 Habitantes
Sector La Misión	1 Naciente: La Garita	1 Tanque	162 Habitantes
Sector: Urbanización Graciano y La Trinidad	1 Naciente: El Bajo	1 Tanque	325 Habitantes
Sector: San Francisco y Santa Eduvigis	3 Nacientes: La Ortiga 1,2 y 3	1 Tanque	446 Habitantes
Total	11	6	6.272

4.2. Preparación del equipo de trabajo

En coordinación entre el Dr. Jorge Meza y el Dr. Darner Mora, se identificaron las personas claves para conformar el equipo de trabajo para elaborar los PSA en los acueductos de la ASADA de Tierra Blanca. Dichos funcionarios se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Conformación del Equipo de trabajo de la ASADA de Tierra Blanca

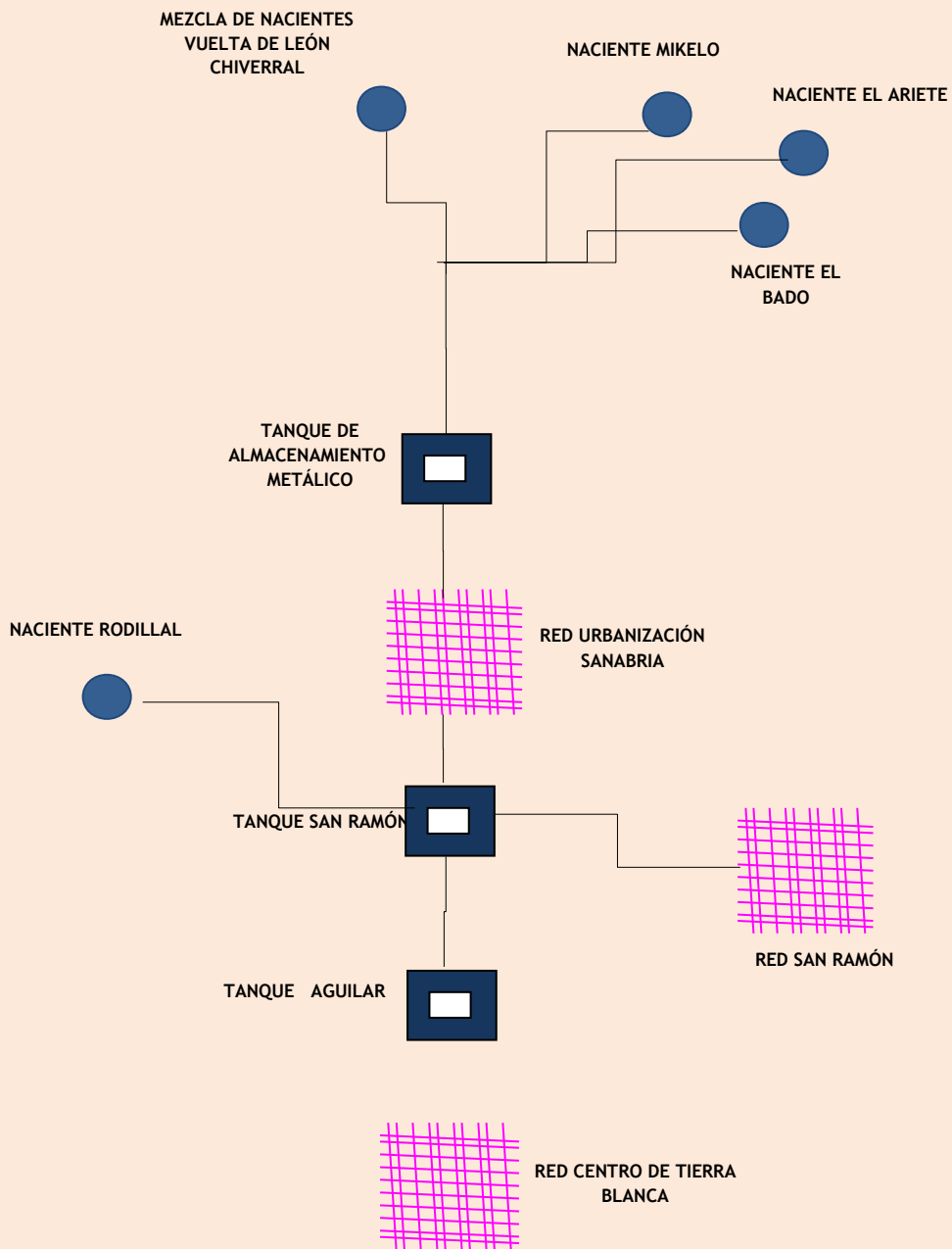
Nombre de las personas	Funciones	Años de servicio	Dependencia
Dr. Jorge Meza	Coordinador del equipo de trabajo	31 años	Presidente de la ASADA
Sr. Roberto Fonseca Chanto	Inspecciones y Calidad del Agua	30 años	Laboratorio Nacional de Aguas
Dr. Dennis Garita	Morbilidad de enfermedades relacionadas con el agua.	3 años	Área de Salud
Sr. Fidel Muñoz	Fontanero	17 años	ASADA Tierra Blanca de Cartago
Sr. Ronald Ramírez	Oficinista	5 meses	ASADA Tierra Blanca de Cartago
Luciano Loria Aguilar	Consultor	30 años de experiencia	Ing. Agrónomo

4.3 Croquis o esquemas de los 4 Acueductos

En las figuras 1, 2, 3 y 4 se presentan los esquemas de los acueductos de Sector Tierra Blanca, La Misión, Urbanización Graciano y La Trinidad, San Francisco y Santa Eduvigis.

4.3.1 Croquis del Acueducto: Sector Tierra Blanca Centro

En la figura 1, se presenta el croquis del Sistema de abastecimiento de Tierra Blanca Centro.



**FIGURA 1. Croquis del acueducto de Tierra Blanca: Sector Centro
(Sin escala, julio 2010)**

4.3.2 Croquis del Sector “La Misión”

En la figura 2, se presenta el croquis del Acueducto de La Misión.

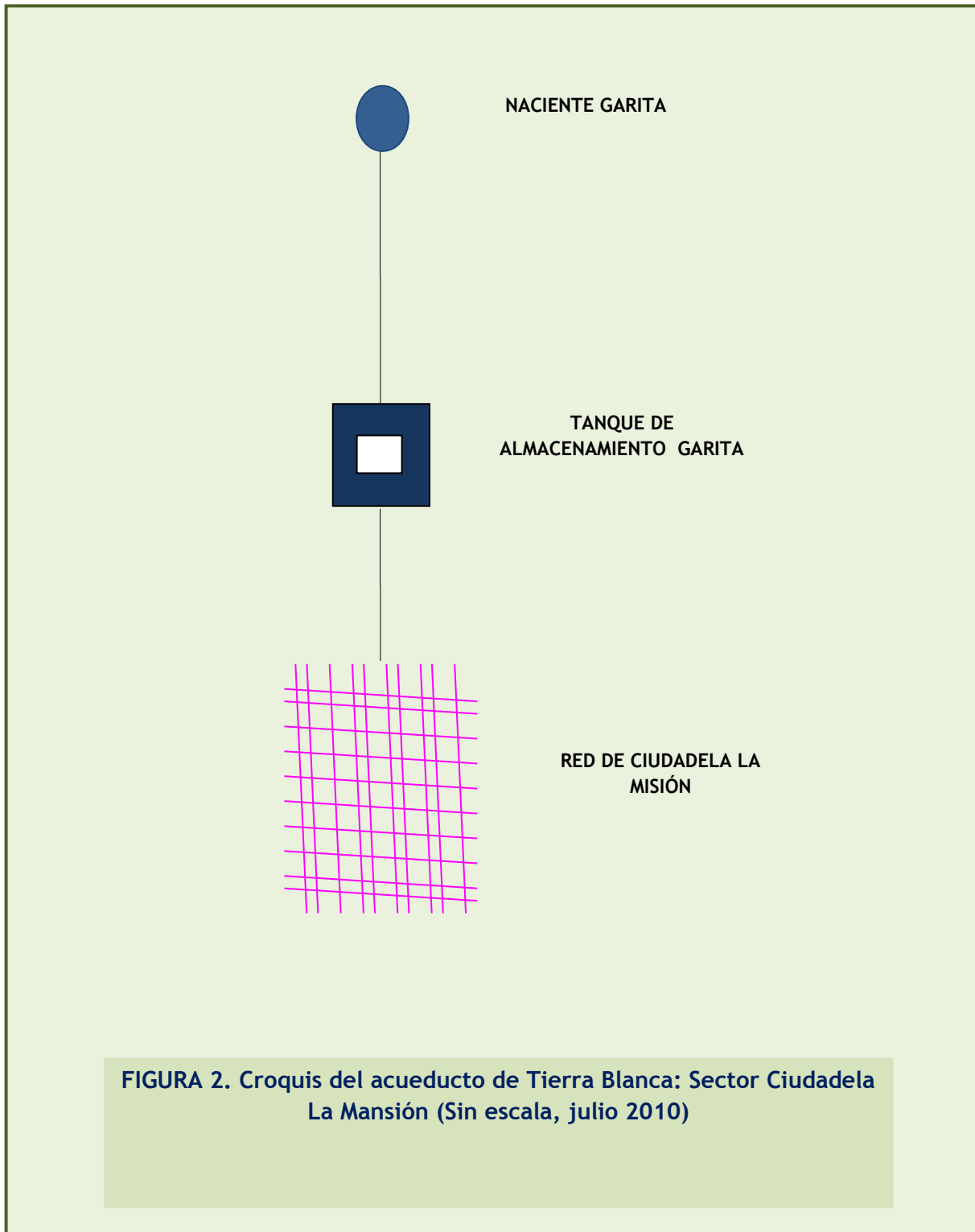
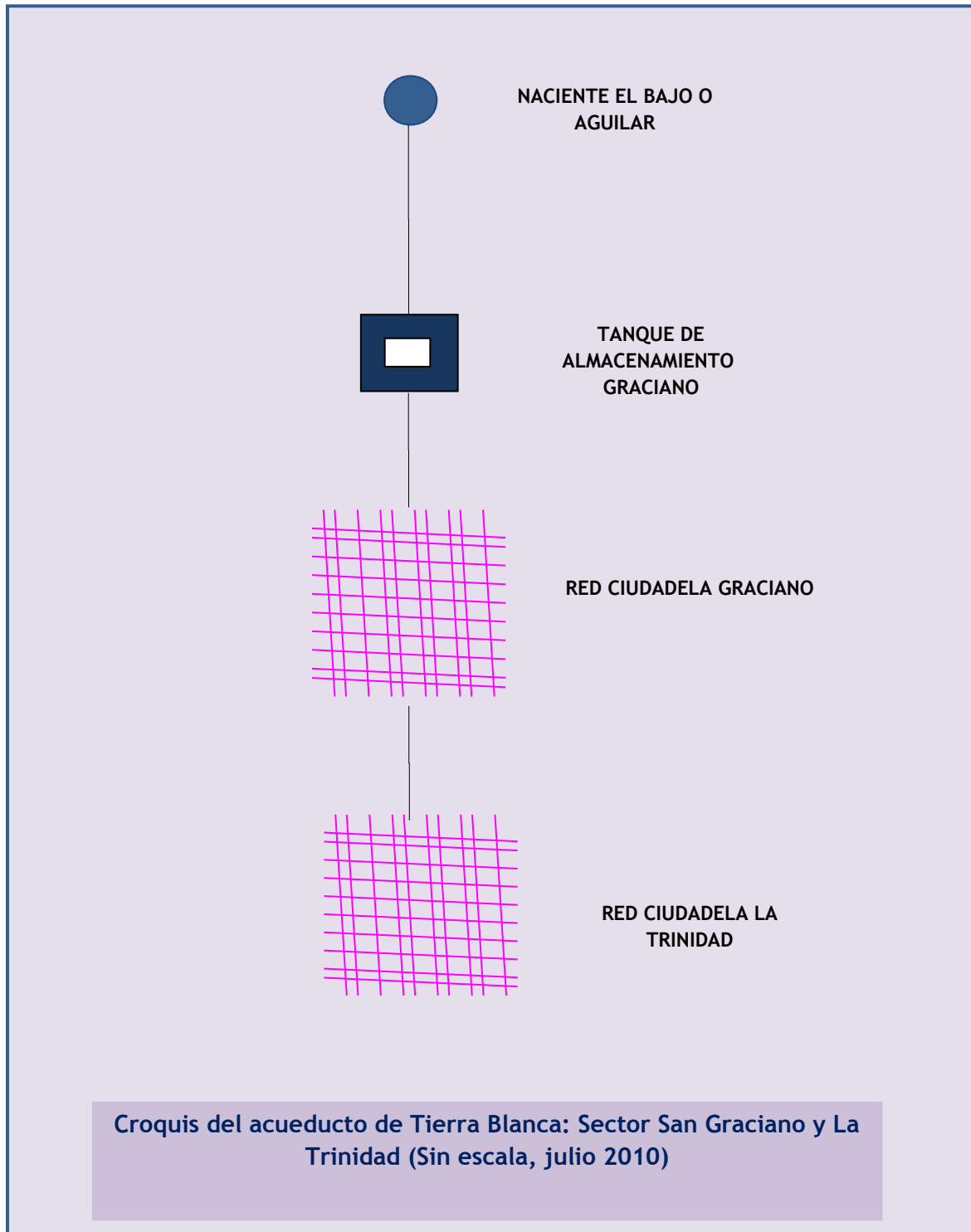


FIGURA 2. Croquis del acueducto de Tierra Blanca: Sector Ciudadela La Mansión (Sin escala, julio 2010)

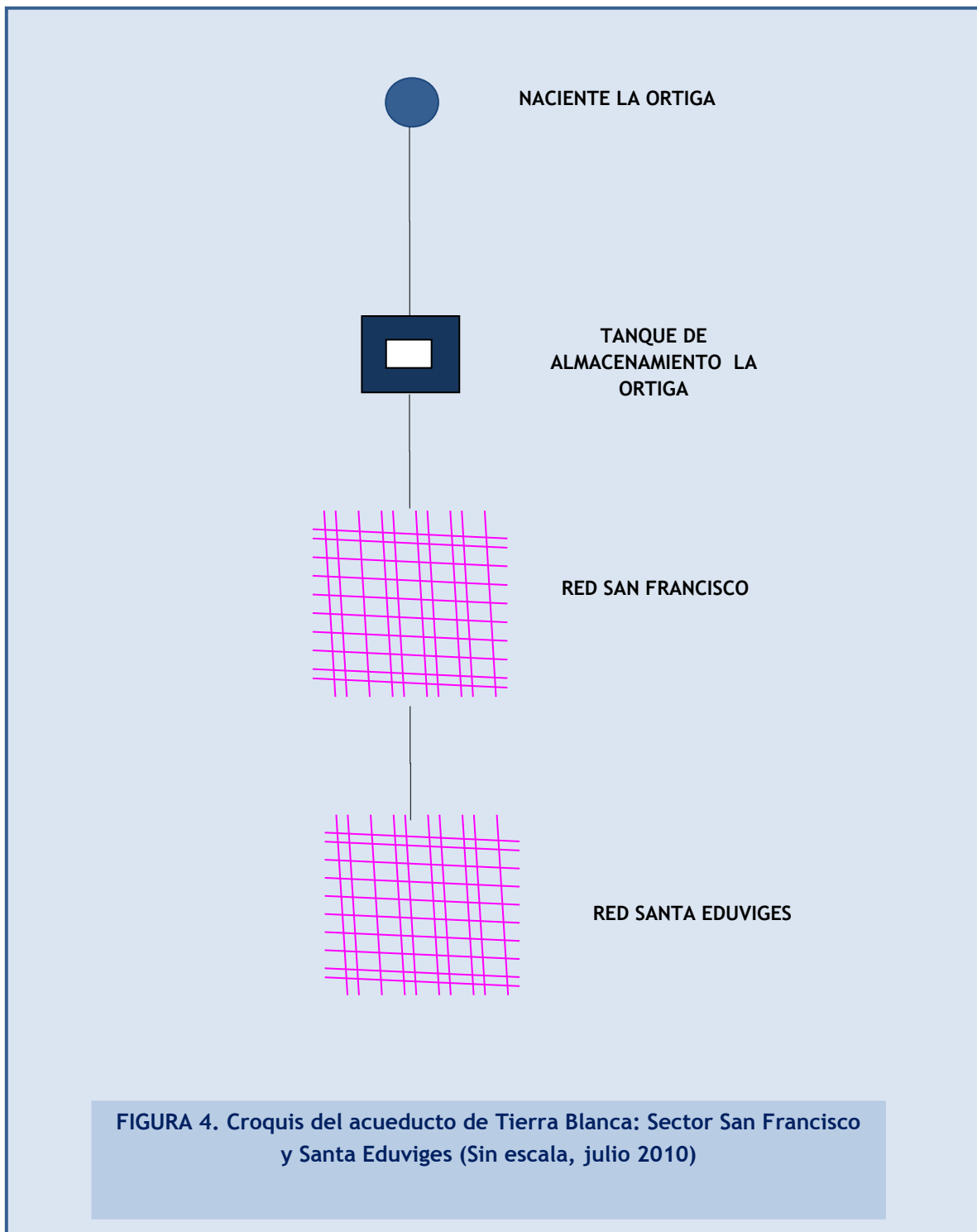
4.3.3 Croquis del Sector: Urbanización Graciano y La Trinidad

En la figura 3, se resume la etapa del Acueducto de la Urbanización Graciano y La Trinidad.



4.3.4 Croquis del Sector San Francisco y Santa Eduvigis

En la figura 4, se presenta el croquis del Acueducto que abastece a las poblaciones de San Francisco y Santa Eduvigis.



4.4 Identificación de los Riesgos Operativos de cada Acueducto

En la tabla 3, se presentan los principales riesgos identificados en los 4 acueductos estudiados y administrados por la ASADA de Tierra Blanca.

Tabla 3. Identificación de los principales riesgos operativos de los Acueductos de Tierra Blanca, Cartago 2010

Nombre del Acueducto	Protección de las Nacientes	Tratamiento y/o desinfección	Calidad del Agua	Uso del Suelo
Sector Tierra Blanca Centro	La mezcla de las 5 nacientes en la parte alta está bien protegida. No obstante la Naciente Rodillal está expuesta a fertilizantes	No tiene tratamiento ni desinfección	Calidad microbiológica buena. La Naciente Rodillal, que abastece al sector de San Ramón, tiene 68 mg/L de nitratos	Cultivo de papas y zanahoria en los alrededores de Naciente Rodillal
Sector La Misión	Zona de recarga de la naciente Garita, expuesta a fertilizantes nitrogenados	No existe desinfección del agua	Calidad microbiológica buena, pero con presencia de nitratos superior a 50 mg/L. (promedio 69 mg/L)	Cultivo de papas y zanahorias y otras hortalizas
Sector Graciano y La Trinidad	La naciente El Bajo está expuesta a contaminación con fertilizantes nitrogenados	Ausencia de desinfección	Presencia de <i>Coliformes fecales</i> en la red de distribución y Nitratos altos (92 mg/L)	Cultivo de papas y zanahorias
Sector San Francisco y Santa Eduvigis	Zona de recarga de las nacientes Ortiga 1,2, 3 expuestos a fertilizantes nitrogenados	Ausencia de desinfección	El agua es de buena calidad microbiológica, pero las concentraciones de nitratos son altas. (>de 60 mg/L)	Cultivo de papas y zanahorias

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Nota: * La medida de las nacientes sobrepasan el valor máximo permitido de fluoruro 1,5 mg/L.

4.5 Evaluación de los Riesgos Operativos

La evaluación de los riesgos operativos de los 4 acueductos se realizó mediante el Método semicuantitativo de Deere.

Tabla 4. Método Semicuantitativo basado en la Materia de Riesgos (Decret et.al.2001)

		Gravedad de la consecuencia				
		Efecto nulo o insignificante - Clasificación: 1	Efecto en la observancia leve - Clasificación: 2	Efecto organoléptico moderado - Clasificación: 3	Efecto reglamentario grave - Clasificación: 4	Efecto catastrófico en la salud pública - Clasificación: 5
Probabilidad o frecuencia	Casi siempre / Una vez al día - Clasificación: 5	5	10	15	20	25
	Probable / Una vez por semana - Clasificación: 4	4	8	12	16	20
	Moderada / Una vez al mes - Clasificación: 3	3	6	9	12	15
	Improbable / Una vez al año - Clasificación: 2	2	4	6	8	10
	Excepcional / Una vez cada 5 años - Clasificación: 1	1	2	3	4	5
Puntuación del riesgo		<6	6-9	10-15	>15	
Clasificación del riesgo		Bajo	Medio	Alto	Muy alto	

Fuente: Manual para el Desarrollo de Planes de Seguridad del Agua/OMS

4.5.1 Evaluación de los Riesgos del Sector de Tierra Blanca Centro

En forma práctica se evidencian 3 riesgos principales en el acueducto del sector de Tierra Blanca Centro:

- Usos de los suelos para cultivo de papas y zanahorias en la Naciente Rodillal.
- Ausencia de desinfección o cloración del agua.
- Alta concentración de nitratos en la Naciente Rodillal, la cual se mezcla con las otras aguas de fuentes de la parte alta en el tanque de San Ramón.

Tabla 5. Cálculo del Riesgo utilizando la Matriz de Deere

Evento	Altas concentraciones de Nitratos en la Naciente Rodillal
Gravedad del evento y puntuación asignada	5: porque podría ser un indicador de la presencia de otras sustancias tóxicas como plaguicidas. Además, los nitratos podrían causar metahemoglobinemia en lactantes ⁽⁴⁾
Probabilidad del evento	2: La dilución de los contenidos de nitratos de la Naciente Rodillal, con las aguas de las otras fuentes, podría disminuir el riesgo con respecto al daño a la salud provocado por los nitratos. Sin embargo, el sistema está expuesto a otras sustancias tóxicas como plaguicidas.
Presentación	5x2= 10 puntos
Resultado	El riesgo es clasificado como prioritario y buscan una fuente alternativa para sustituir la naciente "Rodillal"

4.5.2 Evaluación de Riesgos Operativos del Acueducto: Sector La Misión

La evaluación de los riesgos operativos del acueducto del sector "La Misión", se concentra en los altos niveles de Nitratos en la fuente La Garita de 68 mg/L, debido al uso del suelo en cultivo de papas y zanahorias; esto provoca la contaminación de la misma con fertilizantes nitrogenados. Otro riesgo es la ausencia de desinfección del agua, la cual no presenta *Coliformes fecales* y es de buena calidad microbiológica.

Tabla 6. Cálculo del Riesgo utilizando la Matriz de Deere

Evento	Concentraciones de Nitratos altos en la Naciente Garita y red de Distribución.
Gravedad del evento y fundamento de la puntuación asignada	5: Repercute en la salud pública y puede ocasionar enfermedad en lactantes y es indicador de la vulnerabilidad de la fuente de agua a otras sustancias tóxicas
Probabilidad del evento y fundamento de la puntuación	5: La presencia del consumo de nitratos por parte de la población abastecida es permanente.
Puntuación	5x5= 25
Resultado	Riesgo muy alto: Se debe buscar una fuente alternativa o eliminar los cultivos.

Fuente: Elaboración de los autores y equipo del PSA.

4.5.3 Evaluación de riesgos del Acueducto del Sector: Graciano y La Trinidad

Este acueducto tiene también 3 riesgos muy importantes: La alta contaminación de nitratos de la naciente “El Bajo” con 92 mg/L, la ausencia de desinfección y la presencia de *Coliformes fecales* en la red del acueducto, y el uso del suelo para la agricultura en la zona de recarga de la naciente “El Bajo”.

En la aplicación de la matriz de evaluación de riesgo de Deere presentada en la tabla 7, se observa la evaluación de los riesgos de las altas concentraciones de nitratos y la ausencia de cloración del agua.

4.5.4 Evaluación de Riesgos del Acueducto del sector de San Francisco y Santa Eduviges

Al igual que el Acueducto del Sector La Misión, los riesgos de este sistema se concentran en las altas concentraciones de nitratos en las nacientes Ortiga 1,2 y 3, con más de 65 mg/L. Además, el otro riesgo es la ausencia de desinfección del agua.

El cálculo del riesgo es semejante al obtenido en la Misión (4.5.2) con una puntuación de 25 puntos y se debe buscar otras fuentes de agua para sustituir a las nacientes Ortiga 1,2 y 3.

Tabla 7. Cálculo de los Riesgos utilizando la Matriz de Deere en el Acueducto Graciano y La Trinidad, 2010.

Eventos	A. Concentraciones altas de nitratos en la Fuente de agua
Gravedad del evento y fundamento para la puntuación	5: Repercute en la salud pública y puede ocasionar enfermedad en la población, y además demuestra la vulnerabilidad del sistema al ingreso de otras sustancias tóxicas.
Probabilidad del evento	5: La presencia de nitratos es perseverante y el riesgo para la salud es alto.
Puntuación	5x5= 25
Resultado	Riesgo muy alto se debe buscar una fuente alternativa.
	3 Contaminación fecal del acueducto 5 Podría transmitir microorganismos causantes de diarreas.
Probabilidad	1 La contaminación fecal no es muy alta
Puntaje obtenido	5x1= 5
Resultado	< 6: Bajo: No obstante se debe clorar el acueducto.

Fuente:

4.6 Identificación de Riesgo Intangible en la ASADA de Tierra Blanca

Los riesgos intangibles del PSA realizado en los 4 acueductos administrados por la ASADA de Tierra Blanca se dividió en dos. Los primeros en los aspectos administrativos que afectan la aplicación de medidas correctivas operativas, para corregir los riesgos señalados en los puntos 4.5.1, 4.5.2, 4.5.3, y

4.5.4; los segundos, los aspecto intangible, son el manejo del agua en el hogar, el cual no es responsabilidad de la entidad administradora o de la ASADA, pero que repercute en la salud del usuario.

4.6.1 Riesgos Intangibles Administrativos

En la tabla 8 se resume la identificación de los riesgos administrativos en la ASADA de Tierra Blanca.

Tabla 8. Identificación de los Riesgos Intangibles Administrativos de la ASADA de Tierra Blanca 2010

Riesgo Intangible Administrativos	Repercusiones para tener medidas correctivas operativas
Tarifas inadecuadas	Las tarifas no permiten el desarrollo adecuado de los acueductos
Morosidad	Mayor al 25%, lo cual impide sustituir las fuentes de agua contaminadas.
Capacitación del personal	Escaso en aspectos reglamentarios y planes de seguridad del agua.
Escaso personal	Impide tomar medidas preventivas y correctivas operativas.
Macromedición	No existe
Micromedición	Escaza, en menos del 5% de los servicios
Ausencia de procedimientos administrativos y operativos	No existen manuales de procedimientos.
Discontinuidad del servicio de agua en el Sector de Tierra Blanca Centro en verano	Riesgos altos de retrosfonaje y contaminación de la red de distribución. Riesgos de transmisión de diarreas y parásitos por falta de lavado de manos.
Ausencia de mercadeo y capacitación a los usuarios	Los usuarios no valoran la importancia del agua.
Ausencia de comunicación con otros sectores como Salud y Agricultura	Si no existe comunicación con el Ministerio de Salud y el sector agropecuario, nunca se va resolver el problema del uso indiscriminado de fertilizantes nitrogenados en los cultivos.

Fuente: Elaboración de los autores y equipos de trabajo del PSA.

4.6.2. Riesgos Intangibles en el Manejo del Agua en los Hogares

Como lo indica la OMS "...la forma más eficaz de garantizar sistemáticamente la seguridad de un sistema de abastecimiento de agua de consumo, es aplicando un planteamiento integral de evaluación y gestión de los riesgos que abarque todas las etapas del sistema de abastecimiento, desde la cuenca de captación hasta su distribución al consumidor..." La interrogante es ¿si la distribución al consumidor abarca o no el manejo del agua en el hogar. En la realidad, la responsabilidad de los administradores de

los sistemas de abastecimiento de agua llega hasta la entrada o medidor de agua; después, el manejo de agua intradomiciliar es responsabilidad de los usuarios. En este contexto los riesgos de contaminación, por el almacenamiento inadecuado y el mal manejo del agua, los calificamos para efectos de este estudio como riesgos intangibles en la gestión del agua intradomiciliar.

Dichos riesgos son:

- El uso de accesorios domésticos en los grifos de agua (mangueras, trapos, etc) para evitar el “pringue”, provocando contaminación microbiológica del agua ⁽⁷⁾.
- La discontinuidad del servicio de agua, como en el caso del acueducto de Tierra Blanca en los meses de verano, favorece la contaminación por retrosifonaje: servicios sanitarios y de estañones de agua usados para diluir plaguicidas en el riesgo de los cultivos de papas y zanahoria. ⁽⁸⁾
- El almacenamiento inadecuado del agua en el hogar.
- La ausencia de cloro residual en el agua, favorece la contaminación del agua por manipulación inadecuada. ⁽⁹⁾
- Usos del agua: consumo del hogar y lavado de papas y zanahoria.

4.7 Evaluación de los Riesgos Intangibles

Para efectos prácticos, y con el propósito de establecer la importancia de los aspectos intangibles de los PSA, se presenta en la tabla 9 un riesgo administrativo y otro del manejo del agua en el hogar:

Tabla 9. Cálculo de Riesgos Intangibles en el Plan de Seguridad del Agua de la ASADA de Tierra Blanca

Eventos (1) (Administrativo)	Morosidad de más del 25% en las tarifas mensuales
Gravedad del evento y fundamento para la puntuación asignada	5: Repercute en la falta de recursos para corregir los riesgos operativos en los 4 acueductos, lo cual afectará la salud pública de las comunidades.
Probabilidad del evento y fundamento para la puntuación	5: La frecuencia de la morosidad es permanente, causando un gran deterioro en la gestión en la ASADA.
Puntuación	5X5= 25
Resultado	Riesgo muy alto, lo cual impide buscar otras fuentes de agua (sin altas concentraciones de nitratos) o el manejo adecuado de los usos del suelo en las zonas de recarga de la fuente de agua.
Evento (2) Manejo del agua en el hogar	Uso de accesorios domésticos en los grifos.
Gravedad del evento y fundamento para la puntuación	5: repercute directamente en la calidad microbiológica del agua de consumo intradomiciliar.
Probabilidad del evento y fundamento para la puntuación	3: se presenta en el 29% de la población, según estudio del LNA
Puntuación	5X3= 15
Resultado	10-15: Alto: Afecta la salud de la población que usa los accesorios.

Fuente: Elaborado por los autores y el equipo de trabajo del PSA.

5. ANALISIS DE RESULTADOS

El PSA en ejecución en los 4 acueductos de la ASADA de Tierra Blanca, permite aportar a la filosofía y metodología la importancia de valorar los riesgos intangibles, como la gestión administrativa y el manejo del agua intradomiciliar; es decir, son tan importantes los riesgos operativos como los riesgos administrativos. Este aporte es esencial, debido a que el origen de los PSA se basa en los principios de las barreras múltiples, análisis de peligros, puntos críticos de control y la gestión para establecer las medidas correctivas. El análisis de los peligros y puntos críticos de control (APPCC) fue desarrollado por Pillsbury Company en 1996, en colaboración con la NASA (National Aeronautic and Space Administration), y luego aplicado en los sistemas de abastecimiento de agua.⁽¹⁰⁾ En este contexto, es explicable que la evaluación de los riesgos se encuentre en más del 95 % en los peligros operativos del acueducto; no obstante, el estudio de los casos del PSA de Tierra Blanca, permite hacer las siguientes conclusiones y recomendaciones:

5.1 Conclusiones

- Los acueductos más pequeños como La Misión, Graciano y La Trinidad y el sector de San Francisco y Santa Eduvigis presentan altos contenidos de Nitratos. Estos resultados permiten calificar con la evaluación de riesgo como muy alto, debido a su probabilidad permanente y su efecto sobre la salud. Estos acueductos abastecen entre todos una población de 933 personas.
- El acueducto del Sector de Tierra Blanca Centro cubre una población de 11.284 habitantes mediante 6 fuentes, de las cuales solamente la fuente “Rodillal” sobrepasa los valores máximos permisibles de nitratos de 50 mg/L.⁽¹¹⁾
- Los 4 acueductos tienen otro riesgo operativo importante al no clorar el agua, lo cual los hace vulnerable la contaminación fecal.
- Los usos del suelo alrededor de las fuentes de agua La Ortiga, El Bajo y Garita, con cultivos de papas y zanahoria y el uso indiscriminado de fertilizantes nitrogenados y plaguicidas, provocan los altos contenidos de nitratos en los tres acueductos pequeños.
- Los aspectos intangibles, como la alta morosidad en el pago de las tarifas y los otros puntos indicados en la tabla 8, impiden buscar las medidas correctivas para controlar los riesgos operativos identificados y valorados.
- El manejo inadecuado del agua en el hogar, centros educativos y comercios, como el uso de accesorios domésticos en los grifos, el almacenamiento del agua intradomiciliar, entre otros aspectos, son también riesgos intangibles que afectan todo el esfuerzo de entregar agua de calidad potable a las comunidades.
- En resumen, los riesgos intangibles identificados en este “estudio de caso”, demuestran que para solucionar o gestionar los riesgos operativos de los 4 acueductos a cargo de la ASADA de Tierra Blanca, es fundamental corregir los problemas administrativos y educar a la población en el manejo adecuado del agua en el hogar.

5.2 Recomendaciones

- El equipo de trabajo del PSA de la ASADA de Tierra Blanca, en sus 4 acueductos, debe corregir los riesgos administrativos y planificar la gestión de los riesgos operativos. Se debe buscar una alianza con el sector de agricultura, para evitar o minimizar el uso de fertilizantes nitrogenados y plaguicidas en la zona de recarga de las nacientes contaminadas con nitratos.
- En forma paralela se deben procurar la desinfección permanente de los 4 acueductos.
- Evitar que los alrededores de la zona de recarga de las nacientes no contaminadas, en el sector de Tierra Blanca Centro, se usen para el cultivo de papa y zanahoria.
- En cada hogar de la zona estudiada se deben aplicar “Planes de seguridad del Agua Introdomiciliar” ⁽¹²⁾, con el propósito de evitar los aspectos de riesgo dentro de las viviendas, centros educativos y comercios.

- Es decir, los PSA deben procurar la identificación de los riesgos, desde las fuentes de agua hasta red de distribución en el interior de las viviendas.
- La OPS y la Red Latinoamericana y de El Caribe debe incluir, en forma explícita, los riesgos administrativos y de manejo del agua en el hogar en los PSA, con el propósito de gestionar la corrección de los mismos y establecer las barreras múltiples en los riesgos operativos identificados.
- Por último, es importante sugerir, o recomendar, que solo haciendo visible los riesgos intangibles se podrá universalizar la aplicación, en forma práctica, de los PSA.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. WHO. **Guidelines for Drinking Water Quality**. Geneva. Third Edition. Volumen 1, Recommendations, 2004.
2. OMS. **Manual para el desarrollo de Planes de Seguridad del Agua**. Ginebra, Suiza; 2009.
3. Laboratorio Nacional de Aguas. **Informe sobre la Vigilancia de los Acueductos Rurales en Costa Rica, periodo 2007-2009**. Tres Ríos, La Unión LNA, 2010.
4. Mora Darner, Portuguez Carlos. **Evolución de las Coberturas y Calidad del Agua para Consumo Humano y Disposición de Aguas Residuales Domesticas en Costa Rica al año 2009**. Tres Ríos, La Unión, Laboratorio Nacional de Aguas.
5. Laboratorio Nacional de Aguas. **Historial de la ASADA de Tierra Blanca, Cartago**. Tres Ríos. La Unión. LNA; 2010.
6. Dece, D; Stevens M; Davidson A; Helm,G; Dufoun,A. **Management Strategies**. En Fewtrell, Bartromj, eds. Water quality, standard and health- assessment of risk management for water-related infections disease. Londres. OMS. IWA; 2001, 257-288.
7. Mora Darner, Coto Moisés, Portuguez Carlos. **Accesorios Domésticos en los grifos y su impacto sobre la Calidad del Agua**. Tres Ríos, La Unión, Laboratorio Nacional de Aguas, 2010.
8. Mora Darner. **Comunicación personal con el Dr. Jorge Meza**, Presidente de la ASADA de Tierra Blanca- Marzo 2010.
9. Mc Jorking Eugene. **El Agua y La Salud**. México D.F. Primera Edición. Editorial LIMUSA.
10. Andrea Pérez Vidal, Patricia Torres Lozada y Camilla Hernán Vélez. **Planes de Seguridad del Agua**. Fundamentos y perspectivas de Implementación en Colombia. Aporte Ingeniería e Investigación. Vol.29-N°3, 2009: 75-85.
11. Gobierno de Costa Rica. **Reglamento para la Calidad del Agua Potable**. Decreto Ejecutivo. N° 32327-S. Periódico La Gaceta N° 84 DEL 03-05-2005.
12. Mora Darner. **Planes de Seguridad del Agua en el hogar**. Tres Ríos- La Unión- Laboratorio Nacional de Aguas; 2010.