



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Ingeniería para el Desarrollo Municipal

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUME LA POBLACIÓN
URBANA DEL MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA, BASADO EN LA
METODOLOGÍA DEL PLAN DE SEGURIDAD PARA CALIDAD DEL AGUA DE LA OMS

Ing. Químico Rómulo Enock Salguero Salvador
Asesorado por el Ing. Renato Giovanni Ponciano Sandoval Msc.

Guatemala, agosto de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUME LA
POBLACIÓN URBANA DEL MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA,
BASADO EN LA METODOLOGÍA DEL PLAN DE SEGURIDAD PARA
CALIDAD DEL AGUA DE LA OMS

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

RÓMULO ENOCK SALGUERO SALVADOR

ASESORADO POR EL ING. RENATO GIOVANNI PONCIANO SANDOVAL Msc.

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAGISTER EN INGENIERÍA EN DESARROLLO MUNICIPAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Ángel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian De León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
COORDINADOR	Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
EXAMINADORA	Inga. Elvia Miriam Ruballos



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / 24188000 Ext. 86226

APT-2016-059

Como Coordinador de la Maestría en Ingeniería para el Desarrollo Municipal y revisor del Trabajo de Graduación titulado **"SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUME LA POBLACIÓN URBANA DEL MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA, BASADO EN LA METODOLOGÍA DEL PLAN DE SEGURIDAD PARA CALIDAD DEL AGUA DE LA OMS"** presentado por el Ingeniero Químico **Rómulo Enock Salguero Salvador**, apruebo y recomiendo la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"



MSc. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
Coordinador de Maestría
Escuela de Estudios de Postgrado

Guatemala, agosto de 2016

Cc: archivo/la

Doctorado: Sostenibilidad y Cambio Climático. Programas de Maestrías: Ingeniería Vial, Gestión Industrial, Estructuras, Energía y Ambiente Ingeniería Geotécnica, Ingeniería para el Desarrollo Municipal, Tecnologías de la Información y la Comunicación, Ingeniería de Mantenimiento. Especializaciones: Gestión del Talento Humano, Mercados Eléctricos, Investigación Científica, Educación virtual para el nivel superior, Administración y Mantenimiento Hospitalario, Neuropsicología y Neurociencia aplicada a la Industria, Enseñanza de la Matemática en el nivel superior, Estadística, Seguros y ciencias actuariales, Sistemas de información Geográfica, Sistemas de gestión de calidad, Explotación Minera, Catastro.



FACULTAD DE
INGENIERÍA - USAC
ESCUELA DE
ESTUDIOS DE POSTGRADO

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / 24188000 Ext. 86226

APT-2016-060

El Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y dar el visto bueno del revisor y la aprobación del área de Lingüística del Trabajo de Graduación titulado **"SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUME LA POBLACIÓN URBANA DEL MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA, BASADO EN LA METODOLOGÍA DEL PLAN DE SEGURIDAD PARA CALIDAD DEL AGUA DE LA OMS"** presentado por el Ingeniero Químico **Rómulo Enock Salguero Salvador**, correspondiente al programa de Maestría en Ingeniería para el Desarrollo Municipal; apruebo y autorizo el mismo.

"Id y Enseñad a Todos"

MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Director
Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, agosto de 2016.

Cc: archivo/la

Doctorado: Sostenibilidad y Cambio Climático. Programas de Maestrías: Ingeniería Vial, Gestión Industrial, Estructuras, Energía y Ambiente Ingeniería Geotécnica, Ingeniería para el Desarrollo Municipal, Tecnologías de la Información y la Comunicación, Ingeniería de Mantenimiento. Especializaciones: Gestión del Talento Humano, Mercados Eléctricos, Investigación Científica, Educación virtual para el nivel superior, Administración y Mantenimiento Hospitalario, Neuropsicología y Neurociencia aplicada a la Industria, Enseñanza de la Matemática en el nivel superior, Estadística, Seguros y ciencias actuariales, Sistemas de información Geográfica, Sistemas de gestión de calidad, Explotación Minera, Catastro.



FACULTAD DE
INGENIERÍA - USAC
EP
ESCUELA DE
ESTUDIOS DE POSTGRADO

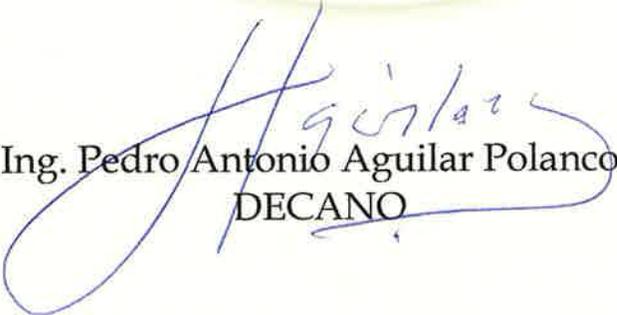
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / Ext. 86226

Ref. APT-2016-060

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Postgrado, al Trabajo de Graduación de la Maestría en Ingeniería para el Desarrollo Municipal titulado: **"SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUME LA POBLACIÓN URBANA DEL MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA, BASADO EN LA METODOLOGÍA DEL PLAN DE SEGURIDAD PARA CALIDAD DEL AGUA DE LA OMS"** presentado por el Ingeniero Químico **Rómulo Enock Salguero Salvador**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
DECANO

Guatemala, agosto de 2016.

Cc: archivo/la

Doctorado: Sostenibilidad y Cambio Climático. Programas de Maestrías: Ingeniería Vial, Gestión Industrial, Estructuras, Energía y Ambiente Ingeniería Geotécnica, Ingeniería para el Desarrollo Municipal, Tecnologías de la Información y la Comunicación, Ingeniería de Mantenimiento. Especializaciones: Gestión del Talento Humano, Mercados Eléctricos, Investigación Científica, Educación virtual para el nivel superior, Administración y Mantenimiento Hospitalario, Neuropsicología y Neurociencia aplicada a la Industria, Enseñanza de la Matemática en el nivel superior, Estadística, Seguros y ciencias actuariales, Sistemas de información Geográfica, Sistemas de gestión de calidad, Explotación Minera, Catastro.

AGRADECIMIENTOS A:

LA USAC

Por brindarme la oportunidad de formarme en sus aulas

**LA MUNICIPALIDAD DE
EL PROGRESO, JUTIAPA**

Por la apertura en brindarme todo el apoyo necesario para realizar la presente tesis, especialmente al personal de la Oficina Municipal de Agua.

EL CII:

Por colaborar desinteresadamente para la realización del presente trabajo de investigación

MI FAMILIA:

Por su incondicional apoyo y cariño.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XV
LISTA DE SÍMBOLOS	XVII
LISTA DE ACRÓNIMOS	XIX
GLOSARIO	XXI
RESUMEN	XXIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	XXV
Descripción	XXV
Formulación	XXV
Delimitación	XXVII
GENERAL	XXIX
Específicos	XXIX
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO	XXXI
INTRODUCCIÓN	XXXVII
1. ANTECEDENTES	1
1.1. El agua potable	1
1.1.1. El agua situación mundial	2
1.1.2. El agua en Guatemala	4

1.2.	Breve descripción del municipio de El Progreso, Jutiapa	10
1.2.1.	Antecedentes históricos	10
1.2.2.	Localización	10
1.2.3.	Extensión territorial	11
1.2.4.	Densidad poblacional	12
1.2.5.	Acceso al agua	12
1.2.6.	Hidrografía	13
1.3.	Breve historia del suministro del agua de la cabecera municipal del municipio de El Progreso, Jutiapa.	14
2.	MARCO TEÓRICO	19
2.1.	Calidad del agua	19
2.1.1.	Calidad microbiológica	20
2.1.2.	Calidad química del agua	20
2.2.	Agua potable	21
2.3.	Características físicas y organolépticas del agua para consumo humano	23
2.4.	Características químicas del agua para consumo humano	24
2.5.	Características microbiológicas	30
2.6.	Aspectos radiológicos	31
2.7.	Indicadores bacteriológicos	32
2.8.	Plan de seguridad del agua (PSA)	33
2.8.1.	Evaluación del sistema	34
2.8.2.	Modelo operativo	34
2.8.3.	Planes de gestión	35

2.8.4. Pasos a seguir para desarrollar un Plan de Seguridad del Agua	35	
2.8.4.1.	Formación del equipo del PSA	35
2.8.4.2.	Descripción del sistema de suministro de agua	36
2.8.4.3.	Determinación de los peligros y eventos peligrosos y evaluación de los riesgos	36
2.8.4.4.	Determinación y validación de medidas de control y nueva evaluación y clasificación de los riesgos.	37
2.8.4.5.	Elaboración y Ejecución y mantenimiento de un plan de mejora o modernización.	37
2.8.4.6.	Definición del monitoreo de las medidas de control	38
2.8.4.7.	Verificación de la eficacia del PSA	38
2.8.4.8.	Procedimientos de gestión para el sistema de abastecimiento de agua.	39
2.9. Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable	40	
2.9.1	Fuente	40
2.9.2	Línea de conducción	41
2.9.3	Almacenamiento/tanque de distribución	41
2.9.4	Distribución	41
2.9.5	Importancia del abastecimiento del agua	42
2.10. Sistema de gestión		44
2.11. Contaminación del agua		45
2.11.1.	Contaminación de origen biológico	46
2.11.2.	Contaminación de origen Químico	46
2.11.3.	Importancia de la desinfección del agua	47
2.11.4.	Vigilancia de sistemas de abastecimiento de agua	47
2.12. Presencia de metales en la fuente de agua		48
2.13. Situación actual de la normativa guatemalteca		49
3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS		51
3.1.	Evaluación del sistema de distribución de agua potable del municipio de El Progreso, Jutiapa.	51

3.1.1.	Aspectos generales	51
3.1.2.	Estructura organizacional	58
3.1.3.	Sistema de captación	58
3.1.4.	Tratamiento	61
3.1.5.	Almacenamiento	62
3.2.	Monitoreo operativo	62
3.2.1.	Medidas de Control	62
3.2.2.	Análisis del agua	63
3.2.3.	Toma de muestras	63
3.2.4.	Análisis de las muestras	63
3.3.	Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos	64
3.3.1.	Resultados de análisis fisicoquímicos	64
3.3.2.	Resultados de análisis microbiológico	67
4.	INTERPRETACIÓN, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	69
4.1.	Parámetros microbiológicos	69
4.2.	Parámetros fisicoquímicos	70
4.3.	Parámetros Químicos	71
4.3.1.	Dureza total	71
4.3.2.	Cloro residual	72
4.4.	Propiedades físicas	73
4.4.1.	Sólidos totales	74
4.4.2.	Conductividad eléctrica	75
4.4.3.	Potencial de Hidrógeno (pH)	76
5.	PROPUESTA DE UN PLAN DE SEGURIDAD PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA, BASADO EN LA METODOLOGÍA DEL PLAN DE SEGURIDAD PARA LA CALIDAD DEL AGUA DE LA OMS	79
5.1.	Conformación de equipo de trabajo del Plan de Seguridad del Agua (PSA)	80
5.2.	Descripción del sistema de suministro de agua	81

5.3. Determinación de los peligros, eventos peligrosos y evaluación de los riesgos	82
5.4. Determinación de puntos críticos de control y de medidas de control existentes o potenciales	84
5.5. Elaboración, ejecución y mantenimiento de un plan de mejora o modernización	86
5.6. Seguimiento a la realización de actividades propuestas y verificación de la eficacia del PSA	86
5.7. Realización de exámenes periódicos del PSA	88
5.8. Elaboración de procedimientos de gestión	89
5.9. Tiempos para implementar un PSA en el municipio de El Progreso, Jutiapa	90
CONCLUSIONES	93
RECOMENDACIONES	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
ANEXO I	103
ANEXO II	119
ANEXO III	122

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

1. Cabecera municipal del municipio de El Progreso, Jutiapa	11
2. Mapa del municipio de El Progreso, Jutiapa	14
3. Organigrama de la Oficina Municipal del Agua	53
4. Diagrama del sistema de distribución de agua de la cabecera municipal de El Progreso, Jutiapa	55
5. Mapa de ubicación del sistema de distribución de agua de la cabecera municipal del municipio de El Progreso, Jutiapa.....	56
6. Estratigrafía del pozo El Rodeo	60
7. Dureza total del agua	72
8. Cloro residual	73
9. Sólidos totales	74
10. Conductividad eléctrica	75
11. Potencial de hidrógeno (LMA)	76
12. Potencial de hidrógeno (LMP).....	77
13. Interior tanque El INDE	122
14. Exterior del tanque El INDE	122
15. Exterior del tanque La Lomita	123
16. Alimentación de cloro al sistema	123
17. Sistema de cloración	124

TABLAS

I. Variables microbiológicas para calidad del agua (1).....	XXXIII
II. Características físicas y organolépticas que debe tener el agua para consumo humano	24
III. Características químicas que debe tener el agua para consumo humano ...	25
IV. Relación de las sustancias inorgánicas cuya presencia en el agua es significativa para la salud	26
V. Sustancias plaguicidas cuya presencia en el agua es significativa para la salud	27
VI. Sustancias orgánicas cuya presencia en el agua es significativa para la salud	29
VII. Valores guía para verificación de la calidad microbiológica del agua	31
VIII. Valores guías para los aspectos radiológicos en agua.....	31
IX. Radionúclidos indicadores de radiación y sus valores guías en agua	32
X. Características físicas del agua	65
XI. Sustancias químicas del agua en mg/L	66
XII. Sustancias químicas del agua en mg/L (continuación)	67
XIII. Resultados del examen bacteriológico	68
XIV. Actividades para la implementación de un plan de seguridad del agua	91

LISTA DE SÍMBOLOS

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
cm ³	Centímetro cúbico
°C	Grados centígrados
mg	Miligramos
(M _n)	Manganeso
(NO ₂)	Nitritos
(NO ₃)	Nitratos
(Cl)	Cloruros
(F)	Fluoruros
(SO ⁻³ ₄)	Sulfatos
(Fe)	Hierro total

LISTA DE ACRÓNIMOS

ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
ANAM	Asociación Nacional de Municipalidades
AWWA	American Water Works Association
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CII	Centro de Investigaciones
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INE	Instituto Nacional de Estadística
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

NGO	Norma Guatemalteca Obligatoria
NTG	Norma Técnica Guatemalteca
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PROMUDEL	Programa Municipios para el Desarrollo Local
PSA	Plan de Seguridad del Agua
PVC	Policloruro de vinilo
SEGEPLAN	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales
UNT	Unidades nefelométricas de turbiedad

GLOSARIO

Agente oxidante	Entidad química que capta electrones.
Clorador	Equipo empleado para agregar cloro a las aguas industriales o municipales con el fin de evitar la proliferación de microorganismos y algas.
Cloro residual libre	Parámetro que indica la concentración de cloro disuelto y químicamente disponible después de la cloración.
Fermentación	Transformación de sustancias orgánicas, principalmente hidratos de carbono con la participación de microorganismos.
Límite máximo aceptable	Valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba de la cual estas características son percibidas por los consumidores desde el punto de vista sensorial pero sin que implique un daño a la salud del consumidor.
Límite Máximo Permisible	Valor de la concentración de cualquier

característica del agua, arriba de la cual el agua no es adecuada para el consumo humano.

pH

Actividad del ión hidrógeno.

Red de distribución

Conjunto de tuberías, accesorios y dispositivos que permiten la entrega del agua a los consumidores de forma constante, con presión apropiada y en cantidad suficiente para satisfacer sus necesidades. Se consideran parte de una red de distribución: camiones cisterna y depósitos de cualquier naturaleza.

Sistema

Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objetivo.

Solubilidad

Propiedad que presenta un sólido de disolverse en un líquido formando una mezcla homogénea. Depende de la naturaleza del disolvente, del soluto y de la temperatura.

RESUMEN

El presente trabajo consiste en hacer una evaluación del sistema de distribución de agua del municipio de El Progreso, Jutiapa y compararlo con la metodología del plan de seguridad para calidad del agua de la OMS, con el objeto de establecer un sistema de distribución en dicha cabecera municipal, que garantice a sus habitantes la sostenibilidad de la calidad del vital líquido que consume y que siempre sea apta para consumo humano.

En el presente estudio, se encuentra la información relacionada con el municipio en el cual se realiza el estudio, las conclusiones de estudios similares que se han realizado en otros lugares con anterioridad, así como la situación mundial, nacional y local de la calidad del agua.

Además se plantea información técnica relacionada con la calidad del agua; los elementos que conforman un plan de seguridad del agua; Componentes de un sistema de abastecimiento de agua; definición de sistema de gestión; la normativa guatemalteca del agua para consumo humano y una entrevista con un experto sobre la situación de la calidad del agua en Guatemala.

Se describe también, la evaluación actual del sistema de distribución de agua del municipio de El Progreso, Jutiapa, cuál es la situación del sistema de captación, conducción, distribución, tratamiento y almacenamiento, así como la estructura organizacional. Se muestra, además, cuál es el monitoreo que se le realiza al agua en el municipio; se indica si los controles que actualmente se le hacen al agua son efectivos; se presenta si el sistema de desinfección que actualmente se tiene está cumpliendo con sus objetivos y se reporta la calidad del agua, tanto en pruebas microbiológicas como en fisicoquímicas.

Se presenta el análisis de los resultados obtenidos, específicamente en los datos obtenidos de los ensayos realizados, tanto para las pruebas fisicoquímicas como para las microbiológicas del agua, con el sistema actual de abastecimiento en sus diferentes etapas.

Se desarrolla para finalizar, la propuesta de un plan de seguridad para el sistema de agua del municipio de El Progreso, Jutiapa, se presentan todas las modificaciones que se le deben realizar a éste, según lo establece la OMS para garantizarle agua inocua a la población que la consume.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Descripción

En el presente año 2015, los municipios del oriente del país, especialmente en los del departamento de Jutiapa y específicamente en el municipio de El Progreso, Jutiapa, no se realizan los controles necesarios con la periodicidad debida a la calidad del agua que consume la población urbana de dicho municipio. Tampoco se sabe cuál es el origen de varias enfermedades que padece la población, como cálculos renales y diferentes tipos de cáncer que posiblemente sean transmitidas vía el agua que consume dichos habitantes. En Guatemala se identifican deficiencias en la calidad de los servicios de abastecimiento de agua; en la organización de las municipalidades para prestar el servicio y específicamente en la de El Progreso, Jutiapa; existe ausencia de planificación y hay insuficiente inversión que garantice el sostenimiento de la cobertura de los servicios y de la calidad de la misma, por tal motivo es necesario realizar una investigación donde se establezca cuál es el sistema de gestión que tienen para mejorar la calidad del agua que consume la población de dicho municipio.

Formulación

Con el presente estudio se propone evidenciar las condiciones en que se encuentra el sistema de abastecimiento de agua de El municipio de El Progreso Jutiapa y lo vulnerable que es éste y cómo afecta la salud de la población, por lo que es necesario plantearse la siguiente pregunta secundaria ¿Cómo es el

sistema de abastecimiento del agua que consume la población urbana del municipio de El Progreso, Jutiapa?, para ello se evaluará la forma de funcionamiento del sistema actual y se harán las observaciones necesarias para que se mejore la distribución del vital líquido.

Por todo lo expuesto anteriormente, es importante plantearse las preguntas siguientes: ¿Cuáles son las medidas que toma la municipalidad de El Progreso, Jutiapa, para asegurar la calidad y abastecimiento del agua que consume la población en el área urbana?, y ¿Hasta qué grado son suficientes estas medidas para asegurar la calidad del agua? por eso para responder a estas preguntas es necesario establecer un sistema para garantizar que la calidad del agua que consume la población del área urbana de dicha población sea apta para consumo humano.

También el riesgo de enfermarse debido a las condiciones del sistema de distribución y lo necesario que es tener puntos críticos de control en un sistema de abastecimiento de agua, es importante plantearse ¿Qué planes o medidas tiene contempladas la municipalidad para el sistema de abastecimiento de agua y que medidas son necesarias para enfrentar anomalías o incidentes para evitar la contaminación de la misma? Por lo que se establecerá cuáles son los controles que se deben realizar para que la población siempre reciba agua que esté libre de contaminación.

Actualmente, los problemas del agua se centran tanto en la calidad como en la cantidad para abastecer a las poblaciones de una forma adecuada, así mismo están relacionados con la continuidad del servicio, por eso es importante plantearse la pregunta ¿Qué sistemas de gestión se tienen tanto para el funcionamiento normal como cuando ocurran incidentes para el agua que consume la población urbana del municipio de el Progreso, Jutiapa? por lo que es trascendental diseñar un sistema de gestión que garantice el abastecimiento

durante las 24 horas a la población y que ésta sea siempre un agua de calidad para consumo humano para evitar el riesgo de enfermarse.

Delimitación

El presente estudio se realiza en el área urbana del municipio de El Progreso, Jutiapa, en el actual año 2015. Con esta investigación se pretende resolver el problema de la calidad del agua que consume la población de dicha área y a la vez garantizarle a la población que en un futuro, por medio de un plan de seguridad del agua, siempre ésta será apta para consumo humano y evitar así que la población sufra enfermedades por la mala calidad del agua que consume.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de gestión de la calidad del agua que consume la población urbana del municipio de El Progreso, Jutiapa, basado en la metodología del plan de seguridad para la calidad del agua de la OMS.

Específicos

1. Evaluar el sistema de abastecimiento de agua de consumo de la población urbana del municipio de El Progreso, Jutiapa.
2. Establecer las medidas de control para evitar la contaminación del agua que consume la población urbana del municipio de El Progreso, Jutiapa.
3. Elaborar procedimientos de gestión tanto para el funcionamiento normal como cuando se produzcan incidentes, para el agua que consume la población urbana de El Municipio de El Progreso, Jutiapa.

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

Debido a la profundidad del estudio de las variables que se quiere realizar y al alcance de los resultados, se elabora un diseño de investigación descriptiva, con enfoque cuantitativo debido a que los datos de las muestras son recolectados en un determinado momento conforme se realiza el muestreo y cuyo objetivo es describir las características que tiene el agua que consume dicha población.

El estudio se realiza en las tres fases siguientes:

Fase 1: Para cumplir con el primer objetivo, inicialmente se efectúa trabajo de campo, que consiste en evaluar el sistema de distribución de agua que actualmente tiene el área urbana del municipio de El Progreso, Jutiapa, para lo cual se traslada a dicho municipio, se realiza entrevista de tipo individual al jefe de la oficina municipal de agua y a los técnicos que en ella laboran, para obtener información de la situación actual del sistema de distribución de agua de la cabecera municipal del municipio. Se hacen las preguntas según lo establece un plan de seguridad del agua, y las respuestas se compararán con lo establecido en dicho plan, para sugerir posteriormente las mejoras.

El estudio es de tipo descriptivo y hace uso de técnicas experimentales para lograr su objetivo. Se realiza la descripción del sistema de distribución del área urbana del municipio de El Progreso, Jutiapa y se efectúa un muestreo del agua en los diferentes puntos del sistema donde se toman muestras que

posteriormente son enviadas al laboratorio para realizarle tanto análisis microbiológico como fisicoquímicos, para determinar la calidad del agua.

Los frascos tanto para el análisis microbiológico como para el fisicoquímico fueron identificados para evitar confusiones y para cada frasco se llena una etiqueta proporcionada por el laboratorio, que contiene la siguiente información: fecha, hora, lugar donde se toma la muestra, fuente, municipio, departamento, persona que toma la muestra, condiciones de transporte con o sin refrigeración.

Las muestras seleccionadas se transportan hacia el laboratorio de aguas del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, para realizarle los respectivos análisis microbiológicos y fisicoquímicos y los resultados obtenidos se comparan con los establecidos en la norma COGUANOR NTG 29001, del agua para consumo humano, para conocer la calidad de la misma.

El muestreo se hace de acuerdo a la población urbana de dicho municipio que según el censo de población del año 2002 es de 7,241 habitantes.

El muestreo se realiza conforme a lo establecido en la norma COGUANOR. Agua para consumo humano (agua potable). Recolección, preservación, transporte y almacenamiento de muestras. Generalidades.

En la tabla I, se muestra el diseño de instrumentos de recolección de información, y según el formato contiene las especificaciones establecidas en la norma COGUANOR de calidad de agua.

Tabla I. Variables microbiológicas para calidad del agua (1)
Análisis bacteriológico

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN
INFORMACIÓN DEL CLIENTE	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO

Investigación de coliformes (grupo coli-aerogenes))

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA		
		FORMACIÓN DE GAS		
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS 35°C	TOTAL	FECAL RR.5°C	ESPECIFICADA EN NORMA
10.00 cm ³				
0.1 cm ³				
0.01 cm ³				

Características del agua

CARACTERÍSTICA	REPORTADO	ESPECIFICADA EN NORMA
SABOR		
ASPECTO		
OLOR		
SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN		
CLORO RESIDUAL		

Análisis físico químico

Resultados

SUSTANCIAS	mg/L Reportado	Mg/L especificado en norma
Amoníaco		
Nitritos (NO ₂)		
Nitratos (NO ₃)		
Cloro Residual		
Manganeso (M _n)		
Cloruros (Cl)		
Fluoruros(F)		
Sulfatos (SO ₄ ⁻²)		
Hierro Total (Fe)		
Dureza total		

Sólidos Totales		
Sólidos Volátiles		
Sólidos Fijos		
Sólidos en Suspensión		

Alcalinidad (Clasificación)

sustancia	HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
Reportada				
Especificada en norma				

(1) Formatos utilizados por el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Fase 2: Seguidamente, según la información obtenida de las entrevistas y los resultados obtenidos de las muestras tomadas, se obtiene toda la información necesaria para determinar qué mejoras se le deben hacer al sistema actual y se establecen qué medidas de control deben tomarse en todas las etapas de distribución, para evitar que el agua se contamine en cualquier punto y garantizarle a la población, la seguridad que siempre tenga agua potable apta para consumo humano. El resultado que se espera obtener, es que en todas etapas de la red de distribución de agua de la cabecera municipal donde se establezcan los controles, el agua sea apta para consumo humano y evitar que se pueda contaminar en cualquiera de éstas.

Fase 3: Finalmente, se determinará qué documentación se requiere elaborar, a través de la información directa que se obtenga, al observar de manera personal el sistema de distribución de agua, que es la principal fuente de información debido a que permite visualizar todas las actividades que se llevan a cabo, para asegurarle a la población que siempre va tener agua apta para consumo humano, así como para garantizarle el abastecimiento durante

las 24 horas del día. También se establece el sistema de procedimientos para cuando ocurran emergencias, para que siempre se mantenga la calidad del servicio. El resultado esperado es documentar todo el proceso del sistema de abastecimiento de agua, con el propósito de mantener la misma calidad para los consumidores del vital líquido, que tengan la confianza necesaria en la empresa que le está proporcionando el servicio.

INTRODUCCIÓN

Con el presente estudio se analiza cómo es el sistema de distribución de agua potable del área urbana del municipio de El Progreso, Jutiapa, y se elaboran las observaciones para mejorar el mismo, según lo establece la Guía para la calidad del agua (2006). Se trata de establecer un sistema que garantice a la población el agua que consume sea apta para consumo humano.

El problema consiste en resolver las dificultades que se tienen con la calidad del agua, tanto en calidad microbiológica como con la fisicoquímica, para reducir los riesgos de que la población del área urbana se enferme a causa de padecimientos que son transmitidas por medio del agua, cuando éstas no son aptas para consumo humano, a la vez de asegurarle a la población servicio de agua durante las 24 horas del día a todos los habitantes de la cabecera municipal. Es importante que la población de dicho municipio siempre obtenga agua apta para consumo humano, para garantizarles a los habitantes una mejor calidad de vida.

Los resultados que se obtienen son los pertenecientes a la calidad de agua que está consumiendo la población y se determina si el sistema de distribución cumple con lo establecido en un plan de seguridad del agua. Los aportes que proporciona el presente estudio a la población son muy importantes porque ayuda a mejorar el sistema de distribución. Con un sistema de gestión establecido se mejora grandemente el servicio que en el presente año 2015, se tiene y se la da confianza a la población sobre el líquido que está consumiendo.

Se hace una comparación del sistema de distribución actual con el que plantea la Organización Mundial de la Salud y se hace una propuesta para

mejorarlo, al igual que se analizan muestras de agua en diferentes puntos del sistema de distribución para así conocer la calidad de la misma y para analizar si existen contaminación en el trayecto hasta llegar al consumidor final, por lo que se considera factible la realización del presente trabajo de investigación, debido a que los costos de los análisis que se requieren ya fueron cotizados y pueden ser cubiertos, también ya se realizaron pláticas con las personas que trabajan en la Oficina Municipal de Agua y existe anuencia en colaborar con la información que se requiere para realizar el análisis de la distribución actual.

En el capítulo uno, se presenta la información relacionada con el municipio, conclusiones de estudios similares, así como la situación mundial, nacional y local de la calidad del agua. En el capítulo dos, se presenta información técnica relacionada con la calidad del agua. En el capítulo tres, se describe la evaluación actual del sistema de distribución de agua del municipio de El Progreso, Jutiapa. En el capítulo cuatro, se incluye el análisis de los resultados obtenidos y en capítulo quinto, se desarrolla la propuesta de un plan de seguridad para el sistema de agua del municipio de El Progreso, Jutiapa.

1. ANTECEDENTES

En el presente capítulo se hace una descripción de la situación del agua a nivel mundial y nacional, también se describe la población en la cual se realiza el presente estudio e incluye conclusiones de estudios similares realizados en Guatemala.

1.1. El agua potable

El Programa conjunto de Monitoreo para el Abastecimiento y Saneamiento del Agua (2003) indica que:

(...). el suministro de agua fue uno de los ocho componentes de la Atención Primaria de Salud que se identificaron en la Asamblea Mundial de la Salud celebrada en Alma Ata en 1978. La Declaración de Alma Ata referente a la Atención Primaria de Salud expandió dicho concepto para incluir nociones más amplias como precios asequibles, accesibilidad, independencia, colaboración inter-sectorial, participación comunitaria, sostenibilidad y justicia social. (p.1)

A nivel mundial se le ha dado mucha importancia al abastecimiento de agua inocua, porque mejora la calidad de vida de las personas.

Tener acceso al agua es un derecho humano básico y es fundamental para la salud. Se ha comprobado que cuando se invierte en sistemas de abastecimiento de agua es rentable desde el punto de vista económico, porque disminuyen las enfermedades y la reducción de costos de asistencia sanitaria es superior al costo de las intervenciones. La población más beneficiada con acceso al agua es la de escasos recursos por lo que éste es un componente eficaz para reducir la pobreza (OMS, 2006, p.1).

En el 2015 en Guatemala, los sistemas de abastecimiento de agua, en su mayoría todavía presentan muchas deficiencias y no se le está entregando a la población agua apta para consumo humano. El tener acceso a agua potable trae desarrollo a las comunidades y eleva el nivel de vida de su población, por ello la necesidad de establecer un plan de seguridad del agua en el municipio de El Progreso, Jutiapa.

Las prioridades en la década de los años 80, era ampliar la cobertura de agua domiciliar y no se priorizaba a la calidad. A raíz del aparecimiento del cólera, es cuando se le da la importancia necesaria a la calidad del agua de consumo y se comienzan a tomar las medidas sanitarias necesarias para ofrecerle a la población agua apta para consumo humano, logrando erradicar la enfermedad. Posteriormente los métodos de desinfección fueron modernizados, y sistematizados. (Ministerio de Salud El Salvador, 2008).

Debido al riesgo de la población ante la presencia de microbios en el agua que se constituye en vía de transmisión de las enfermedades tales como: diarrea, parasitismo intestinal, amebiasis intestinal, dengue y malaria clínica, la desinfección de la misma, constituye una de las medidas más efectivas que controlar la incidencia.

1.1.1. El agua situación mundial

La tierra con sus más de 6 000 millones de habitantes se enfrenta en el siglo XXI a una grave crisis del agua, el constante aumento de la población y con la creciente demanda del vital líquido, parece indicar que el problema estará empeorando y no se están tomando acciones correctivas para solucionarlo. El grupo de población a quienes más afecta este problema son

las personas pobres, porque son los más vulnerables y son las que sufren las enfermedades relacionadas con el agua. La situación de pobreza está relacionada con la crisis del agua, si se les proporciona un mejor acceso a ésta a las personas pobres, se puede estar contribuyendo a erradicarla. (PNUD, 2003, p. 4).

Una mejor gestión del agua ayudará a enfrentar la cada vez mayor escasez de agua en el mundo. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2013)

(...). Apenas 2,5% de toda el agua del mundo es agua dulce, y de ésta, casi 80% está encerrada en capas de hielo y glaciares, y la mayor parte del resto se encuentra bajo tierra, en suelas y rocas. Apenas 1% de toda el agua sobre la Tierra está a fácil disposición para nuestro uso y de todas las demás criaturas que componen nuestro mundo, (p. 4).

Debido al crecimiento poblacional y la mejora de vida de las personas, el consumo de agua per cápita está aumentando y por ende, la cantidad de agua a usar se incrementa. A causa de esto se puede decir que el agua existente en la tierra está comenzando a escasear y nos está llevando a una crisis del agua.

Jackson, R. (2001, p. 5) informa que “Aproximadamente el 99% de toda el agua dulce líquida está en los acuíferos subterráneos y al menos una cuarta parte de la población del mundo extrae su agua de estos suministros“. En este sentido el agua subterránea es un tema al que debe ponerse mucha atención, porque es un recurso que lo está utilizando gran parte de la población en el mundo y tenderá a agotarse debido a que este tipo de agua se recambia de una manera muy lenta. El vacío que se está creando por la extracción de este tipo de agua puede causar hundimiento del suelo y será otro problema que se avecina si no se toman las medidas necesarias.

Los recursos de agua dulce se están reduciendo a causa de la contaminación, en el año 2003, dos millones de toneladas al día de desechos eran arrojados en aguas receptoras. Estimando que la producción mundial de aguas residuales era de aproximadamente 1 500 km³ y asumiendo que sin un litro de agua residual contamina 8 litros de agua, la carga de contaminación mundial es de 12 000 km³ por eso se asume que un 50% de la población de los países en desarrollo están expuestos a fuentes de agua contaminadas, (ONU, 2003).

Tener un buen sistema de gestión del agua, asegurará a la población que siempre tendrá agua apta para su consumo, pero además se estarán cuidando las fuentes para que la calidad del agua que se está suministrando a la población esté libre de cualquier contaminante que pueda afectar la salud de la población que la consume.

1.1.2. El agua en Guatemala

En el contexto guatemalteco, el censo de población y vivienda del año 2002 arrojó una cobertura del 74,6 por ciento de los hogares que tienen acceso a agua por tubería, y un 22,4 por ciento tienen acceso al agua por acarreo. A su vez, según la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI), la cobertura de agua por red y chorro público alcanzó el 78% en el año de 2006 y 75% para el año 2011, reflejando un retroceso.

En cobertura, como puede verse según las estadísticas, todavía hay mucho trabajo por hacer en Guatemala sobre todo en el área rural que es donde mayor está acentuado el problema de abastecimiento, por lo que es

importante trabajar arduamente en el tema de suministro para llevarle el vital líquido a toda la población.

Según Samper (2008) dice que en Guatemala no solo la falta de cobertura del agua es un problema, también algo de gran importancia es la calidad del servicio. Se estima que solamente “el 15% del agua suministrada por los sistemas de red es desinfectada previamente de acuerdo con los parámetros mínimos que exigen las normas y que solo el 25% de los municipios cuentan con algún sistema de desinfección.”, (p. 3)

En cuanto a la calidad del agua que se está suministrando a la población, es uno de los problemas más grandes a solucionar, porque como se puede ver en las estadísticas son pocos los municipios que se están preocupando por darle agua potable a sus comunidades.

Otro de los problemas de calidad del agua es la discontinuidad y falta de regularidad de los servicios. Se estima que el 80% de los sistemas opera en forma intermitente entre 6 y 12 horas por día.

Según Foster y Araujo (2004) citado por Lentini (2010, p. 15): señala “que el promedio es de 17 horas al día y que 3,6 días al mes los usuarios no cuentan con el servicio.” En el área servida por la empresa municipal de agua (EMPAGUA) “se calcula que la continuidad del servicio es de 12 horas por día.” Por otra parte, el 9% de hogares en todo el país pasa en promedio seis días al mes sin servicio.

Según datos del Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e hidrología (INSIVUMEH) y del Plan de Acción para la modernización y fomento de la Agricultura y de Riego (PLAMAR) citado por SEGEPLAN Y BID (2006, p.

6), se estima que el país cuenta con una disponibilidad de 97 120 millones de metros³ anuales de agua, es decir 7 646 m³/habitante/año, cantidad siete veces mayor al límite de riesgo hídrico señalado por la comunidad internacional de 1 000 m³/habitante/año. Del volumen total de agua disponible se estima que se aprovecha cerca de un 10%, es decir 9 700 millones de metros cúbicos.

Guatemala tiene suficientes fuentes de agua para abastecer a la población, pero lamentablemente no se cuenta con una buena gestión de este recurso para suministrarle a la población, porque en algunos lugares se sufre de escasez y es más no se le ha proporcionado el líquido a toda su población. Garantizarle a la población el abastecimiento de agua durante las 24 horas del día es otro de los retos que tienen las autoridades.

Según el MSPAS (2007) citado por Lentini (2010, p. 20) las enfermedades de transmisión hídrica en este año llegaron a un total de más de 1 millón de casos, siendo cinco de las primeras veinte causas de morbilidad las siguientes: enfermedad diarreica aguda, parasitismo intestinal, amebiasis intestinal, dengue clásico y malaria clínica.

La mala calidad de agua que está consumiendo la población guatemalteca sobre todo en el área rural, es la causante de las enfermedades transmitidas por la vía del agua, por lo que es importante suministrarle agua a la población debidamente desinfectada.

Además Lentini (2010) expone que por la mala calidad del agua que se suministra a la población, ésta incurre en gastos adicionales para hervirla, filtrarla o clorarla y a la compra de agua embotellada.

La factura de agua se triplica, por la compra de garrafones. Se estima que “el 20% de la población compra agua envasada.”

El costo en que están incurriendo las familias guatemaltecas, por la falta de confianza en la calidad del agua que se le suministra es elevado, por lo que éste puede evitarse si la empresa que presta el servicio de suministro a la población, le garantiza que el agua que está llegando a sus hogares es inocua y al consumirla no le causará ningún efecto a su salud.

Lentini (2010, p. 53) presenta que la inexistencia o falta de un régimen tarifario son factores que han contribuido a que existan niveles muy bajos de cobertura y calidad de los servicios. Debido a que estos no guardan relación con los costos de prestación del servicio, por lo que se incurre en el otorgamiento de subsidios para ayudar a la gente en extrema pobreza. Los ingresos no alcanzan para cubrir los costos de operación.

Para brindarle un mejor servicio tanto como continuidad, calidad y cobertura es importante que se cobre una tarifa adecuada, para que las personas también valoren el agua, la cuiden y le den el uso apropiado.

Existen algunos estudios realizados en municipios de Guatemala como el que realizó Gudiel (1996), en donde expresa: que el agua que se consume en dicho municipio no es apta para consumo humano ni para uso industrial, recomendando que debe diseñarse un plan municipal de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de captación y distribución de agua potable que incluya proceso de tratamiento.”

También el estudio que realizó Almengor (citado por Gramajo 2004, p. 1) expresa que el agua en ciudad de Guatemala “se encuentra dentro de los

límites requeridos por la norma para agua potable según la norma COGUANOR.”

En la zona 11 de Mixco Guatemala (Gramajo, 2004), concluye además que el agua analizada de los cuatro pozos cumple con las especificaciones para el agua potable que establece la norma COGUANOR, por lo que dicha agua es apta para consumo humano.

En el municipio de Pachalum, Quiché (Má, 2006), concluye que “el sistema de abastecimiento en dicho municipio es deficiente debido a que las personas que lo manejan no tiene los conocimientos adecuados para dirigir el servicio, pero sobre todo porque no existe un reglamento que determine las funciones de sus miembros en sus actividades”. También concluye que el agua que entra al sistema no es apta para consumo humano, pero debido al tratamiento que se le efectúa, cuando la recibe la población cumple con los requisitos mínimos de calidad establecidos para el agua potable.

El caso de Pachalum es un buen ejemplo de lo importante que es el tratamiento del agua, porque se detectó que hay un problema de contaminación y se resuelve efectuando el tratamiento adecuado evitando así que muchas personas se enfermen por ingerir agua contaminada.

En el estudio del municipio de Huehuetenango (De León, 2008) el autor concluye que el agua que consume la población de dicha cabecera municipal, en cuanto a la calidad microbiológica, no posee las características microbiológicas que especifican las normas COAGUANOR, “debido a que se detectó presencia de microorganismos del grupo coliforme en cantidades superiores a las establecidas, por lo que no es apta para consumo humano.” Al

realizarle análisis fisicoquímicos también se determinó que supera los límites máximos aceptables.

La situación del agua que consumía la población del área urbana en esa fecha era crítica. Con urgencia debieron implementarse las medidas correctivas para volver esa agua apta para consumo humano y evitar que la gente se enfermara e incluso que pudiera causar la muerte a niños, que son los más vulnerables.

Un caso similar ocurre en el área urbana del municipio del Puerto de San José, Departamento de Escuintla, Ramos, (2006) determina que el agua suministrada por la red de abastecimiento de la municipalidad del Puerto de San José, según sus características bacteriológicas no es apta para consumo humano, por lo que no es potable.

La situación de la calidad del agua en el interior del país es grave, según lo establece Ramos en el área urbana del Puerto de San José. Él muestra la crisis que se vive en Guatemala por la falta de tratamiento del agua que consumen sus habitantes, por lo que es importante poner atención a este problema para beneficiar a toda la población, especialmente en los municipios más lejanos donde no se está atendiendo este problema.

También en países como Costa Rica, las fuentes de agua están contaminadas por lo que el agua para que sea apta para consumo humano debe ser tratada para cuidar la salud de los habitantes que la ingieren. En la microcuenca de la quebrada Victoria, Curubandé, Guanacaste, Costa Rica, Zhen, (2009), concluye que en la época de transición seca a lluviosa en el año 2009 el 60% de los sitios evaluados de la quebrada Victoria presentaron un nivel de riesgo alto para la salud debido a la contaminación bacteriana.

1.2. Breve descripción del municipio de El Progreso, Jutiapa

La siguiente información se basa en lo establecido en el Plan de Desarrollo Municipal de El Progreso Jutiapa (Segeplan, 2011), por ser la fuente que recopila la información más actualizada y es la más veraz por ser de la Secretaría General de Planificación.

1.2.1. Antecedentes históricos

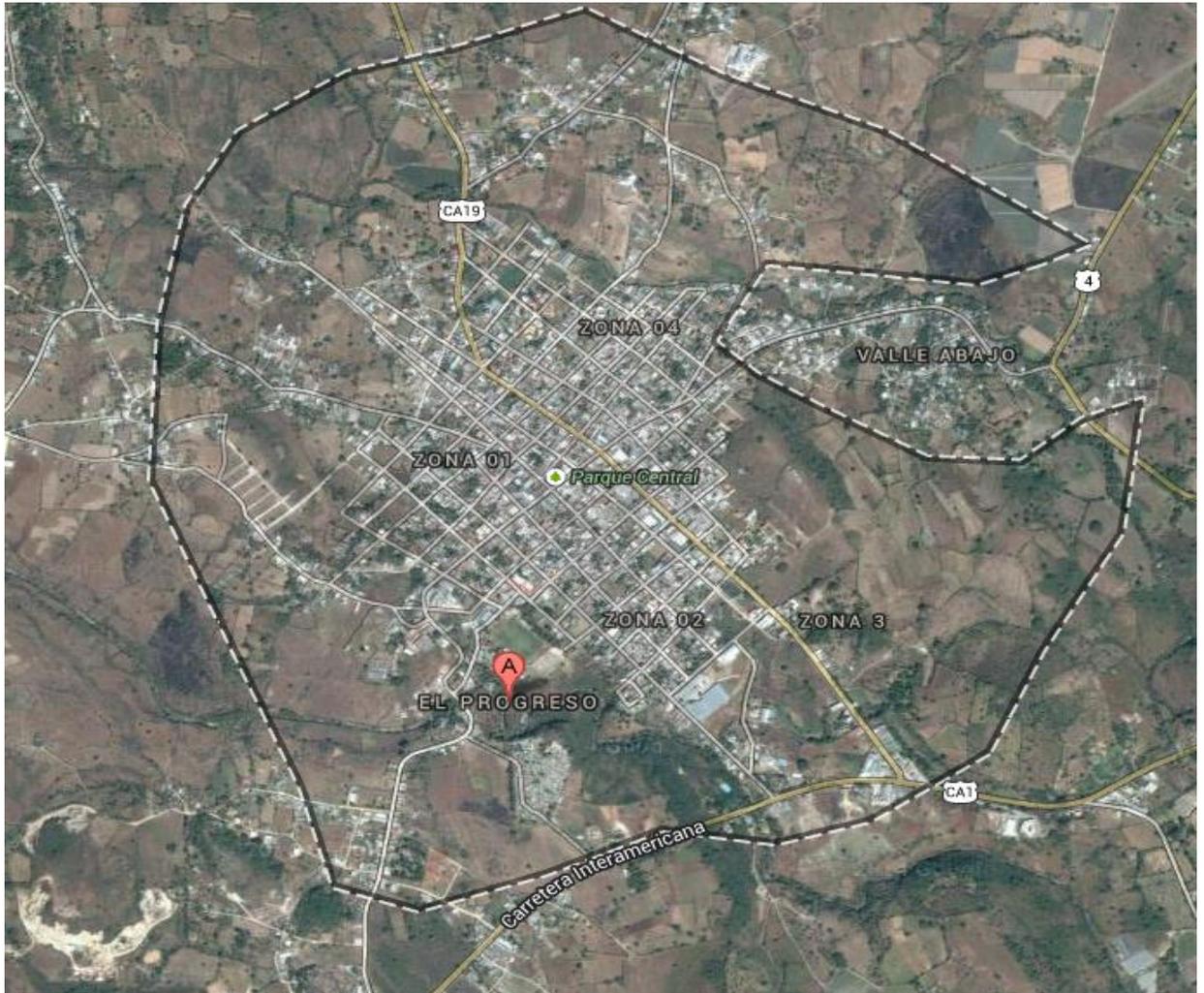
El Progreso, se encuentra ubicado en el Valle de Achuapa que significa “Tierra de Achioté”, los primeros habitantes de este valle eran la tribu indígena de los pipiles. El Municipio de El Progreso tiene como nombre poético “Rubí de Oriente”. Este municipio fue creado el 6 de octubre de 1884. Justo Rufino Barrios sugiere el cambio de nombre de Achuapa por el de El Progreso, esta propuesta se llevó a cabildo abierto, ganando la propuesta de El Progreso.

1.2.2. Localización

El municipio de El Progreso, se encuentra localizado a 128 kilómetros de la ciudad de Guatemala y a 11 kilómetros de la ciudad de Jutiapa cabecera departamental sobre la carretera internacional panamericana o CA-1, colinda al norte con el municipio de Monjas, departamento de Jalapa; al sur y al oeste con el municipio de Jutiapa, al este con Santa Catarina Mita y Asunción Mita, ambos pertenecientes al departamento de Jutiapa, asimismo está ubicado en la parte oeste dentro de la Cuenca del Río Ostúa.

Se localiza a una altitud de 970 metros sobre el nivel del mar, con una altitud norte de 14°21'18" y una longitud oeste de 89°50'56". En la ilustración 1 se presentan el mapa del área urbana de la cabecera municipal de El Progreso, Jutiapa, en el cual se puede visualizar que dicha área está dividida en 4 zonas.

Figura 1. Cabecera municipal del municipio de El Progreso, Jutiapa



Fuente: Google maps

1.2.3. Extensión territorial

El Progreso, Jutiapa, tiene una extensión territorial de 68 km², éstos representan el 2.11% de los 3,219 que tiene el Departamento y 0.0625% de los

108,89 km² del territorio nacional, está conformado por 9 aldeas, 7 caseríos y tres fincas.

Es un municipio que puede clasificarse de pequeño y con gran población en el área urbana, por lo que la dificultad de llevar los servicios a su población no es tan difícil como en otros del departamento y por ende del país.

1.2.4. Densidad poblacional

El INE, en el censo de población y vivienda del año 2002, estimó la población total del municipio de El Progreso, Jutiapa en 18,194 habitantes. El 60.20% (8,428) de la población se encuentra en el área rural y el 39.80% (7,241) en el área urbana y la densidad poblacional del municipio es de 268 hab/km² en una extensión territorial de 60 km².

1.2.5. Acceso al agua

El municipio de El Progreso, tiene una cobertura de servicio de agua entubada del 99% en las comunidades, según informes del MSPAS-2010, además es agua debidamente clorada, por lo que la categorizan como agua potable.

Al comparar la cobertura de servicio de agua con otros municipios de Guatemala, se puede decir que ésta es muy buena, pero en cuanto a la calidad de la misma se desconoce su situación.

1.2.6. Hidrografía

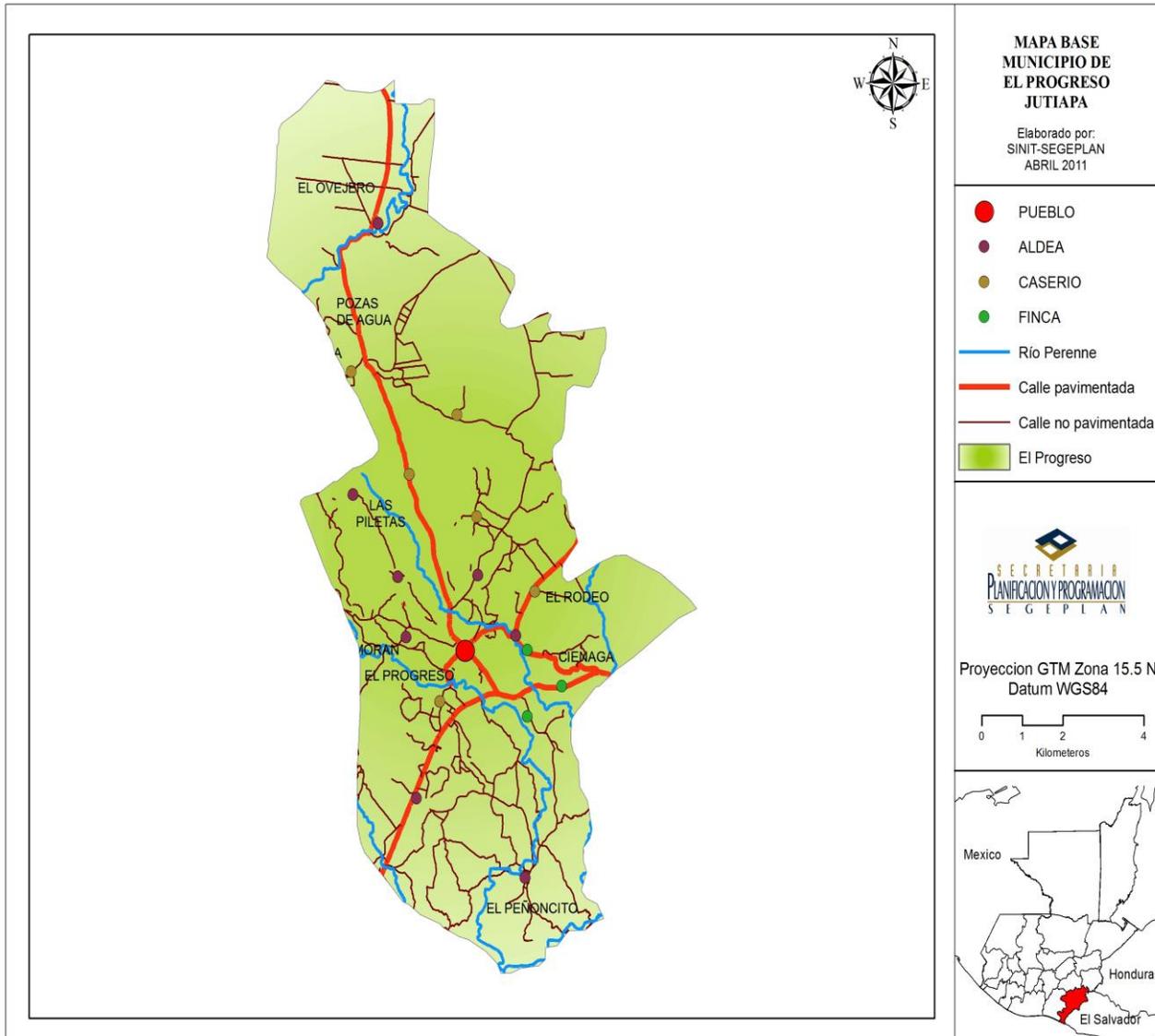
El Progreso, Jutiapa, se encuentra ubicado en las microcuencas de la subcuenca Lago Güija, y cuenca Ostúa Güija, y está conformada por varios ríos y riachuelos.

Los ríos más importantes son: Al norte el río Ovejero y el río chiquito hasta unirse con el río Colorado. El río Morán es el principal recurso hídrico del que dispone el Municipio y hace su recorrido de oeste a sur. Todos los ríos mencionados anteriormente mantienen su caudal en época lluviosa, pero disminuyen grandemente en la época seca. La vertiente hidrográfica que recorre el Municipio está en el valle de drenaje del río Lempa, que desemboca en el Océano Pacífico. Además se localizan en el Municipio las quebradas, Las Uvas, De la Cueva, San Jerónimo, Honda y el Zope.

El caudal de los ríos mencionados ha disminuido por el uso irracional de los recursos forestales, fenómenos climáticos y por la utilización del agua en los sistemas de riego. La Laguna Retana, es otro recurso hídrico importante que en la época lluviosa, acumula grandes cantidades de agua que son utilizadas en la época seca para cultivos. Los ríos son utilizados de desagüe de las aguas servidas del Municipio, por lo que tienen un alto grado de contaminación permanente, (Cruz, 2005).

A la población urbana del municipio de El Progreso, Jutiapa, es la que se pretende beneficiar, al darle solución a los problemas de agua, con la implantación de un Plan de Seguridad del Agua según los establece la Organización Mundial de La Salud. En la Figura 2 se muestra el mapa del municipio de El Progreso, Jutiapa y se indica la hidrografía del mismo.

Figura 2. Mapa del municipio de El Progreso, Jutiapa



Fuente: Segeplan (2011)

1.3. Breve historia del suministro del agua de la cabecera municipal del municipio de El Progreso, Jutiapa.

Desde los años 1932 hasta 1970, según entrevista realizada al señor Rodrigo Aragón, la población de la cabecera municipal se abastecía de agua,

por medio de pozos artesanales perforados en diferentes hogares de la población y de los nacimientos de agua locales, “La Pilona y El Carrizal” en donde se construyeron tanques de almacenamiento, la población necesitada del vital líquido acudía a estos lugares a abastecerse personalmente por medio de recipientes como cántaros.

El agua entubada se introdujo a la cabecera municipal en la administración municipal del señor “Rogelio Pineda Marroquín, (alcalde municipal 1950-1951), provenía de “Cuantepec”, Acequia”. López, H. (1980, p.7). En entrevista realizada a Walter Salguero, describió que en el nacimiento de agua Cuantepec, se construyó un tanque de captación, del cual se bombeaba el agua al tanque de distribución Miramundo ahora denominado “Tanque El Inde” desde donde se abastecía del vital líquido a la población. Del total del agua que se generaba en ese nacimiento se realizó un convenio en el cual la aldea Acequia se quedaba con $2/3$ partes del agua producida, en tanto propietaria, y solamente $1/3$ era para la población de la cabecera municipal.

Durante el período en el que se dependió del abastecimiento de agua del nacimiento Cuantepec, situado en Acequia, el servicio no era eficiente y sufría de constantes interrupciones debido a las fallas mecánicas de la bomba, y fue así como en la administración del señor Manuel Martínez López (Alcalde Municipal 1967-1968), se adquirió un motor, con su respectiva bomba, para mejorar el sistema de distribución de agua potable López, H. (1980, p.7), indudablemente el servicio mejoró pero no del todo y fue así como en la administración del señor Francisco Ruano Paredes (Alcalde Municipal 1974-1976), con la colaboración de varios vecinos se adquiere un nuevo equipo de bombeo.

En la parte norte de la aldea Las Flores, que conduce al caserío El Rodeo, los vecinos perforaron alrededor de 20 pozos artesanales para abastecerse del vital líquido, lo cual permitió observar en aquel entonces que

había un manantial de agua en ese lugar y fue en la administración del señor Julio Way Medrano (alcalde municipal 1976-1980) la que realizó los estudios correspondientes, obteniendo buenos resultados y perforó el primer pozo mecánico, en terreno donado por el señor Horacio Contreras que permitió abastecer de agua a la población, contando con una producción de 450 gal/min.

Rodrigo Aragón mediante entrevista, sostuvo que la aprobación en el año de 1978 del Reglamento de Agua Potable de la Municipalidad de El Progreso, Jutiapa, acta municipal 140-78, fue de gran beneficio, porque se establecieron los lineamientos para contar con un buen sistema de distribución de agua. Este reglamento fue modificado en el año de 1987 y todavía sigue vigente, aunque ya no es acorde a las necesidades de la población.

Debido al crecimiento de la población, y a la demanda de los servicios de agua potable, se fueron perforando diferentes pozos en el transcurso de los años, y según información proporcionada en entrevista por el señor Antonio Sandoval en la administración municipal del señor Esteban Barrera, en el año 1988, se perforó el pozo Las Flores II en un terreno de propiedad comunal, para abastecer El Barrio 5 calles y parte de la aldea Valle Abajo y Las Flores.

Posteriormente para ampliar la cobertura de agua entubada, en la administración municipal del señor Aroldo Salguero Teo en el año 2002, se perforó el pozo Las Flores III, en terreno comunal, para abastecer el barrio La Ceiba, barrio La Tejera, barrio Los Contreras, barrio Cinco Calles, caserío Los Salvadores, y la aldea Morán y Las Uvas.

A causa de la creciente demanda en el año 2006, en la administración municipal del señor Héctor Orozco, se perforó un nuevo pozo llamado Ceiba Amarilla, para abastecer parte de zona 2 y 3, barrio Los Laureles, barrio El Pinito, barrio El Hospitalito, barrio El Roble y parte de la aldea Valle Abajo y La Dalia.

Finalmente, para suplir la demanda de agua de la población se perforó el pozo El Chival en la administración municipal del señor Marvin Zepeda en el año 2010.

2. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo expone la base teórica del sistema de gestión de la calidad del agua que consume la población urbana del municipio de El Progreso, Jutiapa, basado en la metodología del plan de seguridad para calidad del agua de la Organización Mundial para la Salud (OMS).

2.1. Calidad del agua

El término calidad del agua es relativo y dependerá del uso que a ésta se le va a dar y la calidad debe especificarse en función de éste. Bajo estas consideraciones, puede decirse que un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real.

Se considera calidad del agua para consumo humano, la que cumple con los límites de concentración establecidos por las normas internacionales de calidad de agua para consumo humano (OPS, 2005).

En Guatemala un agua se considera de calidad para consumo humano, si cumple con los requisitos que establece la norma de la Comisión Guatemalteca de Normas (COAGUANOR NTG 29001, 2010), Agua para Consumo humano (agua potable). Dichas normas poseen especificaciones que se describen a continuación:

2.1.1. Calidad microbiológica

Para conocer si un agua es de calidad microbiológica se le deben realizar análisis microbiológicos que indique la presencia de microorganismos de contaminación fecal. En ésta no debe haber presencia de Escherichia coli, porque es un indicador de contaminación fecal reciente. Si se determina contaminación, se pueden realizar otros análisis para determinar la presencia de virus y protozoos, que son resistentes a la desinfección y que pueden ser los causantes de enfermedades de tipo viral y parasitario en la comunidad. (OMS, 2006). El ejemplo más común es a partir de la E. Coli, que es la que se busca eliminar al clorar el agua, porque es la causante de enfermedades gastrointestinales, sobre todo en los niños, y de muerte de varios infantes en Guatemala, pero para que el análisis microbiológico sea completo se tiene que incluir el análisis de presencia de virus y protozoos.

2.1.2. Calidad química del agua

La calidad química del agua para el consumo humano se basa en la comparación de los resultados de los análisis con los establecidos en los valores de referencia, a los cuales no deben exceder. En el caso de Guatemala, los valores obtenidos en los ensayos, deben compararse con los que establece la norma COGUANOR NTG 29001, cuyas especificaciones establecen que para que el agua analizada sea considerada de calidad química, los valores obtenidos en campo deben ser inferiores a los establecidos en dicha norma.

2.2. Agua potable

Agua apta para consumo humano -Agua Potable- según la norma (COGUANOR NTG 29001:2010), es la que cumple con lo especificado en ésta y que por su color, olor, sabor, propiedades físicas, químicas y bacteriológicas no significa peligro para la salud del usuario. Vargas (citado por Marchand 2002 p.5) indica que el agua no debe presentar ningún tipo de riesgo que pueda causar irritación química, intoxicación o infección microbológica que sea perjudicial a la salud humana.

El agua que consume la población del área urbana del municipio de El Progreso, Jutiapa, es extraída del subsuelo, proveniente de pozos, (Jiménez y Price citado por Robles *et al.*, 2013) dice que:

(...) el agua subterránea es importante tanto como fuente de agua como para el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos. Se encuentra debajo de la superficie de la tierra y las grandes reservas de agua subterránea se denominan acuíferos. El acuífero es la formación geológica que almacena agua y actúa como depósito y reserva. La mayoría conforman grandes extensiones y su recarga es por la alimentación de aguas pluviales, corrientes superficiales y lagos que se infiltran a través del suelo hacia el acuífero, el agua escurre por gravedad desde las zonas de recarga hacia las de descarga; la explotación se efectúa mediante el bombeo de pozos, (P. 20).

La importancia de realizar los análisis fisicoquímicos, es para determinar si los mantos acuíferos tienen presencia de contaminantes químicos, que con el paso del tiempo puedan afectar a la salud de las personas que la están consumiendo.

El mismo autor indica que el agua subterránea se consideraba frecuentemente una fuente inagotable debido a su disponibilidad y buena calidad, pero diversos estudios indican que es muy vulnerable a la contaminación. Sustancias químicas y microorganismos como bacterias, virus y protozoarios pueden llegar a entrar en contacto con esta agua. Anderson y Berger citado por Robles *et al.*, (2013, p. 20), indican que han documentado brotes de hepatitis A y gastroenteritis viral, así como numerosos reportes de contaminación química, por las razones mencionadas.

Explica también que las fuentes de comunicación del agua subterránea son numerosas, siendo el vertimiento del agua residual sin tratar una fuente importante de contaminación, a veces como resultado de usarlas para la irrigación. El abastecimiento de agua en el municipio de El Progreso, Jutiapa, en su mayoría proviene de extracción en pozos, por lo que conocer si algunas sustancias químicas están presentes en el agua que se está suministrando a la población, es de gran importancia.

Los requisitos establecidos en la norma vigente en Guatemala para controlar la calidad del agua (COGUANOR NTG 29001, 2010) es el de vigilar la cantidad de un determinado microorganismo en el agua, siendo este microorganismo la causa de una enfermedad específica o un indicador de las condiciones de las cuales se podría transmitir esa enfermedad. En la norma COGUANOR, también se establecen las especificaciones para los parámetros físicos y químicos de calidad de agua, según los siguientes criterios:

De acuerdo a la norma mencionada, se define como Límite Máximo Aceptable (LMA): Es el total de la cantidad de cualquier característica del agua, que por encima de ésta es apreciada por el usuario de manera sensorial, pero no causa perjuicio a su salud, también se define como Límite Máximo Permisible (LMP): es el total de la cantidad de cualquier propiedad del agua, que encima de ésta no es apropiada para ser ingerida por las personas.

2.3. Características físicas y organolépticas del agua para consumo humano

En la tabla II, se presentan las características físicas y organolépticas especificadas en la norma (COGUANOR NTG 29001, 2010), así como los límites máximos aceptables y los límites máximos permitidos.

Tabla II. Características físicas y organolépticas que debe tener el agua para consumo humano

Características	LMA	LMP
Color	5,0 u	35,0 u ^(a)
Olor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5,0 UNT	15,0 UNT ^(b)
Conductividad eléctrica	750uS/cm	1500 u
Potencial de hidrógeno	7,0-7,5	6,5-8,5s/cm ^{©(d)}
Sólidos totales disueltos	500,0 mg/L	1000,0 mg/L

(a) Unidades de color en la escala de platino-cobalto

(b) Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT)

(c) En unidades de pH

(d) Límites establecidos a una temperatura de 25°C

Fuente: Norma COGUANOR NTG 29001, 2010.

2.4. Características químicas del agua para consumo humano

En la tabla III, se muestran las características químicas especificadas en la norma (COGUANOR NTG 29001, 2010), así como los límites máximos aceptables y los límites máximos permitidos para cada una de las características.

Tabla III. Características químicas que debe tener el agua para consumo humano

Características	LMA (mg/L)	LMP (mg/L)
Cloro residual libre ^(a)	0,5	1,0
Cloruro (Cl ⁻)	100,0	250,0
Dureza Total (CaCO ₃)	100,0	500,0
Sulfato (SO ₄ ⁻)	100,0	250,0
Aluminio (Al)	0,050	0,100
Calcio (Ca)	75,0	150,0
Cinc (Zn)	3,0	70,0
Cobre (Cu)	0,050	1,500
Magnesio (Mg)	50,0	100,0
Manganeso total (Mn)	0,1	0,4
Hierro total (Fe) ^(b)	0,3	----

a) El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social será el ente encargado de indicar los límites mínimos y máximos de cloro residual libre según sea necesario o en caso de emergencia.

b) No se incluye el LMP porque la OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al LMA.

Fuente: Norma COGUANOR NTG29001, 2010.

En la tabla IV, se presentan los metales que están presentes en el agua y el límite máximo permisible, según se especifica en la norma (COGUANOR NTG 29001, 2010).

Tabla IV. Relación de las sustancias inorgánicas cuya presencia en el agua es significativa para la salud

Substancia	LMP (mg/L)
Arsénico (As)	0,010
Bario (Ba)	0,70
Boro (B)	0,30
Cadmio (Cd)	0,003
Cianuro (CN)	0,070
Cromo total (Cr)	0,050
Mercurio total (Hg)	0,001
Plomo (Pb)	0,010
Selenio (Se)	0,010
Nitrato (NO ₃ ⁻)	50,0
Nitrito (NO ₂ ⁻)	3,0

Fuente: Norma COGUANOR 29 001, 2010.

En la tabla V, se presentan los plaguicidas que pueden encontrarse en el agua, así como el límite máximo permisible especificados en la norma (COGUANOR NTG 29001, 2010).

Tabla V. **Substancias plaguicidas cuya presencia en el agua es significativa para la salud**

Grupo	LMP (ug/L)
<u>Compuestos organoclorados^(a)</u>	
<u>Aldrín y Dieldrín</u>	0,03
Clordano	0,20
Clorotolurón	30,0
DDT y sus metabolitos	1,00
Endrín	0,60
Lindano	2,00
Metoxicloro	20,0
Pentaclorofenol	9,00
<u>Acidos fenoxi</u>	
2,4-D	30,0
2,4,DB	90,0
2,4,5-T	9,0
Mecoprop	10,0
Dicloroprop	100,0
MCPA	2,0
<u>Fumigantes</u>	
1,2-Dicloropropano	40,0
1,3-Dicloropropeno	20,0
DBCP (1,2-Dibromo-3-clopropano)	1,0

<u>Triazinas</u>	
Atrazina	2,0
Simazina	2,0
<u>Acenatílicas</u>	
Alacloro	20,0
Metacloro	10,0
<u>Carbamatos</u>	
Aldicarb y sus metabolitos	10,0
Carbofurán	7,0
Isoproturón	9,0
Molinato	6,0
Pendimetalina	20,0
<u>Amidas</u>	
Di(etil-hexil)ftalato	8,0
Tirifluralín	20,0
<u>Organofosforados</u>	
Carbofurán	7,00
Clorpirifós	30,0
Dimetoato	6,9

⁽³⁾Aunque algunas de estas sustancias ya no son permitidas se asignan los valores límite, debido a su persistencia ambiental.

Fuente: Norma COGUANOR NTG 29001, 2010.

En la tabla VI, se muestran las sustancias orgánicas especificadas en la norma (COGUANOR NTG 29001, 2010), así como los límites máximos permitidos.

Tabla VI. Sustancias orgánicas cuya presencia en el agua es significativa para la salud

Compuesto	LMO (ug/L)
Ácido edético (EDTA) ⁽⁴⁾	600,0
Ácido nitrilo triacético	200,0
Benceno	10,0 ⁽¹⁾
Cloruro de vinilo	0,3 ⁽¹⁾
o-diclorobenceno	1000,0 ⁽²⁾
p-diclorobenceno	300,0 ⁽²⁾
1,2-dicloroetano	30,0 ⁽¹⁾
1,1-dicloroetano	30,0
1,2-dicloroetano	50,0
Cis-1,2-dicloroetileno	50,0
Trans-1,2-dicloroetileno	50,0
Diclorometano	20,0
1,2-dicloropropano	40,0 ⁽³⁾
Di(2-etilhexil)ftalato	8,0
1,4-dioxano	50,0 ⁽¹⁾
Estireno	20,0 ⁽²⁾

Etilbenceno	300,0 ⁽²⁾
Hexaclorobutadieno	0,6
Pentaclorofenol	9,0 ⁽¹⁾⁽³⁾
Tetracloruro de carbono	4,0
Tetracloroetano	40,0
Tolueno	700,0 ⁽²⁾
Tricloroetano	20,0 ⁽³⁾
Xileno	500,0 ⁽²⁾

(1) El valor de referencia de las sustancias que se consideran cancerígenas es la concentración en el agua asociada con un límite de riesgo adicional de cáncer durante toda la vida de 10^{-5} (un caso adicional de cáncer por cada 100,000 personas que ingieren agua de bebida con una concentración de la sustancia igual al valor de referencia durante 70 años). Las concentraciones asociadas con límites superiores estimados de riesgo adicional de cáncer de 10^{-4} y 10^{-6} pueden calcularse multiplicando y dividiendo, respectivamente, el valor de referencia por 10.

(2) Concentraciones de la sustancia iguales o superiores al valor de referencia basado en criterios e salud.

(3) Valor de referencia provisional, dado que hay evidencia de que la sustancia es peligrosa, pero existe escasa información disponible relativa a sus efectos sobre la salud.

(4) Aplica al ácido libre.

Fuente: Norma COGUANOR NTG 29001, 2010.

2.5. Características microbiológicas

En la tabla VII, se presentan los microorganismos que están presentes en el agua, así como los límites máximos permisibles especificadas en la norma (COGUANOR NTG 29001, 2010), para los diferentes puntos de la red de distribución.

Tabla VII. Valores guía para verificación de la calidad microbiológica del agua

Microorganismos	Límite Máximo Permisible
Agua para consumo directo Coliformes totales y E. Coli	No deben ser detectables en 100 mL de agua
Agua tratada que entra al sistema de distribución Coliformes totales y E. Coli	No deben ser detectables en 100 mL de agua
Agua tratada en el sistema de distribución Coliformes totales y E. Coli	No deben ser detectables en 100 mL de agua

Fuente: Norma COGUANOR 29 001, 2010

2.6. Aspectos radiológicos

En la tabla VIII, se presentan las características de los aspectos radiológicos así como los valores máximos aceptables especificados en la norma (COGUANOR NTG 29001, 2010), así como también las observaciones si estos valores son sobrepasados.

Tabla VIII. Valores guías para los aspectos radiológicos en agua

Características	Valor Máximo Aceptable	Observaciones
Radioactividad alfa	0,10 Bq/L	Si se sobrepasa el valor límite, es necesario un análisis más detallado de los radionúclidos
Radioactividad base total	1,0 Bq/L	

⁽¹⁾Bq es Bequerel que es la unidad radiométrica utilizada para medir la actividad de una fuente. Se simboliza por Bq y es equivalente a 1 desintegración/segundo

Fuente: Norma COGUANOR NTG 29001, 2010.

En la tabla IX, se muestran algunos indicadores de radiación que pueden estar presentes en el agua y los límites permitidos según lo establece la norma (COGUANOR NTG 29001, 2010).

Tabla IX. Radionúclidos indicadores de radiación y sus valores guías en agua

Radicación	Indicador	Límites
Alfa artificial	Américo 241	0,1 Bequerel/L
Beta Artificial	Estroncio	1,0 Bequerel/L
Gamma artificial	Cesio 137	No definido

Fuente: Norma COGUANOR NTG 29001, 2010.

2.7. Indicadores bacteriológicos

Conforme a (OMS, 2003) “Los análisis bacteriológicos ponen de manifiesto la presencia de bacterias que alteran y modifican la aptitud del agua para un determinado uso, actualmente existen métodos rápidos para determinar la presencia de éstas”. Estas modificaciones complejas, pueden ser favorables o desfavorables según la finalidad de uso prevista. Así, la presencia de la bacteria *Salmonella* típica asociada a las materias fecales, hace inaceptable el agua para usos de orden higiénico-sanitarios, pero en cambio debido a otras bacterias que facilitan la destrucción de la materia orgánica y que generalmente la acompañan, aumenta la capacidad auto depuradora del agua.

Un agua es apta para consumo humano cuando cumple con los requisitos microbiológicos y fisicoquímicos indicados en la norma COGUANOR NTG 29001, 2010, y éstos puede ser emitido por un laboratorio que certifique

estas características en un certificado de calidad, el cual según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2009), para fines oficiales debe ser:

(...) extendido por la autoridad de salud competente, que hace constar que una fuente de agua es apta para ser utilizada en un sistema de abastecimiento, de acuerdo con su aptitud sanitaria para satisfacer las normas y especificaciones de potabilidad vigentes y en función de sus propiedades físicas, químicas y bacteriológicas y los métodos de tratamiento y desinfección previstos, (p. 2).

2.8. Plan de seguridad del agua (PSA)

Según Rojas (2006) dice que el PSA es un plan documentado que identifica posibles peligros de contaminación desde la fuente hasta los hogares, los precisa, prioriza, e implementa medidas de control para mitigarlos. El plan se completa con procesos para comprobar si son efectivos los sistemas de control empleados y la calidad del agua producida, lo que asegura el buen desempeño en todas las etapas que son primordiales para poder lograr agua apta para consumo humano, protegiendo la salud y el desarrollo de la población que la consume.

Para elaborar el PSA se debe conocer cómo funciona el sistema de abastecimiento de agua, contar con datos históricos y de prácticas de gestión de calidad de agua para consumo humano.

Se garantiza con el establecimiento de un Plan de Seguridad de Agua, que el líquido que se suministre siempre será apto para consumo humano, y se estará asegurando una mejor calidad de vida a la población.

Según, (OPS, 2012), Un Plan de Seguridad del Agua, asegura la calidad sanitaria de éste, porque los sistemas de control que establece durante

todo el proceso, son orientados a la prevención, y no solo un análisis del producto final. Lo que se busca con su aplicación es asegurarle a la población agua apta para consumo humano siempre.

Los planes de seguridad del agua de acuerdo a (OMS, 2006) comprenden tres componentes fundamentales que son los siguientes:

2.8.1. Evaluación del sistema

Esta etapa consiste en evaluar todo el sistema de distribución de agua, así como los factores de peligro desde la fuente hasta el punto de consumo, para asegurar que se está proporcionando agua cuya calidad sea apta para consumo humano.

2.8.2. Modelo operativo

En esta etapa se evalúa con cierta frecuencia que tan efectivos han sido las medidas de control establecidas y también la detección rápida y oportuna de cualquier desviación respecto al funcionamiento requerido, para que se garantice que el agua proporcionada sea de calidad apta para consumo humano.

2.8.3. Planes de gestión

En esta etapa se debe documentar todos los procedimientos de gestión: la evaluación del sistema, la planificación del monitoreo, todos los programas complementarios y cuál es la estrategia de comunicación necesaria para garantizar el funcionamiento del sistema de distribución de agua. Los procedimientos de gestión deben de incluir las medidas que deben adoptarse para el funcionamiento normal y las medidas que deben aplicarse en caso que se produzcan incidentes.

Completar estas tres etapas en un sistema de distribución de agua, mejora enormemente la calidad del servicio, y da confianza a la población porque se está efectuando un buen trabajo y se le garantiza agua inocua durante todo el tiempo.

2.8.4. Pasos a seguir para desarrollar un Plan de Seguridad del Agua

La siguiente información para implantar un PSA se basa en la metodología establecida en el Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua, (OMS, 2009) por ser la fuente que recopila toda la información necesaria y fue desarrollado por la OMS.

2.8.4.1. Formación del equipo del PSA

Lo primero que se debe realizar es conformar un equipo de trabajo con personas calificadas que tengan conocimientos técnicos necesarios en el tema de agua para elaborar el plan de seguridad y que le dé continuidad al sistema.

Las personas seleccionadas deben tener interés y conocimiento en el tema y tendrán la responsabilidad de comprender el sistema de suministro y deben tener la capacidad de determinar los peligros que puedan afectar la calidad y seguridad del agua y serán los responsables del desarrollo, ejecución y mantenimiento del PSA.

2.8.4.2. Descripción del sistema de suministro de agua

En esta etapa se describe de forma detallada y de manera completa el suministro de agua y se documenta. Se incluye la descripción del sistema, un diagrama de flujo, para conocer de manera visual y práctica el funcionamiento del mismo, así como de sus componentes principales: captación, tratamiento, distribución hasta llegar al consumidor. También se elabora un mapa donde se describe el trayecto que recorre el agua desde su captación hasta los hogares.

Además se determinan los puntos de control y los puntos críticos de control, con el propósito de reducir hasta un nivel aceptable, un peligro o evento que garantice la seguridad del agua.

2.8.4.3. Determinación de los peligros y eventos peligrosos y evaluación de los riesgos

En esta etapa se determinan todos los posibles peligros de tipo biológico, físico y químico asociados con cada etapa del sistema de abastecimiento de agua que pueden afectar la seguridad del agua, se determinan todos los peligros y eventos que pueden contaminar el agua, comprometer su seguridad o interrumpir el abastecimiento, y se evalúan los riesgos señalados en cada punto del diagrama de flujo.

Ejemplo típico de medidas de control en la cuenca de captación: Restricción de acceso a las cuencas y cercado del ganado entre otros, en el tratamiento: procesos de tratamiento validados y personal capacitado, en la red de distribución: monitoreo y registro de presiones y mantener mapas actualizados, en el lugar de consumo: educación de los consumidores y válvulas de retención.

2.8.4.4. Determinación y validación de medidas de control y nueva evaluación y clasificación de los riesgos.

Se deben determinar las medidas de control existentes para cada uno de los peligros y eventos peligrosos detectados. Debe documentarse claramente qué medidas de control faltan. La validación es la obtención de información acerca de la eficacia de las medidas de control, en muchos casos, exigirá un programa intensivo de monitoreo para demostrar que funciona eficientemente en circunstancias normales y excepcionales. Los riesgos también deben clasificarse, los riesgos de prioridad alta que pueden requerir la modificación o modernización del sistema para alcanzar las metas de la calidad del agua y las de prioridad menor que pueden minimizarse con la aplicación de buenas prácticas.

2.8.4.5. Elaboración y Ejecución y mantenimiento de un plan de mejora o modernización.

Si en la etapa anterior se determina que hay riesgos significativos para la seguridad del agua y no hay medidas de control o no son eficaces, debe diseñarse un plan de mejora o modernización, que incluya las medidas para atenuar cada riesgo a corto, medio o largo plazo. El PSA, se debe actualizar y se calculan de nuevo los riesgos tomando en cuenta las nuevas medidas de control.

2.8.4.6. Definición del monitoreo de las medidas de control

El monitoreo operativo incluye la definición y validación del monitoreo de las medidas de control y el establecimiento de procedimientos para demostrar que continúan funcionando. Estas medidas deben documentarse en los procedimientos de gestión y si no se alcanzan las metas operativas debe incluirse las medidas correctoras necesarias. Debe establecerse quién va a realizar el monitoreo; cómo se va a monitorear, momento y frecuencia de monitoreo, dónde va a monitorearse, quién realizará los análisis y quién recibirá los resultados y deberá tomar las medidas.

2.8.4.7. Verificación de la eficacia del PSA

El Plan debe verificarse y auditarse para saber si su funcionamiento es correcto, e incluye tres actividades, monitoreo del cumplimiento; auditoría interna y externa de las actividades operativas y satisfacción de los consumidores.

2.8.4.8. Procedimientos de gestión para el sistema de abastecimiento de agua.

Un PSA debe elaborar procedimientos de gestión claro que documenten las medidas que se deben tomar cuando el sistema funciona en condiciones normales y cuando se ha producido un incidente. Los trabajadores de mayor experiencia deben redactarlos y cuando sea necesario deben actualizarlo. Los procedimientos deben ser normalizados.

2.8.4.9. Elaboración de programas complementarios

Son actividades que fomentan el desarrollo de las capacidades y conocimientos de las personas, su compromiso con la metodología de PSA, y su capacidad de gestionar los sistemas para suministrar agua potable y están relacionados con la formación, la investigación y desarrollo. En esta etapa se debe incluir cursos de actualización de conocimientos, para mejorar el sistema de seguridad del agua.

2.8.4.10. Planificación y realización de examen periódicos del PSA

El equipo del PSA se debe reunir periódicamente para examinar el plan en su conjunto y aprender de las experiencias y procedimientos nuevos. La

revisión también evaluará riesgos nuevos que hacen peligrar la producción y distribución del agua potable.

2.8.4.11. Revisión del PSA tras un incidente

Además de los exámenes periódicos, es importante que el PSA sea revisado tras cada emergencia, incidente o evento imprevisto, con independencia de si se detectan peligros nuevos, para garantizar que si es posible, la situación no se repita, y determinar si la respuesta fue suficiente o si se podía haber respondido mejor.

2.9. Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable

De acuerdo con el (INFOM, 2011) un sistema de abastecimiento de agua potable se compone de fuente, línea de conducción, almacenamiento y distribución.

2.9.1 Fuente

La fuente es de donde se suministra de agua el sistema y puede ser de manantiales, ríos, lagos, agua de lluvia o agua subterránea.

2.9.2 Línea de conducción

La componen los dispositivos que transportan el agua desde la captación hasta su almacenamiento. Comúnmente es una tubería que transporta a presión el agua que se distribuirá a la comunidad.

2.9.3 Almacenamiento/tanque de distribución

Es el lugar donde se almacena y regula el agua que se va distribuir en una comunidad.

2.9.4 Distribución

Está conformado por un grupo de dispositivos (líneas, redes, válvulas y otros dispositivos de control) que cumple con la función de distribuir el agua en la comunidad.

Estos son los cuatro componentes de un sistema de abastecimiento de agua que tienen que estar libres de cualquier contaminación para que el agua suministrada a la población sea inocua y no les cause afectaciones a las personas que la consumen.

Conforme a (INFOM, 2004, p. 3)) un sistema de agua potable y saneamiento básico es considerado eficiente, cuando suministra agua todo el tiempo y de buena calidad, que no afecta la salud de los que la consumen. Es importante mencionar que esta eficiencia solamente puede lograrse por medio de una buena administración, operación y mantenimiento.

Esta es la razón principal por la que se tiene que ver todo el componente del sistema de distribución para realizarse mejoras continuas al mismo para que verdaderamente funcione y se cumpla con los objetivos de brindar agua apta para consumo humano.

2.9.5 Importancia del abastecimiento del agua

De acuerdo con (OPS, 2002, p. 233) el abastecimiento de agua se evalúa tanto desde el aspecto sanitario como del económico:

2.9.5.1 Aspecto sanitario

El abastecimiento de agua influye en el control y la prevención de enfermedades y en prácticas que promueven la salud como: aseo corporal y limpieza de utensilios, entre otros.

2.9.5.2 Aspecto económico

En este aspecto, una de las importancias es que se incrementa el promedio de vida de la población; se reduce la mortalidad; disminuye el número de horas perdidas por enfermedades; se incrementa la productividad y contribuye al desarrollo industrial que eleva la calidad de vida de la población.

En ese sentido la importancia de tener un sistema que garantice siempre la calidad de agua ayuda a la población a mejorar el nivel de vida y al bienestar económico por lo que trae desarrollo a la comunidad que se beneficia con éste.

La técnica de la observación es bastante útil para identificar posibles riesgos sanitarios que afectan la calidad de los suministros de agua. Esta técnica puede ser por inspección sanitaria (o encuestas sanitarias) y por inspección visual cualitativa. Las dos nos facilitan las posibles causas de contaminación (fecal) al momento de descubrirla y nos permite prever los peligros de contaminaciones en el futuro. (PCMASA, 2 003, p. 20)

2.9.5.3 Los desastres y sus efectos en el tratamiento de agua

Es importante que la oficina municipal de agua tenga procedimientos establecidos para cuando ocurren emergencias como las causadas por desastres. Se tiene que estar preparado y saber qué hacer en estos casos y no trabajar de manera improvisada como se hace comúnmente en Guatemala. En

ese sentido debe tomarse en cuenta que a la hora de un desastre las fuentes se vean modificadas por a) contaminación; b) aumento de turbiedad, ya sea por variación de pH o por modificación de caudales. Lo anterior podrá percibirse por daño estructural, por destrucción total o parcial de obras civiles o de tuberías e instalaciones, por interrupción de las vías de acceso a las plantas y otros componentes del sistema, interrupción de comunicación telefónica e interrupción total o parcial de energía. (OPS, 2005, p. 152).

2.10. Sistema de gestión

Según la (COGUANOR NTG 9000, 2010), Son todos los elementos que se relacionan entre sí para determinar la política y los objetivos para alcanzar éstos. En el presente estudio, el resultado es proporcionarle a la población agua apta para consumo humano permanentemente. Los habitantes en este caso son los clientes que necesitan agua con características que satisfagan sus necesidades y son ellos quienes determinan si es aceptable o no un producto. Estas características se presentan en la especificación del producto que son las presentadas en la norma COGUANOR NTG 29001 y generalmente se denominan requisitos del cliente.

Según (PROMUDEL, 2011, P. 4) Los manuales de procedimientos, “detallan la forma secuencial y exacta en que se deben realizar ciertas actividades con secuencia ordenada de las acciones. Son utilizados para describir de forma sencilla el procedimiento a emplear para realizar las actividades paso a paso de cualquier organización”.

Tener documentado todos los procedimientos ayuda a realizar las cosas siempre bien, si en caso hubiera cambio de personal, siguiendo los procedimientos establecidos, la calidad del servicio no tendría que bajar, porque al aplicar los procedimientos siempre se estará trabajando dentro de los mismos parámetros.

También (PROMUDEL, 2001, P.5) indica que “Los procedimientos son el conjunto de actividades determinadas para llevar a cabo un proceso y/o función, indican paso a paso la secuencia a seguir para realizar eficientemente las actividades propias de la oficina municipal de servicios públicos”. Los procedimientos deben escribirlos las personas que realizan las actividades porque son ellos quienes verdaderamente conocen el trabajo que cotidianamente se lleva a cabo.

2.11. Contaminación del agua

De acuerdo a (OMS, 2006: p. 184) “los sabores u olores del agua pueden deberse a algún tipo de contaminación, que indiquen la presencia de sustancias dañinas para la salud. La turbiedad, color, partículas u organismos visibles, puedan afectar la aceptabilidad y la confianza por su calidad”.

Es importante que el agua no posea sabor y olor, porque quiere decir que existen cuerpos ajenos a ella, y éstos pueden ocasionar algún daño a la salud de las personas que lo consumen.

2.11.1. Contaminación de origen biológico

Conforme a (OMS, 2006, p. 14) “hay diversos organismos que no tienen relevancia para la salud, pero son indeseables porque producen sabor y olor y afectan la aceptabilidad del agua, además, indican que su tratamiento o el mantenimiento y reparación del sistema de distribución, son insuficientes”. Es importante que el agua no tenga sabores ni olores extraños porque provocan el rechazo de las personas que la consumen y es trascendental brindarle confianza a la población.

2.11.2. Contaminación de origen Químico

Según la (OMS, 2006) los riesgos a la salud debido a los componentes químicos del agua de consumo se debe a que después de períodos de exposición prolongados, éstos provocan efectos adversos sobre la salud. Además por su gusto desagradable el agua se hace imbebible y el olor o aspecto, es inaceptable.

Por ejemplo, altas concentraciones de fluoruro de origen natural, genera manchas en los dientes y en el peor de los casos hasta fluorosis ósea incapacitante; de la misma manera la alta concentración de arsénico de origen natural, puede provocar cáncer y lesiones cutáneas; y la presencia de nitratos y nitritos puede ocasionar metahemoglobinemia, en los bebés lactantes con biberón entre otros.

El motivo principal de realizar análisis químico al agua, es para detectar si estos compuestos químicos están en exceso con respecto a lo establecido en la norma COGUANOR y si es así, aplicar las medidas necesarias para disminuir las concentraciones de éstos para que no afecten a la salud de las personas.

Los aspectos químicos a diferencia de los microbiológicos, el efecto no es inmediato sino acumulativo y por eso es difícil de diagnosticar en las personas al inicio de las enfermedades.

2.11.3. Importancia de la desinfección del agua

El agua se desinfecta para destruir los organismos patógenos que están presentes en ella y disminuir así, el riesgo de contraer enfermedades de origen hídrico al ingerirla. (Ministerio de Salud de El Salvador, 2008, p.4)

Al efectuar este tipo de tratamiento al agua, le estamos asegurando a los consumidores, que ésta estará libre de organismos patógenos que le puedan causar algún tipo de enfermedades gastrointestinales.

2.11.4. Vigilancia de sistemas de abastecimiento de agua

De acuerdo a OPS citado por ANAM (2010, p. 30), “recomienda el método de ausencia-presencia como un elemento básico para medir la calidad microbiológica del agua”, debido a que éste indica si hay o no hay bacterias coliformes presentes. Si se requiere observar metales u otros elementos deben hacerse otro tipo de análisis de carácter físico-químico.

Efectuar pruebas rápidas en campo es bastante útil porque es un indicador de cómo está la calidad del agua, aunque no se determine específicamente que bacterias son las presentes, porque éstas se determinarán en un laboratorio de manera formal, lo cual se llevará varios días para obtener los resultados.

2.12. Presencia de metales en la fuente de agua

En el agua se encuentran presente metales debido a la facilidad con la que ésta disuelve las sustancias con las que tiene relación, la capacidad de formar iones, complejos solubles e insolubles, y coloides.

Las descargas de residuos domésticos e industriales hacia los recursos hídricos superficiales han contaminado las aguas naturales a tal punto que resulta muy cara y difícil la potabilización de ésta.

Entre los metales contaminantes presentes en estas aguas se encuentra el plomo, mercurio, cadmio, cromo y arsénico, producidos por industrias de productos dentales, mineras, fungicidas y de baterías de plomo entre otros.

Debido a la presencia de varios contaminantes en el agua, es importante conocer sus características fisicoquímicas y biológicas antes de seleccionarlas como una fuente de agua. (OPS, 2005, p. 12)

En Guatemala se le ha dado mucha importancia al aspecto microbiológico, pero no así al aspecto químico, y también se tiene que analizar en éste, porque los ríos están contaminados por desechos industriales, por el uso de fertilizantes que son arrastrados hacia éstos y por ende se contaminan las aguas subterráneas y en Guatemala cada día se consume más agua proveniente de estos mantos acuíferos.

2.13. Situación actual de la normativa guatemalteca

Esta información se obtuvo de entrevista realizada al Ing. Mendoza de la Comisión Guatemalteca de Normas. Para la Comisión Guatemalteca de Normas es importante tener una norma de agua porque está íntimamente relacionada con la calidad de vida de las personas y porque en Guatemala, se estima que el 99% del agua de los ríos está contaminada, entonces la importancia de tener una normativa vigente y que se cumpla para darle a la población agua apta para el consumo humano.

Lamentablemente en Guatemala no toda la norma COGUANOR para agua potable se cumple, se le ha dado mucho énfasis en el aspecto microbiológico, existe la obligatoriedad para que al menos el agua sea clorada, pero las municipalidades carecen de instalaciones para la cloración por lo que no todas lo están haciendo y las que lo hacen son en las poblaciones urbanas grandes, pero el área rural está desatendida; también es importante mencionar que la norma en aspectos microbiológicos únicamente se focaliza en la determinación de organismo indicadores de contaminación fecal, y no se ha tomado en cuenta otros organismos como virus, protozoos etc. como en Europa.

Los otros requisitos de la norma, como los fisicoquímicos no se le ha dado mayor importancia y éstos están basados en los que establece la Organización Mundial de la Salud. Se ha evidenciado un vacío, en el tema de muestreo en agua, porque hay deficiencia en la toma de muestras de agua, éste se ha derivado en la subjetividad para su realización, no está de más indicar que de un buen muestreo se deriva la confiabilidad de los resultados de ensayo. El Comité, ha establecido dentro de su plan de trabajo la elaboración de normas para el muestreo en diversas fuentes (lagos, ríos, pozos, sistemas de distribución), siempre con la idea de proteger la salud a las personas.

Es importante que haya una política para la implementación de la norma que en la actualidad, año 2015, es de carácter voluntario, y que ésta se haga obligatoria para que las municipalidades la cumplan, y así asegurarle a la población una mejor calidad de vida; la normalización es un proceso dinámico, todo el tiempo se le está haciendo mejoras a las normas, actualizando su contenido, y hay representación de todos los sectores de la población, tanto como consumidores, reguladores, académicos, productores y se socializa con otros sectores y en el caso del agua siempre con la finalidad de proteger la salud de los Guatemaltecos.

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos del estudio que se realizó al sistema de distribución de agua del municipio de El Progreso, Jutiapa, basado en la metodología del Plan de Seguridad de la OMS. La información obtenida fue proporcionada por los técnicos que laboran en la Oficina Municipal del agua de dicho municipio.

3.1. Evaluación del sistema de distribución de agua potable del municipio de El Progreso, Jutiapa.

En el presente subcapítulo se evalúa como se encuentra el sistema de distribución de agua del área urbana del municipio de El Progreso, Jutiapa, desde su captación, almacenamiento, y distribución hasta llegar al consumidor final.

3.1.1. Aspectos generales

La Oficina municipal de Agua del municipio de El Progreso, Jutiapa, es la encargada de la administración, captación, almacenamiento y distribución del agua de la cabecera municipal de dicho municipio.

3.1.1.1. Actividades que realiza la Oficina Municipal del agua

La Oficina Municipal realiza las actividades administrativas del sistema de distribución del agua, su autoridad máxima es el alcalde municipal, seguido por el jefe de la oficina municipal del agua. La oficina está compuesta por tres departamentos, el departamento administrativo, técnico y operativo. En la figura 3 se presenta el organigrama de dicha oficina.

El departamento administrativo, es el responsable de elaborar los recibos por el cobro de servicio, emitir cortes de servicios a los vecinos que tienen mora, así como la creación y conexión de nuevos servicios y toda la papelería relacionada con las actividades de agua, y está conformado por 10 personas.

El departamento técnico es el responsable de la operación del sistema, está pendiente que el servicio de agua se suministre ininterrumpidamente durante las 24 horas del día, además es el responsable de realizar la operación del sistema de cloración del agua, el personal está pendiente de los niveles de los cloradores, de los dosificadores de cloro, así como del buen funcionamiento del equipo y de las compras del hipoclorito de sodio. Cuenta con personal encargado para realizar las lecturas de los contadores. Este departamento está conformado por 6 técnicos.

El departamento operativo es el encargado de efectuar las reparaciones cuando ocurre algún percance, contando para ello con un grupo de seis fontaneros para realizar los trabajos. Este departamento es el encargado de efectuar los cortes de agua cuando existe mora por parte de los usuarios, así como de efectuar las reconexiones cuando se cancela la deuda pendiente con la oficina.

La Oficina Municipal del Agua para realizar los cortes cuenta con un reglamento llamado: “Reglamento de Agua Potable de la Municipalidad de El Progreso, departamento de Jutiapa”, que es el que se aplica como sustento legal para realizar los mismos.

Figura 3. **Organigrama de la Oficina Municipal del Agua**



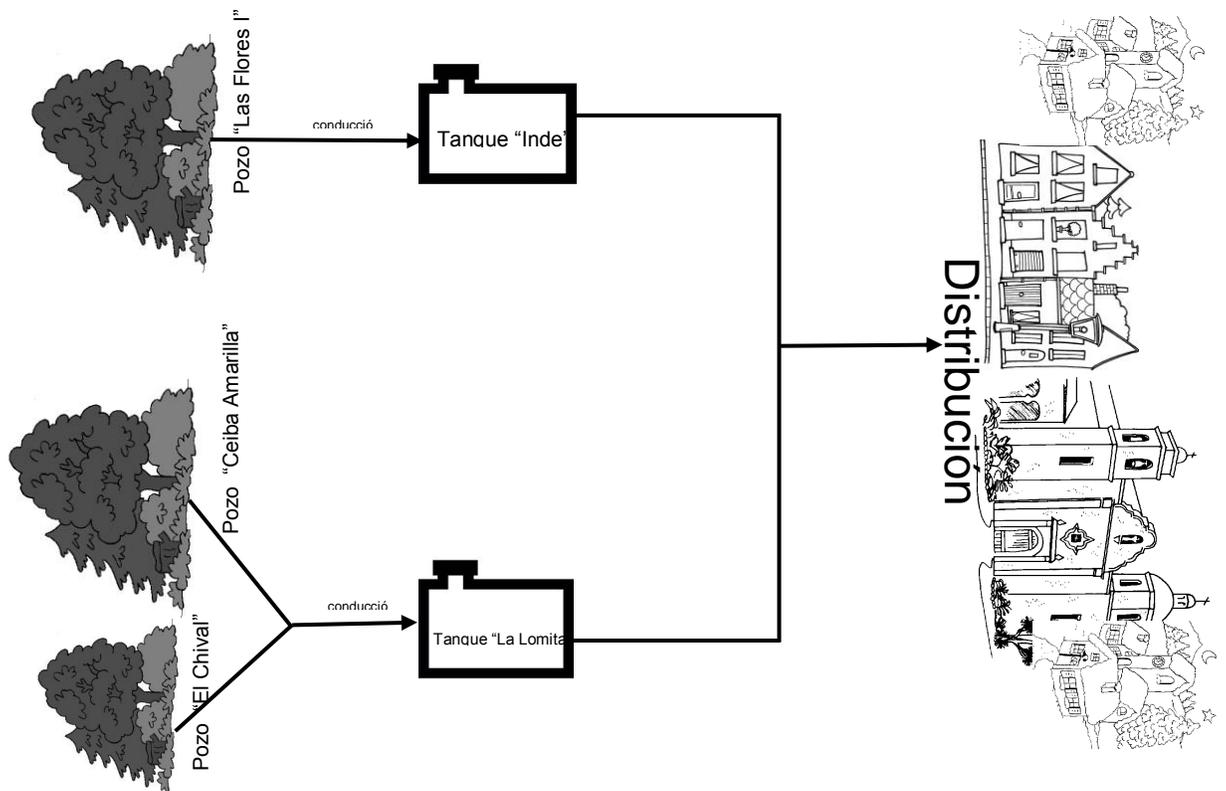
Fuente: elaboración propia.

3.1.1.2. Red de distribución

El agua es extraída por medio de pozos mecánicos en la aldea Las Flores y Valle Abajo, y es enviada utilizando una tubería de diámetro de 6 pulgadas a los tanques de distribución situados en el barrio El Inde y La Lomita de la cabecera municipal para ser distribuidos gravimétricamente a los consumidores finales. En el sistema de distribución del área urbana no se tomaron en cuenta los Pozos Las Flores II, porque este fue diseñado específicamente para abastecer de agua a la aldea las Flores, por el crecimiento que ha tenido la cabecera municipal desde que fue perforado dicho Pozo, en la actualidad se dice que también cubre parte del Barrio Cinco Calles, El Hospitalito y Santuario; tampoco se incluye el Pozo Las Flores III, porque este fue diseñado para abastecer de agua a la aldea Morán y Las Uvas, aunque hoy también cubre los Barrios Los Salvadores y La Tejera, que son parte del casco urbano.

En la figura 4 se muestra como es el sistema de distribución de agua de la cabecera municipal del municipio de El Progreso, Jutiapa.

Figura 4. Diagrama del sistema de distribución de agua de la cabecera municipal de El Progreso, Jutiapa

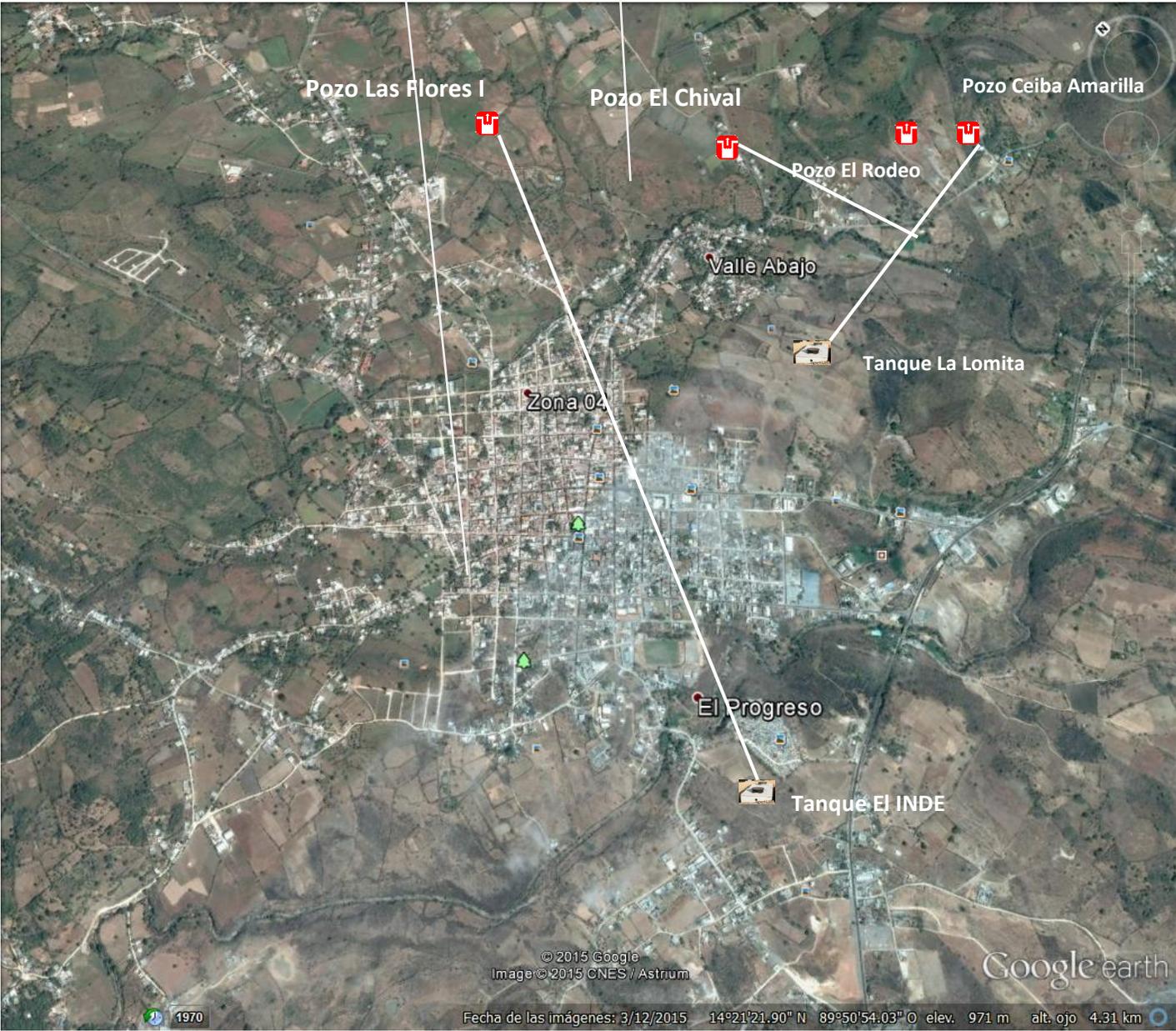


Fuente: elaboración propia.

En la figura 5, se presenta el mapa de ubicación del sistema de distribución de agua de la cabecera municipal del municipio de El Progreso, Jutiapa, para una mejor visualización del lugar donde se encuentran los pozos de donde se extrae el líquido, las líneas de conducción hacia los tanques de almacenamiento y distribución, así como la ubicación de éstos, además se presenta el lugar donde se encuentra el pozo El Rodeo que alimentó del vital

líquido a la población urbana del municipio, pero que ya está clausurado por el poco caudal que producía y en el cual en la ilustración 6 se encuentra su perfil estratigráfico.

Figura 5. Mapa de ubicación del sistema de distribución de agua de la cabecera municipal del municipio de El Progreso, Jutiapa



Fuente: Google maps y elaboración propia.

3.1.1.3. Condiciones en que se encuentra la red de distribución

La red de distribución en general se encuentra en buenas condiciones y cumple con el objetivo para el cual fue diseñado, y fue en el gobierno municipal del señor Julio Way Medrano, 1976 a 1980, cuando se cambió toda la tubería metálica que se instaló originalmente cuando se introdujo el agua a la cabecera municipal por una nueva de material de PVC.

3.1.1.4. Inventario de la red de distribución

En el año 2015, la Oficina Municipal de Agua no tiene un mapeo actualizado de la red de distribución del agua, la población ha estado creciendo constantemente y el mapa por donde pasa la tubería no se ha renovado y debido al cambio de personal en la oficina municipal de agua, durante las administraciones municipales, no se sabe exactamente el lugar de ubicación de la tubería.

Además, no se conocen los diámetros exactos de las tuberías en determinadas zonas, debido a que existen de diversos tamaños, siendo los de mayor diámetro las tuberías de las zonas principales, también se desconoce la distancia exacta de la línea de conducción y distribución.

La red cuenta con dos tanques de distribución de agua: el tanque El Inde, que se encuentra ubicado en el barrio El Inde abastece, a las cuatro zonas de la población y cubre la mayor parte de la misma, su caudal es de 250 gal/min; y el tanque La Lomita, que se encuentra ubicado en el barrio del

mismo nombre, siendo éste de menor capacidad y abastece combinadamente con el tanque El Inde a las zona 2, 3 y 4 y su capacidad es de 75 gal/min.

3.1.2. Estructura organizacional

El sistema de distribución de agua está a cargo de la Municipalidad del municipio, para ello cuenta con una Oficina Municipal del agua encargada de administrar dicho sistema y está compuesta por un jefe de la oficina, diez trabajadores en el área administrativa, 6 técnicos en el departamento técnico y el departamento operativo con 6 fontaneros.

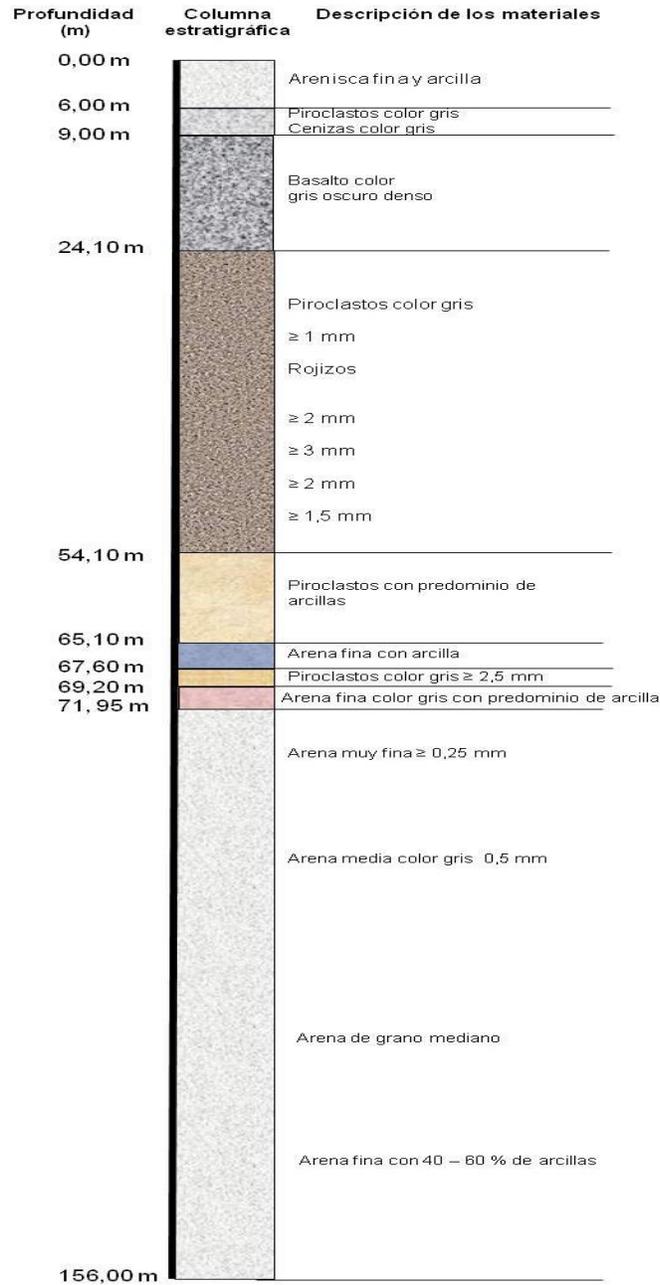
3.1.3. Sistema de captación

El agua que consume la población del área urbana del municipio de El Progreso, Jutiapa, en el 2015 es captada del subsuelo por medio de cinco pozos mecánicos. El agua es extraída por medio de los pozos Las Flores I, II y III que se localizan en la aldea Las Flores y de los pozos Ceiba Amarilla y El Chival, que se encuentran en la aldea Valle Abajo, a diferencia cuando se introdujo el servicio de agua que este provenía de nacimientos.

3.1.3.1. Estratigrafía del municipio de El Progreso, Jutiapa

Para los propósitos del presente estudio, se toma como la estratigrafía de los pozos, por carecer de información y un estudio más específico del suelo en el municipio, la obtenida del pozo El Rodeo, perforado por el INSIVUMEH y por encontrarse muy cerca de los pozos Ceiba Amarilla y El Chival. Este pozo según información proporcionada por INSIVUMEH fue cerrado, pero proporciona información importante de la composición estratigráfica de los suelos del lugar y cuyo perfil se presenta en la figura 6

Figura 6. Estratigrafía del pozo El Rodeo



Fuente: INSIVUMEH

3.1.4. Tratamiento

El único tratamiento que recibe el agua que consume la población urbana del municipio de El Progreso, Jutiapa, es la cloración, con lo cual se asegura la eliminación de microorganismos que pueden afectar la contaminación microbiológica de la misma.

3.1.4.1. Cloración

El agua es clorada agregándole hipoclorito de sodio, por medio de dosificadores, el hipoclorito de sodio está almacenado en toneles, los cuales alimentan directamente a la tubería del agua. Los toneles están provistos de un visor de nivel, en el cual se puede ver la cantidad de hipoclorito de sodio que ha sido agregada y la existente en dichos toneles, para llevar un mejor control del mismo. En la ilustración 16 y 17 del anexo III se presenta la forma en que es suministrado el hipoclorito de sodio.

La relación de hipoclorito de sodio versus caudal de agua, según información proporcionada por la Oficina Municipal de Agua, en el tanque El Inde, abastecido por el pozo Las Flores III, con un caudal es de 425 gal/min, se le introduce 9,16 gal/día de hipoclorito de sodio, equivalente a 24 ml/min, es decir que a 125 gal de agua se le agrega 24 ml de hipoclorito de sodio.

3.1.5. Almacenamiento

El agua es almacenada en dos tanques: el tanque La Lomita y el tanque El Inde, que sirven tanto para almacenamiento como para distribución. El agua extraída de los diferentes pozos es bombeada directamente hacia éstos tanques, para luego ser distribuida por medio de gravedad a los distintos hogares del área urbana del municipio. Los tanques están contruidos de concreto y el diseño es de forma rectangular. En las ilustraciones 13 y 14 del anexo III se presenta el tanque de almacenamiento El Inde y en la ilustración 15 el tanque de almacenamiento La Lomita.

3.2. Monitoreo operativo

La municipalidad como tal, no realiza ningún monitoreo de manera preventiva para evitar agua contaminada sino más bien todas son correctivas, pero el Ministerio de Salud Pública por medio del Centro de Salud del municipio, lleva a cabo un monitoreo mensual para verificar que se esté clorando el agua; también el Laboratorio Nacional de Salud, cada seis meses realiza análisis fisicoquímicos y microbiológicos. Además los controles se limitan al sistema de distribución y no desde la cuenca.

3.2.1. Medidas de Control

La Oficina Municipal del agua, no realiza ninguna medida de control específica en la micro cuenca, y en la parte de captación, pero si en las líneas de conducción, almacenamiento y distribución porque se está

pendiente de que los sistemas de cloración estén funcionando adecuadamente y evitar de esta manera contaminarse de agentes patógenos.

3.2.2. Análisis del agua

El Laboratorio Nacional de Salud, a solicitud de la Oficina Municipal del Agua por no contar con un laboratorio propio realiza un análisis completo a la calidad del agua, tanto para los ensayos microbiológicos como los fisicoquímicos.

3.2.3. Toma de muestras

Para el presente trabajo de tesis, las muestras que se analizan en laboratorio, se toman en cuenta todas las partes del sistema de distribución según lo determina la norma COGUANOR NTG 29006, para cubrir completamente a toda la población que consume el vital líquido. Se toman muestras en los tanques de almacenamiento, y en algunas casas de las diferentes zonas que componen el municipio.

3.2.4. Análisis de las muestras

Las muestras seleccionadas para el presente estudio, tomando todas las precauciones especificadas en norma, se transportan hacia el Laboratorio de Aguas del Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para realizarle los respectivos análisis microbiológicos y fisicoquímicos.

3.3. Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos

En este subcapítulo se presentan los resultados obtenidos del estudio que se realiza al sistema de distribución de agua de la cabecera municipal del municipio de El Progreso, Jutiapa, además por la cercanía de la cabecera municipal se incluye el pozo Las Flores.

3.3.1. Resultados de análisis fisicoquímicos

En las tablas X, XI y XII se presentan los resultados del análisis fisicoquímico del agua de los diferentes lugares seleccionados del sistema de distribución de agua del municipio de El Progreso, Jutiapa, según los datos de los ensayos realizados por el laboratorio de aguas del Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la facultad de ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla X. **Características físicas del agua**

Parámetro Lugar de muestreo	Color	Turbiedad (UNT)	Potencial de hidrógeno Unidades pH	Conductividad eléctrica µmhos/cm
Tanque El Inde	0,1	0,21	7,17	209,00
Tanque La Lomita	0,1	0,48	7,21	279,00
Pozo Las Flores II	0,1	0,32	7,12	205,00
Tanque Las Flores	0,1	0,20	6,90	219,00
Zona 1	0,1	0,19	6,75	211,00
Zona 2	0,1	0,41	7,37	204,00
Zona 3	0,1	0,26	7,19	211,00
Zona 4	0,1	0,26	7,02	277,00

Fuente: elaboración propia, con base a los análisis de la Facultad de Ingeniería (ver anexo 1)

Tabla XI. **Sustancias químicas dela gua en mg/L**

Parámetro Lugar de muestreo	Amoníaco	Nitratos (NO ₃ ⁻)	Cloro residual	Manganeso	Cloruros (Cl ⁻)
Tanque El Inde	0,00	9,60	0,50	0,007	12,50
Tanque La Lomita	0,02	10,30	0,20	0,007	11,50
Pozo Las Flores II	0,00	4,30	----	0,006	15,00
Tanque Las Flores	0,01	6,70	0,3	0,003	15,00
Zona 1	0,07	11,50	0,1	0,005	9,00
Zona 2	0,06	5,40	0,1	0,001	11,00
Zona 3	0,02	16,80	0,1	0,002	11,50
Zona 4	0,04	5,80	0,4	0,002	12,50

Fuente: elaboración propia, con base a los análisis de la Facultad de Ingeniería (ver anexo 1)

Tabla XII. **Sustancias químicas del agua en mg/L (continuación)**

Parámetro Lugar de muestreo	Fluoruros (F)	Sulfatos (SO ²⁻⁴)	Hierro Total (Fe)	Dureza Total	Sólidos Totales	Alcalinidad Total
Tanque El Inde	0,20	0,1	0,03	116,00	129,0	111,0
Tanque La Lomita	0,33	1,0	0,05	150,0	167,0	152,0
Pozo Las Flores II	0,20	0,0	0,01	106,0	126,0	118,0
Tanque Las Flores	0,29	0,0	0,02	110,0	129,0	124,0
Zona 1	0,14	0,0	0,02	90,0	127,0	118,0
Zona 2	0,28	0,0	0,02	86,0	130,0	124,0
Zona 3	0,14	1,0	0,01	128,0	165,0	158,0
Zona 4	0,21	1,0	0,01	104,0	133,0	126,0

Fuente: elaboración propia, con base a los análisis de la Facultad de Ingeniería (ver anexo 1)

3.3.2. Resultados de análisis microbiológico

En la tabla XIII, se presentan los resultados de los análisis bacteriológico del agua de los diferentes lugares seleccionados del sistema de distribución de agua del municipio de El Progreso, Jutiapa, según los

datos de los ensayos realizados por el laboratorio de aguas del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la facultad de ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla XIII. **Resultados del examen bacteriológico**

Microorganismo Lugar de muestreo	Coliforme total/ 100 mL	Coliforme fecal a 44,5°C/100 mL
Tanque El Inde	< 2	< 2
Tanque La Lomita	< 2	< 2
Pozo Las Flores II	< 2	< 2
Tanque Las Flores	< 2	< 2
Zona 1	< 2	< 2
Zona 2	< 2	< 2
Zona 3	< 2	< 2

Fuente: Elaboración propia, con base a los análisis de la Facultad de Ingeniería (ver anexo 1)

4. INTERPRETACIÓN, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo, se presenta un análisis de los resultados obtenidos, así como la forma de interpretarlos, y se realiza la discusión de los mismos.

4.1. Parámetros microbiológicos

Los análisis bacteriológicos realizados a las muestras de agua, tanto al ingreso de los tanques de distribución como en las casas particulares a las que se estudió, indican que el agua que está consumiendo la población del área urbana del municipio de El Progreso, Jutiapa, bacteriológicamente es potable, según lo especificado en la norma COGUANOR NTG 29001, por lo que se puede decir que el agua es apta para el consumo humano, debido a que no se detecta la presencia de microorganismos del grupo coliformes y que el agua en el trayecto del tanque de distribución hacia las casas no se está contaminando de microorganismos como la E. Coli, que causarían enfermedades de tipo gastrointestinal a las personas que la consuman.

4.2. Parámetros fisicoquímicos

Según el Laboratorio de aguas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, los análisis fisicoquímicos sanitarios del agua analizada del área urbana del municipio de El Progreso, Jutiapa, indican que la dureza está dentro de los límites máximos permisibles, que el cloro residual encontrado en las casas particulares donde se tomaron muestras es bajo, y que todas las otras determinaciones realizadas se encuentran dentro de los límites máximos aceptables de normalidad, según las especificaciones de la norma COGUANOR NTG 29001, por lo que el agua puede considerarse que es apta para consumo humano desde este punto de vista.

Es importante destacar que los análisis bacteriológicos indican que el agua analizada es agua potable porque no se detecta la presencia de microorganismos patógenos, pero el cloro residual en las cuatro casas particulares de las diferentes zonas de la cabecera municipal indican que es bajo, por lo que existe el riesgo que debido al poco cloro que se le suministra, en el trayecto de la distribución pueda existir crecimiento de bacterias que pudiesen afectar la salud de la población al consumir el vital líquido, por lo que se debe aplicar una concentración mayor de cloro, para que pueda estar entre los límites máximos permisibles que establece la norma COGUANOR NTG 29001.

4.3. Parámetros Químicos

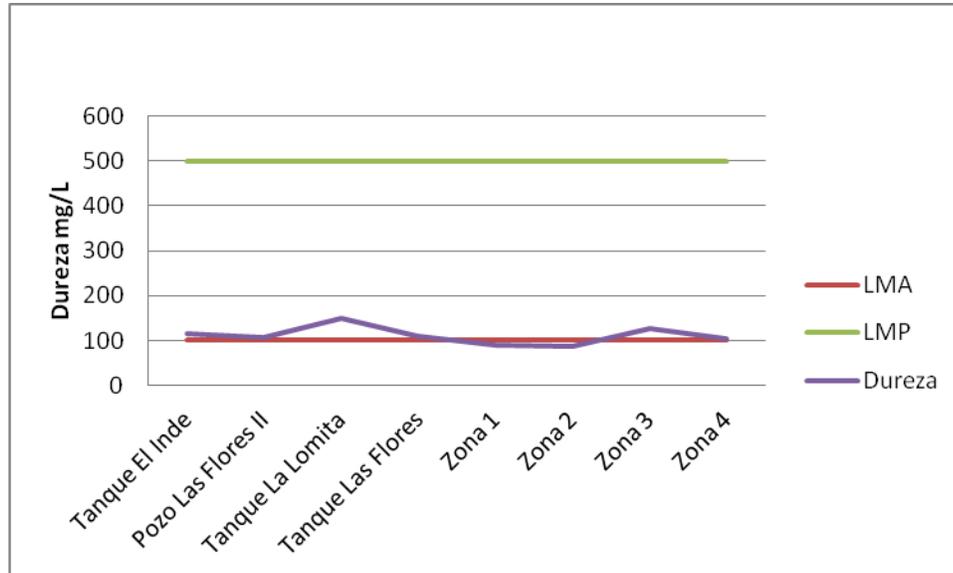
Con respecto a los parámetros químicos analizados, se presenta la discusión de los más importantes, los cuales se presentan a continuación:

4.3.1. Dureza total

Con respecto a la dureza total, la norma COGUANOR NTG 29001, establece como LMA 100 mg/L y como LMP 500 mg/L, de carbonato de calcio respectivamente. Los resultados que se muestran en la ilustración 7, indican que el agua de las casas de las zonas 3 y 4, están por arriba del LMA porque se encuentran en 128 mg/L y 104 mg/L correspondientemente, pero no representan ningún peligro para la salud de los consumidores puesto que se ubica por debajo del límite máximo permisible que es de 500 mg/L, pudiendo afectar levemente las características sensoriales del agua.

Como puede observarse el agua proveniente del tanque La Lomita, es la que presenta mayor concentración de carbonatos, este tanque es abastecido por los pozos Ceiba Amarilla y El Chival, que como se indica en las tablas del anexo son los que presentan mayor concentración de carbonato de calcio.

Figura 7. Dureza total del agua



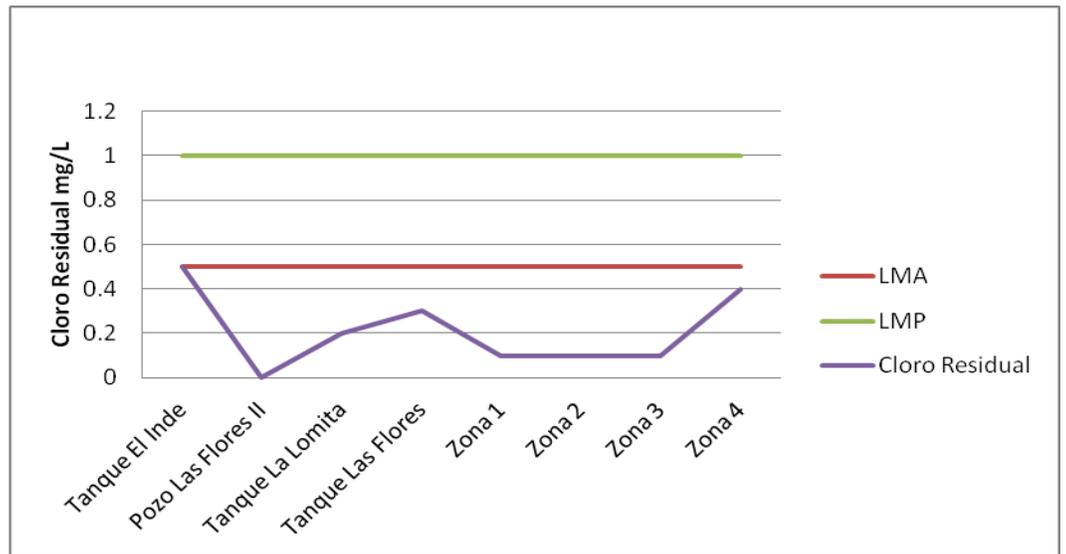
Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Cloro residual

La norma COGUANOR NTG 29001, para el cloro residual establece un LMA y LMP en 0,5 mg/L y 1,0 mg/L respectivamente, como puede observarse en la figura 8 en el tanque El Inde, es donde tiene la más alta concentración de cloro de 0,5 mg/L, las otras muestras analizadas pueden clasificarse como que tienen una cantidad de cloro baja, tal como lo informa el análisis del laboratorio. Al realizar el análisis microbiológico el agua mostró que no tiene microorganismos patógenos, por lo cual puede decirse que el agua en el sistema de distribución no se contamina y que microbiológicamente es apta para consumo humano y por consecuente el cloro suministrado está siendo efectivo.

También es importante destacar que en el pozo Las Flores II, donde es el único pozo al cual se puede tomar muestras, por tener una válvula de drenaje, al efectuar el análisis microbiológico, el agua tampoco poseía presencia de microorganismos.

Figura 8. **Cloro residual**



Fuente: elaboración propia.

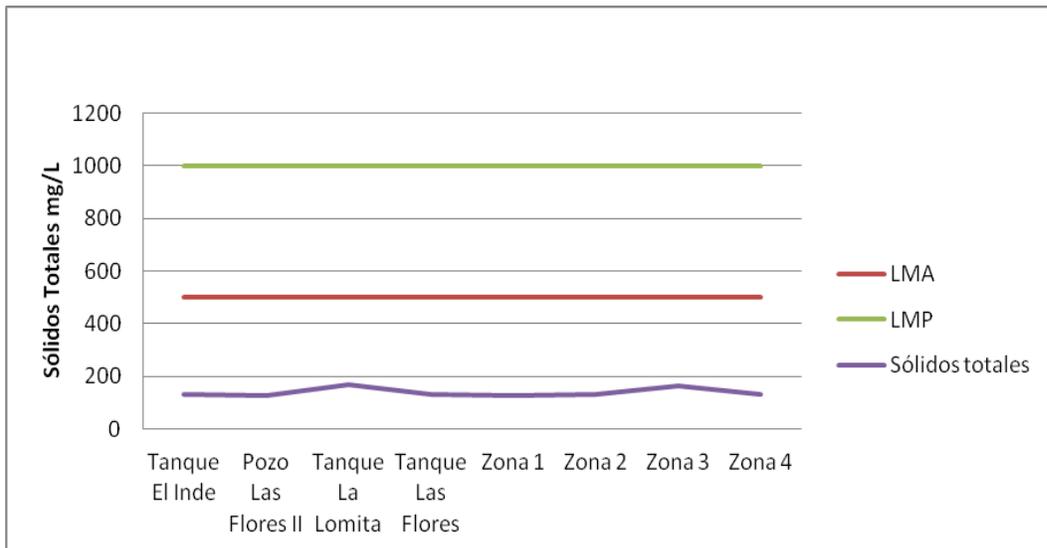
4.4. **Propiedades físicas**

Entre las propiedades físicas analizadas, se presenta la discusión de las más importantes que son las que a continuación numeramos.

4.4.1. Sólidos totales

Los sólidos totales disueltos presentan concentraciones inferiores a los LMA que establece la norma COGUANOR NTG 29001 de 500 mg/L, debido a que se encuentran en un intervalo entre 126 y 167 mg/L y por consiguiente a los LMP de 1 000,0 mg/L, como pueden verse en la figura 9. Por lo que en general puede decirse que éstos no tienen influencia en el sabor del agua y tampoco pueden causar algún malestar en las personas que la ingieran.

Figura 9. Sólidos totales

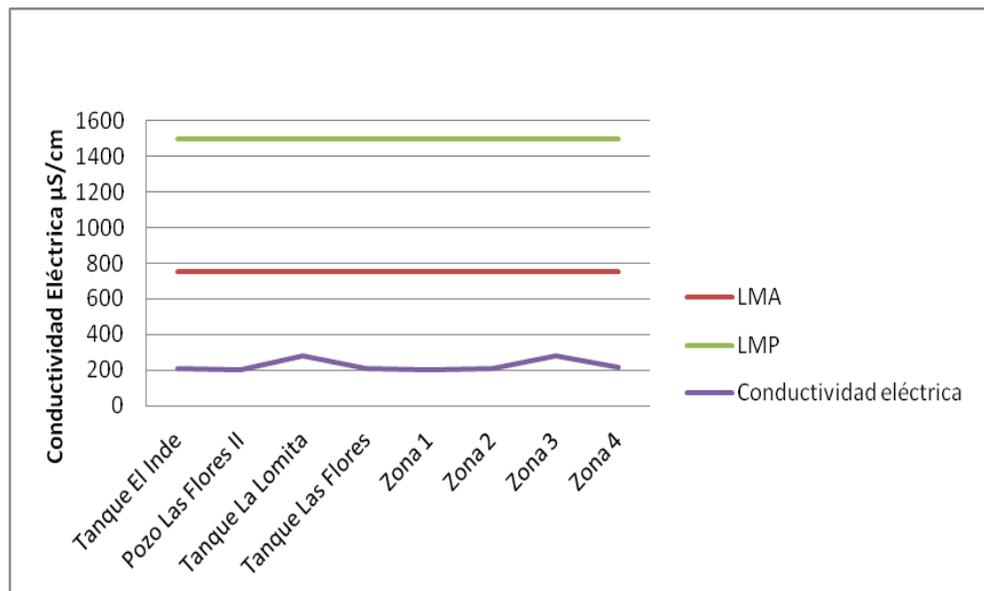


Fuente: elaboración propia.

4.4.2. Conductividad eléctrica

Los valores de la conductividad eléctrica obtenidos al analizar las muestras, se encuentran en el intervalo de 204 a 279 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y la norma COGUANOR NTG 29001, establece como LMA y LMP 750 y 1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente. Como puede observarse en la figura 10 los valores obtenidos están por debajo del LMA que establece la norma, y por consiguiente por debajo de los LMP. Los valores obtenidos indican que la cantidad de sales y minerales disueltos en el agua es baja, por lo que no representa riesgo para la salud del consumidor.

Figura 10. Conductividad eléctrica

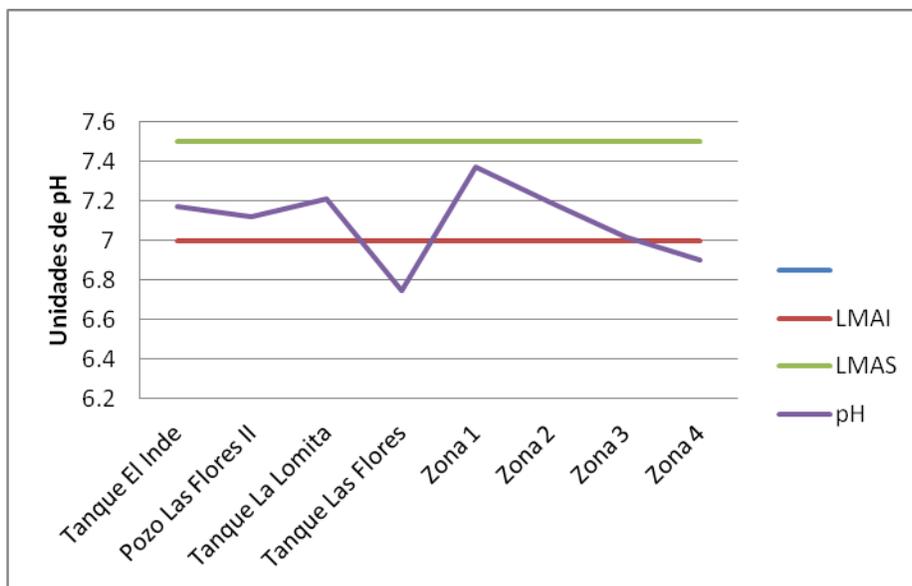


Fuente: elaboración propia.

4.4.3. Potencial de Hidrógeno (pH)

Los valores de pH obtenidos al analizar las muestras están entre el intervalo de 6,75 y 7,37 unidades de pH y la norma COGUANOR NTG 29001 establece que el LMA debe estar entre 7,0 a 7,5 unidades. Como puede observarse en la figura 11, los valores para el tanque Las Flores y la casa particular de la zona 4, están por debajo de los valores que establece la norma, esto podría estar afectando ligeramente en el sabor, pero no representa ningún riesgo para la salud.

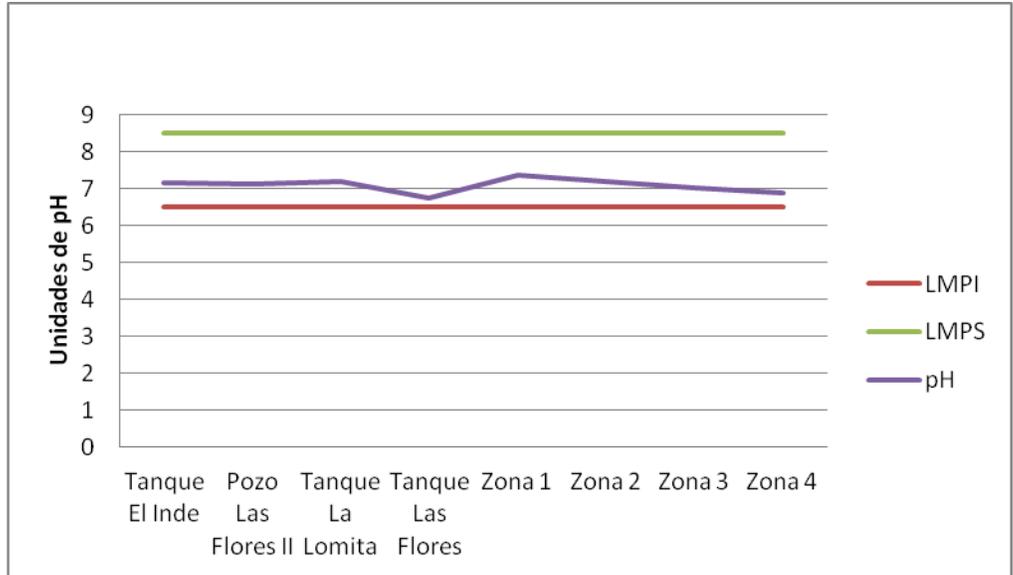
Figura 11. Potencial de hidrógeno (LMA)



Fuente: elaboración propia.

La norma COGUANOR establece para los LMP en pH el intervalo de 6,5 a 8,5 unidades de pH. En la figura 12 puede observarse que todos los resultados se encuentran dentro de este intervalo.

Figura 12. **Potencial de hidrógeno (LMP)**



Fuente: elaboración propia.

Tanto las características fisicoquímicas como microbiológicas analizadas están dentro de los límites establecidos por la norma COGUANOR NTG 29001, por lo que puede decirse que el agua que consume la población del municipio de El Progreso, Jutiapa, cumple con las especificaciones de la normativa guatemalteca y es apta para el consumo humano.

5. PROPUESTA DE UN PLAN DE SEGURIDAD PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA, BASADO EN LA METODOLOGÍA DEL PLAN DE SEGURIDAD PARA LA CALIDAD DEL AGUA DE LA OMS

En el presente capítulo se establecen los cambios necesarios para cumplir con la metodología del Plan de Seguridad para la calidad del agua de la OMS, los cuales permiten una evaluación y gestión integral del sistema, para asegurarles a las personas de la localidad, que el líquido que están consumiendo es apto para consumo humano.

Se realiza una comparación entre el estado actual del sistema de distribución del agua de la cabecera municipal y la propuesta de un plan de seguridad del agua establecido por la Organización Mundial de la salud y se hace una propuesta en base a éste para implementarlo.

La siguiente información se basa en lo establecido en el Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua (Organización Mundial de la Salud, 2 009) de manera simplificada, sin alejarse del contenido original y que ha tenido éxito en varios países de Latinoamérica.

5.1. Conformación de equipo de trabajo del Plan de Seguridad del Agua (PSA)

A la fecha, el sistema de distribución de agua de la cabecera del municipio de El Progreso, Jutiapa, es administrado por la Oficina Municipal del Agua, y son los encargados de prestar el servicio, mantenerlo, cuidarlo y ampliarlo.

Un plan de seguridad del agua de la OMS, indica que lo primero que debe hacerse para la implementación de éste, es conformar el equipo de trabajo, que administrará dicho plan.

Para empezar a implantar un sistema de seguridad del agua en el municipio de El Progreso, Jutiapa, lo primero que tiene que hacerse es conformar el equipo PSA núcleo o interno, conformado por personal de la Oficina Municipal de agua, que será el responsable del desarrollar, ejecutar y mantener el PSA, como parte fundamental de sus funciones.

Seguidamente, según lo establece la OMS, se deberá formar el equipo del PSA ampliado, con la participación de actores ajenos a la oficina municipal del agua y que tengan relación con el sistema, éste deberá ser un equipo de trabajo con personas calificadas que tengan conocimientos técnicos necesarios en el tema de agua para elaborar el plan de seguridad y que se le pueda dar continuidad al sistema.

Las personas seleccionadas para conformar el PSA deben tener interés en el tema y tendrán la responsabilidad de comprender el sistema de suministro y tener la capacidad de determinar los peligros que puedan afectar la calidad y seguridad del agua y serán los responsables del desarrollo, ejecución y mantenimiento del PSA.

Se propone que se forme el equipo que manejará el PSA, y que éste lo conformen en primer lugar un miembro del gobierno municipal; el presidente del PSA núcleo; un representante del tema de salud, un miembro del Sistema educativo del municipio, propietarios de terrenos a lo largo de la cuenta y todos los involucrados en el tema del agua.

5.2. Descripción del sistema de suministro de agua

El personal de la Oficina Municipal del agua, conoce bien el sistema de distribución de agua y desempeñan su trabajo de manera eficiente, pero se carece de documentación donde se encuentre las actividades que cada uno de los departamentos realiza y que describa el sistema de distribución de agua.

El PSA de la OMS establece que una vez conformado el equipo del PSA, la primera actividad que debe desarrollar es recopilar toda la información del sistema, en el caso de que no se disponga de dicha información se debe ir al campo para obtenerla. La información obtenida se debe comprobar mediante visita de campo a cada componente del sistema. La segunda tarea del equipo del PSA es realizar un recorrido por todos los componentes del sistema.

Se propone documentar toda la información que se obtenga de los componentes del sistema, iniciando en la microcuenca de la subcuenca lago Güija hasta el consumidor final, se tiene que describir de forma detallada y de manera completa el suministro de agua y se debe dejar por escrito. Se debe incluir la descripción del sistema, un diagrama de flujo, para conocer de manera visual y práctica el funcionamiento del mismo, así como de todos sus componentes como: micro cuenca de la subcuenca lago Güija, cuenca Ostúa Güija, las fuentes: Pozo Las Flores I y II, Pozo Ceiba Amarilla y El Chival, línea de conducción; tanque de almacenamiento La Lomita y tanque El Inde; línea de distribución; válvulas y sistema de cloración. También se tiene que elaborar un mapeo donde se describe el trayecto que recorre el agua desde su captación hasta los hogares.

El diagrama de flujo, se debe validar en consenso, para evitar que no esté apegado a la realidad, y cuando los miembros del PSA estén de acuerdo se oficializará la descripción del sistema y el diagrama de flujo que facilitará la identificación de los peligros y riesgos.

5.3. Determinación de los peligros, eventos peligrosos y evaluación de los riesgos

En el año 2015, el sistema de distribución de agua de la cabecera municipal de El Progreso, Jutiapa, ha sido efectivo, porque se le está proporcionando a la población agua apta para consumo humano, según los análisis presentados en el anexo, pero no se tienen identificados riesgos y no se está protegiendo la cuenca, ni sus alrededores.

Según el PSA de la OMS, la determinación de los peligros se realizará en el momento del recorrido mencionado en el numeral 5.2 y durante el mismo, el equipo del PSA, deberá determinar qué podría fallar en cada punto del sistema.

En esta etapa se deberán determinar todos los posibles peligros de tipo biológico, físico y químico asociados con cada etapa del sistema de abastecimiento de agua que pueden afectar la seguridad del agua, se determinarán todos los peligros y eventos que pueden contaminar el agua, y que puedan comprometer su seguridad o interrumpir el abastecimiento. La evaluación se deberá realizar desde la cuenca de captación, el tratamiento y la distribución, hasta llegar al lugar de consumo.

En la cuenca: usos de sustancias químicas como fertilizantes y plaguicidas agrícolas, ganadería, apertura de carreteras, vegetación inadecuada. En Pozos: el estado del suministro eléctrico, posible generación de cortocircuitos en la estación de bombeo, mantenimiento de las bombas. En la Línea de Conducción: Falta o mal estado de válvulas de limpieza, expulsión de aire ó reguladoras de presión, tramos de roturas frecuentes. En el tratamiento: revisión de errores en las dosis de sustancias químicas, fallas en la energía eléctrica, desinfección inadecuada o insuficiente. En el almacenamiento: El estado de los techos, permeabilidad y fisuras en los tanques, seguridad en los predios de ubicación de los tanques. En el sistema de distribución: Corrosión de materiales en las tuberías, reparaciones inadecuadas, diseño inadecuado y mal funcionamiento del sistema, roturas de tuberías al reparar o sustituir tuberías existentes o al instalar tuberías nuevas, servicio intermitente en sistemas donde el agua puede contaminarse por puntos rotos, grietas y pequeños agujeros. En el área administrativa, la baja tarifa y la alta morosidad, que impiden la compra de repuestos para la operación y mantenimiento del sistema.

Una vez la municipalidad acepte implementar un PSA, y conforme los equipos mencionados en el numeral 5.1, se debe implementar todas las actividades descritas anteriormente para garantizar a la población que el agua que está consumiendo, es inocua y que siempre tendrá agua con la misma calidad y un sistema que funciona de manera eficiente.

5.4. Determinación de puntos críticos de control y de medidas de control existentes o potenciales

Existen riesgos en el sistema de suministro del agua de la cabecera municipal del municipio de El Progreso, Jutiapa, que no se les está prestando la debida atención, y no se están tomando las medidas de control para mitigarlos, por ejemplo la posible contaminación en la agricultura y ganadería en la cuenca, falta de seguridad en los tanques de almacenamiento, no poseer un mapa actualizado del sistema de distribución, desconocer el estado de la tubería y las válvulas. Pero sí se posee un sistema de cloración que funciona, porque está cumpliendo efectivamente con clorar el agua, también a los tanques se les realiza su debida limpieza y se desinfectan periódicamente.

Según un PSA de la OMS un punto crítico de control es un punto en un proceso o en un equipamiento que falla y que puede resultar un peligro a la salud pública o que puede provocar una interrupción del suministro. Un ejemplo de un punto crítico de control sería en el tratamiento, el evento peligroso sería el hipoclorador está en mal estado, el peligro identificado es que no se está desinfectando el agua, el punto crítico de control sería la existencia de repuestos para reparar el hipoclorador.

Una medida de control o medida preventiva, es una acción o proceso diseñado para reducir la probabilidad de que un evento suceda. Ejemplos de medidas de control: En la Microcuenca: Inducción para la aplicación de buenas prácticas en la agricultura y ganadería; En la obra de captación Control sobre el uso de sustancias químicas para el manejo de plagas y/o fertilización de cultivos y alejamiento del ganado del acceso a la captación, especialmente en zonas de alumbramientos de aguas subterráneas; en la línea de conducción: existencia de cajas de protección para válvulas de purga, reductoras de presión y otras; en el tratamiento: contar con personal capacitado, verificar que la dosis de cloro aplicada produce los niveles residuales para eliminar toda la contaminación microbiológica; en el tanque de almacenamiento: incrementar la seguridad en los predios donde se ubican los tanques, lavado periódico y desinfección de tanques; en la red de distribución: mantener actualizados los mapas de la red de distribución, conocer el estado de las válvulas, monitoreo y registro de presiones; en aspectos administrativos: contar con una tarifa adecuada que soporte los costos operativos.

Para implementar debidamente un PSA, el equipo conformado debe documentar los peligros y eventos peligrosos detectados en el sistema de suministro de agua y proponer las medidas necesarias para controlar dichos riesgos. Por ejemplo, en el municipio de El Progreso, Jutiapa, mejorar la seguridad en los lugares donde se localizan los tanques de distribución, actualizar los mapas de la red de distribución entre otros.

5.5. Elaboración, ejecución y mantenimiento de un plan de mejora o modernización

La Oficina Municipal de agua no tiene un plan de mejora o modernización, porque no se está aplicando un PSA, pero según un PSA de la OMS, si en la etapa anterior se determina que hay riesgos significativos para la seguridad del agua y no hay medidas de control o no son eficaces, debe diseñarse un plan de mejora o modernización, que inicia con los requerimientos de atención urgente ya que son los que más preocupan porque ocurren repetidamente o pueden causar enfermedades significativas. El plan debe cubrir las respuestas inmediatas y un esquema de mejoramiento de corto, mediano y largo plazo. Se elabora un cronograma de actividades para eliminar o reducir el peligro, y se definen los responsables de ejecutar cada actividad, el tiempo de su realización y los recursos requeridos.

Se propone implementar un PSA según la OMS y elaborar un plan de mejora o modernización para brindarle a la población un servicio eficiente.

5.6. Seguimiento a la realización de actividades propuestas y verificación de la eficacia del PSA

La Oficina Municipal del agua es la encargada de darle seguimiento a las actividades diarias para mantener el sistema de distribución funcionando permanentemente, existen algunas medidas de control como estar verificando los niveles de cloro, el equipo del sistema de cloración, los niveles de los tanques de distribución del agua, el sistema de bombeo, cada persona que

labora en dicha oficina tiene asignadas actividades y las están realizando según sus capacidades de la mejor manera posible.

En la metodología de la OMS establece que el equipo de PSA debe reunirse cada mes para darle seguimiento a las actividades operativas diarias y para verificar la eficacia del mismo. El monitoreo de los puntos de control es fundamental para apoyar la gestión de los riesgos demostrando que la medida de control es eficaz y que si se detecta una desviación, pueden adoptarse medidas con tiempo suficiente para evitar que el agua se contamine. Debe establecerse quién va a realizar el monitoreo; cómo se va a monitorear, momento y frecuencia del mismo, dónde va a monitorearse, quién lo tiene que realizar, quién hace los análisis y quién recibe los resultados y quién debe tomar las medidas para cada una de las actividades. El seguimiento puede consistir en revisar el cloro residual, pH, la turbidez, la presencia o ausencia de bacterias de contaminación fecal, monitoreo de cloro residual, otra forma de verificar si es efectivo el PSA, es pasando encuestas para evaluar la satisfacción de los consumidores y saber si se ha mejorado la percepción de prestación del servicio.

En el año 2014, a solicitud de la municipalidad, el Laboratorio Nacional de salud, realizó análisis fisicoquímicos y microbiológicos al agua del sistema de distribución de la cabecera municipal, pero también es importante realizar dichos análisis en un laboratorio diferente al que actualmente los realiza para validar los resultados y de preferencia que está acreditado bajo la norma ISO 17025. Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración, para que los resultados sean confiables.

Se propone implementar un PSA, y realizar todas las actividades que en él se establezcan, porque es un sistema dinámico, se le da seguimiento, se puede evaluar su efectividad, se pueden mejorar y lograr un sistema de distribución de agua eficiente e independiente de las autoridades de turno, y sin importar de quien llegue a ejercer el gobierno municipal se mantenga siempre la misma calidad en el servicio.

5.7. Realización de exámenes periódicos del PSA

En la Oficina Municipal del Agua no se realizan exámenes periódicos de evaluación del sistema de distribución, solo se le realizan algunas pruebas de control, que han sido efectivas.

El PSA de la OMS (2009) indica que éste deberá revisarse como mínimo cada año para que esté vigente. Podría ocurrir que con la implementación de las medidas de control algo que fue identificado como peligro grave ya no está ocurriendo, pero también riesgos nuevos que hacen peligrar la producción de agua y que no habían sido incluidos anteriormente.

Se deberá revisar si se han obtenido los recursos financieros, si los operarios han realizado bien su trabajo.

Se deberán incluir cursos de capacitación y actualización de operarios debido a que con un personal capacitado se estarán superando varios de los peligros. La renovación del personal podría causar que el PSA quede obsoleto.

Cuando ocurre un cambio significativo de circunstancias o una emergencia en el sistema el PSA debe examinarse y si se encuentran peligros nuevos se inicia el ciclo desde el paso No.1 para que quede actualizado.

Se propone implementar un PSA y revisarlo constantemente, también programar capacitación y actualización constante del personal que labora en la Oficina Municipal del Agua y quienes conformarían el equipo de PSA núcleo, porque el sistema de distribución de agua estaría siendo manejado por personas con mejores conocimientos y destrezas y por ende su trabajo lo realizarán de mejor manera.

5.8. Elaboración de procedimientos de gestión

En la Oficina Municipal de Agua no se cuentan con procedimientos documentados, no se tienen de manera escrita las actividades que realiza el personal en ninguna de las etapas del sistema de distribución.

Según un PSA, se deben documentar todos los procedimientos de gestión de manera clara, tanto para cuando el sistema funciona en condiciones normales como cuando se ha producido un incidente. Los procedimientos deberán ser normalizados, los deberán redactar los empleados más experimentados activos de la oficina municipal del agua, exponiendo las actividades que se realizan, de preferencia deberán entrevistarse a todos los empleados y asegurarse que todo el trabajo que realizan, estén recogidas en dicha documentación. En el anexo se muestra un ejemplo para realizar este tipo de documentación.

Se propone que se documenten todas las actividades que realiza el personal de la Oficina Municipal del Agua, cada trabajador describirá en un documento de manera detallada las actividades que realiza según sea su cargo, y será verificada por su jefe inmediato, con el propósito de efectuar las operaciones siempre de la misma manera, porque si la persona llegara a faltar en algún momento o se retira de su cargo, se asegurará independientemente del personal con que se cuente, que la actividad se realizará de la misma manera y se mantendrá la calidad del servicio y así se afianzará que siempre se tendrá un sistema de distribución funcionando adecuadamente y que la calidad del agua siempre será apta para consumo humano.

5.9. Tiempos para implementar un PSA en el municipio de El Progreso, Jutiapa

Se propone la implementación del Plan de Seguridad del Agua en la cabecera municipal del municipio de El Progreso, Jutiapa en un período de tres años. Existen actividades que pueden implementarse de inmediato, pero existen otras que tomarán más tiempo. En la tabla No. XIV, se presentan las actividades a realizar y el período que deben ejecutarse para la implementación del PSA, una vez las autoridades municipales hayan acordado llevar a cabo un PSA en el municipio.

Tabla XIV. **Actividades para la implementación de un plan de seguridad del agua**

No.	Actividad	Tiempo de realización
1	Conformación del equipo del PSA. El equipo del PSA núcleo y el equipo del PSA ampliado	3 meses
2	Descripción del sistema de suministro de agua. Revisión de documentación existente, recorrido por cada uno de los componentes del sistema de agua, describiendo cada componente y elaboración del diagrama de flujo indicando los componentes: micro cuenca, fuente de agua, línea de conducción, tratamiento, almacenamiento y sistema de distribución y validación del diagrama de flujo	6 meses
3	Determinación de los peligros, eventos peligrosos y evaluación de los riesgos. Los peligros son agentes físicos, biológicos, químicos que puedan afectar la salud pública, situaciones que dañen la infraestructura, que afecten el suministro de agua. Los eventos peligrosos como lluvias torrenciales que pueden introducir microorganismos patógenos, provocar roturas en la línea de conducción, pérdida de un tanque; morosidad que impidan se compren repuestos o cloro para desinfectar el agua.	Mensualmente

4	Determinación de puntos críticos de control y medidas de control existentes o potenciales	Mensualmente
5	Elaboración, ejecución y mantenimiento de un plan de mejora o modernización. El plan contiene un cronograma de actividades para eliminar o reducir los peligros y riesgos, definiendo los responsables de ejecutar cada actividad, el tiempo de su realización y los recursos	Anualmente
6	Seguimiento y verificación de la eficacia del PSA.	Anualmente
7	Realización de exámenes periódicos del PSA. Se reevalúan los peligros y riesgos identificados, para mantener actualizado y vigente el PSA.	Anualmente
8	Elaboración de procedimientos de gestión	1 año

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El diseño de gestión de la calidad del agua que consume la población urbana del municipio de El Progreso, Jutiapa, propuesto en el presente estudio, garantiza la calidad del agua tanto en condiciones normales de funcionamiento, como en casos de emergencia.
2. Al evaluar la calidad del agua del sistema de abastecimiento que consume la población urbana del municipio de El Progreso, Jutiapa, según el Laboratorio de Agua de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, es apta para el consumo humano, debido a que cumple con los requisitos mínimos de calidad, tanto para los análisis fisicoquímicos como para los microbiológicos, establecidos en la norma COGUANOR NTG 29001. Agua Potable. Especificaciones.
3. Las medidas de control que se tienen para reducir la contaminación del agua que consume la población urbana del municipio de El Progreso, Jutiapa, están siendo efectivas, porque no se detectó la presencia de microorganismos que contaminan el agua.
4. No se cuenta con procedimientos documentados para el funcionamiento normal y en caso de emergencias que garanticen la calidad del agua para consumo humano en el área urbana del municipio de El Progreso, Jutiapa.

RECOMENDACIONES

1. La implementación de un Plan de Seguridad de Agua, de acuerdo con los lineamientos de la Organización Mundial para la Salud, debido a que son estrategias de tipo preventivo que siempre asegurará agua de calidad para consumo humano a la población.
2. Elaborar toda la documentación necesaria del sistema de distribución de agua, para brindarle confianza a la población sobre las condiciones en que se encuentra el agua que se consume actualmente, porque los procedimientos se realizarán de la misma manera siempre sin importar que sean distintas las personas que lo realicen.
3. Actualizar un mapeo del sistema de distribución de agua, ya que el personal que trabaja en la Oficina Municipal del Agua en el 2014, desconoce los lugares por donde pasa la tubería que conduce el agua.
4. Establecer una programación para el monitoreo y control de los análisis de calidad del agua de manera periódica por parte de la Oficina Municipal del Agua, para tener la certeza de que el agua que se le está brindando a la población es apta para consumo humano.
5. Realizar pruebas del cloro suministrado, para conocer cuál es la cantidad óptima que se debe incrementar para subir los niveles encontrados en la zona 1 y 2 que son bastante bajos.

6. La municipalidad deberá elaborar programas de educación para las escuelas, sobre la importancia del cuidado del agua y de la preservación de la misma, para que en el futuro se tengan ciudadanos conscientes sobre este tema. Así mismo se tengan los conocimientos necesarios para el monitoreo constante acerca de la calidad del agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANAM (2 010). Libro Municipal del Agua, Guatemala, Kamar.
2. Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) NTG 29006 (2 006).
Agua para consumo humano (agua potable). Recolección, preservación, transporte y almacenamiento de muestras. Generalidades. Guatemala: Ministerio de Economía
3. Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) NTG 29001 (2 010).
Agua para Consumo humano (agua potable). Especificaciones. Guatemala: Ministerio de Economía.
4. Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) NTG/ISO 9000 (2 010).
Sistemas de gestión de la calidad – Fundamentos y Vocabulario (3ª Rev). Guatemala: Ministerio de Economía.
5. Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) NGO 4 010 (1986).
Sistema Internacional de Unidades (SI) (2ª. Revisión). Guatemala: Ministerio de Economía
6. Cruz, H. (2 005). *Diagnóstico Socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión. Municipio de El Progreso, Departamento de Jutiapa.* Tesis de Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

7. De León E. (2 008). *Disponibilidad y Características del agua potable en el área urbana del municipio de Huehuetenango*. Tesis de Maestría en Ciencia y Tecnología del medio ambiente. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
8. *Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2008). Manual de procedimientos técnicos para la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano. El Salvador.*
9. Gramajo, C. (2 004). *Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial, obtenida de pozos mecánicos en la zona 11, Mixco, Guatemala*. Tesis de Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
10. Gudiel, M. (1 996). *Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial de las fuentes de agua que abastecen el Municipio de Santa Catarina Pinula*. Tesis de Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos De Guatemala.
11. INE (2 006) *Encuesta Nacional de Condiciones de vida (ENCOVI)*. Guatemala: INE.
12. INE (2 011) *Encuesta Nacional de Condiciones de vida (ENCOVI)*. Guatemala: INE.
13. INFOM (1997). *Guía para el Diseño de Abastecimientos de Agua Potable a zonas Rurales*. Guatemala: INFOM/UNEPAR.

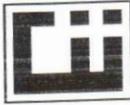
14. INFOM (2011). *Guía de normas sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano*. Guatemala: INFOM/MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA.
15. INFOM (2004). *Manual de Administración, Operación y Mantenimiento*. Guatemala: INFOM/UNEPAR/KFW.
16. Instituto Nacional de Sismología Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) (2 006). *Informe de Calidad y Agua de Ríos de Guatemala*: INSIVUMEH.
17. Jackson, R., Carpenter, S., Dahm, C., Mcknight, D., Naiman, R., Postel, S. & Running, S. (2001). *Agua en un mundo Cambiante*. Principios en Ecología, (9), pp.5. EEUU: Sociedad Americana de Ecología.
18. Lentini, E. (2010). *Servicios de agua potable y saneamiento en Guatemala: beneficios potenciales y determinantes de éxito*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
19. López, H. (1 980). Ellos han forjado El Progreso actual. *Revista Achuapa Feria de Lourdes*, pp 7-11. Guatemala.
20. Má, M. (2 006). *Propuesta de un plan de seguridad para el sistema de agua potable del casco urbano del municipio de Pachalum Quiché*. Tesis de Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos De Guatemala. Guatemala

21. Marchand, P. (2002). *Microorganismos indicadores de la calidad del Agua de Consumo Humano en Lima Metropolitana*. Tesis Facultad de ciencias Biológicas. Universidad del Perú. Perú.
22. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2009). *Reglamento para la Certificación de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Proyectos de Abastecimiento*. Guatemala: MSPAS.
23. OMS (2009). *Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua Metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo*. Ginebra: OMS.
24. OMS (2003). *Programa Conjunto de Monitoreo para el Abastecimiento y Saneamiento del Agua*. Ginebra: OMS.
25. ONU (2006). *Guías Para la Calidad del Agua Potable*. Ginebra: OMS.
26. OPS (2002). *Operación y Mantenimiento de plantas de tratamiento de Agua*. Lima: OPS.
27. OPS (2005). *Guía de procedimientos para la Operación y Mantenimiento de desarenadores y Sedimentadores*. Lima: OPS.
28. OPS (2005). *Guía para el Mejoramiento de la Calidad del Agua a Nivel Casero*. Lima: OPS.
29. OPS (2012). *Plan de Seguridad del agua (PSA) del sistema de abastecimiento de agua potable del casco urbano de la ciudad de Siguatepeque*. Honduras: OPS.

30. OPS/CEPIS (2005). Tratamiento De agua para Consumo humano. Plantas de filtración rápida, Manual IV: Operación, mantenimiento y control de calidad. Lima: OPS/CEPIS/PUB.
31. OPS/OMS (2012). *Manual para el desarrollo de planes de Seguridad el agua (PSA) en el sector rural y urbano marginal de Colombia: Colombia: OPS/OMS.*
32. OPS/OMS (2012). *Manual Simplificado para el Desarrollo de Planes de Seguridad del Agua (PSA) versión para el Prestador del Servicio de Agua Potable y Saneamiento.* Tegucigalpa Honduras: OPS/OMS.
33. Organización Mundial de la Salud (2006). *Guideline for Drinking Water Quality.* 3a edición. Ginebra: OMS.
34. Programa Conjunto de Monitoreo para el Abastecimiento y Saneamiento del Agua (PCMASA) (2 003). *Evaluación rápida de la Calidad del Agua Potable.* Manual Práctico. Suiza: PCMASA.
35. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2013). Agua, agua. Tunza, 10(4), pp.4. Recuperado de:
http://www.unep.org/pdf/Tunza_10.4-Spa-SMLR.pdf
36. Programa Municipio para el Desarrollo Local (PROMUDEL), (2 011). *Manual de procedimientos de agua potable y saneamiento.* Guatemala: PROMUDEL.
37. Ramos F. (2 006). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano en el área urbana del Puerto de San José, Departamento de*

- Escuintla*. Tesis Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
38. Robles, E., Ramírez, E., Durán, A., Martínez, M., González M. (2013). *Calidad Bacteriológica y Físicoquímica del Agua del Acuífero Tepalcingo-Axochiapan, Morelos, México*. pp. 20-21. México.
39. Rojas, R. (2006). *Planes de Seguridad del Agua (PSA)*. Hojas de Divulgación Técnica No. 100, p.3. Perú: OMS/OPS/SPE/CEPIS-SB.
40. Samper, O. (2008). *Plan estratégico para el sector de Agua Potable y Saneamiento*. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo.
41. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN), (2011). Plan de desarrollo Municipal de El Progreso, Jutiapa. Guatemala: SEGEPLAN/DPT2011.
42. SEGEPLAN. (2006). *Estrategia para la Gestión Integrada de Los Recursos Hídricos de Guatemala, Diagnóstico*. Guatemala: SEGEPLAN/BID.
43. UNESCO (2003). *Agua para todos, Agua para la vida Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo*. París, Francia: UNESCO.
44. Zhen, B. (2009). *Calidad físico-química y bacteriológica del agua para consumo humano de la microcuenca de la quebrada Victoria, Curubandé, Guanacaste, Costa Rica, año hidrológico 2007-2008*. Tesis de Maestría en Manejo de Recursos Naturales con mención en Gestión ambiental. Universidad Estatal a distancia. Costa Rica.

ANEXO I



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO				No. 2138	
O.T. No. 33 412					
INTERESADO: <u>ING. ROMULO ENOCK SALGUERO SALVADOR, CARNÉ No. 8011694</u>		PROYECTO: <u>TÉSIS DE MAESTRÍA EN ENERGÍA Y AMBIENTE "SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUME LA POBLACIÓN URBANA DEL MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA"</u>			
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>		DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</u>			
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Barrio La Lomita</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2014-07-27; 07 h 55 min.</u>			
FUENTE: <u>Tanque La Lomita</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2014-07-28; 11 h 00 min.</u>			
MUNICIPIO: <u>El Progreso</u>		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>			
DEPARTAMENTO: <u>Jutiapa</u>					
RESULTADOS					
1. ASPECTO: <u>Clara</u>	4. OLOR: <u>Lig. a cloro</u>	7. TEMPERATURA: <u>-- °C</u> (En el momento de recolección)			
2. COLOR: <u>01,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>279,00 µmhos/cm</u>			
3. TURBIEDAD: <u>00,48 UNT</u>	6.potencial de Hidrógeno (pH): <u>07,21 unidades</u>				
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,02	6. CLORUROS (Cl ⁻)	11,50	11. SOLIDOS TOTALES	167,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,33	12. SOLIDOS VOLÁTILES	05,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	10,30	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	01,00	13. SOLIDOS FIJOS	162,00
4. CLORO RESIDUAL	00,20	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,05	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,00
5. MANGANESO (Mn)	00,007	10. DUREZA TOTAL	150,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	148,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	152,00	152,00		

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario: DUREZA en Límites Máximos Permisibles. CLORO RESIDUAL bajo. Las demás determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NTG 29 001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21^{ra} EDITION 2 005. NORMAS COGUANOR (NORMAS INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2014-08-07

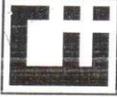
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 Centro de Investigaciones de Ingeniería
 - GUATEMALA -
 DIRECCION

ROMULO ENOCK SALGUERO SALVADOR
 Ing. Químico Col. No. 420
 MSc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe. Técnico Laboratorio



Vo.Bo.
Inga. Telma Maricela Cano Morales
 DIRECTORA CII/USAC

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 33 412

ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO

No. 2137

INTERESADO: <u>ING. ROMULO ENOCK SALGUERO SALVADOR, CARNÉ No. 8011694</u>	PROYECTO: <u>TÉSIS DE MAESTRÍA EN ENERGÍA Y AMBIENTE "SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUME LA POBLACIÓN URBANA DEL MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA"</u>
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Barrio El Inde</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2014-07-27, 07 h 25 min.</u>
FUENTE: <u>Tanque El Inde</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2014-07-28; 11 h 00 min.</u>
MUNICIPIO: <u>El Progreso</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>
DEPARTAMENTO: <u>Jutiapa</u>	

RESULTADOS

1. ASPECTO: <u>Clara</u>	4. OLOR: <u>A cloro</u>	7. TEMPERATURA: <u> </u> °C (En el momento de recolección)			
2. COLOR: <u>01,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>209,00 µmhos/cm</u>			
3. TURBIEDAD: <u>00,21 UNT</u>	6.potencial de Hidrógeno (pH): <u>07,17 unidades</u>				
SUSTANCIAS		mg/L			
SUSTANCIAS		mg/L			
SUSTANCIAS		mg/L			
1. AMONIACO (NH ₃)	00,00	6. CLORUROS (Cl ⁻)	12,50	11. SOLIDOS TOTALES	129,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,20	12. SOLIDOS VOLÁTILES	04,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	09,60	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	01,00	13. SOLIDOS FIJOS	125,00
4. CLORO RESIDUAL	00,50	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,03	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,00
5. MANGANESO (Mn)	00,007	10. DUREZA TOTAL	116,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	111,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	120,00	120,00		

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista fisico químico sanitario: Las determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NTG 29 001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21st EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NG 001/002/SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI) (MILIGRAMOS POR LITRO, MILEGROS POR LITRO, MILEGROS POR LITRO Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2014-08-07

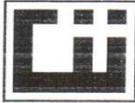


Vo.Bo. Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Zelma Maricela Cano Morales
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

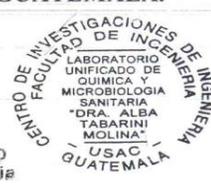


FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 33 412		EXAMEN BACTERIOLOGICO		No. 2141358341
INTERESADO	ING. ROMULO ENOCK SALGUERO SALVADOR, CARNÉ No. 8011694	PROYECTO:	TESIS DE MAESTRIA DE ENERGIA Y AMBIENTE "SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUME LA POBLACION URBANA DEL MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA"	
MUESTRA RECOLECTADA POR	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERIA /USAC	
LUGAR DE RECOLECCION DELA MUESTRA:	Barrio El Inde	FECHA Y HORA DE RECOLECCION:	2014-07-27; 07 h25 min.	
FUENTE:	Tanque El Inde	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2014-07-28; 11 h00 min.	
MUNICIPIO:	El Progreso	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Con refrigeracion	
DEPARTAMENTO:	Jutiapa			
SABOR:	-----	SUSTANCIAS EN SUSPENSION	No hay	
ASPECTO:	Clara	COLOR RESIDUAL	00,50 mg/L	
OLOR:	A Cloro			
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)				
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA		
		FORMACION DE GAS		
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C	
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria	
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria	
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria	
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 2	< 2	
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21 TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.				
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.				
Guatemala, 2014-08-07				
Vo.Bo.	 Inga. Telma Maricela Cano Morales DIRECTORA <small>CHESAC</small>	 Zelma Much Santos Ing. Químico Col. No. 420 MSc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio		



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 33 412

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO

INF. No. 25 785

INTERESADO:	ING. RÓMULO ENOCK SALGUERO SALVADOR, CARNÉ No. 8011694	PROYECTO:	TESIS DE MAESTRIA EN INGENIERIA AMBIENTE: " SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUME LA POBLACION URBANA DEL MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA BASADO EN LA METODOLOGIA DEL PLAN DE SEGURIDAD PARA CALIDAD DEL AGUA DE LA OMS".
RECOLECTADA POR:	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERIA/USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	El Progreso, Jutiapa	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2014-08-03; 11 h 15 min.
FUENTE:	Zona 3, Grifo	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2014-08-04; 10 h 55 min.
MUNICIPIO:	El Progreso	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Con refrigeración
DEPARTAMENTO:	Jutiapa		

RESULTADOS

1. ASPECTO:	Clara	4. OLOR:	Ligero a cloro	7. TEMPERATURA:	--°C
2. COLOR:	01,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	277,00 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	00,26 UNT	6.potencial de Hidrógeno (pH):	07,02 unidades		
SUSTANCIAS		SUSTANCIAS		SUSTANCIAS	
	mg/L		mg/L		mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,02	6. CLORUROS (Cl ⁻)	11,50	11. SOLIDOS TOTALES	165,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,14	12. SOLIDOS VOLÁTILES	03,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	16,80	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	01,00	13. SOLIDOS FIJOS	162,00
4. CLORO RESIDUAL	00,10	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,01	14. SOLIDOS EN SUSPENSION	01,00
5. MANGANESO (Mn)	00,002	10. DUREZA TOTAL	128,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	147,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS		CARBONATOS		BICARBONATOS	
mg/L		mg/L		mg/L	
00,00		00,00		158,00	
				ALCALINIDAD TOTAL	
				mg/L	
				158,00	

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista fisico químico sanitario: DUREZA en Límites Máximos Permisibles. CLORO RESIDUAL bajo. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según NORMA COGUANOR NTG 29 001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21ST EDITION 2005, NORMAS COGUANOR NTG 29 001 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2014-08-18



Zerlin Mich Santos
Zerlin Mich Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



Vo.Bo.

Telma Maricela Cano Morales
Ing. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http://cii.usac.edu.gt



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 33 412

EXAMEN BACTERIOLOGICO

No. 2141358341

INTERESADO ING. ROMULO ENOCK SALGUERO SALVADOR,
CARNÉ No. 8011694

PROYECTO: TESIS DE MAESTRIA DE ENERGIA Y AMBIENTE "SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUME LA POBLACIÓN URBANA DEL MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA"

MUESTRA RECOLECTADA POR Interesado

DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERIA /USAC

LUGAR DE RECOLECCIÓN DELA MUESTRA: Barrio El Inde

FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2014-07-27; 07 h25 min.

FUENTE: Tanque El Inde

FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 2014-07-28; 11 h00 min.

MUNICIPIO: El Progreso

CONDICIONES DE TRANSPORTE: Con refrigeracion

DEPARTAMENTO: Jutiapa

SABOR: -----

SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN No hay

ASPECTO: Clara

COLOR RESIDUAL 00,50 mg/L

OLOR: A Cloro

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 2	< 2

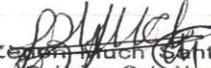
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2014-08-07

Vo.Bo.


Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CIESAC
 GUATEMALA


Zelmira Much Santos
 Ing. Químico Col. No. 420
 MSc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio





**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO

O.T. No. 33 412

INF. No. 25 786

INTERESADO: <u>ING. RÓMULO ENOCK SALGUERO SALVADOR, CARNÉ No. 8011694</u>	PROYECTO: <u>TESIS DE MAESTRIAN EN ENERGIA Y AMBIENTE: " SISTEMA DE GESTION EN LA CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUME LA POBLACION URBANA DEL MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA BASADO EN LA METODOLOGIA DEL PLAN DE SEGURIDAD PARA CALIDAD DEL AGUA DE LA OMS"</u>
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>Particular</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>El Progreso, Jutiapa</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2014-08-03; 11 h 40 min.</u>
FUENTE: <u>Zona 4, Grifo</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2014-08-04; 10 h 55 min.</u>
MUNICIPIO: <u>El Progreso</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>
DEPARTAMENTO: <u>Jutiapa</u>	

RESULTADOS					
1. ASPECTO: <u>Clara</u>	4. OLOR: <u>Ligero a cloro</u>	7. TEMPERATURA: <u>22,5 °C</u> (En el momento de recolección)			
2. COLOR: <u>01,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>219,00 µmhos/cm</u>			
3. TURBIEDAD: <u>00,20 UNT</u>	6.potencial de Hidrógeno (pH): <u>06,90 unidades</u>				
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,04	6. CLORUROS (Cl)	12,50	11. SOLIDOS TOTALES	133,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,21	12. SOLIDOS VOLÁTILES	03,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	05,80	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	01,00	13. SOLIDOS FIJOS	130,00
4. CLORO RESIDUAL	00,40	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,01	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,00
5. MANGANESO (Mn)	00,002	10. DUREZA TOTAL	104,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	116,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	126,00	126,00		

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario: CLORO RESIDUAL bajo. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según NORMA COGUANOR NTG 29 001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21ST EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NCO 2 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2014-08-18

Vo.Bo.

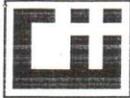
Inga. Teima Maricela Cano Morales
DIRECTORA CIUSAC



Zelmira Much Carrios
ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO-SANITARIO INF. No. 25 784

<p>O.T. No. 33 412</p> <p>INTERESADO: ING. RÓMULO ENOCK SALGUERO SALVADOR, CARNÉ No. 8011694</p> <p>RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u></p> <p>LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>El Progreso, Jutiapa</u></p> <p>FUENTE: <u>Zona 2 Grifo</u></p> <p>MUNICIPIO: <u>El Progreso</u></p> <p>DEPARTAMENTO: <u>Jutiapa</u></p>	<p align="right">No. 2152</p> <p>PROYECTO: TESIS DE MAESTRIA EN INGENIERIA AMBIENTE: "SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUME LA POBLACION URBANA DEL MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA BASADO EN LA METODOLOGIA DEL PLAN DE SEGURIDAD PARA CALIDAD DEL AGUA DE LA OMS".</p> <p>DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA/USAC</u></p> <p>FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2014-08-03; 10 h 40 min.</u></p> <p>FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2014-08-04; 10 h 55 min.</u></p> <p>CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u></p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

RESULTADOS					
1. ASPECTO:	<u>Clara</u>	4. OLOR:	<u>Ligero a cloro</u>	7. TEMPERATURA:	<u>- °C</u>
2. COLOR:	<u>01,00 Unidades</u>	5. SABOR:	<u>-----</u>	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	<u>211,00 µmhos/cm</u>
3. TURBIEDAD:	<u>00,26 UNT</u>	6.potencial de Hidrógeno (pH):	<u>07,19 unidades</u>		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,06	6. CLORUROS (Cl ⁻)	11,00	11. SOLIDOS TOTALES	130,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,28	12. SOLIDOS VOLÁTILES	04,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	05,40	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	00,00	13. SOLIDOS FIJOS	126,00
4. CLORO RESIDUAL	00,10	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,02	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,00
5. MANGANESO (Mn)	00,001	10. DUREZA TOTAL	86,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	112,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL		
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		
00,00	00,00	124,00	124,00		

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario: **CLORO RESIDUAL** bajo. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según NORMA COGUANOR NTG 29 001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21ST EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NTG 29 001 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2014-08-18



Zeferino Much Sambos
 Ing. Químico Col. No. 420
 MSc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio

Vo.Bo. **Inga. Telma Maricela Cano Morales**
DIRECTORA CII/USAC

FACULTAD DE INGENIERÍA — USAC —
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 33 412

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO SANITARIO

INF. No. 25 783

INTERESADO: ING. RÓMULO ENOCK SALGUERO SALVADOR, CARNÉ No. 8011694	PROYECTO:	No. 2151 TÉSIS DE MAESTRÍA EN ENERGÍA AMBIENTE: "SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUME LA POBLACIÓN URBANA DEL MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA BASADO EN LA METODOLOGÍA DEL PLAN DE SEGURIDAD PARA CALIDAD DEL AGUA DE LA OMS"
	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2014-08-03; 15 h 35 min.
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>El Progreso, Jutiapa</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2014-08-04; 10 h 55 min.
FUENTE: <u>Zona 1, Grifo</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	<u>Con refrigeración</u>
MUNICIPIO: <u>El Progreso</u>		
DEPARTAMENTO: <u>Jutiapa</u>		

RESULTADOS

1. ASPECTO: <u>Clara</u>	4. OLOR: <u>Ligero a cloro</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u>--° C</u>			
2. COLOR: <u>01,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>204,00 µmhos/cm</u>			
3. TURBIEDAD: <u>00,41 UNT</u>	6.potencial de Hidrógeno (pH): <u>07,37 unidades</u>				
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,07	6. CLORUROS (Cl ⁻)	09,00	11. SOLIDOS TOTALES	127,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,14	12. SOLIDOS VOLÁTILES	05,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	11,50	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	00,00	13. SOLIDOS FIJOS	122,00
4. CLORO RESIDUAL	00,10	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,02	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,00
5. MANGANESO (Mn)	00,005	10. DUREZA TOTAL	90,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	108,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL		
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		
00,00	00,00	118,00	118,00		

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario: CLORO RESIDUAL bajo. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según NORMA COGUANOR NTG 29 001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21ST EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NGT 29 001 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2014-08-18



[Signature]
Zelma Muchi Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



Vo.Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CI/USAC

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http://cii.usac.edu.gt



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 33 412

ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO

No. 2145

INTERESADO: ING. ROMULO ENOCK SALGUERO SALVADOR, CARNÉ No. 8011694	PROYECTO: TÉSIS DE MAESTRÍA EN ENERGÍA Y AMBIENTE "SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUME LA POBLACION URBANA DEL MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA"
RECOLECTADA POR: Interesado	DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN: Aldea Las Flores	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2014-07-27; 08 h 50 min.
FUENTE: Tanque Las Flores	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: 2014-07-28; 11 h 00 min.
MUNICIPIO: El Progreso	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: Con refrigeración
DEPARTAMENTO: Jutiapa	

RESULTADOS					
1. ASPECTO: Clara	4. OLOR: Lig. a cloro	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) - ° C			
2. COLOR: 01,00 Unidades	5. SABOR: -----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 211,00 µmhos/cm			
3. TURBIEDAD: 00,19 UNT	6 potencial de Hidrógeno (pH): 06,75 unidades				
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,01	6. CLORUROS (Cl ⁻)	15,00	11. SOLIDOS TOTALES	129,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,29	12. SOLIDOS VOLÁTILES	03,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	06,70	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	00,00	13. SOLIDOS FIJOS	126,00
4. CLORO RESIDUAL	00,30	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,02	14. SOLIDOS EN SUSPENSION	01,00
5. MANGANESO (Mn)	00,003	10. DUREZA TOTAL	110,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	112,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	124,00	124,00		

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista fisico quimico sanitario: **CLORO RESIDUAL** bajo. Las demás determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NTG 29 001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21st EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR (LABORATORIO UNIFICADO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA "DRA. ALBA TABARINI MOLINA" - USAC - GUATEMALA)

Guatemala, 2014-08-07

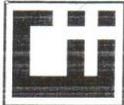


[Signature]
Zenon Mich Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



Vo.Bo.
Inga. Telma Maricela Cano Morates
DIRECTORA CII/USAC

FACULTAD DE INGENIERÍA — USAC —
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 33 412		EXAMEN BACTERIOLOGICO	No. 2144358344
INTERESADO	<u>ING. ROMULO ENOCK SALGUERO SALVADOR</u> <u>CARNÉ No. 8011694</u>	PROYECTO:	<u>TESIS DE MAESTRIA DE ENERGIA Y AMBIENTE "SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUME LA POBLACION URBANA DEL MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA"</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Interesado</u>	DEPENDENCIA:	<u>FACULTAD DE INGENIERIA /USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DELA MUESTRA:	<u>Aldea Las Flores</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2014-07-27; 09 h15 min.</u>
FUENTE:	<u>Pozo Las Flores</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2014-07-28; 11 h00 min.</u>
MUNICIPIO:	<u>El Progreso</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Con refrigeracion</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Jutiapa</u>		

SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>Clara</u>	COLOR RESIDUAL	<u>--</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>		

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMESES COLIFORMES/100cm ³		<2	<2

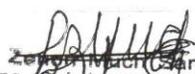
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2014-08-07

Vo.Bo.


Inga. Telma Maricela Cano Morales
 DIRECTORA CII/USAC


Celso March Santos
 Ing. Químico Col. No. 420
 MSc. en Ingeniería Sanitaria
 Técnico Laboratorio

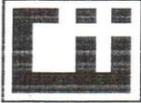




**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 33 412		EXAMEN BACTERIOLOGICO		No. 2142 INF. No. A-358342	
INTERESADO <u>ING. ROMULO ENOCK SALGUERO SALVADOR</u> <small>CARNÉ No. 8011694</small>	PROYECTO: TESIS DE MAESTRIA DE ENERGIA Y AMBIENTE "SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUME LA POBLACION URBANA DEL MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA"				
MUESTRA RECOLECTADA POR <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA /USAC</u>				
LUGAR DE RECOLECCIÓN DELA MUESTRA: <u>Barrio La Lomita</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2014-07-27: 07 h55 min.</u>				
FUENTE: <u>Tanque La Lomita</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2014-07-28: 11 h00 min.</u>				
MUNICIPIO: <u>El Progreso</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeracion</u>				
DEPARTAMENTO: <u>Jutiapa</u>					
SABOR: <u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSION		<u>No hay</u>		
ASPECTO: <u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL		<u>00,20 mg/L</u>		
OLOR: <u>Lig. a cloro</u>					
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)					
PRUEBAS NORMALES		PRUEBA PRESUNTIVA		PRUEBA CONFIRMATIVA	
				FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL		FECAL 44.5 °C	
10,00 cm ³	-----	Innecesaria		Innecesaria	
01,00 cm ³	-----	Innecesaria		Innecesaria	
00,10 cm ³	-----	Innecesaria		Innecesaria	
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm³		< 2		< 2	
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.					
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.					
Guatemala, 2014-08-07					
Vo.Bo.  Inga. Telma Maricela Carrón Morales DIRECTORA CII/USAC		 Zelmar Muñoz Santos Ing. Químico Col. No. 420 MSc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio			



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



EXAMEN BACTERIOLOGICO

O.T. No. 33 412

No. ~~2157~~ **358379**

INTERESADO	<u>ING. RÓMULO ENOCK SALGUERO SALVADOR,</u> <u>CARNÉ No. 8011694</u>	PROYECTO:	<u>TÉSIS DE MAESTRÍA EN ENERGÍA Y AMBIENTE:</u> <u>" SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL</u> <u>AGUA QUE CONSUME LA POBLACIÓN URBANA</u> <u>DE EL PROGRESO, JUTIAPA BASADO EN LA</u> <u>METODOLOGÍA DEL PLAN DE SEGURIDAD PARA</u> <u>CALIDAD DEL AGUA DE LA OMS"</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Interesado</u>	DEPENDENCIA:	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>El Progreso, Jutiapa</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2014-08-03; 11 h15 min.</u>
FUENTE:	<u>Zona 3. grifo</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2014-08-04; 10 h55 min.</u>
MUNICIPIO:	<u>El Progreso</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Con refrigeracion</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Jutiapa</u>		
SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL	<u>00,10 mg/L</u>
OLOR:	<u>Lig. a cloro</u>		

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 2	< 2

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua **ES POTABLE**, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2014-08-18

Vo.Bo.

Inga. Telma Maricela Cano
DIRECTORA CN/USAC



[Signature]
Zelma Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio





**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 33 412

EXAMEN BACTERIOLOGICO

NO. 2159 358380

INTERESADO ING. RÓMULO ENOCK SALGUERO SALVADOR,
CARNÉ No. 8011694

PROYECTO:

TESIS DE MAESTRÍA EN ENERGÍA Y AMBIENTE:
" SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL
AGUA QUE CONSUME LA POBLACIÓN URBANA
DE EL PROGRESO, JUTIAPA BASADO EN LA
METODOLOGÍA DEL PLAN DE SEGURIDAD PARA
CALIDAD DEL AGUA DE LA OMS"

MUESTRA RECOLECTADA POR Interesado

DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC

LUGAR DE RECOLECCIÓN
DE LA MUESTRA: El Progreso, Jutiapa

FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2014-08-03: 11 h40 min.

FUENTE: Zona 4, grifo

FECHA Y HORA DE LLEGADA AL
LABORATORIO: 2014-08-04: 10 h55 min.

MUNICIPIO: El Progreso

CONDICIONES DE TRANSPORTE: Con refrigeracion

DEPARTAMENTO: Jutiapa

SABOR: -----

SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN No hay

ASPECTO: Clara

COLOR RESIDUAL 00,40 mg/L

OLOR: Lig. a cloro

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 2	< 2

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2014-08-18

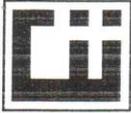
Vo.Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Zenón Víctor Santos
ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Técnico Laboratorio





**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



EXAMEN BACTERIOLOGICO

O.T. No. 33 412

No. **3156** 358378

INTERESADO <u>ING. RÓMULO ENOCK SALGUERO SALVADOR,</u> <u>CARNÉ No. 8011694</u>	PROYECTO: <u>TESIS DE MAESTRIA EN ENERGIA Y AMBIENTE:</u> <u>" SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL</u> <u>AGUA QUE CONSUME LA POBLACION URBANA</u> <u>DE EL PROGRESO, JUTIAPA BASADO EN LA</u> <u>METODOLOGIA DEL PLAN DE SEGURIDAD PARA</u> <u>CALIDAD DEL AGUA DE LA OMS"</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA/USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>El Progreso, Jutiapa</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2014-08-03: 10 h40 min.</u>
FUENTE: <u>Zona 2. grifo</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2014-08-04: 10 h55 min.</u>
MUNICIPIO: <u>El Progreso</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeracion</u>
DEPARTAMENTO: <u>Jutiapa</u>	
SABOR: <u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN <u>No hay</u>
ASPECTO: <u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL <u>00,10 mg/L</u>
OLOR: <u>Lig. a cloro</u>	

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 2	< 2

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2014-08-18

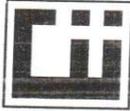
Vo.Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Zenon Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio





**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 33 412

EXAMEN BACTERIOLOGICO

No. ~~2155~~ **358381**

INTERESADO ING. RÓMULO ENOCK SALGUERO SALVADOR,
CARNÉ No. 8011694

PROYECTO:

TESIS DE MAESTRIA EN ENERGIA Y AMBIENTE:
" SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL
AGUA QUE CONSUME LA POBLACION URBANA
DE EL PROGRESO, JUTIAPA BASADO EN LA
METODOLOGIA DEL PLAN DE SEGURIDAD PARA
CALIDAD DEL AGUA DE LA OMS"

MUESTRA RECOLECTADA POR Interesado

DEPENDENCIA:

FACULTAD DE INGENIERIA/USAC

LUGAR DE RECOLECCIÓN
DE LA MUESTRA: El Progreso, Jutiapa

FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2014-08-03; 11 h40 min.

FUENTE: Zona 1. grifo

FECHA Y HORA DE LLEGADA AL
LABORATORIO: 2014-08-04; 10 h55 min.

MUNICIPIO: El Progreso

DEPARTAMENTO: Jutiapa

CONDICIONES DE TRANSPORTE: Con refrigeracion

SABOR: -----

SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN No hay

ASPECTO: Clara

COLOR RESIDUAL 00.40 mg/L

OLOR: Lig. a cloro

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³		Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 2	< 2

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2014-08-18

Vo.Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



[Signature]
Zenia Mich Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio





**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 33 412		No. 23.43358343	
INTERESADO <u>ING. ROMULO ENOCK SALGUERO SALVADOR.</u> CARNÉ No. 8011694	PROYECTO: <u>TESIS DE MAESTRIA DE ENERGIA Y AMBIENTE "SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUME LA POBLACION URBANA DEL MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA"</u>		
MUESTRA RECOLECTADA POR <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA /USAC</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Aldea Las Flores</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2014-07-27; 08 h50 min.</u>		
FUENTE: <u>Tanque Las Flores</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2014-07-28; 11 h00 min.</u>		
MUNICIPIO: <u>El Progreso</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeracion</u>		
DEPARTAMENTO: <u>Jutiapa</u>			
SABOR: <u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN <u>No hay</u>		
ASPECTO: <u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL <u>00,30 mg/L</u>		
OLOR: <u>Lig. a cloro</u>			
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 2	< 2
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 21 TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
OBSERVACIONES: <u>Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.</u>			
Guatemala, 2014-08-07			
Vo.Bo. Inga. Telma Mariela Cano Morales DIRECTORA CII/USAC		 Zepherino Santos Ing. Químico Col. No. 420 MSc en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	



ANEXO II

EJEMPLO DE PROCEDIMIENTO PARA ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS

Descripción

Todo documento debe contar con una distinción inequívoca por lo que se debe estipular una clave de identificación.

Debe de contener los nombres con cargos y firmas de las personas involucradas en la elaboración del documento, los cuales quedarán registradas previo al desarrollo del documento.

Toda documentación realizada en la Oficina Municipal del Agua como Manual de Calidad, Procedimientos, Instrucciones, Formatos, gráficos de soporte, entre otros, deberá ser resguardada según su clasificación, área, tipo de registro y en forma cronológica.

Cuando se declare un documento obsoleto permanecerá en los registros clasificado de esa manera por 2 meses, luego desaparecerá de los mismos.

Forma de documento: Todo documento debe seguir los siguientes lineamientos en su estructura:

- a. La numeración de los capítulos debe ser secuencial.
- b. El tamaño de hoja para impresión será carta

Clave de identificación

Todo procedimiento de calidad debe poseer una clave de identificación, deberá ser colocada en el encabezado de todas las hojas.

- A. Define el logotipo de la Oficina Municipal del Agua ó de la Municipalidad
- B. Define el número de versión a la fecha
- C. En este apartado estarán las siglas de la Oficina Municipal del agua, e identificando si es procedimiento, instrucción, formato u otro documento y luego separado por un guión se coloca el número correspondiente de acuerdo al correlativo que se le asigne.
- D. Define el nombre del procedimiento, instrucción, formato u otro documento
- E. Define la fecha de elaboración del documento.
- F. Define el número de páginas que contiene el documento, indicando el número que se está revisando sobre el total de páginas. Ejemplo:
1/10: indica que se está revisando la página 1 y el 10 que contiene 10 páginas.

Los procedimientos deberán contar con los siguientes datos:

- a. Carátula
- b. Hoja de identificación
- c. Índice
- d. Introducción
- e. Propósito
- f. Alcance
- g. Definiciones
- h. Enunciado del procedimiento
- i. Anexos

Las instrucciones de trabajo, deberán contener los pasos consecutivos y se harán de forma enumerativa.

Los formatos se harán de acuerdo a lo que contiene la clave de identificación y se harán de acuerdo a las necesidades de cada área.

ANEXO III

Figura 13. Interior tanque EI INDE



Fuente: Fotografía realizada por el autor

Figura 14. Exterior del tanque EI INDE



Fuente: Fotografía realizada por el autor

Figura 15. Exterior del tanque La Lomita



Fuente: Fotografía realizada por el autor

Figura 16. Alimentación de cloro al sistema



Fuente: Fotografía realizada por el autor

Figura 17. **Sistema de cloración**



Fuente: Fotografía realizada por el autor