

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE**  
**ESCUELA DE POSGRADO**



**TRABAJO DE POSGRADO**  
**“CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA, QUE ABASTECE A LA ZONA RURAL**  
**DEL MUNICIPIO DE EL CONGO EN EL PERIODO COMPRENDIDO DE FEBRERO A**  
**JULIO DEL 2017”**

**PARA OPTAR AL GRADO DE**  
**MASTER EN SALUD PÚBLICA**

**PRESENTADO POR**  
**DRA. CARMEN LILIANA BATRES DE MOZA**

**DOCENTE DIRECTOR**  
**DRA. MSP. ANA PATRICIA CASTRO MONTOYA**

**DICIEMBRE 2017**

**SANTA ANA      EL SALVADOR      CENTROAMÉRICA**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**AUTORIDADES CENTRALES**

**AÑO 2017**

**RECTOR**

MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

**VICE – RECTOR ACADEMICO**

DR. MANUEL DE JESÚS JOYA ABREGO

**VICE – RECTOR ADMINISTRATIVO**

ING. NELSON BERNABÉ GRANADOS ÁLVAREZ

**SECRETARIO GENERAL**

LIC. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTES

**DEFENSORA DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS**

MSC. CLAUDIA MARIA MELGAR DE ZAMBRANO

**FISCAL GENERAL**

LICENCIADO RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**AUTORIDADES FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE**

**AÑO 2017**

**DECANO**

DR. RAÚL ERNESTO AZCÚNAGA LÓPEZ

**VICE DECANO**

ING. ROBERTO CARLOS SIGÜENZA CAMPOS

**SECRETARIO**

MSC. DAVID ALFONSO MATA ALDANA

**JEFE DE LA ESCUELA DE POSGRADO**

MSC. RINA CLARIBEL BOLAÑOS DE ZOMETA.

**COORDINADOR DE LA ESPECIALIDAD**

DR. Y MSP. JOSÉ MANUEL ESCOBAR.

## **AGRADECIMIENTOS.**

A DIOS todopoderoso por estar siempre conmigo en cada instante de mi vida y sobre todo por haber me acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme sabiduría y aliento aun en las circunstancias duras y adversas que se presentaron y brindándome agradables experiencias, permitiéndome así finalizar exitosamente.

Le doy gracias a mi esposo Daniel Esaú Moza Menjivar por apoyarme en todo momento, por brindarme la fuerza para continuar a pesar de las dificultades, y por haberme dado la oportunidad de tener una especialidad en mi educación.

A la Universidad de El Salvador por darme la oportunidad y la dicha de estudiar y ser un profesional íntegro y con todos los valores que allí se inculcan.

A mi director de tesis, Dra. Msp. Ana Patricia Castro Montoya por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha colaborado a que pueda terminar mis estudios con éxito.

CARMEN LILIANA BATRES DE MOZA

## DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy especialmente para mi madre por su apoyo, consejos, ayuda en los momentos difíciles.

A mi esposo quien me ha dado todo su apoyo como persona, y el cual ayudó a definir en mi empeño, perseverancia, coraje para conseguir mis objetivos.

A mi asesor por su valiosa y desinteresada colaboración durante el desarrollo de la investigación.

*“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”. (Thomas Chalmers).*

## RESUMEN

El consumo de agua es vital para el ser humano y por tal motivo la importancia de contar con un abastecimiento de calidad del agua. En los últimos años se ha podido presenciar que el cambio climático y la falta de regulaciones de la industria han llevado a una escases preocupante de agua con la calidad suficiente para ser consumida por la población y como principal consecuencia, ha llevado al incremento de las enfermedades gastrointestinales, principalmente de aquellas personas que no cuentan con el abastecimiento de agua por parte de ANDA, este trabajo está enfocado en verificar el cumplimiento de los requerimientos mínimos de calidad de agua del sistema de agua de la zona rural de El Congo, para proponer medidas que, más que permitirles alcanzar estos requisitos mínimos, contribuyan al mejoramiento de procesos institucionales que garanticen la disminución de la morbilidad de la incidencia de enfermedades gastrointestinales del municipio de El Congo.

El trabajo se ha realizado tomando como base el estudio de calidad del agua mediante la NORMA SALVADOREÑA OBLIGATORIA DE AGUA POTABLE 2009. Con su referencia en los rangos de análisis fisicoquímico y análisis bacteriológicos, las condiciones de captación, almacenamiento y distribución de la misma según lo dicta la norma como aceptables para el consumo humano, los parámetros usados y que expresaron la calidad del agua son aspectos físicos: color verdadero, olor, PH, sabor, solidos totales, turbidez, temperatura. Aspectos químicos: aluminio, cobre, zinc, sodio, hierro total. Aspectos microbiológicos: coliformes totales, coliformes fecales. Obteniendo con el análisis de las muestras solo una pequeña disminución del nivel de cloración permitido para las distintas zonas evaluadas, sin presentar afectación en los otros parámetros de evaluación exigidos.

## INDICE

<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>i</b>
<b>1. ANTECEDENTES</b> .....	<b>1</b>
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>4</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>7</b>
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	7
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	7
<b>4. JUSTIFICACION</b> .....	<b>8</b>
<b>5. MARCO TEORICO</b> .....	<b>10</b>
5.1 NECESIDADES HUMANAS BASICAS .....	10
5.2 COBERTURA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE .....	11
5.3 PROVEEDOR DEL SERVICIO .....	14
5.4 CALIDAD DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE .....	15
5.5 CARACTERIZACION DE LA ZONA .....	15
5.6 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE .....	16
5.7 RECURSOS HIDRICOS Y CONTAMINACION DEL AGUA .....	26
5.8 SUPERVISION.....	28
5.9 VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL MINISTERIO DE SALUD .....	29
5.10 GENERALIDADES SOBRE EL AGUA .....	29
5.11 ESTADO NATURAL Y CARACTERISTICAS DEL AGUA .....	32
<b>6. METODOLOGIA DE INVESTIGACION</b> .....	<b>40</b>
6.1 TIPO DE INVESTIGACION .....	40
6.2 UNIDAD DE ANALISIS .....	40
6.3 UNIVERSO .....	40
6.4 CRITERIOS DE INCLUSION .....	41
6.5 CRITERIOS DE EXCLUSION .....	41
6.6 PLAN DE ANALISIS Y RESULTADOS .....	41
6.7 PROCEDIMIENTOS PARA RECOPILAR INFORMACION .....	41
6.8 PLAN DE TABULACION DE DATOS .....	43

7. PROPUESTA DE MANUAL OPERATIVO .....48

8. CONCLUSIONES .....95

9. RECOMENDACIONES .....96

10. BIBLIOGRAFIA .....97

11. ANEXOS .....99



## INTRODUCCIÓN:

El creciente aumento de la población a nivel mundial y el incremento del uso del agua para diferentes actividades, ha generado fuentes de recurso hídrico del agua tanto superficial como subterránea. La contaminación del agua surge desde que aparecieron las primeras poblaciones estables, la necesidad de eliminación de los residuos de excretas humanas o de animales, como de los restos de alimentos, basura, además de factores fisicoquímicos y ambientales, en vista a la presencia de sustancias químicas las cuales es propensa la contaminación de los distintos acuíferos utilizados es necesario destacar la calidad de agua de consumo de la población en general, en este caso se pretende estudiar la calidad microbiológica del agua, que abastece a la zona rural del municipio del Congo en el periodo comprendido de febrero a agosto del 2017, con una investigación de tipo descriptivo, cuantitativa, transversal, y prospectivo.

El objetivo del estudio es por la persistencia de enfermedades gastrointestinales en la zona rural, al momento existen reportes de incremento de la misma en el dato registrado en el 2016 existen 180 casos de síndrome diarreico agudo de los cuales 92 casos corresponden a la zona rural del municipio del Congo, predominantemente niños de distintas edades y adultos mayores, es importante evaluar la causa y descartar que exista contaminación del acuífero utilizado para bombeo y suministro de los habitantes en mención.

La distribución de agua en la zona rural está a cargo de una asociación rural que abastece desde 1990 y se expande desde entonces a distintos puntos del Congo la asociación nace a través de un proyecto de descentralización de los servicios de distribución de agua a cargo de la Asociación Nacional para la Defensa Desarrollo y Distribución Ecológica del Agua a Nivel Rural (ANDAR), quien en distintas zonas del país creó este tipo de sistemas para llevar agua a las comunidades rurales que más lo necesitaban y que luego esta asociación desaparecería quedando la administración de la asociación de agua en poder de una directiva comunal, así nace la asociación junta administradora del servicio de agua múltiple el guineo, conocida como Asociación rural de agua el guineo.

Siendo tantas las causas de contaminación de los acuíferos se destaca que los recursos propensos a contaminar son ríos, corrientes subterráneas, lagos, en la mayoría de las ocasiones, especialmente en las zonas más densamente pobladas sean estas desarrolladas o no, ya que son incapaces por si mismas para absorber y neutralizar la carga polucional que tales residuos imponen, generando condiciones naturales que detienen la capacidad para sustentar una vida acuática adecuada, que responda al equilibrio ecológico que de ellas se espera para preservar masas hídricas, como consecuencia de esto en numerosas ocasiones pierden las condiciones que son esenciales para su racional y adecuado aprovechamiento como fuentes de abastecimiento de agua.

Alrededor del 97% del agua en el planeta se encuentra en los océanos; del 3% restante, el 2,3% está solidificada en los casquetes polares, el 0,3% se encuentra tan profundamente confinada que su extracción resulta antieconómica y el resto se distribuye en ríos, lagos, riachuelos y subsuelo. Considerando que solo hay dos fuentes de agua utilizables por el hombre, a saber: las superficiales y las subterráneas y que éstas sólo constituyen el 0.4% del total disponible. (Córdoba, Del Coco, & Basualdo, 2010).

De ahí la importancia de conservar y mantener la calidad de las fuentes naturales, de manera que garantice su sostenibilidad y calidad para las generaciones futuras.

Si bien el agua es necesaria para la supervivencia humana, es portadora de microorganismos y parásitos causantes de enfermedad y muerte. La disponibilidad inmediata de agua hace posible crear un medio ambiente higiénico que evita o limita la propagación de muchas enfermedades del hombre y de los animales. Estas enfermedades son el resultado de la pobreza, ignorancia, desnutrición y un saneamiento ambiental deficiente. A lo largo del mundo, más de mil millones de personas no tienen acceso al agua potable. Como consecuencia de esto, hay una significativa morbilidad debida a enfermedades transmitidas por el agua. ( Córdoba, Del Coco, & Basualdo, 2010, pág. 1)

Se destaca que la principal causa de presencia de contaminación del agua es la detección de los microorganismos indicadores de la calidad del agua potable, que en general se localizan en la capa superficial del agua, se realizan análisis de laboratorios que determinan la cantidad presente en muestras para análisis físico-químicos y microbiológicos que debe cumplir el agua potable para proteger la salud pública, según lo determina la Norma Salvadoreña Obligatoria del Agua Potable. (Comité Técnicos de Normalización del Consejo Nacional de Ciencia [CONACYT], 2009, Pág.3).

Dichas directrices aplican en todo el territorio nacional y rige todos los servicios públicos, privados independientes de su sistema o red de distribución, en lo relativo a la prevención y control de la contaminación de las aguas. En vista de esto es importante analizar la calidad del agua potable suministrada a las comunidades del área rural del municipio del Congo, conformada por los habitantes de los cantones como Rodeo, Siete Príncipes, El Guineo, Sector Palo Negro, San Pablo, Estoraque, Pezote, San Anselmo, la cual proviene de agua subterránea de la Micro cuenca Endorreica que abastece el Lago de Coate peque.

Es indispensable conocer el procedimiento de extracción del agua a través del sistema de bombeo y distribución además de conocer el tratamiento que esta recibe antes de ser distribuida a la población usuaria, por ende esta investigación se enfoca en la descripción de las características identificadas en el agua que fue sometida a análisis físico químicos y microbiológicos que son indispensables para consumo, las cuales se tomaron de diferentes puntos de la red de distribución, plasmando los hallazgos identificados en los análisis, que la ase apta para consumo y si los procedimientos se realizan de forma correcta con el objetivo del mejoramiento de las técnicas de tratamiento en relación a encontrar presencia de contaminantes, para preservar la salud de la población.

## 1. ANTECEDENTES:

En El Salvador el Sistema Nacional de Acueductos que está a cargo de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), no cuenta con la capacidad para suministrar el vital líquido a la totalidad de la población urbana y aún menos capacidad para abastecer a la zona rural del país.

Para tener una mejor comprensión de la problemática en el suministro de agua del país nos debemos remitir a los registros que dieron origen al actual sistema nacional de distribución de agua potable.

“Se cuenta con el registro de administración de agua potable a la población salvadoreña en el siglo veinte, construyendo el primer sistema de acueductos y el primer sistema de alcantarillado sanitario, la construcción y la expansión dependía del crecimiento poblacional”.(COMURES, 2007).

Posterior en el año de 1961 por decreto legislativo No. 341 de fecha 17 de octubre, se crea la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), con el fin primordial de Proveer y ayudar a suministrar a los habitantes de la Republica de acueductos y alcantarillados, mediante la planificación, ejecución, operación, mantenimiento, administración y explotación de las obras necesarias o convenios. (COMURES, 2007)

ANDA inicio proceso de descentralización con apoyo de diferentes entidades logrando así la transferencia de prestación de servicios de distribución de agua a municipalidades, Empresas operadoras del plan piloto de descentralización, sistemas privados “Autoabastecidos”, asociaciones de pequeños proveedores rurales de agua. Así, la falta de un ente regulador del recurso hídrico responsable de atender las necesidades de la población rural, desemboca en una población que no cuenta con los servicios mínimos de agua para el desarrollo de una vida digna. (COMURES, 2007, pág. 4)

La prestación de servicios de abastecimiento de agua y saneamiento ambiental en El Salvador es responsabilidad de un gran número de proveedores de servicios. El

proveedor dominante es ANDA, y dentro de los proveedores están las cooperativas rurales.

En estos sistemas de distribución es el Ministerio de Salud Pública, el garante de que el agua cumpla con las normas de calidad de agua exigidas en la “Norma Salvadoreña Obligatoria” Publicada en el diario oficial en el año 2009, tomo 3283 numero 109. (CONACYT c. t., 2009)

El agua destinada para el consumo humano deberá tener la calidad sanitaria que el Ministerio conceptúa como buena y exigirá el cumplimiento de las normas de calidad en todos los abastecimientos de agua utilizadas para el consumo humano. En tal virtud y para determinar periódicamente su potabilidad los propietarios o encargados de ellos permitirán las inspecciones del caso.

En el área rural del Congo se distribuye agua para consumo humano por “Asociación Junta Administradora del Servicio de Agua Múltiple el Guineo”(Asociación de agua El Guineo), siendo esta fundada en el año 1987, el sistema de distribución está compuesto por un pozo industrial situado sobre la micro cuenca endorreica que abastece al lago de Coatepeque; formado sobre el cráter de origen volcánico de la Caldera de Coatepeque; en dicho pozo se encuentra instalado un sistema de bombeo conectado a una línea de impelencia de un diámetro de 8 pulgadas, que transporta el agua hacia una caja caudal ubicado a 800 metros de la zona de bombeo, hasta la zona más elevada ubicada en el cantón San José las Flores, dicha caja caudal la distribuye a 5 tanques de captación y que a su vez abastecen a través de tuberías de diferentes diámetros a las diversas zonas que conforman el sistema de distribución. Dicha red de distribución de agua tiene una muy buena cobertura, ya que abastece completamente a la zona rural del municipio de El Congo. Las funciones y responsabilidades de la Asociación incluyen: administrar el sistema de agua potable, dar mantenimiento a cada una de las partes que componen el sistema, crear mecanismos reguladores para el uso del agua, así como mecanismos reguladores para la prestación de los servicios de agua potable, llevar los datos de la calidad del agua y supervisar la calidad del agua potable; sin embargo, la mayoría de sistemas locales de distribución de agua no cuentan con protocolos que permitan garantizar que el agua suministrada esta apta para el consumo humano, así como

también no cuentan con las instalaciones adecuadas para brindar este tipo de servicio y en la mayoría de los casos la supervisión de las medidas sanitarias que están a cargo del Ministerio de Salud no son realizadas por dicha entidad por no contar con el personal suficiente y capacitado para realizar dichas funciones; en este sentido y tomando en consideración que la única fuente de abastecimiento de agua para el consumo humano para la población rural del Municipio de El Congo, no ofrece la certeza de contar con la pureza necesaria, esto ofrece una importante probabilidad de la ocurrencia de enfermedades gastrointestinales en los pobladores que la consumen.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

La Asociación administradora del sistema que abastece la población rural del municipio no cuenta actualmente con protocolos de verificación de la calidad del agua que suministra, así como también no cuenta con instalaciones adecuadas y sistema de cloración adecuado que permita garantizar que el agua suministrada a dichos habitantes puede ser consumida y utilizada para la elaboración de alimentos y no hay registros de inspecciones del Ministerio de Salud, por lo que se puede tener certeza que no ha existido ningún tipo de supervisión del funcionamiento de la Asociación por ninguna Institución, esto vuelve más preocupante la situación ya que no se está dando seguimiento a la vigilancia de los registros epidemiológicos por parte del Ministerio de Salud.

Aunque el pozo que abastece al sistema de distribución de agua es de tipo industrial pero se debe tomar en cuenta ciertas condicionantes que pueden incidir en la calidad del agua explotada.

### **Efluente Agroindustrial**

Los efluentes agroindustriales y los productos químicos para abono, veneno para plagas en la caficultura y los herbicidas son la principal fuente de contaminación de efluentes del Lago de Coatepeque, otras descargas puntuales importantes son beneficios de café y granjas avícolas, ambos descarga sus aguas residuales en zonas próximas al Lago de Coatepeque. Las descargas de efluentes de la agricultura y agroindustria son estacionales ya que en el caso de los abonos, herbicida y veneno, sólo son aplicados en los tiempos de actividades culturales del café, cuando las escorrentillas superficiales son muy fuertes y arrastran estos productos a las márgenes del lago y a las aguas subterráneas.

### **Escorrentía Agrícola**

Un aspecto muy importante a tomar en cuenta, es el alto consumo de pesticidas y productos químicos utilizados en las actividades agrícolas, El herbicida es común y de amplio uso. Estos productos químicos no tienen ningún control en cuanto a cantidad y lugar de utilización. En varias visitas realizadas a los sistemas, se notó que se estaba

rociando productos altamente tóxicos cercanos a la estación de bombeo. Los problemas de contaminación se magnifican debido a la cercanía y al arrastre de los químicos gracias a las lluvias

### **Aguas Servidas**

Este es un serio problema en el municipio, ya que no existe ningún sistema de alcantarillado sanitario, ni tratamiento de efluentes en el área rural del municipio, sino que muchas de las aguas servidas son depositadas directamente a la calle, factor que se agrava en el área rural donde ocasiona charcos en cada una de los lugares donde hay instalados lavaderos. No existe en la actualidad ningún sistema de tratamiento de aguas negras, aguas servidas, aguas productos de agroindustrias en el municipio, sino que la descarga se hacen directamente a los afluentes

Un aspecto importante a tomar en cuenta, es que los sistemas de agua potable de la zona rural son en su generalidad sistemas de agua que llevan en su mayoría el agua directamente a las viviendas y no se cuentan con un sistemas de saneamiento adecuado, se pudo observar que en la mayoría de los lugares no existen dispositivos para el tratamiento de las aguas servidas, sino que simplemente son depositadas en las calles, donde son llevados por las cuentas, generando problemas de estancamiento en zonas aledañas a las viviendas y la posterior contaminación de mantos acuíferos.

### **Desechos Solidos**

Otra fuente de contaminación es la incorrecta eliminación de desechos sólidos en la zona rural de El Congo. Debido a falta de costumbre o falta de normas y ausencia de otra alternativa local de manejo de desechos sólidos, las personas a menudo eliminan sus desechos en las calles y en las playas del lago de Coatepeque.

El objetivo de la investigación de evaluar la calidad del agua para consumo humano que se abastece a la zona rural del municipio del Congo, en los cantones contemplados anteriormente, registrando si se encuentra alguna anomalía en la distribución de la misma según la norma obligatoria de agua (CONACYT C. T., 2009), en el agua



distribuida por la institución suministrante, que lleva por nombre “*Asociación Junta Administradora del Servicio de Agua Múltiple El Guineo*” también conocida como “Asociación de Agua Múltiple el Guineo” y de esta manera determinar si la ocurrencia de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de la zona rural del Municipio, se encuentra directamente relacionada con deficiencias en la calidad del agua, ya que el consumo de agua contaminada por microorganismos como los *coliformes*, puede producir intoxicación, y enfermedades intestinales.

El Ministerio de Salud además de ser el encargado de llevar a cabo la supervisión de la calidad del agua a la cual tiene acceso la población, también lleva un registro de la ocurrencia y frecuencia de enfermedades mediante la Vigilancia epidemiológica, ya sea de las regiones a las cuales se les da cobertura mediante las Unidades Comunitarias de Salud Familiar o de la población en general mediante el Sistema Nacional de Salud, por lo que mediante la información puesta a disposición por la Unidad Comunitaria de Salud Familiar de El Congo (UCSF) se ha podido comprobar que la mayor incidencia de casos registrados de enfermedades gastrointestinales registradas en el Municipio de El Congo corresponden a las zonas rurales en las cuales tiene presencia la Asociación de Agua.

Mediante el establecimiento de protocolos que garanticen la dotación de calidad suficiente del agua suministrada por la Asociación de Agua Múltiple El Guineo, se busca disminuir la incidencia de las morbilidades en la población rural del Municipio de El Congo y dotar de medios para supervisar el desarrollo de las actividades contenidas en los protocolos.

Las técnicas que se utilizarán para el estudio serán análisis de laboratorios contempladas en la Norma Obligatoria de Agua que incluye pruebas físico químicas como bacteriológicas.

### **3. OBJETIVOS DE INVESTIGACION**

#### **3.1 GENERAL**

Determinar la calidad microbiológica del agua que abastece “La Asociación de Agua Múltiple el Guineo” en la zona rural del municipio del Congo, departamento de Santa Ana en el periodo comprendido de febrero a Julio del 2017.

#### **3.2 ESPECIFICOS**

- Evaluar las condiciones de captación, almacenamiento y distribución del agua a las zonas rurales del municipio del Congo.
- Describir las características físico-químicas y microbiológicas presentes en el agua distribuida a la zona rural del municipio del Congo.
- Elaborar un manual de seguridad del agua para consumo humano de las zonas rurales del municipio del Congo abastecidas por “La Asociación de Agua Múltiple el Guineo”.

#### 4. JUSTIFICACION:

Los *coliformes fecales* son bacterias que están inmersas en la flora bacteriana de los organismos vivos, siendo la principal bacteria encontrada *La Echerichia coli* que se caracteriza por ser una bacteria del grupo de *coliformes*, y su presencia es un indicador de agua contaminada, además la presencia de otros patógenos que pueden ser perjudiciales para la salud humana. Las concentraciones altas de estos patógenos elevan los costos de potabilización de agua. Los microbios que provocan enfermedades que están presentes en heces humanas, causan diarrea, cólico abdominal, náuseas, cefaleas u otros síntomas. Estos patógenos podrían representar un riesgo de salud muy importante para bebés, niños pequeños y personas con sistemas inmunológicos gravemente comprometidos, en este sentido se pretende la prevención de estados patológicos por consumo de agua contaminada con la detección temprana del mismo. Existe una diversidad de razones que justifica el estudio conociendo que hasta hace pocos años la principal actividad económica de la zona donde se encuentra ubicado el sistema de distribución de la Asociación de Agua Múltiple El Guineo es la Agricultura; sin embargo, en unos años el turismo ha tenido un incremento considerable y ha desplazado rápidamente a las actividades tradicionales, de aquí la importancia de analizar la calidad del agua obtenida de la Micro cuenca Endorreica que abastece al Lago de Coatepeque, determinando si esta no tienen contaminantes derivados de la utilización de la actividad agrícola como pesticidas, además existen riesgos evidentes en su perímetro de distribución, cuenta con un centro escolar el cual cuenta con sistema de fosa séptica que podría estar contaminando la micro cuenca.

En la actualidad el recurso hídrico está bajo presiones crecientes como consecuencia del crecimiento de la población, el incremento de las actividades pecuarias y el establecimiento de asentamientos humanos en zonas no adecuadas, lo cual ha llevado a una competencia por los recursos limitados de agua de consumo. Conociendo que la degradación del recurso genera contaminación y el deterioro de la calidad del agua amenazando la salud humana. Cada vez, la calidad del agua es más baja.

“Actualmente en el país existe una población de más de seis millones de habitantes y de acuerdo a estadísticas de ANDA hasta el 2006 solo el 65% de la

población a nivel nacional tenía acceso al agua potable dentro o fuera de la vivienda; sin embargo se reporta que el área rural la cobertura de agua potable fue de 34.4%. [ANDA, 2006: 8]. La falta de acceso y mala calidad del agua afectan la calidad de vida, la productividad y la salud de la población ya que las personas pobres del área rural dedican un porcentaje de su tiempo productivo para acarrear agua a sus viviendas” (COMURES, 2007).

lo que puede contribuir a transmitir gran cantidad de enfermedades diarreicas agudas constituyendo uno de los principales problemas de salud en la población a nivel nacional predominante la causa de morbilidades en niños menores de 5 años, y una alarmante causa de mortalidades si no son manejadas oportunamente. Se considera que las enfermedades diarreicas son producto de un abastecimiento de agua insalubre y de un saneamiento deficiente. La mejora del abastecimiento de agua reduce su porcentaje a de más que la mejora de la calidad del agua de bebida mediante el tratamiento del agua doméstica, por ejemplo con la cloración, puede reducir los episodios de diarrea.

## 5. MARCO TEORICO

### **5.1 Necesidades humanas básicas:**

El conocimiento humano consiste tradicionalmente en entender que las necesidades humanas fundamentales son clasificable por categorías, y que estas necesidades son las mismas en todas las culturas y en todos los periodos históricos, lo que cambia a través del tiempo y de las culturas, son la manera o los medios utilizados para la satisfacción de las mismas.

Estas necesidades fundamentales humanas son muchas pero la principal radica en la subsistencia que incluye *salud y alimentación*, dentro de este podemos entender contar con todos los recursos y servicios posibles para lograr satisfacer la demanda y preservar la salud de la población, en este sentido es importante detallar el papel del acceso al agua para consumo humano como una necesidad indispensable tanto para realizar actividades cotidianas como para mantener la salud, al asegurar la seguridad de la misma.

En este momento se percibe que el ser humano necesita el agua como recurso vital para la vida, necesaria para el adecuado metabolismo interno, como también uno de los recursos esenciales para la salud del planeta, y formando parte de las necesidades humanas básicas, el acceso a dicho recurso se constituye en derechos inalienables del ser humano, ya que su posesión y práctica hacen a la dignidad tanto del individuo como de la comunidad en la cual forma parte.

En ese contexto, los recursos hídricos, en sus múltiples y fundamentales funciones, surgen como un elemento clave en la agenda social, económica y ambiental del país y, por ende, como un factor crucial para la superación de los desafíos asociados a los ODM y el logro del desarrollo sostenible nacional. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2006, pág. 25)

El Informe sobre desarrollo humano 2006 hace hincapié en que, si bien el acceso al agua constituye un derecho humano fundamental, que debe satisfacerse independientemente de la capacidad de pago de la persona, el agua tiene también un valor económico, en la medida que es suministrada a través de cañerías, sistemas de

filtración y una infraestructura cuyo mantenimiento y ampliación requiere cuantiosas inversiones.

De acuerdo con datos estadísticos, El Salvador ocupa el tercer lugar en América Latina respecto a la mayor desigualdad en acceso al agua, el 88% de los hogares con mayores ingresos tienen acceso a agua potable y solo el 44% de los hogares más pobres tienen acceso a este servicio. Esta misma diferencia es reflejada en el gasto público, ya que el Estado prioriza proyectos sociales en las zonas urbanas y descuida las zonas rurales y semi rurales; el acceso de agua de buena calidad en las familias de zonas rurales solo es de un 32%, a pesar que el nivel general es de un 74%.en este punto es importante resaltar que para cumplir con la demanda del suministro de agua a diferentes puntos seda origen a programas de descentralización.

## ***5.2 Cobertura del sistema de distribución del agua potable en el salvador.***

El principal proveedor de agua potable en nuestro país es ANDA, presta sus servicios a un 40% de la población localizada en 152 municipios, principalmente en las cabeceras urbanas, aunque esta cobertura es significativa, no quiere decir que sea de buena calidad y suficiente, ya que en muchos lugares el servicio es intermitente y cuenta con muchas deficiencias. La zona rural es atendida principalmente por juntas rurales de abastecimiento de agua, estas suministran agua a más de 256,000 familias, equivalente a más del 30% de la población rural y semi rural del país. Las juntas rurales nacen por la ineficiente gestión del agua realizada por el Estado, puesto que no dispone de una política hídrica de carácter estratégico para satisfacer la demanda de la población y la sostenibilidad ecológica de las cuencas y ecosistemas acuáticos. En los últimos años ANDA, ha presentado deficiencias en el sistema de distribución y ha operado con pérdidas, lo que ha limitado la capacidad para realizar inversiones y ampliación de la cobertura, afectando consecuentemente a las zonas rurales del país, donde el acceso a agua potable es solamente el 32%, siendo el menor porcentaje de cobertura a nivel de Centroamérica y América Latina.

Ante esta realidad, las comunidades se han organizado en juntas administradoras rurales de agua, bajo la modalidad de un proyecto de descentralización de los servicios de distribución de agua a cargo de la asociación nacional para la defensa desarrollo y distribución ecológica del agua a nivel rural (ANDAR), la mayoría nacen del esfuerzo de grupos y asociaciones interesados por mejorar la falta del vital líquido luego esta asociación desaparece y la administración que da en manos de asociaciones de una directiva comunal, así nace la asociación junta administradora del servicio de agua en el caso del municipio al cual es estudio nace la asociación múltiple el guineo, conocida como Asociación rural de agua El Guineo.

Los altos costos de energía y mantenimiento de los equipos, falta de asistencia técnica y administrativa, son algunas de las dificultades de estas juntas. Sumado a estos problemas las juntas están siendo acosadas por ANDA, quien les ha manifestado el cobro por la extracción del recurso a precios equivalente al de las empresas o autoabastecidas en dicha propuesta se considera sin lugar, ya que la finalidad de las juntas rurales es llevar agua a las comunidades y cubrir una demanda que el Estado no tiene capacidad de hacerlo, aunque tenga la obligación por mandato, en vista que es el proveedor principal y autorizado para proveer de agua.

La satisfacción del recurso implica un ambiente saludable para la población caso contrario la degradación de este recurso o la contaminación y “explotación” irracional atenta gravemente con el ecosistema; bajo este perfil es importante la forma correcta de explotación del recurso por dichas entidades, que no modifiquen el entorno que puede producir numerosas enfermedades al debilitarse en el sistema inmunológico y llegar a generar enfermedades mortales según lo cita la UNICEF:

- ❖ Se dice que un 80% de las enfermedades y un 33% de las muertes son consecuencia de la mala calidad del agua para consumo o una distribución de la misma inadecuada.

- ❖ La mitad de la población del mundo sufre enfermedades gracias a la contaminación del agua y a la falta de higiene, las de mayor frecuencia son las gastrointestinales.
- ❖ el 42% de los hogares carecía de retretes y una de cada seis personas no tenía acceso a agua potable.
- ❖ Unos 4.500 niños y niñas mueren a diario por carecer de agua potable. (UNICEF, 2002)

Queda en evidencia la importancia del agua para consumo humano iniciaremos con conocer la realidad de la disponibilidad de la misma, determinando que los recursos hídricos se encuentran en peligro, los más importantes y estratégicos están sometidos a un alto grado de vulnerabilidad, por negligencia, falta de conciencia y desconocimiento de la población acerca de la obligación de protegerlos y la carencia de autoridades, profesionales y técnicos, a los que les corresponde cuidarlos y utilizarlos. (UNICEF, 2002).

Existe un fuerte vínculo entre el desarrollo humano, el acceso al agua potable por esta razón se debe ejercer con gran responsabilidad la función de proveer de agua a la población, tanto en cantidad como en calidad, para que la salud se vea promovida y no comprometida. Según estadísticas de la UNICEF, reflejan que únicamente un porcentaje menor de los habitantes rurales tenía acceso a servicios básicos frente al mayor porcentaje de los que vivían en ciudades. Las mayores disparidades se producían en América Latina y el Caribe. Esta desbalance en el tema de agua y saneamiento son uno de los principales motores de la salud pública, lo que significa que en cuanto se pueda garantizar el acceso al agua salubre y a instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de la diferencia de sus condiciones de vida, se habrá ganado una importante batalla contra todo tipo de enfermedades. En este sentido una mejora del agua en los hogares puede reducir los episodios de diarrea a más del 39%, en una (UNICEF, 2002).



### **5.3 proveedores de servicio.**

Como mencionamos la entidad encargada del suministro de agua potable a la zona rural del Congo está a cargo de la “Asociación Junta Administradora del Servicio de Agua Múltiple el Guineo” (Asociación de agua El Guineo) (CESTA, 2012, pág. 1). Siendo esta fundada en el año 1987, El sistema de Distribución administrado por la asociación que de ahora en adelante llamaremos “Asociación El Guineo” está conformado por un pozo Industrial del 10” de diámetro y noventa y seis metros de profundidad, a través del cual extraen el agua de la micro cuenca endorreica que abastece al lago de Coatepeque formado sobre el cráter de origen volcánico de la caldera de Coatepeque. el pozo tiene capacidad para extraer 32 galones por minuto, el agua extraída a través de una bomba sumergible dentro del pozo, es bombeada por medio de un sistema de rebombeo de 200 hp, el agua viaja 800 metros a través de la línea de impulsión de 6” de diámetro, que en boca a una caja caudal ubicada a 800 metros de la zona de bombeo, hasta la zona más elevada que se encuentra en el cantón San José las Flores dicha caja caudal la distribuye a 5 tanques de captación con una capacidad de almacenamiento de 5,000 galones, de ahí el agua es distribuida a través de tuberías de diferentes diámetros a las diversas zonas que conforman el sistema de la zona rural del municipio, algunos que se encuentran entre los 100 y 500 metros de los tanques de distribución y algunos sectores que se encuentran hasta 5 kilómetros del tanque de almacenamiento.

Dentro de las funciones y responsabilidades de la Asociación incluyen:

- administrar el sistema de agua potable.
- dar mantenimiento a cada una de las partes que componen el sistema.
- crear mecanismos reguladores para el uso del agua, así como mecanismos reguladores para la prestación de los servicios de agua potable.
- llevar los datos de la calidad del agua y supervisar la calidad del agua potable.

sin embargo, la mayoría de sistemas locales de distribución de agua no cuentan con protocolos que permitan garantizar que el agua suministrada esta apta para el consumo humano, así vemos que tienen muchas deficiencias en su estructura interna como

instalaciones inadecuadas para brindar este tipo de servicio, falta de supervisión de las medidas sanitarias por parte del Ministerio de Salud, no cuentan con el personal suficiente y capacitado para realizar funciones especializadas como la cloración del agua para mandar a los tanques en base a la norma obligatoria de agua.

#### **5.4 Calidad del servicio:**

En la mayoría de las zonas cubiertas el servicio de distribución de agua es intermitente, variando de 12 horas en algunas zonas, hasta 6 días en otras zonas. Sin embargo, el sistema está diseñado para suministrar el equivalente acumulado a dos barriadas por día a cada usuario del sistema.

#### **5.5 Caracterización de la zona**

Conociendo las causas y la importancia de evitar los contaminantes en el agua es de vital importancia contemplar las características existentes en el agua para consumo humano del Congo la zona del Municipio se ubica en el departamento de Santa Ana, que según censo poblacional 2007 hay 24,219 habitantes, de los cuales se estima que cerca de 10,000 personas residen en el área rural del municipio que se distribuyen en 8 cantones. El municipio de El Congo se abastece de agua potable a través de ANDA y de la Asociación de Agua Múltiple El Guineo, la primera abastece la zona urbana del municipio y la segunda a la zona rural del municipio, dicha zona rural se ubica geográficamente en las faldas de la caldera de Coatepeque, el cual es un volcán extinto en el que se ha formado el lago de coatepeque.

El lago de coatepeque se abastece de una cuenca endorreica cuya afluencia de agua es muy grande, por lo que permite a gran cantidad de personas, abastecerse a través de la extracción de agua de tal micro cuenca, tales son los casos del propio sistema de la Asociación de Agua Múltiple El Guineo, Sistema de distribución las Aradas en el Municipio de Coatepeque, Sistemas de distribución de El Tinteral y la Reforma del Municipio de Ciudad Arce y en general a los Habitantes de la zona del lago de

coatepeque que tienen su propio sistema de extracción, ya sea mediante pozo artesanal o extracción directa del lago a través de una bomba sumergible.

La norma obligatoria de agua establece que en un rango no menor de 100 metros del pozo no tiene que existir riesgo potenciales en el caso de la asociación se identifican riesgos potenciales como:

- contaminación del acuífero por utilización de agroquímicos vertidos a la plantación del café, los cuales pueden contaminar el acuífero por la escorrentía originada en la época lluviosa.
- Identificación de un invernadero de plantilla de café, el cual producen plantas para cultivo, que utilizan agroquímicos para evitar plagas y potenciar su crecimiento, estos agroquímicos pueden ser arrastrados por la lluvia.
- Contaminante potencial de un centro escolar llamado “centro escolar cantón el lago” el cual se ubica a 10 metros del pozo, el cual tienen un sistema de excretas a base de fosa séptica en dicho centro escolar cuenta con 4 fosas sépticas, que por filtración directa de materia fecal al acuífero.

## **5.6 Descripción del sistema de agua potable**

### ***Zona Rural de El Congo***

El sistema de agua potable y saneamiento de la Zona rural de El Congo ocupa para su suministro un sistema de bombeo de agua de un pozo instalado en las laderas del lago de Coatepeque. El sistema se encuentra en una zona rica en recursos hídricos, una de los acuíferos más importantes del país. Para el análisis dividiremos el sistema en los siguientes componentes: Estaciones de bombeo de agua, línea de impelencia, y las líneas de distribución, infraestructura

Básica importante en el área de abastecimiento de agua.

### ***Planta de bombeo***

La estación de bombeo toma el agua cruda desde la presión atmosférica o a una presión determinada, hacia una altitud mayor. La estación de agua potable de la

Asociación se encuentra en el Cantón El Lago, ubicado en el Lago de Coatepeque. Comprende las siguientes partes: Pozo Profundo, Equipo de Bombeo, Caseta de Control y Magnifol de descarga.

**Pozo Profundo:** Capta agua del Embalse Natural, lo que se realiza por medio de un pozo profundo, de 88 mts de profundidad, según la última modificación al pozo en el año 2014 realizado por la empresa Hidráulica Santaneca, S.A. de C.V.. Este pozo está situado en uno de los acuíferos más importantes del país.

El agua subterránea del pozo, no presenta ningún tipo de metales pesados fuera de norma, se puede decir que es de buena calidad. Se pudo comprobar gracias a una serie de análisis de calidad de agua, en distintos meses del año que un aumento de precipitación de agua lluvia, el agua del pozo tiende a presentar problemas de contaminación, esto es debido a los problemas de filtración de aguas lluvias a pozo. (Ver anexo 01)

**Caseta de Control:** Es una estructura de mampostería, con una losa de concreto como techo, la cual se encuentra en buenas condiciones físicas, esta alberga los controles electromecánicos del sistema de bombeo, cumplen con las condiciones de seguridad adecuadas para albergar los equipos de control y protección del equipo de bombeo, los paneles de control son de la marca siemens, cuentan con un banco de capacitores para controlar el factor de potencia. (Ver anexo 02)

**Magnitud de Descarga:** También llamado cabezal de descarga, está compuesta por Tubería de 6" de HoGo. Y una válvula que sirve para que el agua una vez finalizado el bombeo no regrese, de esta forma no daña el equipo y evita que la línea de impelencia quede vacía.

El Cabezal de descarga, no cuenta con los equipos y dispositivos necesarios para garantizar el buen funcionamiento del bombeo, solamente cuenta con una válvula de 6", no cuenta con el equipo de protección hidráulico adecuado, no hay instalada ninguna válvula que protección contra el golpe de ariete, problema presente en el sistema, debido a las diferencia de altura existentes entre la bomba y el tanque, problema que

disminuye considerablemente la vida útil de la bomba y de la línea de impelencia. (Ver anexo 03)

### ***Fallas de la Planta de Bombeo***

- La planta de bombeo no cuenta con un cerco perimetral, dejando la planta de bombeo vulnerable para problemas de vandalismo.
- No se cuenta con drenajes y canalizaciones de aguas lluvias adecuados o medidas de protección, ya que la planta se cuenta en una zona susceptible a inundaciones
- No hay instalados equipos de protección contra problemas hidráulicos.

### ***Línea de Impelencia***

La línea de impelencia tiene una longitud de 480 mts, una tubería de HoGo de 6" la cual se encuentra en buen estado y no presenta fugas. El único inconveniente es que la tubería está llegando al final de su vida útil y se debe hacer la instalación de la nueva impelencia en unos 3 años como máximo. (Ver anexo 04)

### ***Almacenamiento para la distribución***

Los depósitos y tanques de almacenamiento son recursos valiosos para los sistemas de distribución de las zonas de demanda. Durante los períodos de máximo consumo, estabilizan el abastecimiento de agua a los usuarios a una presión adecuada mientras que de una suspensión repentina del abastecimiento, pueden suministrar agua de emergencia. Mediante el uso de depósitos, también se esperan operaciones más eficientes. Esto ocurre porque el almacenamiento por bombeo se puede realizar durante la noche, cuando los costos de bombeo generalmente son más bajos.

El sistema está compuesto de cinco tanques de captación de concreto reforzado y con losa de concreto como techo.

### ***Tanque de almacenamiento del sistema de bombeo (El Pinar)***

El tanque de captación está ubicado en la zona rural del borde del Lago de Coatepeque mejor conocido como El Pinar, con una altura de 850 metros sobre el nivel del mar, es de forma cilíndrica, de concreto armado, de tres metros de radio, con una altura de útil de cuatro metros diez centímetros, teniendo un volumen de 100 metros cúbicos.

### ***Fallas de tanque de captación sistema de bombeo***

La mayor deficiencia encontrada es que no cuenta con un cerco perimetral adecuado y puede ser objeto de vandalismo, ya que se encuentra en una zona totalmente deshabitada; Siendo este uno de los puntos más críticos del sistema, ya que de fallar el tanque, quedaría en 50% de la población desprovista del mayor almacenamiento de agua. Otras fallas son las cajas y válvulas del tanque están en mal estado. (Ver anexo 05)

Entre las reparaciones requeridas se incluyen:

- Limpieza periódica de tanque principal para evitar que materia se adhiera a las paredes del tanque.
- Instalación de válvulas de compuerta nuevas
- Restauración de cajas para válvulas
- Reemplazo de las escaleras de acceso (exteriores e interiores)
- Reparación de la compuerta de acceso o Reparación de cerco perimetral

### ***Tanque de almacenamiento Buenos Aires***

El tanque de almacenamiento está ubicado en la zona conocida como caserío los Cabrera, con una altura de 650 metros sobre el nivel del mar, es de forma

cilíndrica, de concreto armado, de dos y medio metros de radio, con una altura de útil de tres metros, teniendo un volumen de 70 metros cúbicos.

La estructura conserva un buen estado ya que fue construido y puesto en funcionamiento hace 9 años, cuenta con un adecuado cerco perimetral; sin embargo no existen registros del mantenimiento de la infraestructura, limpieza de tanque, y otros. (Ver anexo 06)

Entre las reparaciones requeridas se incluyen:

- Limpieza periódica de tanque principal para evitar que materia se adhiera a las paredes del tanque.
- Instalación de válvulas de compuerta nuevas
- Restauración de cajas para válvulas

#### ***Tanque de almacenamiento las Flores.***

El tanque de almacenamiento está ubicado en la zona conocida como caserío piedra de agua, con una altura de 520 metros sobre el nivel del mar, es de forma cilíndrica, de concreto armado, de dos y medio metros de radio, con una altura de útil de tres metros, teniendo un volumen de 70 metros cúbicos.

#### ***Fallas de tanque de captación sistema de bombeo***

La infraestructura no cuenta con un adecuado cerco perimetral, las cajas y válvulas presentan deterioro y no existe un buen sistema de drenaje para evitar que se acumulen capas de sedimentos junto a las paredes del tanque.

Entre las reparaciones requeridas se incluyen:

- Limpieza periódica de tanque principal para evitar que materia se adhiera a las paredes del tanque.

- Instalación de válvulas de compuerta nuevas
- Restauración de cajas para válvulas
- Construcción de sistema de drenaje.
- Mejoramiento de cerco perimetral.

### ***Tanque de almacenamiento El Rosario.***

El tanque de almacenamiento está ubicado en la zona del caserío EL Rosario, con una altura de 480 metros sobre el nivel del mar, es de forma cilíndrica, de concreto armado, de dos metros de radio, con una altura de útil de tres metros, teniendo un volumen de 25 metros cúbicos.

### ***Fallas de tanque de captación sistema de bombeo***

La infraestructura no cuenta con un adecuado cerco perimetral, está construido bajo un talud inestable que puede colapsar debido a su débil muro de contención, válvulas presentan deterioro y no existe un buen sistema de drenaje para evitar que se acumulen capas de sedimentos junto a las paredes del tanque. (Ver anexo 07)

Entre las reparaciones requeridas se incluyen:

- Limpieza periódica de tanque principal para evitar que materia se adhiera a las paredes del tanque.
- Instalación de válvulas de compuerta nuevas
- Construcción de sistema de drenaje.
- construcción de cerco perimetral.
- Reforzamiento del muro de contención en talud al norte del tanque.



### ***Tanque de almacenamiento el Rodeo.***

El tanque de almacenamiento está ubicado en el cantón El Rodeo, con una altura de 320 metros sobre el nivel del mar, es de forma cilíndrica, de concreto armado, de dos y medio metros de radio, con una altura de útil de tres y medio metros, teniendo un volumen de 35 metros cúbicos.

### ***Fallas de tanque de captación sistema de bombeo***

La infraestructura no cuenta con un adecuado cerco perimetral, las cajas y válvulas presentan deterioro y no existe un buen sistema de drenaje para evitar que se acumulen capas de sedimentos junto a las paredes del tanque.

Entre las reparaciones requeridas se incluyen:

- Limpieza periódica de tanque principal para evitar que materia se adhiera a las paredes del tanque.
- Instalación de válvulas de compuerta nuevas
- Restauración de cajas para válvulas
- Construcción de sistema de drenaje.
- Mejoramiento de cerco perimetral.

### ***Sistema de Distribución***

El sistema de distribución es de agua potable, cuentan con 1800 acometidas domiciliarias los usuarios tienen conexión directa. Se cobra una cuota por parte de la asociación en que a los usuarios domiciliarios se les ha establecido una cuota fija de seis dólares (\$6.00), además la asociación cuenta con usuarios para uso agrícola y agroindustrial por los que cobra cuotas diferenciadas establecidas según su uso que va desde los doce dólares, hasta los cien dólares mensuales.

El sistema de distribución de agua potable fue construido en el año de 1987, está compuesto por tuberías de diferente diámetro, comenzando con tubería de 3 pulgadas

de PVC, a la salida del tanque, hasta los puntos más alejados donde se encuentra con tubería de 1.5 pulgadas, la red de distribución de agua tiene una muy buena cobertura, llega al 50% de la zona rural de El Congo, existe una distribución a través de acometidas domiciliarias. Muchas de las válvulas del sistema de distribución no cuentan con cubre válvulas o cajas de protección adecuadas, muchas de estas están en mal estado, lo que dificulta la administración y manejo del sistema, para tener un control adecuado hace falta instalar más válvulas. Se pudo apreciar en varios puntos las válvulas presentaban pequeñas fugas. Las reparaciones en la línea de distribución no son muy frecuente, tal como lo especifica el encargado del sistema, Muchas de las fallas son causadas, por los ciclos de presión y descompresión del sistema, ya que al terminar el bombeo, el tanque paulatinamente queda vacío y el sistema con el consumo constante de la población queda vacío, quedando la mayoría de las tuberías vacías, luego se llena el tanque, se introduce agua a la red, inyectando nuevamente agua a las tuberías, donde las tuberías son sujetas a presiones variables, este proceso se repite diariamente, lo que ocasiona una considerable disminución de la vida útil de las tuberías.

La conexión entre caja caudal y el tanque de almacenamiento el pinar está conformada por dos tuberías de PVC de 3 pulgadas y una tubería de 4 pulgadas; la conexión entre caja caudal y tanque El Rosario está conformada por una tubería de 2 pulgadas; conexión entre caja caudal a tanque Buenos Aires una tubería de 3 pulgadas, conexión entre caja caudal y tanque del Rodeo con una tubería de 2 pulgadas; conexión entre caja caudal y tanque Las Flores con una tubería de 2.5 pulgadas.

Los tipos de tuberías en el sistema de distribución incluyen: • Tuberías de hierro Galvanizado, Cloruro de polivinilo (PVC) • Algunas de las tuberías principales de distribución en el área Rural tienen diámetros no estándar menores que 2 Pulgadas, todas las tuberías principales de distribución deben tener un diámetro mínimo de 2 Pulgadas para un funcionamiento óptimo.

### ***Fallas del sistema de Distribución:***

- Falta de cubre válvulas o cajas de protección
- Diámetros menores de 2 pulgadas, aumentan la fricción,
- Circuitos cerrados o ciegos, no hay interconexión de diferentes sectores
- Tubería expuesta a ciclos de presión y descompresión constantes.
- Falta de válvulas reguladoras de presión.
- Problemas de fugas: Algunas áreas atendidas por el sistema de abastecimiento de agua de El Congo.

Válvulas: Algunas válvulas de compuerta en el sistema de distribución existente, están en mal estado, algunas no se pueden ubicar debido a que han sido cubiertas por pavimentaciones durante los últimos años o han sido eliminadas. (Ver anexo 08)

### ***Proceso de Tratamiento del agua (Cloración)***

En el sistema de agua tiene como único tratamiento para el agua cruda, la cloración y es en la caja caudal donde se aplica este proceso, por medio de un dispositivo de cloración por goteo, su uso es artesanal, se coloca el hipoclorito de calcio dentro del dispositivo, se hace una mezcla con el agua y según el caudal estimado de agua se regula la aplicación de la mezcla al caudal de agua. Teniendo como resultado que el agua que sale de la zona del tanque, no tiene un nivel de cloro residual constante ya que varía mucho en el tiempo, tal como se puede comprobar en pruebas de cloro residual realizadas por el Ministerio de Salud Pública

### ***Fallas del sistema de cloración y tratamiento de agua***

Debido al proceso no sistematizado de cloración permite que al desactivarse las bombas se acumule la mezcla de hipocloritos de calcio debido a que la reguladora es manual, y al activarse las bombas nuevamente se produce una saturación de cloro en el agua bombeada. (Ver anexo 09)

No existen filtros de arenas ni otro elemento de tratamiento para las aguas crudas.

## ***Medición***

La contabilización del agua es una poderosa herramienta operativa para indicar el aumento de agua contabilizada y centrarse rápidamente en su causa. Actualmente no se cuenta con Micro medición, en visita realizada a altos consumidores se pudo constatar que estos no poseían medidor, lo cual es importante hacer una campaña de micro medición selectiva, donde a los altos consumidores se les instalará medición. (Ver anexo 10)

Se propone las siguientes mejoras a la medición que existe actualmente:

- i. Las instalaciones de medidores de fuente (e instalaciones de medidores e distribución unidireccional) deberán contemplar una tubería recta de una longitud de cinco (5) veces el diámetro del medidor inmediatamente ascendente y de una longitud de dos (2) veces, descendente.
- ii. Efectuar la instalación de micro medición selectiva, donde se tomen en cuenta todos los grandes consumidores

## ***Personal del sistema de agua potable***

El sistema de agua potable cuenta con un Bombero, el cual tiene múltiples actividades, como lo son el encendido y apagado de los equipos, movimiento de válvulas para la sectorización y reparación de fugas y cloración de agua, está a cargo de 5 valvuleros quienes a su vez cumplen con actividades de inspección, la elaboración de recibos y cobro de cuotas está a cargo de una empleada administrativa. Es de señalar que los operarios se quejan de que no reciben la capacitación adecuada, se pudo comprobar que no cuentan con herramientas adecuadas para su trabajo, como lo sería un aparato para medición de cloro residual por sistema, un manual de operaciones y herramientas adecuadas.

## **5.7 Recursos Hídricos y Contaminación del Agua**

El Lago de Coatepeque es un embalse natural de origen volcánico que pertenece a la cuenca Volcánica de Izalco y cuyo volumen de agua es captado y filtrado por la cordillera y volcanes entre los que forman parte el cerro verde, Volcán Ilimatepeq y el volcán de Izalco.

Entre los principales acuíferos del país se pueden mencionar los siguientes:

- a) Santa Ana-Chalchuapa
- b) Aguilares
- c) Sistema de Acuíferos de San Salvador
- d) San Vicente
- e) Atiquizaya- Chalchuapa
- f) Costero Paz-Acajutla
- g) Volcánico Izalco
- h) Valle de Sonsonate
- i) Libertad- Lempa
- j) Lempa- Usulután
- k) Volcánico Usulután
- l) San Miguel
- m) Valle de Olomega
- n) Chapelrique
- o) La Unión.

Los sistemas de agua potable de El Porvenir se encuentra ubicado en el acuífero del literal a), considerada una de las zonas de mayor abundancia del recurso hídrico en El Salvador. (Ver anexo 11)

### ***Principales fuentes de contaminación***

Los recursos hídricos de El Salvador están severamente contaminados a causa, en parte, de la total ausencia de tratamiento municipal de las aguas residuales. Además, el país sufre escasez de agua durante la época seca y conflictos entre los usuarios.

Durante los últimos 20 años, se ha podido apreciar como el nivel del agua del lago de Coatepeque ha disminuido considerablemente, hasta dos metros debido a diversos fenómenos climáticos.

La cuenca Volcánica de Izalco por su geografía no ha sido objeto de degradación ambiental; aunque si bien en el municipio no existe una actividad industrial determinada existe una floreciente agricultura y la existencia de agroindustria, que debido a la falta de control no cuenta con ningún proceso de tratamiento de efluentes, se puede observar el uso de productos químicos.

### ***Efluente agroindustrial***

Los efluentes agroindustriales y los productos químicos para abono, veneno para plagas en la caficultura y los herbicidas son la principal fuente de contaminación de efluentes del Lago de Coatepeque, otras descargas puntuales importantes son Beneficios de café y granjas avícolas, ambos descarga sus aguas residuales en zonas próximas al Lago de Coatepeque. Las descargas de efluentes de la agricultura y agroindustria son estacionales ya que en el caso de los abonos, herbicida y veneno, sólo son aplicados en los tiempos de Actividades culturales del Café, cuando las escorrentillas superficiales son muy fuertes y arrastran estos productos a las márgenes del lago y a las aguas subterráneas. Ver figura 11.

### ***Escorrentía agrícola***

Un aspecto muy importante a tomar en cuenta, es el alto consumo de pesticidas y productos químicos utilizados en las actividades agrícolas, El herbicida es común de amplio uso. Estos productos químicos no tienen ningún control en cuanto a cantidad y lugar de utilización. En varias visitas realizadas a los sistemas, se notó que se estaba rociando productos altamente tóxicos cercanos a la estación de bombeo. Los problemas de contaminación se magnifican debido a la cercanía y al arrastre de los químicos gracias a las lluvias. Ver figura 12. Los productos químicos y pesticidas son utilizados en los cultivos de maíz, frijol y el cultivo de café.

### ***Aguas servidas***

Este es un serio problema en el municipio, ya que no existe ningún sistema de alcantarillado sanitario, ni tratamiento de efluentes en el área rural del municipio, sino que muchas de las aguas servidas son depositadas directamente a la calle, factor que se agrava en el área rural donde ocasiona charcos en cada una de los lugares donde hay instalados lavaderos ver figura 12. No existe en la actualidad ningún sistema de tratamiento de aguas negras, aguas servidas, aguas productos de agroindustrias en el municipio, sino que la descarga se hacen directamente a los afluentes. (ver anexo 12)

Un aspecto importante a tomar en cuenta, es que los sistemas de agua potable de la zona rural son en su generalidad sistemas de agua que llevan en su mayoría el agua directamente a las viviendas y no se cuentan con un sistemas de saneamiento adecuado, se pudo observar que en la mayoría de los lugares no existen dispositivos para el tratamiento de las aguas servidas, sino que simplemente son depositadas en las calles, donde son llevados por las cuentas, generando problemas de estancamiento en zonas aledañas a las viviendas y la posterior contaminación de mantos acuíferos.

### ***Desechos sólidos***

Otra fuente de contaminación es la incorrecta eliminación de desechos sólidos en la zona rural de El Congo. Debido a falta de costumbre o falta de normas y ausencia de otra alternativa local de manejo de desechos sólidos, las personas a menudo eliminan sus desechos en las calles y en las playas del lago de Coatepeque. (ver anexo 13)

## **5.8 Supervisión**

La Asociación Rural de Agua tiene la responsabilidad de administrar los sistemas de agua potable de zona Rural de El Congo, en general le corresponden las actividades de control relacionadas con la administración y la revisión de todas las actividades relacionadas con el agua potable en el sistema. Las funciones y responsabilidades incluyen: Administrar el sistema de agua potable, dar mantenimiento a cada una de las partes que componen el sistema, desarrollar políticas de uso sostenible de recursos

hídricos, de uso de agua, crear mecanismos reguladores para el uso del agua, así como mecanismos reguladores para la prestación de los servicios de agua potable y reglamentaciones, llevar los datos de la calidad del agua y supervisar la calidad del agua potable.

### **5.9 Vigilancia de la calidad del agua del Ministerio de Salud**

El Ministerio de Salud tiene la responsabilidad general de las actividades de vigilancia revisión relacionadas con el agua potable. Las funciones y responsabilidades incluyen: Desarrollar políticas, normas, guías y reglamentaciones, datos de la calidad del agua de los proveedores del abastecimiento público de agua.

El Ministerio de Salud se basa para su supervisión en las siguientes leyes y normas:

- ✓ Norma Salvadoreña Obligatoria para la Calidad de Agua Potable, NSO 13.07.01:04, (especifican los límites de contaminación para la calidad del agua y la frecuencia de la toma de muestras de agua en la fuente de distribución).
- ✓ Norma salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.02:08, Agua Envasada.
- ✓ Código de Salud, sección 8, Agua Potable
- ✓ Las guías de la OMS para el agua potable también establecen los requisitos del agua potable.

Para poder utilizar una fuente de agua cruda para el abastecimiento de agua debe cumplir los requisitos físicos, químico de El Salvador y Toda fuente de agua cruda utilizadas para el abastecimiento de agua potable deben ser supervisadas.

### **5.10 Generalidades sobre el agua.**

El agua para consumo humano no debe ser un vehículo de transmisión de enfermedades, por lo que es importante establecer parámetros y sus límites máximos permisibles para garantizar que sea sanitariamente segura (CONACYT, 2009, pág. 1); el objetivo de determinar los requisitos físicos, químicos y microbiológicos que debe



cumplir el agua potable para preservar la salud de la población a la cual abastece del líquido.

El plasmar los requisitos aplica a todo el territorio nacional y contempla a todos los servidores que abastecen ya sean públicos, o privados sea cual fuere el sistema o red de distribución, con el objetivo de la prevención y control de la contaminación de las aguas, cualquiera que sea su estado físico.

En este sentido se describen los requisitos contemplados con los valores referenciales.

Con el objetivo de comprender los procedimientos relacionados con el tratamiento de agua para consumo y su control de calidad, es necesario comprender las características, propiedades y procedencia del agua.

Las fuentes de agua disponibles para consumo humano, industrial, agrícola y otras utilidades, se encuentran en la mayoría de las regiones del país, siendo consideradas como una riqueza hidrológica de gran importancia, las aguas naturales forman parte de un ciclo continuo, conocido como ciclo hidrológico, el cual incluye el agua atmosférica, el agua superficial, y el agua subterránea. De ellas el agua de la atmosfera se obtiene del retorno del agua por la evaporación, con relación a la parte que se recoge de la superficie conocida como escorrentía, la cual recorre hasta los ríos, lagos y mares, y penetra en el suelo para formar parte del agua subterránea.

A medida que se desplaza se le incorporan otros elementos y materiales dentro de ellos Absorbe gases como oxígeno y anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) arrastra partículas de polvo, humo, bacterias, esporas e impurezas, de aquí la importancia de monitorear el agua antes de ser consumida. (Yague, 2002, pág. 8)

Las aguas subterráneas se presentan en dos formas: como Aguas lluvias que se infiltran y Otra parte de las aguas que no se infiltran, corre verticalmente hasta encontrar una parte impermeable desplazándose horizontalmente, Cuando sube el nivel de agua se forma un manto de agua freática que corre como un río interior, en busca de salida brotando en forma de manantial.

Estas aguas generalmente son clara sin olor y más duras que las aguas superficiales. Sus características químicas dependen de la tierra adyacente y de la profundidad (calcio, magnesio, hierro), De todas las fuentes descritas, atmosférica, superficial, subterránea, procede el agua para el consumo y el uso; así que los acueductos toman el agua de la fuente más cercana y más apta para su tratamiento, bien sea de las aguas superficiales a través de una bocatoma, de las aguas subterráneas extrayéndolas por bombeo. Luego se conducen a las plantas de tratamiento para ser procesadas.

Una vez tratada, el agua es sometida a un control de calidad para garantizar la potabilidad de la que se establece a la norma para ser distribuida a los municipios y las ciudades.

las cuencas productoras de agua, son un conjunto de recursos naturales en equilibrio que determinan el ciclo hidrológico en el que se mantiene el equilibrio por la vegetación, la fauna, el suelo, el subsuelo, las condiciones climáticas y el agua, en vista de este dato es necesario que los administradores de los acueductos estén atentos a minimizar la contaminación del agua en toda la cuenca y los sitios cercanos a las bocatomas y en esta función de atender los problemas de las micro cuencas e inspeccionarlas y advertir a los habitantes sobre los cuidados que deben tener para evitar su contaminación.

Los principales problemas identificados en las micro cuencas generadores de desequilibrio hídrico son originados principalmente por:

- Mal manejo de los suelos (deforestación y quemas).
- Sobrepastoreo.
- Agricultura intensiva sin rotación.
- Drenaje inadecuado de las fuentes.
- Cultivos en pendientes acusados.
- Mecanización.
- Tala incontrolada.

Problemas sociales:

- Tugurización: sin alcantarillado.
- Construcción de vivienda en áreas inestables
- Deficiente manejo de los residuos y desechos sólidos.
- Contaminación: de tipo Industrial, que proviene de las fábricas.

- Agroquímicos y pesticidas
- Vertimiento de aguas residuales
- Emisión de humos, gases, partículas
- Un medio urbano rural que altera las corrientes de agua.

Los efectos del desequilibrio son erosión con impacto de sedimentación, disminución de caudales en quebradas y ríos, lo que afecta el servicio público de acueducto, Deterioro de la calidad del agua, enfermedades (El cólera, tifoidea, disentería, hepatitis, amibiasis etc.).

### ***5.11 Estado Natural y Características del Agua***

El agua es la sustancia química más conocida, Es el compuesto más abundante y más ampliamente distribuido en la naturaleza. Se encuentra en forma: Sólida, Líquida y Gaseosa el 70% del cuerpo humano es agua y constituye el 83% de la sangre; Ayuda a digerir los alimentos ingeridos, transporta los residuos dentro del organismo, mantiene la temperatura corporal y ayuda a lubricar las articulaciones.

Dentro de los aspectos a tomar en cuenta para ser consumida son los dictados por la norma salvadoreña obligatoria de agua NSO 13.07.01:08. Que estipula los rangos aceptados para el agua, y agua potable.

#### ***Características Físico Químicas.***

Características físicas, químicas de las aguas naturales y potables, el agua contiene diversas sustancias químicas y biológicas disueltas o suspendidas en ella. Desde el momento que se condensa en forma de lluvia, el agua disuelve los componentes químicos de sus alrededores, corre sobre la superficie del suelo y se filtra a través del mismo.

Además el agua contiene organismos vivos que reaccionan con sus elementos físicos y químicos; por estas razones suele ser necesario tratarla para hacerla adecuada para su

uso como provisión a la población. El agua que contiene ciertas sustancias químicas u organismos microscópicos puede ser perjudicial para ciertos procesos industriales, y al mismo tiempo perfectamente idóneo para otros.

Los microorganismos causantes de enfermedades que se transmiten por el agua la hacen peligrosa para el consumo humano al igual las aguas subterráneas de áreas con piedra caliza pueden tener un alto contenido de bicarbonatos de calcio (dureza) y requieren procesos de ablandamiento previo a su uso. De acuerdo al uso que se le dará al agua, son los requisitos de calidad de la misma. Por lo común la calidad se juzga como el grado en el cual se ajusta a los estándares físicos, químicos y biológicos fijados por normas nacionales e internacionales.

En vista del uso del agua es importante conocer los requisitos de calidad para cada uso a fin de determinar si se requiere tratamiento y qué procesos se deben aplicar para alcanzar la calidad deseada. Los estándares de calidad también se usan para vigilar los procesos de tratamiento y corregirlos de ser necesario. El agua se evaluará en cuanto a su calidad ensayando sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas. Es necesario que los ensayos que evalúan dichos parámetros de calidad, deben tener aceptación universal a fin de que sean posibles las comparaciones con los estándares de por la OMS (Organización Mundial de la Salud). Algunas sustancias químicas son causantes de sabores, olores o colores indeseables y a menos que se encuentren en gran exceso, no causan inconvenientes en la salud.

### ***Características Físicas del Agua***

En la provisión de agua se debe tener especial cuidado con los sabores, olores, colores y la turbidez del agua que se brinda, en parte porque dan mal sabor, pero también a causa de su uso en la elaboración de bebidas, preparación de alimentos. Los sabores y olores se deben a la presencia de sustancias químicas volátiles y a la materia orgánica en descomposición. Las mediciones de los mismos se hacen con base en la dilución necesaria para reducirlos a un nivel apenas detectable por observación humana. El color del agua se debe a la presencia de minerales como hierro y manganeso, materia orgánica y residuos coloridos de las industrias. La turbidez además de que es objetable

desde el punto de vista estético, puede contener agentes patógenos adheridos a las partículas en suspensión. El agua con suficientes partículas de arcilla en suspensión (10 unidades de turbidez), se aprecia a simple vista. Las fuentes de agua superficial varían desde 10 hasta 1.000 unidades de turbidez, y los ríos muy opacos pueden llegar a 10.000 unidades. Las mediciones de turbidez se basan en las propiedades ópticas de la suspensión que causan que la luz se disperse o se absorba.

***Parámetros para Análisis Físico Químicas según Norma Obligatoria del Agua.***

De conocimiento general que el agua es una sustancia inodora, incolora e insípida y transparente ya que es la única sustancia en estado natural sobre la tierra, tiene características físicas que se evalúan dentro de ellas:

- Color verdadero.
- Olor
- PH
- Sabor
- Solidos totales disueltos
- Turbidez
- Temperatura

Al igual existen los valores de calidad dictados en la norma obligatoria de agua, la cual se describe:

Tabla N° 1

**Requisitos de Calidad Físico.**

**Límites Permisibles de Características Físicas y organolépticas del agua para consumo.**

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite Permisible</b>	<b>Máximo</b>
Color Verdadero	(pt-co)	15	
Olor	-	No Rechazable	

Ph	-	8.5 *
Sabor	-	No Rechazable
Solidos Totales Disueltos	mg/l	1000 **
Turbidez	Unt	5 ***
Temperatura	°c	No Rechazable

\*límite mínimo permisible 6.0 Unidades

\*\*por las condiciones propias del país

\*\*\*para el agua tratada en la salida de planta de tratamiento de aguas superficiales, límite máximo permisible es 1.

Fuente: Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua 2009.

**Color verdadero:** el agua resulta de la presencia en solución de diferentes sustancias como iones metálicos naturales, humus y materia orgánica disuelta y es una expresión de la propiedad óptica.

**Olor:** Son inodoras incluso después de 10 días a 26° C en recipiente cerrado.

**PH:** indica la acidez o alcalinidad de un líquido como es el agua, pero es en realidad una medida de la actividad del potencial de iones de hidrógeno (H +). Las mediciones de pH se ejecutan en una escala de 0 a 14, con 7.0 considerado neutro.

**Sabor:** el agua potable debe tener un sabor débil y agradable.

**Solidos Totales Disueltos:** permite estimar los contenidos de materias disueltas y suspendidas presentes en un agua.

**Turbidez:** es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión, cuantos más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia parecerá ésta.

**Temperatura:** Su influencia en la calidad del agua es debida a la relación que se establece entre temperatura y solubilidad de sales y gases.

### **Parámetros para Análisis Químicas según Norma Obligatoria del Agua.**

Por las sustancias dispersas en el agua, se evalúan parámetros como:

Tabla N° 2

**Requisitos de Calidad para Sustancias Químicas Orgánicas e Inorgánicas  
Límites Permisibles Agua para Consumo.**

<b>Parámetro</b>	<b>Límite Máximo Permissible (Mg/l)</b>
Aluminio	0.2
Cobre	1.3
Zinc	5.00
Sodio	200.00
Hierro total	0.30
Manganeso	0.1
<b>Sustancias Inorgánicas</b>	
Arsénico	0.01
Cadmio	0.003
Cromo	0.05
Plomo	0.01
Mercurio	0.001
Níquel	0.02

Fuente: Norma Salvadoreña de Agua 2009.

**Frecuencia del Examen Físico Químico.**

El muestreo y el examen frecuente son necesarios en el caso de los componentes microbiológicos, pero cuando se trata de compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en el agua que está relacionada con la salud, se requieren tomas de muestra y análisis no tan frecuentes. Debe realizarse un examen completo cuando se pone en servicio una fuente nueva de agua e inmediatamente después de cualquier modificación importante de los procesos de tratamiento y luego es preciso analizar periódicamente muestras con una frecuencia dependiente de las condiciones locales de la zona, particular mente la

práctica de actividades agrícolas e industriales. Además se toma en cuenta la población a la cual abastece dicha fuente de agua.

Tabla N° 3

**Numero de Muestras y Frecuencia de Muestreo para Análisis Físico-Químico.**

<b>Tamaño de población (habitantes)</b>	<b>Mínimo 1 muestra mensual</b>	<b>Normal 1 muestra bimensual</b>
<25,000		
25,000 a 100,000	1 muestra / 5,000 (el total de muestras distribuidas en dos muestreos quincenales)	1 muestra bimensual / 50,000 usuarios
100,001 a 3000,000	1 muestra 78 10,000 usuarios más 5 adicionales. ( el total de muestras distribuidas en cuatro muestreos mensuales)	1 muestra mensual/ 50,000 usuarios
>300,000	1 muestra /10,000 usuarios más 10 muestras adicionales. (el total de muestras distribuidas en 10 muestreos en el mes)	1 muestra /50,000 usuarios, (el total de muestras distribuidas en dos muestreos quincenales)

Fuente: Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua 2009.

Es importante destacar que la norma dicta que si después de un año los valores de concentración de los parámetros de las muestras tomadas para estos análisis de cualquier sistema de abastecimiento de agua para consumo humano que muestren consistentemente niveles menores a los límites máximos permisibles establecidos en la norma y no existiere un factor conocido o previsible que pudiera reducir la calidad del agua, entonces la autoridad de salud pública podrá permitir la no realización de los análisis de los parámetros descritos, pero si persistiendo la cuantificación del cloro libre y otros desinfectantes aprobados por el ministerio de salud pública y asistencia social, además el ministerio de salud exigirá cada tres los el análisis completo de los



parámetros, con el objetivo de verificar que estos se encuentren siempre bajo límites máximos permisibles. (CONACYT C. T., 2009, pág. 12).

### **Características Micro-Biológicas**

Características biológicas Las aguas poseen en su constitución una gran variedad de elementos biológicos desde los microorganismos hasta los peces. El origen de los microorganismos puede ser natural pero también provenir de contaminación por vertidos cloacales, como también por arrastre de los existentes en el suelo por acción de la lluvia. La calidad y cantidad de microorganismos va acompañando las características físicas y químicas del agua, ya que cuando el agua tiene temperaturas templadas y materia orgánica disponible, la población crece y se diversifica. Del reino vegetal, los microorganismos más importantes desde el punto de vista de la Ingeniería Sanitaria son las algas y bacterias aunque la presencia de hongos, mohos y levaduras es un índice de la existencia de materia orgánica en descomposición.

- **Bacterias**: Las bacterias que se pueden encontrar en el agua son de géneros muy numerosos, pero veremos aquí las que son patógenas para el hombre son las bacterias *coliformes* y los estreptococos que se utilizan como índice de contaminación fecal. Recordemos que según necesiten o no oxígeno libre para vivir se las llama aerobias o anaerobias, existe un tercer tipo que se desarrolla mejor en presencia de oxígeno pero pueden vivir en medios desprovistos del mismo y se las denomina anaerobias facultativas.

**Bacterias propias del agua**: son frecuentes las de género *Pseudomonas*, *Serratia*, *Flavobacterium* y *Achromobacterium*, en general dan coloración al agua como por ejemplo, rojo, amarillo anaranjado, violeta.

**Bacterias del suelo**: son arrastradas por el agua de lluvia a los cursos superficiales.

**Bacterias intestinales:** los organismos más comunes que se encuentran en el tracto intestinal son de los géneros *Clostridium*, *Streptococos*, *Salmonella*, *Espirilos*, *Bacteriófagos*, *Coliformes*, *Shigelia* y también merecen citarse las *Vibrio cholerae* y la *Leptospira*.

• **Protozoarios:** de todos los que pueden encontrarse en el agua, el más importante por su toxicidad es la *Endamoeba histolytica* que produce la disentería *amibiana*.

De esta forma existen los Parámetros a considerar en aguas superficiales y profundas para las aguas naturales que pueden servir como fuente de provisión de agua potable esos los parámetros que debemos controlar para que sean aceptables como agua potable e incluye parámetros:

- Parámetros físicos.
- Parámetros químicos.
- Parámetros biológicos.
- Parámetros de la intensidad de intervención sobre los mismos la que dependerá de los valores existentes de origen en el agua natural, para llevarlos a los valores aceptables según las reglamentaciones vigentes nacionales.

Se establecen parámetros a controlar mediante los análisis y ensayos correspondientes y también los Límites Obligatorios y Límites Recomendados, para cada uno de ellos. Se denomina Límite Obligatorio a aquel que no debe superarse en ningún momento y de ser así se deberá desechar la fuente de provisión, en cambio el Límite Recomendado, es al que deben acercarse los operadores de provisión de agua potable en un tiempo razonable y al que deben comprometerse de mantener.

## **6. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

### **6.1 Tipo de investigación:**

Diseño de estudio es:

- ✓ Descriptivo.
- ✓ Cuantitativo.
- ✓ Transversal.
- ✓ Prospectivo.

Descriptivo: en vista que la información obtenida será analizada sin cambiar los datos y el entorno en que se desarrolla.

Cuantitativo: los resultados que se esperan tendrán magnitud numérica, que se obtendrán mediante análisis de muestras específicas, en diferentes puntos.

Transversal: porque los datos serán tomados en un solo periodo de tiempo.

Prospectivo: los resultados permitirán actuar en la calidad futura del agua y mejorar el servicio de distribución a la población por la institución.

### **6.2 Unidad de análisis:**

El estudio estará comprendido por las 1800 familias usuarias del servicio de agua de sectores del área rural de El Congo, las cuales reciben el suministro a través del sistema de distribución de la “Asociación rural de agua múltiple El Guineo” en el periodo comprendido de febrero hasta Julio del 2017.

### **6.3 Universo:**

Sistema de captación, almacenamiento y distribución del agua que abastece a las zonas rurales del municipio del Congo. En base a la población existente y contemplada en la norma obligatoria de agua.

#### **6.4 Criterios de Inclusión:**

Familias pertenecientes a los censos de distribución de la asociación del agua de las zonas rurales del Congo.

#### **6.5 Criterios de Exclusión:**

- Familias pertenecientes a los censos de distribución del agua de las zonas rurales que no tengan suministro de agua por la Asociación Rural de Agua.
- Personas que vivan en zonas rurales abastecidas por ARA El Guineo, que su suministro es por otro sistema de distribución.
- Familias que por voluntad propia no quieran formar parte de la investigación.

#### **6.6 Plan de análisis de resultados:**

##### **Variables:**

##### **Variable dependiente:**

- Calidad del agua para consumo.

##### **Variable independiente:**

- Condiciones de Captación, Almacenamiento del agua cruda y Distribución del agua tratada.
- Características físico – químicas y Características microbiológicas.
- Manual operativo de calidad del agua implementado para la institución.
- Calidad del agua para distribución.

#### **6.7 Procedimiento para recopilar la información:**

El procedimiento utilizado para la investigación consistió en la recolección y análisis de muestras específicas tomadas del sistema de impelencia a esta muestra se realizaron análisis de laboratorio de tipo normal en periodos bimensuales lo que dicta la norma

obligatoria de calidad de agua, y otras muestras tomadas en el tanque de almacenamiento y en puntos estratégicos del sistema de distribución (tomadas por muestreo dirigido) a las muestras se realizó análisis de laboratorio mínimas que abalan el consumo humano y se realizaran de manera mensual. Las muestras fueron analizadas en el Instituto del Agua de la Universidad de El Salvador.

La recolección de la muestra cumplió las indicaciones específicas para toma, como lo fueron:

#### Análisis Fisicoquímico:

- El recipiente apropiado se llenó a la tercera parte y enjuague tres veces con el agua de muestra.
- Llenar el frasco hasta los hombros, rotular el frasco.
- Colocar en una hielera con hielo (4°C)
- Trasladarlo en el menor tiempo posible al laboratorio.

#### Análisis Bacteriológico:

- Limpiar apropiadamente el chorro con un paste o cepillo, secarlo y flamearlo.
- Dejar caer el chorro 2 a 3 minutos y llenar el frasco hasta los hombros (90% lleno)
- Tapar bien y rotular el frasco.
- Colocarlo en una hielera con hielo (refrigeración a 4°C)
- Trasladarlo en el menor tiempo posible al laboratorio.

Además el estudio incluyó Técnicas de infiltración en la zona, las cuales se realizaron para constatar el tipo de suelo de la zona cercana al pozo, y su capacidad de filtrar sustancias que pueden contaminar o dañar el acuífero del cual extraen el agua subterránea para bombeo.

Dicha técnica refleja el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo, es una medida de la tasa a la cual el suelo es capaz de absorber la precipitación o irrigación, y se mide en pulgadas por hora o milímetros por hora, la disminución de la tasa hace que el suelo se sature. Si la tasa de precipitación excede la tasa de infiltración, se producirá escorrentía el método utilizado es el método de *Porchet*, que es

uno de los más sencillos brindando datos bien ciertos de la capacidad de infiltración de un suelo (Perez, 2006)

Además identifique los riesgos potenciales de contaminación del tanque aledaño a 100 metros alrededor del mismo, que incluyo presencia de fosas sépticas, uso de abonos tanto orgánicos o minerales que pueden generar un elevado aporte de nitritos.

### 6.8 Plan de tabulación de datos:

Los datos obtenidos de los análisis de laboratorio de los sistemas de distribución del agua que fueron analizados en el instituto del agua de la Universidad de El Salvador fueron plasmados en tablas comparativas de los valores obtenidos en cada una de las muestras, y posteriormente tabuladas y analizadas según el nivel de riesgo que representen a la salud de los humanos, considerando los valores fuera del rango de la norma como los que son de mayor importancia.

Las herramientas para Plan de análisis de resultados o de datos se hicieron en base a tablas para mejor comprensión de los datos obtenidos, con su respectivo análisis.

Mediante la prueba de infiltración se puede determinar si la zona de explotación hídrica se encuentra expuesta filtración de químicos utilizados en los cultivos mediante escorrentía y efluentes aluviales, se realizaron pruebas de infiltración obteniendo los siguientes resultados:

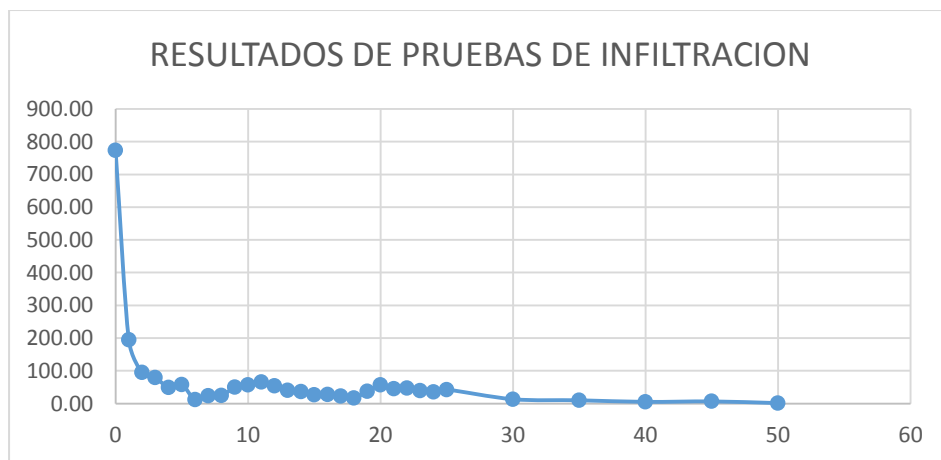


Grafico N° 1  
Fuente: Manual de Prácticas de Campo y del Laboratorio de Suelos

Tabla N° 4

INTERVALO	T ACU	LECTURA		DIF DE LECTURA	R/2(t2- t1)	(2h1+R)/(2h2+R)	LN	CM/MIN	CM/HR	MM/HR	M/DIA
0	0	30		9	3.5	1.32	0.279	1.29	77.34	773.43	18.562
1	1	21		4.1	1.75	1.17	0.158	0.32	19.48	194.76	4.674
2	3	16.9		1.9	1.75	1.09	0.083	0.16	9.45	94.49	2.268
3	5	15		1.5	1.75	1.07	0.071	0.13	7.96	79.57	1.910
4	7	13.5		0.9	1.75	1.05	0.045	0.08	4.93	49.30	1.183
5	9	12.6		1	1.75	1.05	0.052	0.10	5.79	57.94	1.391
6	11	11.6		0.2	1.75	1.01	0.011	0.02	1.15	11.47	0.275
7	13	11.4		0.4	1.75	1.02	0.022	0.04	2.36	23.59	0.566
8	15	11		0.4	1.75	1.02	0.022	0.04	2.41	24.13	0.579
9	17	10.6	20	1.2	1.75	1.05	0.045	0.08	5.00	49.96	1.199
10	19	18.8		1.3	1.75	1.05	0.052	0.10	5.72	57.17	1.372
11	21	17.5		1.4	1.75	1.06	0.059	0.11	6.55	65.53	1.573
12	23	16.1		1.1	1.75	1.05	0.049	0.09	5.38	53.79	1.291
13	25	15		0.8	1.75	1.04	0.037	0.07	4.04	40.36	0.969
14	27	14.2		0.7	1.75	1.03	0.034	0.06	3.65	36.46	0.875
15	29	13.5		0.5	1.75	1.03	0.025	0.04	2.66	26.58	0.638
16	31	13		0.5	1.75	1.03	0.025	0.05	2.73	27.27	0.654
17	33	12.5		0.4	1.75	1.02	0.021	0.04	2.22	22.22	0.533
18	35	12.1		0.3	1.75	1.02	0.016	0.03	1.69	16.89	0.405
19	37	11.8	20	0.9	1.75	1.03	0.034	0.06	3.68	36.82	0.884
20	39	19.1		1.3	1.75	1.05	0.051	0.09	5.65	56.46	1.355
21	41	17.8		1	1.75	1.04	0.041	0.08	4.50	45.03	1.081
22	43	16.8		1	1.75	1.04	0.043	0.08	4.70	47.05	1.129
23	45	15.8		0.8	1.75	1.04	0.036	0.06	3.89	38.87	0.933
24	47	15		0.7	1.75	1.03	0.032	0.06	3.51	35.07	0.842
25	49	14.3		2.2	0.58	1.12	0.109	0.07	4.26	42.55	1.021
30	55	12.1		1.1	0.35	1.06	0.059	0.02	1.32	13.22	0.317
35	65	11		0.8	0.35	1.05	0.045	0.02	1.00	9.99	0.240
40	75	10.2		0.4	0.35	1.02	0.024	0.01	0.51	5.06	0.121
45	85	9.8		0.5	0.35	1.03	0.030	0.01	0.65	6.54	0.157
50	95	9.3		0.1	0.35	1.01	0.006	0.00	0.13	1.30	0.031
55	105	9.2		9.2			Promedio	0.01	0.72	7.22	0.17

Fuente: Manual de Prácticas de Campo y del Laboratorio de Suelos

Velocidad de infiltración es de 0.72 cm por hora, lo cual la convierte en moderadamente lenta según la clasificación de la FAO, se toman como promedio, solo aquellos datos señalados en amarillo

Posteriormente se realizaron los análisis de laboratorio según la norma vigente, tomando como rango la población la cual es menor a 25,000 habitantes. En la zona del

pozo se realizó la prueba normal en la cual se presentan los resultados Físico-Químicos y Bacteriológicos de la muestra, la cual fue realizada por el Instituto del Agua de la Universidad de El Salvador y por el laboratorio de FUSADES y se presentan en la siguiente tabla:

Tabla N° 5

**Procedencia:** Pozo Industrial

**Ubicación:** Boca de Pozo, Caserío Monterrey, Cantón la Laguna

**Municipio:** El Congo

**Departamento:** Santa Ana

**Fecha y Hora de Muestreo:** 16 de mayo de 2017, 10:00 a.m.

**Fecha de Informe:** 19 de mayo de 2017.

Determinación Físicoquímica	Unidades	Método	Resultados	NSO 13.07.01:04	Análisis
PH	--	Potencio métrico	7.56	6.0-8.5	Alcalinidad del Agua
Color Real	(Pt-Co)	Espectro Fotométrico	1	15	Aceptable
Turbidez	FTU o NTU	Absorto métrico	3	5	Aceptable
Solidos Disueltos Totales	mg/l	Gravimétrico	1,124	1,000	No Aceptable
Cloro Residual	mg/l	Colorimétrico	0.04	0.3	Aceptable
Cromo total	mg/l	Diges, Colorimetría	0.2	0.05	No Aceptable
Plomo	mg/l	Colorimétrico	0.007	0.01	Aceptable
Hierro	mg/l	Colorimétrico	0.03	0.3	Aceptable
Aluminio	mg/l	Colorimétrico	ND	0.2	Aceptable
Magnesio	mg/l	Esp. Abs. Atómica	0.67	ND	No Aceptable
Sodio	mg/l	Esp. Abs. Atómica	170.5	200	Aceptable
Níquel	mg/l	Esp. Abs. Atómica	ND	0.02	Aceptable
Zinc	mg/l	Esp. Abs. Atómica	ND	5	Aceptable
Mercurio	mg/l	Esp. Abs. Atómica	ND	0.001	Aceptable
Cadmio en Horno de Grafito	mg/l	Esp. Abs. Atómica	ND	0.003	Aceptable
Determinación Bacteriológica	Unidades	Método	Resultados	NSO 13.07.01:04	Análisis
Coliformes Totales	UFC/100ml	Membrana Filtrante	2	0	No Aceptable
Coliformes Fecales	UFC/100ml	Membrana Filtrante	2	0	No Aceptable
E- Coli	UFC/100ml	Membrana Filtrante	0	0	Aceptable

ND: No Detectable

Fuente: Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua 2009.

Se realizó la muestra mínima en el primer punto a una distancia de 1 kilómetro de la zona de bombeo para determinar las condiciones en las que se transporta el agua luego



de ser clorada por la Asociación, en las zonas que se encuentran en el mismo rango de distancia y los resultados se presentan a continuación:

Tabla N° 6

**Procedencia:** Sistema de Distribución

**Ubicación:** Tanque el Pinar, Cantón San José

**Municipio:** El Congo

**Departamento:** Santa Ana

**Fecha y Hora de Muestreo:** 16 de mayo de 2017, 11:00 a.m.

**Fecha de Informe:** 19 de mayo de 2017

<b>Determinación Físicoquímica</b>	<b>Unidades</b>	<b>Método</b>	<b>Resultados</b>	<b>NSO 13.07.01:04</b>	<b>Análisis</b>
PH	--	Potencio métrico	7.56	6.0-8.5	Alcalina
Turbidez	FTU o NTU	Absorto métrico	3	5	Aceptable
Cloro Residual	mg/l	Colorimétrico	0.02	0.3	Aceptable
<b>Determinación Bacteriológica</b>	<b>Unidades</b>	<b>Método</b>	<b>Resultados</b>	<b>NSO 13.07.01:04</b>	<b>Análisis</b>
Coliformes Totales	UFC/100ml	Membrana Filtrante	12	0	No Aceptable
Coliformes Fecales	UFC/100ml	Membrana Filtrante	1	0	No Aceptable
E- Coli	UFC/100ml	Membrana Filtrante	0	0	Aceptable

Fuente: Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua 2009.

Posteriormente se realizó la prueba mínima para determinar cambios en las condiciones en las que el agua llega a los puntos más alejados del sistema, específicamente a 7 kilómetros de la zona de bombeo y los resultados se presentan a continuación:

Tabla N° 7

**Procedencia:** Sistema de Distribución

**Ubicación:** Tanque el Pinar, Cantón San José

**Municipio:** El Congo

**Departamento:** Santa Ana

**Fecha y Hora de Muestreo:** 16 de mayo de 2017, 11:00 a.m.

**Fecha de Informe:** 19 de mayo de 2017

<b>Determinación Físicoquímica</b>	<b>Unidades</b>	<b>Método</b>	<b>Resultados</b>	<b>NSO 13.07.01:04</b>	<b>Análisis</b>
PH	--	Potencio métrico	7.58	6.0-8.5	alcalina
Turbidez	FTU o NTU	Absorto métrico	3	5	Aceptable
Cloro Residual	mg/l	Colorimétrico	0.02	0.3	Aceptable
<b>Determinación Bacteriológica</b>	<b>Unidades</b>	<b>Método</b>	<b>Resultados</b>	<b>NSO 13.07.01:04</b>	<b>Análisis</b>
Coliformes Totales	UFC/100ml	Membrana Filtrante	15	0	No Aceptable
Coliformes Fecales	UFC/100ml	Membrana Filtrante	12	0	No Aceptable
E- Coli	UFC/100ml	Membrana Filtrante	0	0	Aceptable

Fuente: Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua 2009.

**7. PROPUESTA DE PROYECTO PARA SU IMPLEMENTACION EN:**

**“ASOCIACION JUNTA ADMINISTRADORA DEL SERVICIO DE AGUA MULTIPLE EL  
GUINEO”**

**DENOMINADA:**

**“MANUAL OPERATIVO ANUAL DE LA ASOCIACION RURAL DE AGUA MULTIPLE  
EL GUINEO”**

**ELABORADO POR:**

**DRA. CARMEN LILIANA BATRES DE MOZA**

**EL CONGO, SANTA ANA**

**JUNIO 2017**

**MANUAL OPERATIVO ANUAL**

## ANTECEDENTES

Para administrar un sistema de agua potable, con eficiencia y seguridad, se depende del conocimiento de todos los parámetros y condiciones físicas, de diseño, manejo y operación de cada uno de los componentes principales de un sistema: fuente, pozo, captación, planta de bombeo, tratamiento, almacenamiento y distribución. Si se produce un incidente de contaminación y no se lo controla antes de que el agua llegue a los grifos de los consumidores, es posible que cause enfermedades o incluso la muerte. Por lo tanto, el sistema debe estar diseñado para enfrentar todos los problemas que pudieran surgir, y se debe garantizar el correcto funcionamiento del sistema en todo momento. La manera más eficaz de garantizar ininterrumpidamente la seguridad del abastecimiento de agua potable es a través del uso de un método integral de evaluación y manejo del riesgo que abarque todos los pasos de la cadena de abastecimiento de agua potable, desde la captación hasta el consumidor. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha desarrollado un método sistematizado para garantizar la seguridad del agua basada en experiencias de éxito en el manejo de la calidad del agua potable a nivel mundial (OMS 2004). El concepto de Seguridad del Agua se basa en los principios y conceptos de los sistemas de prevención, barreras múltiples y gestión de calidad tales como la Evaluación de Peligros en Puntos Críticos de Control (HACCP) que se utiliza en la industria de los alimentos.

El Manual de Operativo cuenta con tres componentes clave guiados por objetivos sanitarios (normas, pautas y códigos de agua potable) y supervisados a través de la vigilancia de cada aspecto significativo del sistema de agua potable. Los tres componentes son:

- Evaluación del sistema para determinar si el sistema en su totalidad (desde la fuente hasta el consumidor) puede ofrecer un suministro ininterrumpido de agua que cumpla con los objetivos sanitarios. Esto incluye la evaluación de criterios de diseño para sistemas nuevos, así como también para las modificaciones.
- Medidas para supervisar y controlar los riesgos identificados (y las deficiencias), y garantizar que se cumplan los objetivos sanitarios. Para cada medida de

control, se debe definir y establecer una adecuada supervisión operativa que detecte rápidamente las desviaciones.

- Planes de manejo que describan las medidas que se deben tomar durante las operaciones normales o frente a un incidente y documenten la evaluación del sistema (incluidas las actualizaciones y mejoras del sistema), supervisión, planes de comunicación y programas de apoyo.



**Figura 1. Marco para el agua potable segura, OMS**

## **SEGURIDAD DEL AGUA**

Los objetivos principales de un Manual Operativo son la minimización de la contaminación de las fuentes de agua, la reducción o eliminación de la contaminación a través de procesos de tratamiento adecuados y la prevención de la contaminación durante el procesamiento, distribución y almacenamiento.

La vigilancia es responsabilidad de un organismo independiente, normalmente representado por el Ministerio de Salud que revisa periódicamente todos los aspectos de seguridad aplicados por el proveedor del servicio y que en todo momento es el responsable del control de la calidad, la supervisión operativa y de garantizar la aplicación de buenas prácticas operativas.

## INTRODUCCIÓN

### ENFOQUE CONCEPTUAL

Funciones y responsabilidades en la gestión de la salubridad del agua de bebida

La gestión preventiva es el mejor sistema para garantizar la salubridad del agua de bebida y debe tener en cuenta las características del sistema de abastecimiento de agua de bebida, desde la cuenca de captación y la fuente hasta su utilización por los consumidores. Dado que muchos aspectos de la gestión de la calidad del agua de bebida no suelen ser responsabilidad directa del proveedor de agua, es fundamental adoptar un sistema de colaboración entre los múltiples organismos que tienen responsabilidades en aspectos específicos del ciclo del agua, para asegurar su participación en la gestión de la calidad del agua. Por ejemplo, dicha colaboración es importante cuando las cuencas de captación y las aguas de alimentación están fuera de la jurisdicción del proveedor del agua de bebida. Será generalmente necesario consultar con otras autoridades otros aspectos de la gestión de la calidad del agua de bebida, como los requisitos de seguimiento e información, los planes de respuesta a situaciones de urgencia y las estrategias de comunicación.

Se debe impulsar a los principales interesados que pudieran afectar o verse afectados por las decisiones o actividades del proveedor del agua de bebida a que coordinen los aspectos pertinentes de sus actividades de planificación y gestión. Entre estos interesados pueden estar, por ejemplo, los organismos con competencias en salud y en gestión de recursos, los consumidores, las industrias y los fontaneros. Deben crearse mecanismos y documentación adecuados para facilitar el compromiso y la participación de los interesados.

## **Vigilancia y control de la calidad**

Se ha comprobado la eficacia, para proteger la salud pública, de un sistema dual en el que se diferencian las funciones y responsabilidades de los proveedores de servicios de los de una autoridad responsable de la supervisión independiente para proteger la salud pública (vigilancia del abastecimiento de agua de bebida).

Los planes de mantenimiento y mejora de los servicios de abastecimiento de agua de bebida deben tener en cuenta las funciones vitales y complementarias del organismo responsable de la vigilancia y del proveedor de agua. Es preferible que las dos funciones —vigilancia y control de la calidad— sean realizadas por entidades diferentes e independientes debido al conflicto de intereses que existe cuando ambas funciones se combinan. Así:

- Organismos nacionales proporcionan un marco de objetivos, normas y leyes para permitir y exigir a los proveedores el cumplimiento de obligaciones definidas.
- Debe exigirse a los organismos que intervienen en el abastecimiento de agua de consumo por cualquier medio que garanticen y comprueben que los sistemas que administran son capaces de suministrar agua potable y que lo hacen de forma sistemática.
- Un organismo de vigilancia es responsable de la vigilancia independiente (externa) mediante auditorías periódicas de todos los aspectos relativos a la salubridad o mediante pruebas de verificación.

En la práctica, es posible que no siempre exista una división clara de las responsabilidades de los organismos proveedores de agua de bebida y los responsables de la vigilancia. En algunos casos, la gama de instituciones profesionales, gubernamentales, no gubernamentales y privadas implicadas puede ser más extensa y más compleja de lo descrito antes. Sea cual sea el marco existente, es importante

elaborar estrategias y estructuras claras para la aplicación de los planes de salubridad del agua, el control de la calidad y la vigilancia, la obtención de información y su resumen, la presentación de informes y difusión de los resultados, y la adopción de medidas correctoras. Es fundamental que existan líneas claras de responsabilidad y comunicación.

La vigilancia es una actividad de investigación que se realiza para detectar y evaluar posibles riesgos para la salud asociados al agua de bebida. La vigilancia contribuye a proteger la salud pública fomentando la mejora de los llamados «indicadores de servicio»: calidad, cantidad, accesibilidad, cobertura (es decir, las poblaciones con acceso fiable), asequibilidad y continuidad del abastecimiento de agua de bebida. La autoridad de vigilancia debe tener competencia para determinar si un proveedor de agua está cumpliendo sus obligaciones.

En la mayoría de los países, el organismo responsable de la vigilancia de los servicios de abastecimiento de agua de bebida es el ministerio de salud y sus departamentos u oficinas regionales. En algunos países, la responsabilidad puede recaer en un organismo de protección del medio ambiente, mientras que en otros pueden tener cierta responsabilidad las oficinas de salud ambiental de los gobiernos locales.

La vigilancia requiere un programa sistemático de estudios, que pueden incluir auditorías, análisis, inspecciones sanitarias y, en su caso, aspectos institucionales y comunitarios. Debe abarcar la totalidad del sistema de agua de bebida, incluidas las fuentes y las actividades en la cuenca de captación, las infraestructuras de conducción, las plantas de tratamiento, los embalses de almacenamiento y los sistemas de distribución (ya sean por cañerías o sin ellas).

Un programa de vigilancia debe tener como objetivo garantizar la pronta adopción de medidas para evitar que surjan problemas y asegurarse de que se corrigen las averías. En ocasiones, puede ser preciso aplicar multas para fomentar y garantizar el cumplimiento de las normas. Por consiguiente, el organismo encargado de la vigilancia



debe estar respaldado por leyes sólidas y ejecutables. No obstante, es importante que dicho organismo desarrolle una relación positiva con los proveedores y les preste apoyo, recurriendo a la aplicación de multas como último recurso.

El organismo responsable de la vigilancia debe contar con capacidad legal para forzar a los proveedores de agua a recomendar que los consumidores hiervan el agua o apliquen otras medidas cuando se detecte contaminación microbiológica que pueda poner en peligro la salud pública.

**Cuadro 1. Criterios de Análisis Completo de la calidad del agua según de la Norma**

Salvadoreña NSO 13.07.01:04 obligatoria para la calidad del agua potable

Contaminante o parámetro	NORMA DE AGUA DE EL SALVADOR mg/l
Bacterias Coliformes Totales	<1.1 NMP/100 ml
Bacterias Coliformes Fecales	<1.1 NMP/100 ml
Esterichia Coli	<1.1 NMP/100 ml
Bacterias Heterótrofas y Aerobias Mesofilas	100 UFC/ML
Color Verdadero	15
Olor	No rechazable
Temperatura	No rechazable
Turbidez	5 UNT
pH	6 - 8.5
TSD (Total de Sólidos Disueltos)	1000
Sulfatos	400
Aluminio	0.2
Cloro Residual	0.3 - 1.1

Dureza Total	500
Zinc	5.0
Nitrato	45
Nitrito	1.0
Boro	0.30
Hierro	0,3
Manganeso	0.1
Flúor	1.0
Bario	0.70
Arsénico	0,01
Cadmio	0,003
Cianuro	0,05
Cromo	0.05
Mercurio	0,001
Níquel	0.02
Plomo	0,01
Antimonio	0.006
Selenio	0,01
Plaguicidas Organoclorados	Según tabla 6 Norma
Plaguicidas Organofosforados	Según tabla 6 Norma
Plaguicidas Organocarbamatos	Según tabla 6 Norma
Subproductos de la Desinfección	Según tabla 7 Norma

## **DESCRIPCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y PROGRAMACION DE ACTIVIDADES DE SEGURIDAD DEL AGUA.**

### **Planta de bombeo**

La estación de bombeo toma el agua cruda desde la presión atmosférica o a una presión determinada, hacia una altitud mayor. La estación de agua potable de la Asociación se encuentra en el Cantón El Lago, ubicado en el Lago de Coatepeque. Comprende las siguientes partes: Pozo Profundo, Equipo de Bombeo, Caseta de Control y Magnifol de descarga.

**Pozo Profundo:** Capta agua del Embalse Natural, lo que se realiza por medio de un pozo profundo, de 88 mts de profundidad, según la última modificación al pozo en el año 2014 realizado por la empresa Hidráulica Santaneca, S.A. de C.V.. Este pozo está situado en uno de los acuíferos más importantes del país.

El agua subterránea del pozo, no presenta ningún tipo de metales pesados fuera de norma, se puede decir que es de buena calidad. Se pudo comprobar gracias a una serie de análisis de calidad de agua, en distintos meses del año que un aumento de precipitación de agua lluvia, el agua del pozo tiende a presentar problemas de contaminación, esto es debido a los problemas de filtración de aguas lluvias a pozo.

**Equipo de Bombeo:** El pozo profundo está equipado con una bomba sumergible de 125 HP, 460 Hz, marca Gabriel Pumps, la cual tiene 3 años de operación.

**Caseta de Control:** Es una estructura de mampostería, con una losa de concreto como techo, la cual se encuentra en buenas condiciones físicas, esta alberga los controles electromecánicos del sistema de bombeo, cumplen con las condiciones de seguridad adecuadas para albergar los equipos de control y protección del equipo de bombeo, los paneles de control son de la marca siemens, cuentan con un banco de capacitores para controlar el factor de potencia.

**Magnifol de Descarga:** También llamado cabezal de descarga, está compuesta por Tubería de 6" de HoGo. Y una válvula que sirve para que el agua una vez finalizado el

bombeo no regrese, de esta forma no daña el equipo y evita que la línea de impelencia quede vacía.

El Cabezal de descarga, no cuenta con los equipos y dispositivos necesarios para garantizar el buen funcionamiento del bombeo, solamente cuenta con una válvula de 6", no cuenta con el equipo de protección hidráulico adecuado, no hay instalada ninguna válvula que protección contra el golpe de ariete, problema presente en el sistema, debido a las diferencia de altura existentes entre la bomba y el tanque, problema que disminuye considerablemente la vida útil de la bomba y de la línea de implecia.

Tabla N° 8

### **PROGRAMACION DE ACTIVIDADES DE LA PLANTA DE BOMBEO**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>OBSERVACION</b>
Corrección del perímetro de la planta de bombeo	Dos veces al año	Verificación de la integridad de la cerca perimetral para disminuir el riesgo de sabotaje.
Corrección del drenaje y escorrentías aledañas al pozo	Mensualmente en los meses de mayo a octubre	Corrección de la escorrentía y realización y mantenimiento de cunetas para evitar posibles filtraciones al pozo.
Limpieza de pozo	semestralmente	Realización de limpieza de pozo para evitar la acumulación de sedimentos que puedan afectar la calidad del agua.
Mantenimiento de motores, válvulas y subestación eléctrica.	semestralmente	Mantenimiento preventivo del sistema para garantizar la distribución ininterrumpida de agua.

## Línea de Impelencia

La línea de impelencia tiene una longitud de 480 mts, una tubería de HoGo de 6” la cual se encuentra en buen estado y no presenta fugas. El único inconveniente es que la tubería está llegando al final de su vida útil y se debe hacer la instalación de la nueva impelencia en unos 3 años como máximo.

Tabla N° 9

### PROGRAMACION DE LAS ACTIVIDADES DE LA LINEA DE IMPELENCIA

ACTIVIDAD	FRECUENCIA	OBSERVACION
Limpieza de maleza	trimestralmente	Retiro de maleza de la línea de impelencia para evitar posibles daños.
Cobertura y corrección de soportes de la línea de impelencia.	anualmente	Corrección de la base que sostiene a la línea de impelencia para evitar el incremento de la fuerza de resistencia sobre la infraestructura.
Limpieza de la tubería de la línea de impelencia	Trimestralmente	Descargas controladas de agua para limpiar la acumulación de sedimentos sobre las paredes de la línea de impelencia.
Mantenimiento de Check y válvulas de seguridad	semestralmente	Mantenimiento preventivo para garantizar la integridad de la impelencia para evitar interrupciones al sistema.

### Almacenamiento para la distribución

Los depósitos y tanques de almacenamiento son recursos valiosos para los sistemas de distribución de las zonas de demanda. Durante los períodos de máximo consumo, estabilizan el abastecimiento de agua a los usuarios a una presión adecuada mientras que de una suspensión repentina del abastecimiento, pueden suministrar agua de

emergencia. Mediante el uso de depósitos, también se esperan operaciones más eficientes. Esto ocurre porque el almacenamiento por bombeo se puede realizar durante la noche, cuando los costos de bombeo generalmente son más bajos.

El sistema está compuesto de cinco tanques de captación de concreto reforzado y con losa de concreto como techo.

### **Tanque de almacenamiento del sistema de bombeo (El Pinar)**

El tanque de captación está ubicado en la zona rural del borde del Lago de Coatepeque mejor conocido como El Pinar, con una altura de 850 metros sobre el nivel del mar, es de forma cilíndrica, de concreto armado, de tres metros de radio, con una altura de útil de cuatro metros diez centímetros, teniendo un volumen de 100 metros cúbicos.

Tabla N° 10

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>OBSERVACION</b>
Limpieza interna de tanque	trimestralmente	Limpieza de las paredes del tanque para evitar la acumulación de bacterias.
Limpieza de perímetro y superficie de tanque	trimestralmente	Limpieza y desmonte del perímetro y limpieza de superficie del tanque para garantizar el buen funcionamiento del tanque.
Corrección del perímetro del tanque.	semestralmente	Verificación de la integridad de la cerca perimetral para disminuir el riesgo de sabotaje.
Restauración de cajas y válvulas	anualmente	Reparación o sustitución de válvulas y cajas para mantener el buen funcionamiento del sistema.

### **Tanque de almacenamiento Buenos Aires**

El tanque de almacenamiento está ubicado en la zona conocida como caserío los Cabrera, con una altura de 650 metros sobre el nivel del mar, es de forma cilíndrica, de concreto armado, de dos y medio metros de radio, con una altura de útil de tres metros, teniendo un volumen de 70 metros cúbicos.

La estructura conserva un buen estado ya que fue construido y puesto en funcionamiento hace 9 años, cuenta con un adecuado cerco perimetral; sin embargo no existen registros del mantenimiento de la infraestructura, limpieza de tanque, etc.

Tabla N° 11

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>OBSERVACION</b>
Limpieza interna de tanque	trimestralmente	Limpieza de las paredes del tanque para evitar la acumulación de bacterias.
Limpieza de perímetro y superficie de tanque	trimestralmente	Limpieza y desmonte del perímetro y limpieza de superficie del tanque para garantizar el buen funcionamiento del tanque.
Corrección del perímetro del tanque.	semestralmente	Verificación de la integridad de la cerca perimetral para disminuir el riesgo de sabotaje.
Restauración de cajas y válvulas	anualmente	Reparación o sustitución de válvulas y cajas para mantener el buen funcionamiento del sistema.

### **Tanque de almacenamiento las Flores.**

El tanque de almacenamiento está ubicado en la zona conocida como caserío piedra de agua, con una altura de 520 metros sobre el nivel del mar, es de forma cilíndrica, de concreto armado, de dos y medio metros de radio, con una altura de útil de tres metros, teniendo un volumen de 70 metros cúbicos.

Tabla N° 12

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>OBSERVACION</b>
Limpieza interna de tanque	trimestralmente	Limpieza de las paredes del tanque para evitar la acumulación de bacterias.
Limpieza de perímetro y superficie de tanque	trimestralmente	Limpieza y desmonte del perímetro y limpieza de superficie del tanque para garantizar el buen funcionamiento del tanque.
Corrección del perímetro del tanque.	semestralmente	Verificación de la integridad de la cerca perimetral para disminuir el riesgo de sabotaje.
Restauración de cajas y válvulas	anualmente	Reparación o sustitución de válvulas y cajas para mantener el buen funcionamiento del sistema.

### **Tanque de almacenamiento El Rosario.**

El tanque de almacenamiento está ubicado en la zona del caserío EL Rosario, con una altura de 480 metros sobre el nivel del mar, es de forma cilíndrica, de concreto armado, de dos metros de radio, con una altura de útil de tres metros, teniendo un volumen de 25 metros cúbicos.

Tabla N° 13

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>OBSERVACION</b>
Limpieza interna de tanque	trimestralmente	Limpieza de las paredes del tanque para evitar la acumulación de bacterias.
Limpieza de perímetro y superficie de tanque	trimestralmente	Limpieza y desmonte del perímetro y limpieza de superficie del tanque para garantizar el buen funcionamiento del tanque.
Corrección del perímetro	semestralmente	Verificación de la integridad de la cerca



del tanque.		perimetral para disminuir el riesgo de sabotaje.
Restauración de cajas y válvulas	anualmente	Reparación o sustitución de válvulas y cajas para mantener el buen funcionamiento del sistema.

### Tanque de almacenamiento el Rodeo.

El tanque de almacenamiento está ubicado en el cantón El Rodeo, con una altura de 320 metros sobre el nivel del mar, es de forma cilíndrica, de concreto armado, de dos y medio metros de radio, con una altura de útil de tres y medio metros, teniendo un volumen de 35 metros cúbicos.

Tabla N° 14

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>OBSERVACION</b>
Limpieza interna de tanque	trimestralmente	Limpieza de las paredes del tanque para evitar la acumulación de bacterias.
Limpieza de perímetro y superficie de tanque	trimestralmente	Limpieza y desmonte del perímetro y limpieza de superficie del tanque para garantizar el buen funcionamiento del tanque.
Corrección del perímetro del tanque.	semestralmente	Verificación de la integridad de la cerca perimetral para disminuir el riesgo de sabotaje.
Restauración de cajas y válvulas	anualmente	Reparación o sustitución de válvulas y cajas para mantener el buen funcionamiento del sistema.

## **Sistema de Distribución**

El sistema de distribución es de agua potable, cuentan con 1800 acometidas domiciliarias los usuarios tienen conexión directa. Se cobra una cuota por parte de la asociación en que a los usuarios domiciliarios se les ha establecido una cuota fija de seis dólares (\$6.00), además la asociación cuenta con usuarios para uso agrícola y agroindustrial por los que cobra cuotas diferenciadas establecidas según su uso que va desde los doce dólares, hasta los cien dólares mensuales.

El sistema de distribución de agua potable fue construido en el año de 1987, está compuesta por tuberías de diferente diámetro, comenzando con tubería de 3 pulgadas de PVC, a la salida del tanque, hasta los puntos más alejados donde se encuentra con tubería de 1.5 pulgadas, la red de distribución de agua tiene una muy buena cobertura, llega al 50% de la zona rural de El Congo, existe una distribución a través de acometidas domiciliarias. Muchas de las válvulas del sistema de distribución no cuentan con cubre válvulas o cajas de protección adecuadas, muchas de estas están en mal estado, lo que dificulta la administración y manejo del sistema, para tener un control adecuado hace falta instalar más válvulas. Se pudo apreciar en varios puntos las válvulas presentaban pequeñas fugas. Las reparaciones en la línea de distribución no son muy frecuente, tal como lo especifica el encargado del sistema, Muchas de las fallas son causadas, por los ciclos de presión y descompresión del sistema, ya que al terminar el bombeo, el tanque paulatinamente queda vacío y el sistema con el consumo constante de la población queda vacío, quedando la mayoría de las tuberías vacías, luego se llena el tanque, se introduce agua a la red, inyectando nuevamente agua a las tuberías, donde las tuberías son sujetas a presiones variables, este proceso se repite diariamente, lo que ocasiona una considerable disminución de la vida útil de las tuberías.

La conexión entre caja caudal y el tanque de almacenamiento el pinar está conformada por dos tuberías de PVC de 3 pulgadas y una tubería de 4 pulgadas; la conexión entre caja caudal y tanque El Rosario está conformada por una tubería de 2 pulgadas; conexión entre caja caudal a tanque Buenos Aires una tubería de 3 pulgadas, conexión

entre caja caudal y tanque del Rodeo con una tubería de 2 pulgadas; conexión entre caja caudal y tanque Las Flores con una tubería de 2.5 pulgadas.

Los tipos de tuberías en el sistema de distribución incluyen: • Tuberías de hierro Galvanizado, Cloruro de polivinilo (PVC) • Algunas de las tuberías principales de distribución en el área Rural tienen diámetros no estándar menores que 2 Pulgadas, todas las tuberías principales de distribución deben tener un diámetro mínimo de 2 Pulgadas para un funcionamiento óptimo.

Tabla N° 15

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>OBSERVACION</b>
Mantenimiento de tuberías	trimestralmente	Revisión y mantenimiento de tuberías de las diversas zonas de distribución del sistema
Restauración de cajas y válvulas	anualmente	Reparación o sustitución de válvulas y cajas para mantener el buen funcionamiento del sistema.
Cobertura y corrección de soportes de la tubería de distribución	anualmente	Corrección de la base que sostiene a la tubería para evitar el incremento de la fuerza de resistencia sobre la infraestructura.
Cambio de tuberías obsoletas	anualmente	Sustitución de tramos de tubería que ya cumplieron su vida útil establecida en las especificaciones técnicas de cada tipo de tubo.
Instalación y sustitución de valvular reguladoras de presión.	anualmente	Identificación y sustitución y/o implementación en zonas del sistema sometidas a constantes cambios de presión para evitar que las tuberías colapsen.

### **Proceso de Tratamiento del agua (Cloración)**

En el sistema de agua tiene como único tratamiento para el agua cruda, la cloración y es en la caja caudal donde se aplica este proceso, por medio de un dispositivo de cloración por goteo, su uso es artesanal, se coloca el hipoclorito de calcio dentro del dispositivo, se hace una mezcla con el agua y según el caudal estimado de agua se regula la aplicación de la mezcla al caudal de agua. Teniendo como resultado que el agua que sale de la zona del tanque, no tiene un nivel de cloro residual constante ya que varía mucho en el tiempo, tal como se puede comprobar en pruebas de cloro residual realizadas por el Ministerio de Salud Pública

Tabla N° 16

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>OBSERVACION</b>
Verificación de los niveles de cloro existentes.	semanalmente	Realizar verificaciones de los niveles de cloro permitido para evidenciar los rangos y mejorar si existen fallas a tal procedimiento.
Toma de muestras para análisis de laboratorio.	mensualmente	De conformidad a la norma vigente de agua, analizar las muestras tomadas de diferentes puntos de la zona de abastecimiento.
Limpieza del sistema de cloración.	mensualmente	Limpieza del sistema para evitar la acumulación de residuos.
Corrección del perímetro del sistema de cloración.	semestralmente	Verificación de la integridad de la cerca perimetral para garantizar la calidad del agua.

### **Personal del sistema de agua potable**

El sistema de agua potable cuenta con un Bombero, el cual tiene múltiples actividades, como lo son el encendido y apagado de los equipos, movimiento de válvulas para la

sectorización y reparación de fugas y cloración de agua, está a cargo de 5 valvuleros quienes a su vez cumplen con actividades de inspección, la elaboración de recibos y cobro de cuotas está a cargo de una empleada administrativa. Es de señalar que los operarios se quejan de que no reciben la capacitación adecuada, se pudo comprobar que no cuentan con herramientas adecuadas para su trabajo, como lo sería un aparato para medición de cloro residual por sistema, un manual de operaciones y herramientas adecuadas.

## **RECURSOS HIDRICOS Y CONTAMINACION DEL AGUA**

El Lago de Coatepeque es un embalse natural de origen volcánico que pertenece a la cuenca Volcánica de Izalco y cuyo volumen de agua es captado y filtrado por la cordillera y volcanes entre los que forman parte el cerro verde, Volcán Ilamatepeq y el volcán de Izalco.

### **Principales fuentes de contaminación**

Los recursos hídricos de El Salvador están severamente contaminados a causa, en parte, de la total ausencia de tratamiento municipal de las aguas residuales. Además, el país sufre escasez de agua durante la época seca y conflictos entre los usuarios.

Durante los últimos 20 años, se ha podido apreciar como el nivel del agua del lago de Coatepeque ha disminuido considerablemente, hasta dos metros debido a diversos fenómenos climáticos.

La cuenca Volcánica de Izalco por su geografía no ha sido objeto de degradación ambiental; aunque si bien en el municipio no existe una actividad industrial determinada existe una floreciente agricultura y la existencia de agroindustria, que debido a la falta de control no cuenta con ningún proceso de tratamiento de efluentes, se puede observar el uso de productos químicos de diferentes clases y tipos cerca de pozos y ríos, en Figura11 se puede apreciar aplicación de productos químicos en cultivos.

## **Efluente agroindustrial**

Los efluentes agroindustriales y los productos químicos para abono, veneno para plagas en la caficultura y los herbicidas son la principal fuente de contaminación de efluentes del Lago de Coatepeque, otras descargas puntuales importantes son Beneficios de café y granjas avícolas, ambos descarga sus aguas residuales en zonas próximas al Lago de Coatepeque. Las descargas de efluentes de la agricultura y agroindustria son estacionales ya que en el caso de los abonos, herbicida y veneno, sólo son aplicados en los tiempos de Actividades culturales del Café, cuando las escorrentillas superficiales son muy fuertes y arrastran estos productos a las márgenes del lago y a las aguas subterráneas.

## **Escorrentía agrícola**

Un aspecto muy importante a tomar en cuenta, es el alto consumo de pesticidas y productos químicos utilizados en las actividades agrícolas, El herbicida es común de amplio uso. Estos productos químicos no tienen ningún control en cuanto a cantidad y lugar de utilización. En varias visitas realizadas a los sistemas, se notó que se estaba rociando productos altamente tóxicos cercanos a la estación de bombeo. Los problemas de contaminación se magnifican debido a la cercanía y al arrastre de los químicos gracias a las lluvias. Ver figura 12. Los productos químicos y pesticidas son utilizados en los cultivos de maíz, frijol y el cultivo de café.

## **Aguas servidas**

Este es un serio problema en el municipio, ya que no existe ningún sistema de alcantarillado sanitario, ni tratamiento de efluentes en el área rural del municipio, sino que muchas de las aguas servidas son depositadas directamente a la calle, factor que se agrava en el área rural donde ocasiona charcos en cada una de los lugares donde hay instalados lavaderos ver figura 12. No existe en la actualidad ningún sistema de

tratamiento de aguas negras, aguas servidas, aguas productos de agroindustrias en el municipio, sino que la descarga se hacen directamente a los afluentes

Un aspecto importante a tomar en cuenta, es que los sistemas de agua potable de la zona rural son en su generalidad sistemas de agua que llevan en su mayoría el agua directamente a las viviendas y no se cuentan con un sistemas de saneamiento adecuado, se pudo observar que en la mayoría de los lugares no existen dispositivos para el tratamiento de las aguas servidas, sino que simplemente son depositadas en las calles, donde son llevados por las cuentas, generando problemas de estancamiento en zonas aledañas a las viviendas y la posterior contaminación de mantos acuíferos.

### **Desechos sólidos**

Otra fuente de contaminación es la incorrecta eliminación de desechos sólidos en la zona rural de El Congo. Debido a falta de costumbre o falta de normas y ausencia de otra alternativa local de manejo de desechos sólidos, las personas a menudo eliminan sus desechos en las calles y en las playas del lago de Coatepeque.

Actividades a realizar para garantizar la calidad del agua.

Tabla N° 17

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>OBSERVACION</b>
Toma de muestras mínimas según norma obligatoria de agua.	mensualmente	Envío de muestras de agua de la zona de bombeo para análisis de laboratorio y determinar si cumple con los requisitos mínimos de calidad de agua.
Toma de muestras normales según norma obligatoria de agua.	semestralmente	Envío de muestras de agua de la zona de bombeo para análisis de laboratorio para determinar si el agua es apta para el consumo humano.

Verificación de los riesgos cercanos al pozo de bombeo.	trimestralmente	Identificación de riesgos por contaminación por químicos o escorrentía agroindustrial y filtración por establecimiento de fosa séptica en un perímetro cercano al pozo.
---	-----------------	---

## **SUPERVISIÓN**

La Asociación Rural de Agua tiene la responsabilidad de administrar los sistemas de agua potable de zona Rural de El Congo, en general le corresponden las actividades de control relacionadas con la administración y la revisión de todas las actividades relacionadas con el agua potable en el sistema. Las funciones y responsabilidades incluyen: Administrar el sistema de agua potable, dar mantenimiento a cada una de las partes que componen el sistema, desarrollar políticas de uso sostenible de recursos hídricos, de uso de agua, crear mecanismos reguladores para el uso del agua, así como mecanismos reguladores para la prestación de los servicios de agua potable y reglamentaciones, llevar los datos de la calidad del agua y supervisar la calidad del agua potable.

### **VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL MINISTERIO DE SALUD**

El Ministerio de Salud tiene la responsabilidad general de las actividades de vigilancia revisión relacionadas con el agua potable. Las funciones y responsabilidades incluyen: Desarrollar políticas, normas, guías y reglamentaciones, datos de la calidad del agua de los proveedores del abastecimiento público de agua.

El Ministerio de Salud se basa para su supervisión en las siguientes leyes y normas:

- Norma Salvadoreña Obligatoria para la Calidad de Agua Potable, NSO 13.07.01:04, especifican los límites de contaminación para la calidad del agua y la frecuencia de la toma de muestras de agua en la fuente de distribución.
- Norma salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.02:08, Agua Envasada.



- Código de Salud, sección 8, Agua Potable
- Las guías de la OMS para el agua potable también establecen los requisitos del agua potable.

Para poder utilizar una fuente de agua cruda para el abastecimiento de agua debe cumplir los requisitos físico-químicos de El Salvador. Todas las fuentes de agua cruda utilizadas para el abastecimiento de agua potable deben ser supervisadas.

### PELIGROS Y AMENAZAS

Se debe conformar el equipo de monitoreo para garantizar el cumplimiento de las obligaciones descritas en el Manual operativo de la Asociación, que deberá estar integrado tanto del personal que labora en la Asociación, así como representación del Consejo Directivo y representantes comunales de sectores pertenecientes al sistema de distribución de El Guineo, para identificar los posibles riesgos a la integridad del sistema, así como potenciales riesgos a la salud de la población.

#### Formulario 1: Equipo principal de Monitoreo





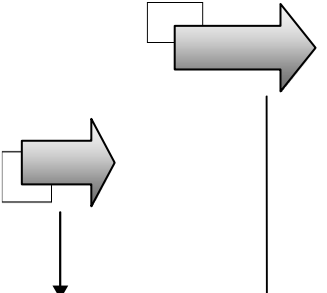
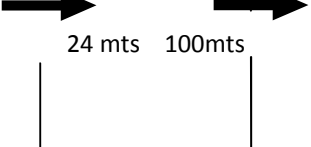

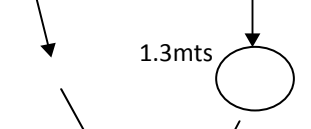
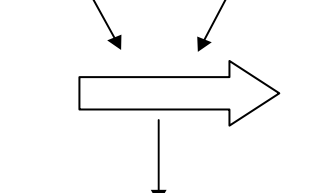
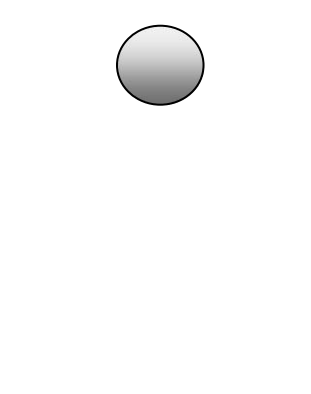
Nombre del participante	Organización/ Departamento	Título del puesto	Rol de la persona en el equipo Operativo	Detalles de Contacto, teléfono, correo.
	ARA el Guineo		Monitoreo cumplimiento Manual Operativo	
	ARA el Guineo		Asistir en mantenimiento y monitoreo del Funcionamiento de sistema de agua potable.	
	ARA el Guineo		Asistir en mantenimiento y monitoreo del funcionamiento de sistema de agua potable.	

**Formulario 2: Producto y descripciones del proceso**

<b>Paso del Proceso</b>	<b>Insumos</b>	<b>Descripción</b>
Planta de Bombeo de Agua	Pozo, Bomba sumergible, magnifol de descarga, Caseta de controles	Se extrae agua del embalse natural, a través de una tubería, por el accionamiento de una bomba sumergible
Línea de Impelencia	Tubería de 6 pulgadas	Transporta el agua de la planta de bombeo a caja caudal
Línea Aductora	Tubería de PVC de 3" 2.5" y 2"	Transporta el agua de la caja caudal a los tanques
Tanques de Distribución	Tanques de concreto	Reservorio para el acopio de agua para su distribución, del sistema de bombeo.
Cloración sistema por bombeo	dispositivo de cloración por goteo	Tratamiento del agua por medio de sistema de goteo.
Sistema de Distribución	Tuberías de PVC, Válvulas y acometidas domiciliars	Transporte de agua de tanque de distribución a cada una de las viviendas de los usuarios de los sistemas de agua potable
Acometidas Domiciliars	Estas cuentan con válvulas y tuberías de ½ pulgada,	Esta cumple la función de entroncar una vivienda a la línea de distribución. No cuenta con aparato de medición.

Naturaleza de los consumidores de agua	N/A	La mayor parte de los usuarios hacen un uso doméstico del agua, aunque hay unos pocos usuarios de uso agrícola y agroindustrial
Como los consumidores utilizan el agua	N/A	La mayor parte de los usuarios del sistema ocupan el agua para uso domiciliar, en época seca, hay haciendas que ocupan el agua para mantener cultivos y actividades culturales de Café, así como otras actividades económicas.

**Diagrama de flujo**

Nombre paso del proceso	<p>SIMBOLO </p> <p>Operación: </p> <p>Almacenamiento DEL AGUA</p> <p>Inspección: </p> <p>Transporte DEL AGUA </p>	Organización / departamento responsable
<p>Producción de agua potable</p> <p>Por bombeo</p> <p>Por gravedad</p>		<p>Bombero, encargado de manejo del sistema.</p> <p>Bombero encargado del sistema</p>
Transporte de agua		Bombero, mantenimiento
Almacenamiento de agua		Bombero, mantenimiento
Cloración del sistema de agua potable		Valvulero
Distribución		encargado de distribución de sistema de agua potable, equipo encargado de fugas del sistema por la Asociación
Acometidas domiciliarias		Usuarios del Sistema, Administración y cobros

## 7.1 Análisis de peligros y caracterización de riesgo

La probabilidad y la gravedad utilizadas para evaluar los peligros que afectan el sistema de agua potable de Abastecimiento de Agua de la Asociación, se desarrollaron sobre la base de un modelo de la OMS. A continuación se muestran las categorías probabilidad y gravedad utilizadas para determinar el nivel de riesgo:

<b>medidas cualitativas de posibilidades y de severidad que pueden ser usadas en la calificación de riesgos</b>			
<b>Nivel</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Definición</b>	<b>Puntaje</b>
<b><i>Categorías de Probabilidad</i></b>			
<b>A</b>	Casi seguro	Una vez al día	5
<b>B</b>	Probablemente	Una vez a la semana	4
<b>C</b>	Moderado	Una vez al mes	3
<b>D</b>	Poco Probable	Una vez al año	2
<b>E</b>	Raro vez	Una vez cada cinco años	1
<b><i>Categorías de Gravedad</i></b>			
<b>1</b>	Catastrófica	Repercusión en la Salud Publica	5
<b>2</b>	Mayor	Repercusión Reglamentaria	4
<b>3</b>	Moderado	Repercusión Estética	3
<b>4</b>	Menor	Repercusión de Cumplimiento	2
<b>5</b>	Insignificante	Sin Repercusión o no se detecta	1

La clasificación de los riesgos, fue basada en la experiencia y especialización del grupo de trabajo, donde se consideraron los peligros, fallas y problemas de los sistemas de agua potable objeto del estudio, observados y encontrados mediante vistas de campo, entrevistas con encargados de los sistemas de agua potable, información recopilada y encuestas realizadas a los usuarios de los sistemas de agua potable. El Cuadro 6 muestra la Matriz de gravedad de riesgos para la clasificación de riesgos y el cuadro 7 muestra las puntuaciones reales asignadas a los peligros. Los riesgos se clasificaron en categorías: Insignificante, menor, moderada, importante y catastrófica.

<b>matriz de calificación y priorización de riesgos</b>						
<b>Nivel</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad o Consecuencia</b>				
		<b>Insignificante 1</b>	<b>Menor 2</b>	<b>Moderado 3</b>	<b>Mayor 4</b>	<b>catastrófico 5</b>
<b>A</b>	Casi seguro 5	5	10	15	20	25
<b>B</b>	Probable 4	4	8	12	16	20
<b>C</b>	Moderada probable 3	3	6	9	12	15
<b>D</b>	Poco probable 2	2	4	6	8	10
<b>E</b>	Rara Vez 1	1	2	3	4	5

	Muy bajo	1 a 5
	Medio o bajo	6 a 9
	Moderado	10 a 15
	Alto	16 a 20
	Muy Alto	21 a 25

Mediante la asignación de grado de riesgo podemos concluir que el menor grado de riesgo asignado es de 1 a 5 mientras que el mayor grado de riesgo es en los valores comprendidos de 21 a 25 en el cuadro de análisis de riesgo.

### **Tipos de peligros y Símbolos**

Para facilitar la comprensión de los datos obtenidos se utilizan símbolos para cada tipo de componentes presentes en las muestras de agua.

Tabla N° 18

	<b>Peligro</b>	<b>Tipos</b>	<b>Símbolos</b>
1	Físicos...	Sedimentos, olor, turbidez, color,	F
2	Químicos...	Pesticidas, herbicidas, abonos, agentes desinfectantes	Q
3	Biológico...	Bacterias, Parásitos, virus	<b>B</b>

Fuente: Conceptualización de las categorías de Análisis de peligro y Caracterización de Riesgo para el sistema de agua potable 2009.

Tabla N° 19

**Análisis de peligros y caracterización de riesgo para el Sistema de Distribución de agua.**

	Evento/origen/causa de peligro	Peligro	Medida de control	Gravedad o Consecuencia (1 al 5)	Probabil. de frecuencia (1 al 5)	Riesgo (1 al 25)
<b>PLANTA DE BOMBEO</b>						
1	Inundación de zona de pozo por lluvias (Evaluado para punto crítico, época lluviosa)	B,Q,F		1	1	Muy bajo
2	Efluente agroindustrial	B,Q, F		1	1	Muy bajo
3	Vertedero informal de desechos sólidos	B,Q,F		2	2	bajo
4	Efluentes de aguas Servidas de usuarios del sistema de agua sin tratamiento.	B,Q,F		2	2	medio
5	Residuos de pesticidas en la escorrentía de aguas pluviales provenientes de actividades agrícolas	Q		4	5	Alto
6	Alto nivel de sedimentos en la escorrentía de aguas pluviales provenientes de una clara erosión de la tierra asociada con la agricultura	F		2	4	Bajo
7	Falla de energía eléctrica	F,Q		2	2	Muy Bajo
8	Falta de bomba de respaldo	F		3	3	Bajo



9	Calidad incierta del agua cruda debido a amplia variedad de posibles contaminantes (Pesticidas, abonos, efluentes agroindustriales)	Q		3	3	Bajo
10	Elevada turbidez del agua cruda, acumulación de sedimentos por mal mantenimiento de pozo	F, Q		3	5	Moderado
11	Elevada turbidez del agua cruda, por la acumulación de sedimentos y derrumbe de paredes del pozo debido a un evento sísmico	F		3	1	Bajo
12	Sabotaje debido a fácil acceso a la planta de bombeo.	B,Q,F		4	3	Medio o bajo
13	Problema de sobrepresión en equipos debido a Golpe de ariete	F		2	2	Medio o bajo
14	Problemas de dosificación de químicos y análisis de producción de agua por falta de equipo de macro medición y manómetros	B,Q,F		3	4	moderado

Fuente: Conceptualización de las categorías de Análisis de peligro y Caracterización de Riesgo para el sistema de agua potable 2009.

<b>LINEA DE IMPELENCIA</b>						
1	Tubería desgastada por cumplimiento de vida útil	F		1	2	Medio o bajo
<b>LINEA ADUCTORA</b>						
1	tubería susceptible a danos y contaminación	F,Q,B		3	3	Bajo
<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>						
1	Colapso de paredes de tanque debido a daños existentes fugas, o debido a evento sísmico	F,Q,B		5	2	Moderado
2	Dosificación insuficiente de cloro, debido al mal funcionamiento de sistema de cloración.	B,Q		4	4	Alto
3	Dosificación excesiva de cloro, debido al mal funcionamiento de sistema de cloración	B,Q		4	4	Alto
4	Filtrado inexistente, no existe ningún tipo de filtro para el agua cruda o agua potable del sistema	B,F		3	5	Moderado
5	Falta de Cajas o cubre válvulas, válvulas en mal estado y accesorios del tanque en mal estado.	F, B		2	5	Moderado
6	Sabotaje debido a fácil acceso a el establecimiento del Tanque.	B,Q,F		3	3	Bajo

7	Filtración de agua lluvia o elementos dañinos para la salud por Puerta de entrada del tanque	B,Q,F		2	2	Bajo
---	--	-------	--	---	---	------

<b>CISTERNA SISTEMA POR GRAVEDAD</b>						
--------------------------------------	--	--	--	--	--	--

1	Sabotaje debido a fácil acceso a el establecimiento de Cisterna	B,Q,F		2	3	Bajo
---	---	-------	--	---	---	------

<b>CLORACION SISTEMA POR BOMBEO</b>						
-------------------------------------	--	--	--	--	--	--

1	Problema de dosificación debido a fallas en el sistema de cloración	Q		2	3	Bajo
---	---	---	--	---	---	------

<b>CLORACION SISTEMA POR GRAVEDAD</b>						
---------------------------------------	--	--	--	--	--	--

1	Dosificación de cloro incierto, se ejecuta por tanto, no hay conocimiento de caudales.	B,Q,F		2	5	Moderado
---	--	-------	--	---	---	----------

<b>SISTEMA DE DISTRIBUCION</b>						
--------------------------------	--	--	--	--	--	--

1	Abastecimiento de agua para distribución no medida, no existe macro medición ni micro medición	F		3	5	Moderado
2	Eventos de Baja y alta presión en las tuberías del sistema, No existen válvulas reguladoras de presión	B,Q,F		3	5	Moderado

3	Válvulas de compuerta en mal estado, infiltración de partículas y agua estancada en válvulas.	B,Q,F		2	2	bajo
4	Azolve y daño de tuberías y cañerías por ciclos de compresión y descompresión, falla de válvulas de purga de aire	B,F		2	2	Bajo
5	Líneas de Distribución ciegas, provocan estancamiento, azolvamiento e incremento de burbujas de aire	B,Q,F		2	2	Muy Bajo
6	Tuberías de líneas de distribución menores al 2 pulgadas, lo que ocasiona gran cantidad de pérdidas por fricción reduciendo la eficiencia de las líneas de distribución afectando a las conexiones domiciliarias	F		3	5	Moderado
7	Válvulas de conexiones domiciliarias en muchos casos ausentes o en mal estado. Lo que ocasiona desperdicios de agua al tener fugas en las viviendas y no poder cortar el suministro	B,F Q		3	4	Moderado
8	Inexistencia de sistema de alcantarillado sanitario, en un sistema en que	B, Q		4	5	Alto

	los usuarios en su mayoría tienen servicios domiciliarios. Aguas grises					
--	---	--	--	--	--	--

Tabla N° 20

### Análisis de peligros y caracterización de riesgo contaminación aguas

	Evento/origen/causa de peligro	Peligro	Medida de control)	Gravedad o Consecuencia (1 al 5)	Probabilidad de frecuencia (1 al 5)	Riesgo ( 1 al 25)
<b>RECARGA DE MICROCUENCA</b>						
1	Escorrentía superficial de aguas agroindustriales	B,Q,F		2	2	bajo
2	Productos químicos utilizados en las actividades agrícolas, herbicida es común de amplio uso, inclusive cerca del pozo.	B,Q, F		3	3	Moderado
3	Aguas servidas. No existe ningún sistema de alcantarillado sanitario, ni tratamiento de efluentes.	B,Q,F		4	5	Alto
4	Desechos sólidos Otra fuente de contaminación es la incorrecta eliminación de desechos sólidos en la Zona Rural del Municipio. Vertido informal de desechos sólidos	B,Q,F		4	4	Alto

5	Residuos de pesticidas en la escorrentía de aguas pluviales provenientes de actividades agrícolas	Q		5	4	Alto
---	---	---	--	---	---	------

Fuente: Conceptualización de las categorías de Análisis de peligro y Caracterización de Riesgo para el sistema de agua potable 2009.

## MEDIDAS DE CONTROL Y MONITOREO

Se verificaron las medidas de control para todos los peligros identificados de alto riesgo en el formulario 4.0 y 4.1, se identificaron los responsables de la implementación de las medidas de control.

Tabla N° 21

### Puntos de Control y Monitoreo para el Sistema de Distribución de agua.

Proceso de monitoreo	Limite Críticos	Donde Monitorear	Como Monitorear	Frecuencia Monitoreo	Quien Monitorea	Acción correctiva
<b>PLANTA DE BOMBEO</b>						
Implementación de un sistema de cisterna para disposición de desechos	Usuarios de SAP, sin alcantarillado sanitario	Conexiones de Usuarios	Inspección visual Cuando Inicie el Proyecto	Anualmente	Operarios SAP de la Asociación	Reunión con Usuarios
Introducción de tratamiento domiciliar de aguas de servidas por medio de pozos de absorción y trampas de grasas	Usuarios de SAP, sin Pozo de absorción funcionando y trampas de grasas	Conexiones de Usuarios	Inspección visual Cuando Inicie el Proyecto	Anualmente	Inspector de saneamiento de Unidad de Salud	Reunión con Usuarios
Implementación de un sistema de supervisión de sustancias químicas usadas a 100 metros de la planta de bombeo	Norma Salvadoreña obligatoria para la calidad de agua	100 metro de radio alrededor de la Fuente del sistema	Inicio de siembra, Cambio de estación o evento sísmico	Anualmente	Asociación, CENTA	Monitoreo, uso adecuado de productos químicos, reunión con caficultores de la zona

Implementación de sistema de monitoreo de calidad del agua bombeada desde el pozo.	Estándares bacteriológicos y químicos permitidos por la OMS.	Conexión de usuarios	Pruebas de laboratorio.	quincenalmente	FUSADES, INSTITUTO DEL AGUA-UES	Implementar medidas sanitarias para mejorar la calidad del agua.
--	--	----------------------	-------------------------	----------------	---------------------------------	--

TANQUE DE ALMACENAMIENTO						
Sistematización de hipocloradores por goteo en tanques	Cloro residual menor 0.3 o mayor 1.1 mg/l	En red de sistema	Lecturas de cloro, Durante operaciones	Todos los días	Asociación	Mejorar dosificación de cloro, Monitoreo
Instalación de Filtro de arena a la salida del tanque	Presencia de arenas	En red de sistema	Inspección visual de sedimentos, Al finalizar operaciones	Todos los días	Operador,	Lavado de filtro o cambio de Monitoreo
Mantenimiento de pozo, y Limpieza de pozo de A.P.	Pozo sucio	Planta de Bombeo	Subcontrato,	Anual	Asociación	Reprogramar limpieza, Monitoreo
elaboración e implementación de un plan de mantenimiento preventivo	Tener un plan de mantenimiento	Sistema de agua potable	Elaborado por equipo de AP por Asociación	mes	Asociación	Monitoreo
mantenimiento de los tanques existentes	Colapso de Tanque	Sitio del Tanque	Inspección y evaluación estructural, durante y después de obras	Anual	Asociación	Supervisor contratado vela por cumplimiento TDR, y ejecución de garantía
Previo a estudio de condiciones estructurales. Construcción de un tanque nuevo de mayor capacidad,	Tanque en buenas condiciones	Sitio del Tanque	Construcción y supervisión de obras civiles	Anual	Asociación gestiona fondos	Supervisor contratado vela por cumplimiento TDR, y ejecución de garantía.

Reparación y construcción de malla o muro perimetral de los tanques y caja caudal.	Mayas adecuadas para salvaguardar la integridad del agua.	Sitio del tanque	Construcción y supervisión de obras civiles	Anual	Asociación gestiona fondos	Supervisor contratado vela por cumplimiento TDR, y ejecución de garantía.
<b>RED DE DISTRIBUCION</b>						
Construcción y mantenimiento de cajas para válvulas.	Cajas de seguridad para evitar sabotajes en el sistema.	Sistema de distribución	Inspección visual	mes	Valvulero	Garantía de cajas de seguridad
Instauración de un programa de micro medición selectiva	Micro medidores instalados	Acometidas Selectivas	Inspección visual	mes	Operador	Garantía de medidores, Mantenimiento de medidores
<b>RECARGA DE MICROCUENCA</b>						
Eliminar botaderos ilegales, introducción de multas por tirar desechos sólidos	Botaderos ilegales funcionando	Área del SAP	Monitoreo de área del sistema	Diario	Asociación	Monitoreo
Implementación de planes, en coordinación con Alcaldía	No contar con normativa reguladora	Áreas vulnerables	Inspección visual	mes	Operador	Monitoreo

Fuente: Conceptualización de las categorías de Análisis de peligro y Caracterización de Riesgo para el sistema de agua potable 2009.

## VERIFICACION

El sistemas de agua potable y saneamiento de la zona Rural, es atendido por un operador, que está bajo el mando de un funcionario de la Asociación, el cual supervisa que se estén realizando las labores, en la actualidad no existe un procedimiento operativo estándar. Sin embargo se verifican el funcionamiento del sistema de agua



potable a través de un monitoreo visual, por lo cual el Manual Operativo que se propone llena los vacíos existentes, de esta manera se puede detectar posibles riesgos futuros que no han sido considerados en el desarrollo del manual operativo y que puedan ser objeto de medidas correctivas por parte del personal que compone el comité de análisis de riesgos formado en el desarrollo de las actividades.

Se deberán tomar de referencia las actividades que se detallan de acuerdo a los elementos que componen el sistema de conformidad con la siguiente tabla:

Tabla N° 22

**Verificación**

<b>Actividad de Verificación</b>	<b>Lugar de la actividad</b>	<b>Tipo de actividad (prueba de calidad de agua, evaluación consumidor)</b>	<b>Frecuencia de la actividad</b>	<b>Qué organización/ departamento realizará la actividad</b>
<b>PLANTA DE BOMBEO</b>				
Inspección visual cuando inicie formulación , proyecto de ejecución de Cisterna de desechos	Conexiones domiciliars SAP	Inspección de campo	anual	Operarios SAP, Asociación
Inspección visual proyecto de Pozos de absorción y trampas de grasa	Conexiones domiciliars SAP	Inspección de campo , en registro de inspección sanitaria de Unidad de Salud El Congo	Consolidado de evaluación anual	Inspector de saneamiento de Unidad de Salud
Monitoreo, uso adecuado de productos químicos	100 mts. De radio Zona de Planta de Bombeo	Buen manejo de producto químicos, análisis de calidad de agua	Según Norma Obligatoria para Agua Potable	El abastecedor (Asociación) MAG

Monitoreo de plan de abastecimiento de agua en caso para terremotos	Sistema de agua potable	Visitas de campo	Anual	Asociación, SNET
Monitoreo de calidad del agua	en pozos y acometidas domiciliarias	Análisis de laboratorio	quincenal	FUSADES, UES
<b>LINEA DE IMPELENCIA</b>				
Monitoreo, que no existan sobrepresiones en bomba y tubería. Con manómetros	Sistema de agua potable	Visitas de campo	Todos los días	Operario SAP Asociación,
Monitoreo, que no existan fugas en la impelencia del sistema.	Sistema de agua potable	Visitas de campo	Todos los días	Operador de bomba y valvuleros.
<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>				
Lecturas de cloro residual, Monitoreo en primera vivienda en línea de distribución	Primera vivienda de tanque, Sistema de agua potable	Visitas de campo, Hoja de lectura de cloro, Bitácora de operaciones	Todos los días	Operario SAP Asociación,
Inspección visual de sedimentos, Monitoreo	Sistema de agua potable	Visitas de campo, Bitácora de operarios	Todos los días	Operario SAP Asociación,
Subcontrato de limpieza de pozo, Monitoreo	Zona del pozo de agua potable	Mantenimiento, Bitácora de Planta de Bombeo	anual	Asociación

Monitoreo de plan de mantenimiento preventivo	Sistema de agua potable	Visitas de campo, Bitácora de operación.( verificar existencia de plan de mantenimiento)	Mensual	Operario SAP Asociación
Supervisión de obras de mantenimiento de tanques	Sistema de agua potable	Visitas de campo, Bitácora de campo	Mensual	Supervisor contratado por Asociación
Construcción de canaletas y sistema de drenajes en fuentes de agua, en cuanto la propiedad de terrenos de fuentes esté en nombre de la Asociación.	Fuentes de agua	Visitas de campo, Bitácora de campo	Mensual	Supervisor contratado por Asociación
<b>SISTEMA DE DISTRIBUCION</b>				
Verificación de datos de producción de agua	Planta de bombeo	Visitas de campo, bitácora de Planta de Bombeo	Diario, consolidado mensual	Operario SAP Asociación
Inspección visual y monitoreo en acometidas domiciliarias Selectivas	Acometidas selectivas	Monitoreo, verificación de funcionamiento y lectura de medidores	Mensual	Operario SAP Asociación
Monitoreo de operación de válvulas exclusoras aire, purgas de lodos y reguladoras de presión.	Sistema de agua potable	Visitas de campo, bitácora de operaciones	Diario	Operario SAP Asociación

RECARGA DE MICROCUENCA				
Monitoreo relacionado con botaderos ilegales y multas por tirar desechos sólidos en área SAP	Sistema de agua potable	Visitas de campo, amonestaciones , fotos, Bitácora de operador	Mensual	Asociación,
Verificar si existen ordenanzas reguladoras en zonas vulnerables de la micro cuenca, monitoreo	Áreas vulnerables	Visitas de campo , Cumplimiento de creación y activación de ordenanzas	Mensual	Asociación

Fuente: Conceptualización de las categorías de Análisis de peligro y Caracterización de Riesgo para el sistema de agua potable 2009.

## SEGUIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DEL MANUAL

Personeros de la Asociación de manera conjunta con el Ministerio de Salud Pública, actualizaran el Manual Operativo para este sistema, para lo cual se auxiliaran del formulario 7. La implementación de dicho Manual será validado anualmente por el Ministerio de Salud.

Tabla N° 23

### ***Brecha de análisis vrs. Requisitos del Manual***

<b>Ítems que requieren estar documentados</b>	<b>Documentación existente y practicas operativas</b>
<b><i>Alcance</i></b>	
Establecer que sistemas y lugares serán cubiertos en el Manual :	
Establecer que problemas serán considerados (¿Sólo un peligro? ¿Solo salud? ¿Salud y estética?)	
Nombre la persona de contacto clave que estará coordinando el equipo(s) de Monitoreo	
Decida si tendrán un solo equipo o varios sub-equipos de Monitoreo	

Identifique quienes están en el equipo , sus aptitudes y rol incluyendo cualquier persona externa	
<b>Producto y uso</b>	
Identifique los tipos de agua brindados (¿agua potable? ¿Agua cruda?)	
Describa como es la fuente, tratamiento, mantenimiento, distribución del agua y cómo los consumidores tienen acceso al agua	
Identifique todos los químicos adicionados, incluyendo su forma, tipo y fuente y cualquier especificación técnica que deban cumplir	

Identifique todos los materiales que son usados en los componentes del sistema de abastecimiento de agua, cuál es la fuente y que especificaciones técnicas deben cumplir	
Para qué debe usarse el agua, por quien y deben incluirse grupos de alto riesgo (recién nacidos, ancianos, pacientes con VIH, etc.)	
<b>Diagrama de flujo</b>	
Muestre puntos principales de captación, almacenamiento de agua cruda, puntos de interface con agua cruda, cualquier almacenamiento principal de agua, pasos del proceso (o pasos de proceso significativos, ejemplo. coagulación/floculación/sedimentación), indique punto donde se entrega el agua tratada y los lugares de almacenamiento y distribución.	

<b>Análisis peligrosos</b>	
Considerar peligros que aparezcan en el agua cruda, de cada insumo químico, en cada paso del proceso de tratamiento y durante la distribución y almacenamiento. Incluir causa y tipo de peligro. Por lo menos en el nivel microbiológico, físico, químico, lo más especificado posible.	
<i>Los Riesgos deben ser evaluados en términos de probabilidad de la ocurrencia para cada uno y el riesgo general es medido por lo menos como bajo, medio, alto</i>	
Asegúrese que las medidas de control están identificadas para cada paso.	
Identifique la medida de control principal en que el monitoreo se llevará a cabo para el control operativo	
Documente los procedimientos operativos para las medidas de control principales.	
<b>Límites críticos</b>	
Identifique los límites máximos de los parámetros establecidos en la norma de agua potable vigente, por lo menos identifique los límites críticos que no deben excederse. Idealmente identifique otros límites tales como, acción, operación óptima o también niveles meta	

<b>Monitoreo</b>	
<p>Identifique como las medidas de control principales serán monitoreadas incluyendo:</p> <p>Qué?</p> <p>Dónde?</p> <p>Cuándo? (incluyendo frecuencia)</p> <p>Cómo?</p> <p>Quién?</p>	
<p>Documente los procedimientos de monitoreo a usarse para el monitoreo de las medidas de control principales.</p>	

<b>Acción correctiva</b>	
<p>Documente la corrección inmediata a ser usada para brindar inmediata respuesta si un límite crítico es excedido según fuese detectado por el monitoreo de cada medida de control principal.</p>	
<p>Identifique cómo el agua que ha sido contaminada será dispuesta.</p>	
<p>Desarrolle y pruebe un procedimiento de respuesta de emergencia para manejar los incidentes de contaminación de calidad del agua tan eficientemente como sea posible.</p>	
<p>Identifique como el agua alternativamente sería abastecida o suministrada, en caso de una falla mayor</p>	

<b>Control de registro</b>	
Desarrolle una forma sistemática y de búsqueda de registros de Monitoreo, diferente de los registros generales.	
Asigne responsabilidad por el ingreso exacto de todos los registros importantes de Monitoreo.	
Asegúrese que se llevan los registros para el monitoreo de todas las medidas de control principales.	
Asegúrese que se llevan los registros de calibración y mantenimiento del equipo que es usado para monitorear las medidas de control principales y recursos clave relevantes a la protección de la calidad del agua.	
Asegúrese que se llevan los registros de cualquier acción correctiva tomada, incluyendo el análisis de la raíz de la causa, antes del cierre final	
<b>Verificación</b>	
Documente la validación de los límites críticos en las medidas de control principales.	
Cuente con una auditoria regular de registros de control de actividades y otras actividades realizadas en las medidas de control principales.	
Realice el monitoreo de la calidad del agua para verificar el agua que se está suministrando.	
Audite los registros de las acciones correctivas tomadas en respuesta a las no conformidades en las medidas de control principales.	
<b>Programas de apoyo</b>	
Implemente un programa de control de vectores y plagas	



Desarrolle y cumpla con los procedimientos normalizados de operación para todas las prácticas de trabajo que involucra trabajar en el sistema de abastecimiento de agua, para asegurar que las prácticas de higiene se han adoptado.	
Desarrolle un programa de control/seguridad de la calidad para todos los insumos del sistema tales como químicos y materiales.	
Llevar a cabo un programa de calibración y mantenimiento preventivo para el equipo utilizado para vigilar las medidas de control principales y para el equipo operativo usado en las medidas de control principales.	
Realice capacitación de personal regularmente para asegurar que están capacitados para hacer sus labores y que entienden los riesgos asociados con la calidad del agua.	
Asegure una conciencia de temas de regulación relacionados a calidad del agua.	
Esfuércese por cumplir con las buenas prácticas de trabajo y mejores prácticas en todos los temas relacionados con calidad del agua.	
Desarrolle y use procedimientos normalizados de operación para temas críticamente relacionados con la calidad del agua	

## 8. CONCLUSIONES

La Salud rural es un eje transversal en el cual se debe centrar los principales esfuerzos del Sistema de salud pública Nacional, ya que el sector rural es el que está más desprotegido y con dificultad al acceso a dichos servicios; es por tal motivo que garantizar la calidad del agua que es suministrada a través del Sistema Rural de Agua de la población objetivo cobra tanta importancia ya que condiciona las medidas de higiene y planes que puedan implementarse a través de las diversas instituciones del Estado.

Mediante el estudio realizado se puede concluir que:

1. El sistema de distribución del agua utilizada por la asociación rural de agua el guineo no cumple con las características establecidas en relación a que no ha sido reemplazado a los diez años de funcionamiento, esto genera acumulación de material en el interior del tubo que predispone a la contaminación del agua.
2. El agua de la Asociación cumple con los límites de pH, de conductividad, la demanda bioquímica de oxígeno (DQO), el fósforo total, el nitrógeno total.
3. El Agua del sistema no recibe la cloración adecuada para garantizar la eliminación de microorganismos tales como Coliformes y otros.
4. El agua del sistema por provenir de una fuente natural endorreica de origen volcánico presenta la acumulación de metales y sólidos a un nivel que aunque no es dañino para el consumo humano puede provocar vulnerabilidad a la presencia de enfermedades de origen entéricas.
5. La presencia de coliformes fecales indican que además de no estar clorando adecuadamente, el pozo se encuentra en una zona en la cual se cuenta con la presencia de letrinas de fosa en un perímetro menor a 20 metros.

## **9. RECOMENDACIONES**

Finalizado el presente informe se recomienda que:

### **A ANDA:**

1. Crear e implementar mecanismos de supervisión que permitan garantizar la calidad del agua de los sistemas de distribución de las Zonas rurales del país.

### **A LA ASOCIACION:**

1. Mejorar el sistema de cloración del agua que garantice la eliminación de los mecanismos precursores de enfermedades entéricas.

### **A LA UNIVERSIDAD:**

1. Realizar el seguimiento al presente estudio para garantizar el cumplimiento del Manual Operativo implementado en la Asociación Rural de Agua El Guineo.

### **OTROS:**

1. Se realice un monitoreo constante por parte de la municipalidad de El Congo y las Diferentes Instituciones de Salud delegadas Constitucionalmente para supervisión y monitoreo de la calidad del agua suministrada a las familias de la zona rural del Municipio.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

Córdoba, M. A., Del Coco, V. F., & Basualdo, J. A. (2010). Agua y salud humana. *Química Viva*.

cesta. (2012). cesta. Obtenido de <http://www.cesta-foe.org.sv/servicios/Boletin%2005.html>

COMURES. (2007). *GOOGLE ACADEMICA*. Obtenido de <http://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/Fulltext/ADCE0000546/Capitulo%201.pdf>.

CONACYT, c. t. (12 de JUNIO de 2009). NORMA SALVADOREÑA OBLIGATORIA DE AGUA POTABLE. *AGUA, AGUA POTABLE SEGUNDA ACTUALIZACION*. SAN SALVADOR, EL SALVADOR: S.D.

CONACYT, C. T. (2009). *NORMA SALVADOREÑA OBLIGATORIA DE AGUA, AGUA POTABLE*.

Dr LEE Jong-wook, D. G. (NOVIEMBRE de 2004). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/facts2004/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/)

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2006). *foro del agua*. Obtenido de [http://forodelagua.org.sv/sites/default/files/documentos/2013/01/cuaderno\\_del\\_agua\\_pnud.pdf](http://forodelagua.org.sv/sites/default/files/documentos/2013/01/cuaderno_del_agua_pnud.pdf)

UNICEF. (2002). *UNICEF*. Obtenido de [https://www.unicef.org/spanish/wash/index\\_31600.html](https://www.unicef.org/spanish/wash/index_31600.html)

Gray, N.F. 1996. Calidad del agua potable (Problemas y soluciones). Editorial Acriba Zaragoza, España. Pp. 154-160

Fernández, E. 1981. Microbiología Sanitaria: Agua y sus Alimentos. Vol. 1 Universidad de Guadalajara. Pp. 39-56,159-170

Sánchez-Pérez, H.J. M.G. Vargas-Morales y J. D. Méndez-Sánchez, 2000. Calidad bacteriológica del agua para consumo humano en zonas de alta marginación de Chiapas . Revista Salud Pública de México. Vol 42 No. 5:397-406.

Flores-Abuxapqui, J.J., G.J. Suarez-Hoil, M.A. Puc-Franco, M.R. Hereida-Navarrete, M.L. Vivas-Rosel y J. Franco-Monsreal 1995. Calidad bacteriológica del agua potable de la Ciudad de Merida, México. Revista Salud Pública de México. Vol 37 No. 3:236- 239.

Mac Faddin, J. 1984. Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica. Editorial Panamericana. México D.F.

Koneman, E.W., S.D. Allen, W.M. Janda, P.C. Schreckenberger, W.C. Winn. 1999. Diagnóstico Microbiológico. Editorial Panamericana. México D.F.

Método 2130 B. "Método nefelométrico" Métodos Normalizados Para el Análisis de Aguas Potables y Residuales, American Public Health Association, USA, 17a. Edición 1989, 2-12 - 2-17. 22.

Método 1889 - 88a "Standard Test Methods for Turbidity of Water", American Society Testing Materials (ASTM), USA, ASTM Committe D-19 on Water.

#### Paginas Web

[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/facts2004/es/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/index.html)

[http://www.tudiscovery.com/water/.](http://www.tudiscovery.com/water/)

<http://www.derecho-ambiental.org/Derecho/Legislacion/Ley-de-AguasEcuador.html>

<http://www.eccentrix.com/members/hidrogeologie>

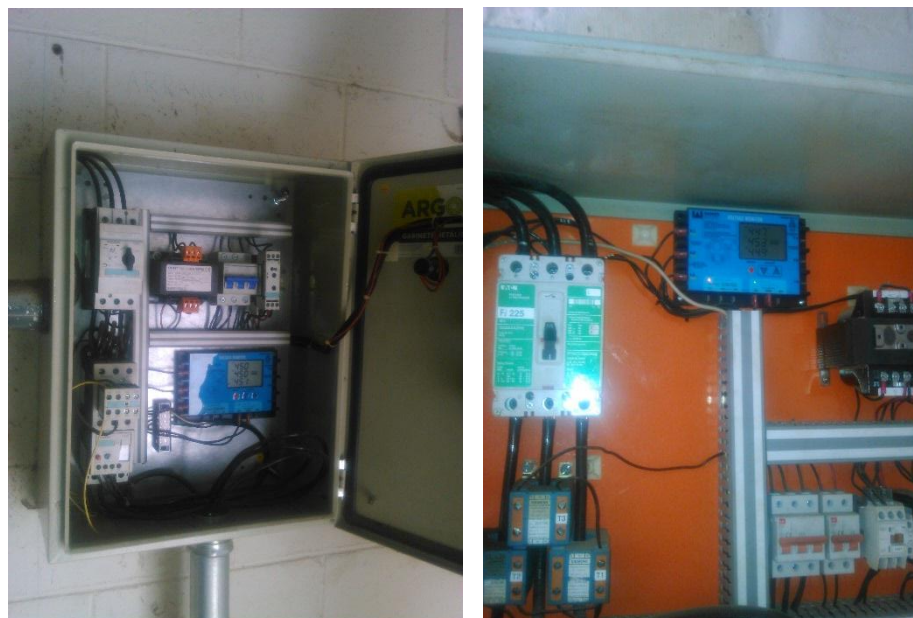
## **ANEXOS**

## Anexo 01 POZO DE BOMBEO



Equipo de Bombeo: El pozo profundo está equipado con una bomba sumergible de 125 HP, 460 Hz, marca Gabriel Pumps, la cual tiene 3 años de operación.

## Anexo 02 CASETA DE CONTROL



Caseta de control de bombas



**Anexo 03 PLANTA DE BOMBEO**



Planta de bombeo de Agua de la Asociación.

**Anexo 04 LINEA DE IMPELENCIA**





## Anexo 05 TANQUE DE ALMACENAMIENTO EL PINAL



Fotos de tanque dañado

## Anexo 06 TANQUE BUENOS AIRES



**Anexo 07 TANQUE DE EL ROSARIO**



**Anexo 08 VALVULAS DAÑADAS**





**Anexo 09 SISTEMA DE CLORACIÓN**



**Anexo 10 MACROMEDIDORES**







**Anexo 13 DESECHOS SOLIDOS**



Acumulación de desechos en proximidades de pozo y lago de Coatepeque.

## ANEXO 14 INSTRUMENTO DE EVALUACION DE CONDICIONES DEL SISTEMA

	<b>CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA, QUE ABASTECE A LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE EL CONGO EN EL PERIODO COMPRENDIDO DE FEBRERO A AGOSTO DEL 2017.</b>			
Identificación del establecimiento:		fecha de evaluación:		
<b>objetivo #1:</b> evaluar las condiciones de captación, Almacenamiento y distribución del agua a las zonas rurales del municipio de El Congo.		sistema evaluado:		
NUMERAL	ASPECTOS A EVALUAR	OPTIMO	DEFICIENTE	OBSERVACION
1	condiciones de captación y bombeo			
1.1	El 100 % de las partes del sistema de captación y bombeo funcionan			
1.2	La vida útil del sistema de impelencia menor a 10 años.			
1.3	medición de cloro libre entre 0.3 mg/l y 1.1 mg/l.			
2	condiciones de almacenamiento			
2.1	Frecuencia de limpieza y desinfección menor a 6 meses.			
3	Condiciones en la distribución del agua.			
3.1	vida útil del sistema de tuberías menor de 10 años			
3.2	cloro libre en sistema de distribución entre 0.3 mg/l y 1.1 mg/l			

**ANEXO 15 INSTRUMENTO DE EVALUACION DE CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA SUMINISTRADA POR LA ASOCIACION.**

**CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA, QUE ABASTECE A LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE EL CONGO EN EL PERIODO COMPRENDIDO DE FEBRERO A AGOSTO DEL 2017.**



identificación del establecimiento: \_\_\_\_\_ fecha de evaluación: \_\_\_\_\_  
 sistema evaluado: \_\_\_\_\_  
 objetivo #2: describir las características físico químicas microbiológicas presentes en el agua distribuida a La zona rural del municipio de El Congo.

NUMERAL	ASPECTOS A EVALUAR	OPTIMO	DEFICIENTE	OBSERVACION
<b>1</b>	<b>características fisicoquímicas</b>			
1.1	color verdadero menor de 15 puntos			
1.2	olor no rechazable			
1.3	acidez en rango de 6 y 8.5 unidades			
1.4	sabor no rechazable			
1.5	no presencia de solidos disueltos (<1000)			
1.6	turbidez menor de 5 unidades			
1.7	temperatura no rechazable			
1.8	no presencia de sustancias químicas			
1.9	color verdadero menor de 15 puntos			
1.1	Presencia de sustancias químicas orga/inorg.			
1.11	presencia de residuos de plaguicidas			
<b>2</b>	<b>características microbiológicas</b>			
2.1	presencia de microorganismos (<100 mcro)			
2.2	presencia de coliformes totales			
2.3	presencia de coliformes fecales			
2.4	presencia de escherichia coli			

**ANEXO 16 INSTRUMENTO DE CONTROL DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMA OBLIGATORIA DE AGUA.**

	<p><b>CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA, QUE ABASTECE A LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE EL CONGO EN EL PERIODO COMPRENDIDO DE FEBRERO A AGOSTO DEL 2017.</b></p>			
<p>Identificación del establecimiento.</p>		<p>fecha de evaluación: sistema evaluado:</p>		
<p><b>objetivo # 3:</b> elaborar un manual operativo institucional para garantizar la calidad del agua de la zona rural del municipio de El Congo abastecida (ARMG)</p>				
	<b>ASPECTOS A EVALUAR</b>	<b>OPTIMO</b>	<b>DEFICIENTE</b>	<b>OBSERVACION</b>
1	Elaboración de un manual operativo			
1.1	Elaboración de un manual operativo para la institución.			
2	calidad del agua			
2.1	Cumplimiento de la norma obligatoria del agua para consumo.			





**UNIDAD DE MEDIO AMBIENTE**  
**INFORME DE ANÁLISIS EN AGUA POTABLE**  
**MUESTRA 170606424-01**

Pag 1 / 1

**DATOS GENERALES**

Muestra: SISTEMA RURAL DE AGUA EL GUINEO  
Solicitante: ASOCIACION JUNTA ADMINISTRADORA DEL SERVICIO DE AGUA MULTIPLE EL GUI  
Responsable: DANIEL MENJIVAR  
Dirección: AV. SEFERINO MANCIA BARRIO EL CENTRO, EL CONGO, SANTA ANA  
Teléfono: 2446-9703 Fax : Correo Electronico dmozamenivar@ema

FECHAS	
Recibido :	16/06/2017
Análisis :	16/06/2017
Reporte :	30/06/2017

**ANÁLISIS**

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	UNIDADES	NORMA	MÉTODO	REFERENCIA *
A005 Magnesio	0.67	mg/L	S.R.D.	Espectrof. Abs. Atómica	3111-B
A007 Sodio	170.50	mg/L	200	Espectrof. Abs. Atómica	3111-B
A016 Hierro	0.03	mg/L	0.30	Espectrof. Abs. Atómica	3111-B
A027 Níquel	N.D.	mg/L	0.02	Espectrof. Abs. Atómica	3111-B
A032 **Zinc	N.D.	mg/L	5	Espectrof. Abs. Atómica	3111-B
A041 Mercurio	N.D.	mg/L	0.001	Espectrof. Abs. Atómica	3112
A051 Cadmio en Horno de Grafito	N.D.	mg/L	0.003	Espectrof. Abs. Atómica	3113-B
A052 Cromo en Horno de Grafito	N.D.	mg/L	S.R.D.	Espectrof. Abs. Atómica	3113-B

\*SMWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 th edition, 2012 mg:miligramos L:litro  
µmhos:micromhos cm:centímetros °C:grados centígrados UNT:unidades nefelométricas de turbidez N.D.: No Detectado  
Unidades-Co-Pt:Unidades Cobalto platino mL:mililitro S.R.D.: Sin Rango Definido \*\*Acreditado bajo ISO/IEC 17025:05 para el  
alcance establecido. \*Análisis subcontratado.

**OBSERVACIONES**



*[Firma]*  
21

Lic. Morena López de Cárcamo  
Gerente Unidad de Medio Ambiente

Nota: Esta muestra fue tomada o remitida por Cliente

El informe no debe ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita del Laboratorio.  
Los resultados corresponden solamente a la muestra analizada en el Laboratorio.  
No se recibirán quejas después de 45 días del ingreso de la muestra.

FSC 36.01 V.10 24/05/2016



## INSTITUTO DEL AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
APARTADO 1908, SANTA ANA, EL SALVADOR, C.A.

TELEFONOS (503) 2484-0801

### INFORME DE LABORATORIO

N° 01 -2017

Pág. 1 de 2

#### IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS:

Procedencia : Pozo Industrial  
Ubicación : Boca de Poso, caserío Monterrey, cantón La Laguna  
Municipio : El Congo  
Departamento : Santa Ana  
Fecha y hora de muestreo : 16 de mayo de 2017, 10.30 a.m.  
Fecha de recepción : 16 de mayo de 2017  
Fecha de análisis : 16 de mayo de 2017  
Fecha de informe : 19 de mayo de 2017  
Tomó la muestra : Dra. Carmen Liliana Batres de Moza  
Solicitante : Dra. Carmen Liliana Batres de Moza, por  
Asociacion rural de agua multiple "El Guineo"

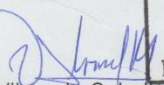
#### ANALISIS PRACTICADOS:

Determinación Físico-química	Unidades	Método	Resultados	NSO 13.07.01:04
pH	--	Potenciométrico	7.56	6.0 – 8.5
Color real	(Pt – Co)	Espectrofotométrico	1	15
Turbidez	FTU o NTU	Absortométrico	3	5
Sólidos disueltos totales	mg/l	Gravimétrico	1,124	1,000
Cloro residual	mg/l	Colorimétrico	0.04	0.3
Cromo total	mg/l	Diges. Colorimetría	0.20	0.05 *
Plomo	mg/l	Colorimétrico	0.007	0.01
Hierro	mg/l	Colorimétrico	0.01	0.30
Aluminio	mg/l	Colorimétrico	ND	0.2
<b>Determinación Bacteriológica</b>				
Coliformes totales	UFC/100 ml	Membrana filtrante	2	0
Coliformes fecales	UFC/100 ml	Membrana filtrante	2	0
E. Coli	UFC/100 ml	Membrana filtrante	0	0

ND= No detectable

\*Cromo hexavalente



  
Vilma de Caballero  
Gerente de Calidad.





## INSTITUTO DEL AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
APARTADO 1908, SANTA ANA, EL SALVADOR, C.A.

TELEFONOS (503) 2484-0801

### INFORME DE LABORATORIO

N° 02 -2017

Pág. 1 de 2

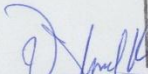
#### IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS:

Procedencia : Sistema de distribución  
Ubicación : Tanque del cantón El Pinar  
Municipio : El Congo  
Departamento : Santa Ana  
Fecha y hora de muestreo : 16 de mayo de 2017, 11 a.m.  
Fecha de recepción : 16 de mayo de 2017  
Fecha de análisis : 16 de mayo de 2017  
Fecha de informe : 19 de mayo de 2017  
Tomó la muestra : Dra. Carmen Liliana Batres de Moza  
Solicitante : Dra. Carmen Liliana Batres de Moza, por  
Asociacion rural de agua multiple "El Guineo"

#### ANALISIS PRACTICADOS:

Determinación Físico-química	Unidades	Método	Resultados	NSO 13.07.01:04
pH	--	Potenciométrico	7.56	6.0 – 8.5
Turbidez	FTU o NTU	Absortométrico	3	5
Cloro residual	mg/l	Colorimetrico	0.02	0.3
<b>Determinación Bacteriológica</b>				
Coliformes totales	UFC/100 ml	Membrana filtrante	12	0
Coliformes fecales	UFC/100 ml	Membrana filtrante	1	0
E. Coli	UFC/100 ml	Membrana filtrante	0	0



  
Vilma de Caballero  
Gerente de Calidad.



## INSTITUTO DEL AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
APARTADO 1908, SANTA ANA, EL SALVADOR, C.A.

TELEFONOS (503) 2484-0801

### INFORME DE LABORATORIO

Nº 03 -2017

Pág. 1 de 2

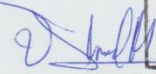
#### IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS:

Procedencia : Sistema de distribución  
Ubicación : Colonia Al Cementerio (mesón)  
Municipio : El Congo  
Departamento : Santa Ana  
Fecha y hora de muestreo : 16 de mayo de 2017, 12 m.  
Fecha de recepción : 16 de mayo de 2017  
Fecha de análisis : 16 de mayo de 2017  
Fecha de informe : 19 de mayo de 2017  
Tomó la muestra : Dra. Carmen Liliana Batres de Moza  
Solicitante : Dra. Carmen Liliana Batres de Moza, por  
Asociacion rural de agua multiple "El Guineo"

#### ANALISIS PRACTICADOS:

Determinación Físico-química	Unidades	Método	Resultados	NSO 13.07.01:04
pH	--	Potenciométrico	7.58	6.0 – 8.5
Turbidez	FTU o NTU	Absortométrico	3	5
Cloro residual	mg/l	Colorimetrico	0.02	0.3
<b>Determinación Bacteriológica</b>				
Coliformes totales	UFC/100 ml	Membrana filtrante	15	0
Coliformes fecales	UFC/100 ml	Membrana filtrante	12	0
E. Coli	UFC/100 ml	Membrana filtrante	0	0



  
Vilma de Caballero  
Gerente de Calidad.