



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Estudios de Postgrado

Maestría en artes en Ingeniería para el Desarrollo Municipal

**PROPUESTA DE UN PLAN MUNICIPAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL  
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS ZONAS 4,  
5, Y 10 DEL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA.**

**Ing. Julio Antonio Arreaga Solares**

Asesorado por la Dra. Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola

Guatemala, noviembre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN PLAN MUNICIPAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL  
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS ZONAS 4,  
5, Y 10 DEL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**Ing. Julio Antonio Arreaga Solares**

Asesorado por la Dra. Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRO EN ARTES EN INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO  
MUNICIPAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Msc. Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Msc. Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Msc. Ing. Angel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Msc. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
SECRETARIA	Msc. Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **PROPUESTA DE UN PLAN MUNICIPAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS ZONAS 4, 5, Y 10 DEL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha (22 de septiembre 2016).

**Julio Antonio Arreaga Solares**



FACULTAD DE  
INGENIERÍA - USAC  
**EP**  
ESCUELA DE  
ESTUDIOS DE POSTGRADO

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

APT-2017-036

Como Coordinador de la Maestría en Artes en Ingeniería para el Desarrollo Municipal del Trabajo de Graduación titulado **"PROPUESTA DE UN PLAN MUNICIPAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS ZONAS 4, 5, Y 10 DEL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA"** presentado por el Ingeniero Civil Julio Antonio Arreaga Solares, apruebo y recomiendo la autorización del mismo.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

MSc. Juan Carlos Fuentes Montepedraza  
Coordinador de Maestría  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala



Guatemala, noviembre de 2017.

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 Geoaráfica. 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-2017-036

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 **"PROPUESTA DE UN PLAN MUNICIPAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS ZONAS 4, 5, Y 10 DEL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA"** presentado por el Ingeniero Civil **Julio Antonio Arreaga Solares**, correspondiente al programa de Maestría en Artes en Ingeniería para el Desarrollo Municipal; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

MSc. Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos  
Director

Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala



Guatemala, noviembre de 2017.

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, Exploración 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-2017-036

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 Artes en Ingeniería para el Desarrollo Municipal titulado: **"PROPUESTA DE UN PLAN MUNICIPAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS ZONAS 4, 5, Y 10 DEL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA"** presentado por el Ingeniero Civil Julio Antonio Arreaga Solares, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

*"Id y Enseñad a Todos"*

MSc. Ing. Pedro Antonio Aguilar Blanco

Decano

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala \*



Guatemala, noviembre de 2017.

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.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por ser mi sustentador y brindarme la oportunidad de concluir este trabajo, porque sin ti nada soy y nada puedo, tu promesa Josué 1:9 se cumple en mí.
<b>Mi madre (q.e.p.d.)</b>	Por tu amor y sacrificio que me brindaste siempre.
<b>Mis abuelos (q.e.p.d.)</b>	Por sus consejos.
<b>Mi esposa</b>	Por tu amor, comprensión, eres mi ayuda idónea.
<b>Mis hijos</b>	Por su amor sincero e incondicional
<b>Mis hermanas</b>	Por su cariño
<b>Mis sobrinos</b>	Por su sonrisa franca
<b>Mis tíos</b>	Por su apoyo
<b>Mi familia</b>	



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Jesucristo**

Por ser el amigo fiel, tu ejemplo perfecto es mi luz, por tu sacrificio, en ti todo lo puedo, Filipenses 4:13.

**Alba Guerrero**

Por tu asesoría en este trabajo, tu tiempo y paciencia, Dios derrame bendiciones sobre ti y tu familia.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XVII
OBJETIVOS .....	XXI
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO.....	XXIII
INTRODUCCIÓN .....	XXV
1. ANTECEDENTES .....	1
1.1. Caracterización.....	1
1.2. Antecedentes del problema.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. La prestación del servicio de agua potable en Guatemala .....	9
2.2. Tipos de servicio de agua potable.....	9
2.2.1. Servicio de agua potable por gravedad .....	10
2.2.2. Servicio de agua potable por bombeo .....	10
2.3. Indicadores de gestión del servicio de agua potable .....	11
2.3.1. Sostenibilidad y sustentabilidad del servicio de agua potable.....	12
2.3.2. Cobertura del servicio de agua potable .....	13
2.3.3. Calidad del agua en el servicio de agua potable .....	14
2.3.4. Calidad institucional .....	14
2.4. Causas de la deficiencia en el servicio de agua potable .....	15

2.5.	Consecuencias de la deficiencia en la prestación del servicio de agua potable .....	16
2.6.	Salud pública en Guatemala .....	17
2.6.1.	Enfermedades asociadas al consumo de agua contaminada.....	18
2.7.	Procesos técnicos-administrativos involucrados en el abastecimiento de agua potable .....	19
2.7.1.	Planificación .....	19
2.7.2.	Cálculo de tarifa y recaudación.....	21
2.7.3.	Operación y mantenimiento .....	22
3.	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	25
3.1.	Presentación de datos .....	25
3.2.	Análisis de resultados .....	26
3.3.	Discusión de resultados .....	36
4.	PROPUESTA DEL PLAN.....	39
4.1.	Planificación .....	39
4.1.1.	Gestión .....	40
4.1.2.	Cobertura .....	41
4.2.	Comercialización .....	43
4.2.1.	Tarifa .....	45
4.2.2.	Recaudación .....	45
4.3.	Control del sistema de abastecimiento .....	46
4.3.1.	Certificación .....	46
4.3.2.	Operación.....	48
4.3.3.	Mantenimiento.....	49

RECOMENDACIONES .....53  
BIBLIOGRAFÍA .....57



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### TABLAS

I.	Extensión territorial para las zonas 4, 5 y 10 de Villa Nueva.....	25
II.	Sistema de alimentacion y cantidad de pozos .....	26
III.	Población por zonas.....	27
IV.	Cantidad de pozos por zona .....	27
V.	Viviendas por zona.....	28
VI.	Habitantes con servicio de agua .....	28
VII.	Clasificación de los tipos de servicios.....	31
VIII.	Egresos e integración de cargas.....	33
IX.	Resumen de egresos .....	34
X.	Resumen de ingresos .....	35
XI.	Actividades e indicadores del plan municipal .....	49



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Km</b>	Kilómetros
<b>L</b>	litros
<b>M</b>	Metros
<b>m<sup>3</sup></b>	Metros cúbicos
<b>N. C.</b>	Nivel de confianza
<b>%</b>	Porcentaje
<b><i>p</i></b>	Porcentaje de éxito
<b><i>q</i></b>	Porcentaje de fracaso
<b><i>E</i><sup>2</sup></b>	Porcentaje de error
<b>Q</b>	Quetzales
<b>S</b>	Segundos
<b><i>n</i></b>	Tamaño de la muestra
<b><i>N</i></b>	Tamaño de la población
<b><i>Z</i></b>	Valor normalizado Z
<b>NMP</b>	Nivel máximo permitido
<b>°C</b>	Grados centígrados
<b>hrs.</b>	Horas
<b>ml</b>	Mililitros
<b>mg</b>	Miligramos





## GLOSARIO

<b>Accesible</b>	Que tiene buen acceso, que puede ser alcanzado o al que se puede llegar.
<b>Alcantarillado</b>	Conjunto de tuberías y obras accesorias para recolectar y conducir las aguas residuales o de lluvia hasta un cuerpo receptor o a un sistema de tratamiento.
<b>Agua potable</b>	Es el agua que se puede consumir sin afectar la salud del humano.
<b>Conexión ilegal</b>	Utilización en forma fraudulenta o ilegal de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, sin perjuicio de las responsabilidades civiles y penales correspondientes.
<b>Captación</b>	Obra civil y equipos electromecánicos que se utilizan para reunir y disponer adecuadamente del agua superficial o subterránea.
<b>Caracterización</b>	Mostrar las cualidades o componentes de una obra, elemento o lugar.

<b>Cota</b>	Distancia vertical que indica la altitud de un punto sobre una base de comparación. También llamado elevación.
<b>Cisterna</b>	La cisterna es elemento estructural que sirve para el almacenamiento de líquidos en el caso de agua potable para los diversos usos de la edificación.
<b>Domiciliar</b>	Unidad de control de un servicio público.
<b>Diarreicas</b>	Enfermedades que suelen ser un síntoma de una infección de tracto digestivo, ocasionada por diversos organismos bacterianos, víricos y parásitos. Transmitida por consumo de agua y/o alimentos contaminados.
<b>Focalizada</b>	Se refiere a una enfermedad, servicios sanitarios, población u otro, centrado en un punto determinado.
<b>Gastroenteritis</b>	Inflamación simultánea de la membrana mucosa del estómago y de los intestinos.
<b>Canal freático</b>	Estrato o formación geológica permeable, compuesta de grava, arena o piedra porosa, que permite la circulación y el almacenamiento del agua subterránea por sus poros o grietas.
<b>Mancomunidad</b>	Agrupación de comunidades o provincias.

<b>Mitigados</b>	Disminuir o reducir el riesgo de daños que puedan producir desastres naturales.
<b>Padrón</b>	Nómina de los vecinos de un pueblo.
<b>Pozo</b>	Orificio vertical, que se perfora en la tierra hasta una determinada profundidad, con el objetivo de encontrar una reserva de agua subterránea o algunos otros materiales.
<b>Patógeno</b>	Elemento que origina una enfermedad.
<b>Referenciación</b>	Semejanza o relación de una cosa respecto a otra.
<b>Salubridad</b>	Excelentes condiciones de salud de una persona o población.
<b>Servicio público</b>	Servicio público es el conjunto de prestaciones reservadas en cada estado a la órbita de las administraciones públicas y que tienen como finalidad ayudar a las personas que lo necesiten.
<b>Servicio eficiente</b>	Es el grado en el que se satisfacen las necesidades reales y potenciales del cliente.
<b>Servicio continuo</b>	Servicio que se brinda sin interrupción.
<b>Sequía</b>	Tiempo seco de larga duración.

<b>Sostenibilidad</b>	Cualidad por la que un elemento, sistema proceso, se mantiene activo en el transcurso del tiempo. Sinónimo de sustentabilidad.
<b>Shigelosis</b>	Infección causada por la bacteria Gram negativa Shigella.
<b>Subálveas</b>	Debajo de un arroyo.
<b>Subnacional</b>	Formación de una subdivisión en una nación, por ejemplo: municipalidades.

## RESUMEN

El trabajo de investigación que se presenta en este documento, se basa en el análisis de la problemática en la deficiencia en el sistema de abastecimiento de agua potable, para las zonas 4, 5 y 10 del municipio de Villa Nueva departamento de Guatemala, el cual no es continuo no solo en horas sino en días, lo que provoca inconsistencia en el objetivo primordial de la comuna como es velar por el bien común de los habitantes del municipio y en específico de estas zonas que representan más del 25 % de la población, que se encuentra insatisfecha, pues esto genera enfermedades gastrointestinales y utilización adicional de recursos económicos adicionales para el presupuesto de las familias que allí residen.

Después de recolectar la información a través de la revisión documental en padrones y documentos presupuestarios del departamento de Agua y Saneamiento, que controla el sistema de abastecimiento de agua potable del municipio, además de la observación y entrevistas con el Director del departamento de Agua y Saneamiento, presidentas de Cocodes y la doctora experimentada en el área, se pueden establecer los factores que inciden en la problemática como los factores que deben de reforzarse para resolver la crisis que vive este lugar.

Al inicio se describe el municipio a través de la caracterización del mismo, haciendo mención del área, colindancias, ubicación, población, zonas, así como los antecedentes de otros países referente a la problemática en común como lo es la deficiencia de los gobiernos locales en proveer de agua potable a sus poblaciones en forma continua además de no mantener la calidad certificada

para prevención de enfermedades y la insatisfacción de la población por no llevar a cabo sus actividades de forma normal dentro de sus residencias, así como las distintas propuestas de soluciones en diferentes partes del mundo que han logrado reducir las deficiencias a través de métodos que contemplan formas distintas de solución.

Luego se describe más ampliamente los puntos de vista y diferentes conceptos de varios autores alrededor del mundo, que hacen énfasis en la forma de afrontar la crisis de la dotación de agua potable para diferentes países, en poblaciones que se ubican en lugares que por su geografía, relieve y clima, se hace más difícil el abastecimiento de agua para esas comunidades, quienes denotan en sus investigaciones factores que han dificultado el proceso de dotación de agua como métodos que han servido para solucionar esta problemática.

De forma directa se describe la investigación, a través de la presentación de datos numéricos relevantes y análisis de los mismos, que dan a conocer las deficiencias en el sistema y que deben de analizarse para llegar a determinar las soluciones que deben de plantearse como parte de una propuesta para un plan municipal.

Después de verificar todos estos datos y su respectivo análisis, se presenta la propuesta de un plan municipal con los procedimientos mas importantes para que el mismo funcione como un sistema operativo de gestión administrativa, tanto de gabinete como de campo basado en tres ejes principales que son: la planificación consistente, a su vez, en gestión y cobertura, así como la comercialización que se estructura con la implementación de una tarifa y su forma de recaudación, que además presenta fuentes de financiamiento para fortalecer de forma económica el desarrollo de

infraestructura relativa al tema del agua potable; por último, el control del sistema a través de la certificación del agua para consumo por medio de las pruebas de laboratorio y su normativo; además operación del sistema, y finalmente el mantenimiento que debe de dársele a la red y su equipo para evitar gastos adicionales así como mantener el servicio en forma continua.

En la parte final del trabajo se dan a conocer las fallas en el sistema que se utiliza presentando las conclusiones y las soluciones en que se basa la propuesta del plan para la buena administración, búsqueda de fondos para desarrollo de infraestructura y velar por el bien común de la población que es el objetivo fundamental dentro de las competencias del gobierno local del municipio, con la visión de prevenir enfermedades y desbalance económico dentro de las familias, fortaleciendo las capacidades de la municipalidad para el buen desarrollo del municipio.





## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### Descripción

La municipalidad de Villa Nueva es la encargada de la prestación del servicio de agua potable a sus habitantes; sin embargo para las zonas 4, 5 y 10 del área urbana de este municipio el servicio se presta deficientemente, ya que los caudales de los que se abastece el sistema no son suficientes, para satisfacer la demanda de la población servida, lo que ha provocado la necesidad de realizar una sectorización para la dotación del servicio, es decir que no es continuo durante todo el día, por el contrario solo se brinda de 2 a 4 horas del día a cada uno de los sectores en los que se ha dividido el sistema de agua para de alguna manera brindar a la población el acceso a agua potable.

Sin embargo, se ha manifestado el descontento de la población por la manera en la que se les brinda el servicio municipal de agua, siendo en la mayoría de los casos la cantidad de horas que reciben el servicio insuficiente para abastecerse de la dotación diaria necesaria para realizar sus actividades domésticas. Esto obliga a los usuarios del servicio a compensar el déficit con la compra de agua que se distribuye por cisternas, tomándose el riesgo de consumo de agua que no está tratada ni apta para consumo humano.

La planificación inadecuada o carencia de la misma, para la prestación de los servicios públicos son la razón de la deficiencia que presentan la mayoría de estos servicios en la mayoría de los municipios del país.



## FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Al evidenciarse la inadecuada planificación en la prestación del servicio de agua potable para las zonas 4, 5 y 10 del municipio de Villa Nueva, se plantea la siguiente pregunta:

¿Cuál es el plan municipal adecuado para la prestación eficiente del servicio de agua potable de las zonas 4, 5 y 10 del municipio de Villa Nueva?

Para realizar el plan municipal adecuado que resuelva la deficiencia en la prestación del servicio de agua potable es también necesario contestar la siguiente pregunta:

- ¿Cuáles son las causas de la deficiencia en el servicio de agua potable de las zonas 4, 5 y 10 de Villa Nueva?

Al brindar un servicio deficiente, genera consecuencias dentro de la población como un impacto directo del problema, por lo que se hace necesario saber:

- ¿Cuáles son las consecuencias que enfrenta la población debido a la deficiencia en la prestación del servicio de agua potable?

Cuando una población está expuesta al uso y consumo de agua no tratada adecuadamente se generan enfermedades, por ello se requiere responder:

- ¿Cuáles son las enfermedades generadas en la población de Villa Nueva por la deficiencia en el servicio de agua potable?



## **OBJETIVOS**

### **General**

Proponer un plan municipal adecuado para la prestación eficiente del servicio de agua potable de las zonas 4, 5 y 10 del municipio de Villa Nueva, Guatemala.

### **Específicos**

1. Determinar las causas que dan lugar a la deficiencia en el servicio de agua potable para las zonas 4, 5 y 10 de Villa Nueva.
2. Determinar las consecuencias que sufre la población, debido al servicio discontinuo de agua potable.
3. Identificar las enfermedades que se generan en la población, por la deficiencia en el servicio de agua potable.



## RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

La investigación se realiza para las zonas 4, 5 y 10 del municipio de Villa Nueva, Guatemala, entrevistando personal de la Dirección Municipal de Agua y Saneamiento, personal de la Dirección de Administración Financiera Municipal, Mancomunidad Gran Ciudad del Sur, usuarios del servicio, entre otros.

La información recabada para la investigación, se obtiene de documentos existentes dentro de la municipalidad de Villa Nueva, ejecuciones presupuestarias y padrones de agua generados por el departamento de Agua y Saneamiento, así como el Sistema Integrado de Administración Financiera (SIAF) de la municipalidad; además de la que se obtiene por medio de entrevistas, boletas de entrevistas a presidentes de COCODES y observación directa por parte del investigador respecto del servicio de agua potable.

La investigación tiene un enfoque cualitativo, debido a que está fundamentada en un proceso inductivo de exploración y descripción, que va de lo particular a lo general, obteniendo información por medio de entrevistas, cuya revisión de los resultados genera la búsqueda de más información hasta comprender lo que se busca, ya que a diferencia de la investigación experimental, no se pretende probar ninguna hipótesis. La obtención de datos se basa en los puntos de vista, conocimientos personales y otros aspectos subjetivos de los participantes en la investigación. (Hernández, Fernández y Baptista, 2006).

La investigación es de tipo descriptiva, donde los datos que se obtienen son descripciones detalladas y eventos relacionados con el plan para mejorar la



prestación del servicio de agua potable, de acuerdo con Bernal (2010) se sustenta en técnicas de recolección de información como la encuesta, la entrevista, la observación y la revisión documental.

El informe final está formado por 4 capítulos; Capítulo 1, Antecedentes: en este capítulo se hace referencia a las distintas formas para resolver el tema del servicio de agua potable alrededor del mundo; Capítulo 2, Marco teórico: donde se estudian temas relacionados a la solución del problema; Capítulo 3, Presentación y análisis de resultados; Capítulo 4, Propuesta de un plan que contiene los lineamientos, normas y acciones para una correcta y efectiva prestación del servicio de agua potable en las zonas 4, 5 y 10 del municipio de Villa Nueva.

## INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación para obtener el grado de maestría en Ingeniería para el Desarrollo Municipal se basa en la línea de investigación Propuesta de Mejoramiento de los Servicios Públicos Municipales, formulada por la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala con el propósito de coadyuvar con propuestas técnicas para la mejora en los servicios que prestan las municipalidades a sus comunidades.

El trabajo presenta un plan para la sistematización de la gestión administrativa, financiera y operativa que mejore la prestación del servicio público en cuanto a agua potable se refiere, haciendo de este un servicio de calidad y sobre todo un servicio eficiente y continuo.

Dentro del municipio de Villa Nueva, específicamente en las zonas 4,5 y 10, se cuenta con un servicio de agua potable discontinuo, en forma horaria y con intervalos de días, por lo que se considera que la municipalidad no cumple con las competencias establecidas.

Por lo que es sumamente importante, la solución planteada en este trabajo de investigación, con el fin de mejorar este servicio dentro del municipio y que se obtenga una solución que contribuya a mejorar el servicio ya mencionado que a su vez sea eficiente y continuo, mejorando la salubridad de los habitantes de estas zonas, así como el gasto económico que les representa.

El municipio gestionará sus intereses por medio de la administración que realiza la municipalidad. Estos serán tanto de tipo económicas, sociales, culturales, ambientales, y la prestación de cuantos servicios sean necesarios para contribuir a la satisfacción de las necesidades que contribuyan con la calidad de vida de la población como lo indica el Artículo 67 del Código Municipal.

El diagnóstico y evaluación de la gestión del servicio de agua potable domiciliario se facilita mediante la guía de tres indicadores de gestión: a) sostenibilidad del servicio de agua potable, b) cobertura del servicio de agua potable y c) calidad del agua en el servicio de agua potable.

El plan es una propuesta que determina los procedimientos que deben de seguirse para mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable, para las zonas 4,5 y 10 del municipio de Villa Nueva, con el objetivo de proveer un servicio básico municipal al vecino, de manera que este tenga cobertura continua para todos, a un precio justo, razonable y auto sostenible.

## **1. ANTECEDENTES**

A continuación, se describen las características del municipio de Villa Nueva y ejemplos a nivel mundial de la problemática en cuanto a los sistemas de abastecimiento de agua potable deficientes y sus diferentes soluciones.

### **1.1. Caracterización**

El municipio de Villa Nueva se localiza al sur de la ciudad capital de Guatemala, a 21 kilómetros de distancia de la misma. Es uno de los 17 municipios del departamento de Guatemala. Colindancias : al norte con los municipios de Mixco y Guatemala; al este con el municipio de San Miguel Petapa; al sur con el municipio de Amatitlán; y al oeste con los municipios de Magdalena Milpas Altas, Santa Lucia Milpas Altas, Santa María de Jesús, todos del Departamento de Sacatepéquez.

Villa Nueva posee una superficie de 114 kilómetros cuadrados, con una población prevista para el año 2015 de 564,686 personas, según información del censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística –INE- en el año 2002. Está subdividido en 12 zonas y 526 centros poblados, según información proporcionada por la Dirección de Catastro de la Municipalidad de Villa Nueva.

### **1.2. Antecedentes del problema**

La prestación del servicio de agua potable domiciliar es un problema generalizado en el mundo, y el cómo resolverlo se ha convertido en la preocupación permanente del hombre, es por ello que según Jouravlev (2004)

la población que no tiene acceso al servicio opta por soluciones que no precisan la calidad del agua apta y segura para el consumo humano, como fuentes públicas, pozos individuales, conexiones ilegales a la red municipal, recolección de agua de lluvia de forma inadecuada, captación de agua de ríos, lagos o manantiales que generalmente cuentan con altos grados de contaminación.

Para poder afrontar la escasez de agua y sequía en Europa, la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA, 2009) recomienda aplicar políticas y prácticas de gestión diferentes que reduzcan la demanda, de manera multisectorial, donde las tarifas se encuentren en función del volumen consumido, la introducción por parte de los gobiernos europeos de planes de gestión de sequía centrándose en las zonas de escasez, la implementación de acciones con especial atención al sector agrícola que fomente el uso sostenible y eficiente del agua en la agricultura, además corregir el uso ilegal para fines agrícolas por medio de la implementación de multas y sanciones, la educación a la población por medio de programas ecológicos para el uso sostenible del agua, y el mantenimiento de las redes de abastecimiento de agua que no permita o corrija fugas que pueden llegar a ser superiores al 40 % del total del abastecimiento.

Para ello, también es necesario dentro de las políticas de agua potable, fomentar en la educación el respeto y la utilización de forma consciente el uso de la misma, para que por medio de escuelas y centros educativos privados realicen campañas que sensibilicen a los niños, además de cursos de capacitación dirigido a los maestros como una de las partes fundamentales dentro del proceso enseñanza-aprendizaje.

Según Berraqué (1996):

..... en las políticas del agua en Europa, considerando la complejidad cada vez mayor de estas, y del debate que se vive entre los sectores público y privado, surgen dos cuestionamientos: a) ¿Los servicios de agua potable y saneamiento deben ser administrados por separado? y b) ¿es necesaria la centralización o la descentralización de la administración de los diferentes

servicios y a qué nivel territorial se encuentra el equilibrio que permita la evolución económica del sector agua?

Al tratar de responder estas preguntas los países europeos han ajustado las políticas según las características de sus territorios, tanto económicos, culturales, demográficos y geográficos para que los planes de desarrollo diseñados sean acordes a sus necesidades a cubrir.

Un país muy adelantado en el servicio de agua potable según Vergès (2010) es Francia, utilizando un sistema de fragmentación con un alto número de autoridades territoriales responsables de la prestación, donde por ley los municipios son responsables de los servicios de agua y saneamiento, estas poblaciones se caracterizan por extensiones territoriales no mayores a 15 kilómetros cuadrados.

En nuestro país hay municipios con extensión territorial muy extensa lo que los lleva a perder el control de los servicios básicos, no se dan a vasto para atender a las poblaciones muy numerosas, que podría ser una de las soluciones para lograr una cobertura eficiente. Otros países del mundo han implementado sus servicios a por medio de empresas privadas que otorgan servicios básicos controlados y eficientes, a precios accesibles, sin embargo la fragilidad en la gestión por parte de los municipios conduce a la privatización del servicio, de tal forma que los operadores privados prestan servicios de agua potable a un 72 % de la población (Vergès, 2010).

Otro país europeo que debido a su alta densidad demográfica y la dificultad para contar con agua dulce se vio en problemas para prestar el servicio de agua potable, han sido los Países Bajos, problemática superada debido a la aplicación en 1957 de una política muy rigurosa para la protección

de las aguas subterráneas y de infiltración, delegando la responsabilidad de su aplicación a las provincias. (Berraqué ,1996).

Es otro de los factores que se agregan a la problemática del agua potable, como lo es el abatimiento de las aguas subterráneas desmedidamente, pues muchos municipios se concretan en perforar pozos para extraer el agua en canales freáticos, sin hacer los estudios respectivos en cuanto a proteger las áreas que cobijan las fuentes que dan lugar al abastecimiento de canales freáticos, como las zonas boscosas o áreas protegidas.

Según Vergès (2010), lo que hace diferente a países bajos del resto de países de la Unión Europea es la prohibición de toda participación privada, ordenado por ley en el 2004, una desintegración vertical de los servicios de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, consecuencia de una política voluntaria y continua de los últimos 50 años que delegó a las provincias, la organización del sector agua, la preparación en los años ochenta de los planes regionales de reorganización y su implementación en los años noventa alcanzando su estructura actual en el año 2005.

Según Lentini (2011), la evolución de la organización del sector agua en las áreas urbanas de Chile implicó la racionalización de los gastos y la aplicación de tarifas que guardaran relación con el costo de operación del servicio debidamente regidas por una reglamentación, que llevo a las empresas públicas a ser más eficientes, además de la incorporación de procesos de la gestión privada, permitiendo la accesibilidad del servicio a mayor número de la población.

Según Maceira, Kremer y Finucane (2007), la provisión de agua potable y la administración municipal se encuentran significativamente relacionadas con

el incremento de la cobertura ya que estas se encuentran en dirección de las necesidades locales; sin embargo, en la Argentina, una política privatizadora, contribuyó con el incremento de la cobertura, además de la descentralización.

Una estrategia que ha contribuido con la solución del problema fué la elaboración de políticas que se adapten a las características de las comunidades para el éxito de las inversiones en agua y saneamiento.

Solamente un 95 % de la población urbana y un 62 % de la rural tiene acceso al servicio de agua potable según estudios realizados para Centroamérica por la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2001) citado por Ballestero et al. (2005).

Se agrega a esta carencia en la cobertura del servicio, la calidad del agua fué deficiente, dado a la inadecuada reglamentación y políticas que no son claras, que complican la toma de decisiones deteniendo el avance hacia la gestión integral del recurso hídrico, para países centroamericanos, debe tomar en cuenta el abastecimiento de la población, las necesidades de producción, la salud y el saneamiento así como la protección del recurso y los ecosistemas. (Ballestero et al, 2005).

En el caso de El Salvador, la gestión integral de los recursos hídricos y la creación de la política pública del agua según lo indica Fundación Nacional para el Desarrollo, coadyuvan al proceso de cobertura del servicio de agua potable a la mayor parte de las poblaciones, además del proceso de adaptación a los cambios económicos, sociales, políticos y ambientales, y la institucionalización del pago por servicios ambientales.



Para mejorar la prestación de los servicios públicos, y en especial los de agua potable en Guatemala, según lo recomienda Lentini (2010) debiera establecerse un régimen tarifario diferenciado por tipo del servicio y características socioeconómicas de la población servida, debería realizarse la medición del consumo, para que el cobro sea en función de este, y establecer el porcentaje de subsidio que se realizará por la municipalidad en función de la capacidad de pago de la población.

Para el año 2015, la administración municipal de Villa Nueva provee el servicio de agua potable a un estimado de 23,700 familias en todo el municipio, en su mayor parte, mediante la captación de agua del subsuelo a través de sistemas de succión por medio de pozos perforados con el uso de sistemas eléctricos mecanizados; sin embargo existen algunas zonas que no poseen un servicio en forma continua, provocando malestar en la población de las zonas 4, 5 y 10 que se ven en la necesidad de buscar soluciones poco favorables, para satisfacer su necesidades lo que provoca la proliferación de enfermedades producidas por el consumo de agua contaminada.

Para satisfacer eficientemente las necesidades de la población de las zonas 4, 5 y 10 del municipio de Villa Nueva, es necesaria una planificación que contemple todos los aspectos de la gestión municipal necesarios para la mejora del servicio de agua potable a sus usuarios actuales y futuros, organizados en una política municipal que contemple proyectos que respondan a las demandas actuales y futuras de la población.

El abastecimiento de agua potable dentro del municipio, es cien por ciento a través de pozos mecánicos, según la Dirección de Agua y Saneamiento de la municipalidad de Villa Nueva. La implementación de políticas públicas, tanto nacionales como locales ha contribuido con la solución del problema en la

cobertura de los servicios de agua potable. Además, la participación ciudadana y el análisis mismo de la población y sus necesidades son relevantes para el éxito en la planeación e implementación de tales políticas, las cuales deben plantear proyectos y actividades que alcancen el objetivo principal, la cobertura del servicio de agua, con calidad en su distribución, administración y consumo.

La implementación de políticas públicas, tanto nacionales como locales han contribuido con la solución del problema en la cobertura de los servicios de agua potable. Sin embargo, la participación ciudadana y el análisis mismo de la población y sus necesidades son significativas para el éxito en la planeación e implementación de tales políticas, que deben plantear proyectos y actividades que logren el objetivo principal, la cobertura del servicio con calidad en su distribución administración y consumo.

La estrategia para la ampliación de cobertura de agua potable y saneamiento está basada en ocho principios fundamentales: a) equidad, b) solidaridad, c) transparencia, d) eficiencia, e) sostenibilidad, f) derecho humano, g) valor económico y g) participación, estos serán los que guíen las acciones para la gestión.



## **2. MARCO TEÓRICO**

A continuación se presentan diferentes incisos, relacionados con la prestación del servicio de agua potable, que muestran diferentes conceptos que complementan el conocimiento del tema en estudio.

### **2.1. La prestación del servicio de agua potable en Guatemala**

En Guatemala, para las municipalidades la prestación del servicio de agua potable es una competencia propia, según se establece en el Artículo 68 del Código Municipal; además, la población demanda cada día en mayor cantidad y calidad, pues los gobiernos locales “han asumido el rol de agentes promotores del desarrollo local” como lo indican Jordán & Simioni (2003, p. 151).

La complejidad del servicio de agua potable domiciliario confirma las razones, por las que la calidad y sostenibilidad de éste no son logradas por la mayoría de las administraciones municipales de manera simultánea, en general, el servicio de agua potable es un servicio público prestado a la población, por las municipalidades del país o comités de agua, según sea el caso.

### **2.2. Tipos de servicio de agua potable**

Como se ha indicado anteriormente, el servicio de agua potable en Guatemala en su mayoría es proporcionado por los gobiernos subnacionales, es decir, las municipalidades, a través de sistemas convencionales para agua

potable que se clasifican en dos tipos: por gravedad y por bombeo, con o sin tratamiento, como lo indican, (Barrios, Torres, Lampoglía & Agüero 2009).

### **2.2.1. Servicio de agua potable por gravedad**

El servicio de agua potable denominado por gravedad es aquel cuyo sistema de conducción aprovecha la fuerza de gravedad (diferencia de cotas topográficas) para trasladar el agua desde la fuente hasta el tanque de almacenamiento y /o distribución. Estos sistemas tienen como fuentes nacimientos y ríos que, en su mayoría, no reciben tratamiento (Barrios *et al.* 2009).

Las ventajas de un sistema de agua potable por gravedad sobre el de un sistema por bombeo son: la mínima operación y mantenimiento que requieren, generalmente bajos costos de inversión y no requiere energía externa para su funcionamiento. Es por estas ventajas que a nivel nacional en Guatemala es el más utilizado.

### **2.2.2. Servicio de agua potable por bombeo**

El servicio de agua potable denominado por bombeo son aquellos cuya fuente de abastecimiento son las aguas subterráneas, y/o requiere el uso de equipo de bombeo para la succión del agua y su traslado a un tanque de almacenamiento y/o distribución (Barrios *et al.*, 2009).

Además, son sistemas cuya fuente de abastecimiento son las aguas subterráneas: subálveas (debajo del río o arroyo), o muy cerca del suelo, que en su mayoría son recursos hídricos que no se encuentran contaminadas y que pueden estar relativamente profundas.

En ciudades como Guatemala o Villa Nueva el uso de sistemas de agua potable abastecidos por pozos que requieren uso de equipo de bombeo son los más populares, debido a la alta densidad poblacional y las pocas o ninguna fuente de agua superficial aprovechable.

### **2.3. Indicadores de gestión del servicio de agua potable**

El servicio de agua potable domiciliar es uno de los más complicados, por su manejo administrativo y operativo. Según Corrales (2004), el suministrar agua potable a una población se ha convertido en la responsabilidad particular de las municipalidades debido a su cercanía con la población como gobierno local, además son los responsables de velar por el bien común.

El municipio gestionará sus intereses por medio de la administración que realiza la municipalidad. Estos serán tanto de tipo económicas, sociales, culturales, ambientales, y la prestación de cuantos servicios sean necesarios para contribuir a la satisfacción de las necesidades que contribuyan con la calidad de vida de la población como lo indica el Artículo 67 del Código Municipal.

El diagnóstico y evaluación de la gestión del servicio de agua potable domiciliar se facilita, mediante la guía de tres indicadores de gestión: a) sostenibilidad del servicio de agua potable, b) cobertura del servicio de agua potable y c) calidad del agua en el servicio de agua potable.

### **2.3.1. Sostenibilidad y sustentabilidad del servicio de agua potable**

La sostenibilidad y sustentabilidad de los servicios públicos fué tema de controversia a nivel mundial, tanto el prestador como el usuario del servicio son incapaces de sustentar los costos de operación y mantenimiento del servicio de agua potable.

A comienzos de la década de los ochenta, como resultado de los esfuerzos desplegados en los años sesenta y setenta, la mayoría de los países de la región estaba bien provista de los servicios de agua potable y saneamiento en comparación con otras regiones en desarrollo (CEPAL, 1990b).

Hasta ese momento, la cobertura y acceso a pesar de la poca atención a la sustentabilidad y sostenibilidad de los servicios de agua potable y saneamiento, que inclusive estaba por encima de las empresas operadoras, merecieron un mérito (Corrales, 2000).

En esa época, se contemplaba un modelo de gestión altamente centralizado, los servicios de agua y saneamiento eran dependientes de los presupuestos gubernamentales, tanto para capital de inversión como para operación y mantenimiento, por lo que concluye el autor que debe de impulsarse la descentralización, propiciar la inversión privada e incluir una administración despolitizada, con criterio mas técnico y comercial (Corrales, 2000).

En Guatemala, las municipalidades subsidian la mayor parte del costo del servicio de agua potable de las áreas urbanas, dejando desprovistos los del área rural, lo que hace que las áreas rurales y sus habitantes sufran de

enfermedades gastrointestinales, debido a que la necesidad de ingerir el vital líquido, lo hacen con aguas contaminadas que inclusive compran a un precio más alto que el que se integra en los costos de las municipalidades.

### **2.3.2. Cobertura del servicio de agua potable**

Según el documento base del Pacto Ambiental en Guatemala 2016-2020, 3 de los 15,9 millones de guatemaltecos carecen del servicio de agua potable, a causa de que los gobiernos municipales en su mayoría, no poseen una planificación que muestre procesos que les permitan distribuir el agua a toda su población.

La cobertura del servicio de agua potable se refiere a la cantidad de población de un territorio abastecida con el servicio, que la cobertura del servicio sea efectiva a largo plazo es necesario realizar una planificación que tome en cuenta el comportamiento del crecimiento de la población y su desarrollo económico.

Una planificación adecuada parte de conocer; lo que se hace, y cuál es el punto de partida, determinar qué es lo que se está haciendo y lo que se debería estar haciendo, identificando oportunidades a las que no se les está dando cobertura o pueden ser creadas para cumplir con el propósito de mejora o ampliación del servicio.

Según Ordoqui (2007):

..... al realizar un análisis de los servicios de agua y alcantarillado de la ciudad de Buenos Aires, una de las acciones que pueden contribuir para garantizar el acceso a los servicios a la población de bajos ingresos es “formular un plan de desarrollo de los servicios consistente y sustentable, priorizando la satisfacción de las demandas sociales.” (p. 68)



### **2.3.3. Calidad del agua en el servicio de agua potable**

La Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) establece los parámetros de calidad del agua para consumo humano, tanto físicas, químicas como bacteriológicas en su Norma Guatemalteca Obligatoria NGO 29001:98.

El Código Municipal en el Artículo 68 indica que el agua potable debe ser debidamente clorada, con el fin de garantizar la eliminación de patógenos presentes en el agua previniendo de esta forma, infecciones por bacterias y bichos a los habitantes que consumen el agua en mención.

El Acuerdo Gubernativo 113-2009 en su Artículo 5 establece las normas sanitarias que deben satisfacer todos los servicios de abastecimiento de agua para consumo humano, que deben cumplan con las necesidades de abastecimiento de los vecinos del municipio, garantizando la calidad del agua que reciben los usuarios del servicio por parte de su prestador.

### **2.3.4. Calidad institucional**

La desconfianza de la población en las instituciones públicas, debido a la corrupción histórica y la insatisfacción en los servicios que estas prestan, demeritan la calidad institucional de las municipalidades del país y es que según Albrecht (1992) “La razón por la cual el servicio del gobierno sea generalmente tan pobre, con pocas y honrosas excepciones, es muy simple según: las entidades gubernamentales no tienen necesidad de prestar un buen servicio.”(p.8).

Se debe de motivar al trabajador municipal, como primer paso, para lograr la mejora del servicio prestado, como un compromiso para recuperar la confianza de los usuarios.

## **2.4. Causas de la deficiencia en el servicio de agua potable**

Según Menaldo (2007), la problemática dentro del sector agua potable y saneamiento en Guatemala, se debe a la ausencia de una planificación inadecuada, carencia de políticas y programas nacionales que guíen al sector, dentro de un marco jurídico que dicte la normativa adecuada para dirigir acciones con un plan bien diseñado que cumpla con todos los procesos bien ordenados y sistematizados.

Según Lentini (2010), la descentralización es importante que todos los ciudadanos tengan un servicio eficiente, pero la situación político-administrativo del país, se convierte en una burocracia que afecta los servicios a los cuales se pretende acceder y para mitigar efectos negativos, varios municipios se han organizado en mancomunidades para fortalecer la gestión en los servicios.

Así también, la evolución de las condiciones macroeconómicas tienen gran incidencia en el mantenimiento de la infraestructura de los servicios y los gastos de operación y mantenimiento varían en función de la antigüedad y estado de las redes, los ingresos por cobros sobre servicios no son suficientes, para cubrir estos gastos, entonces se hace necesario el subsidio como solución a este problema.

Otra de las causas es que más del 50 % de la población vive en zonas rurales, a grandes distancias, lo cual hace que se invierta más en tubería; además, las familias no poseen los suficientes recursos económicos para pagar su servicio lo que hace nuevamente que los gobiernos locales tengan que subsidiar las tarifas de los vecinos; además otro de los factores que inciden en la mayoría de los casos es que los niveles de inversión han estado por debajo de los requerimientos mínimos, lo cual hace que no se logre la cobertura de

servicios básicos, todo esto ocurre, debido a que las políticas del gobierno no se priorizan y se invierten los fondos estatales de manera desordenada (Lentini, 2010).

En cuanto al marco legal regulatorio, se debe de cumplir a partir de cuatro leyes: constitución nacional, ley general de descentralización, Código Municipal y Código de Salud; sin embargo, se puede notar que las exigencias de la prestación de servicios es en base a normas de orden nacional y el presupuesto de la municipalidad se ve supeditado al mismo (Corrales, 2000).

En la mayoría de los casos, se condicionan los traslados de fondos hacia los municipios, de acuerdo a las prioridades del gobierno central y no de los gobiernos locales, por razones políticas en la mayoría de los casos y otras por la deficiente planificación del estado en cuanto a manejo de fondos del presupuesto nacional y sus prioridades.

## **2.5. Consecuencias de la deficiencia en la prestación del servicio de agua potable**

Debido a la deficiente prestación del servicio de agua potable, en muchas poblaciones que no tienen acceso al servicio se ven en la necesidad de utilizar para su abastecimiento las fuentes públicas, pozos individuales, recolección de agua de lluvia o captación de agua de ríos, lagos, manantiales u otros cuerpos de agua sin tratamiento previo, que no garantizan la calidad del agua, debido a la contaminación hídrica, y que finalmente terminará por causar enfermedades en la población (Jouravlev, 2004).

La insalubridad es una de las consecuencias, de la deficiencia en la prestación del servicio de agua potable, ya que la población de bajos recursos no tiene acceso a dicho servicio.

Otra de las consecuencias de un mal servicio de agua, es la inversión de la población en compra de agua a camiones cisterna que no certifican el agua que distribuyen, a un costo mayor que la tarifa que ofrece el gobierno local (Jouravlev, 2004).

## **2.6. Salud pública en Guatemala**

El concepto de salud pública en nuestro país es equívoco, pues se cree que construyendo hospitales públicos, centros de salud y proveyendo de grandes cantidades de medicina de la mejor calidad se soluciona el problema de la insalubridad, mientras que estos factores son la solución correctiva, pero debe de pensarse en que hay factores de raíz que son preventivos como el caso de la cobertura de agua de calidad para zonas, tanto rurales como urbanas.

Terris (1992) define que:

...Salud pública es la ciencia y el arte de prevenir la enfermedad y la discapacidad, prolongar la vida y fomentar la salud física y mental y la eficiencia mediante esfuerzos organizados de la comunidad para el saneamiento del ambiente, control de enfermedades infecciosas y traumatismos, educación del individuo en principios de higiene personal, organización de servicios para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades y para rehabilitación, y el desarrollo de la maquinaria social que asegurará a cada individuo en la comunidad un nivel de vida adecuado para el mantenimiento de la salud ( p. 32).

En la definición anterior, se incluye no solo a los gobiernos locales, sino a una comunidad organizada, lo que toma en cuenta a centros educativos del lugar, que refuerzan los conocimientos en la niñez en cuanto a la utilización y gestión en forma correcta del agua que utilizan en su diario vivir, así lo exponen las sagradas escrituras en el libro de Proverbios, capítulo 22, versículo 6: instruye al niño en su camino y aun cuando fuere viejo no se apartará de él.

### **2.6.1. Enfermedades asociadas al consumo de agua contaminada**

La ausencia de visión de los gobiernos locales en sus prioridades, analizado por las experiencias en nuestro país, es conocido que la no cobertura de servicio de agua potable, sobre todo, en las comunidades rurales, provoca epidemias y mortalidad infantil, lo que se podría evitar con una buena administración de los recursos estatales y municipales, priorizando los gastos para evitar todo tipo de problemas hacia los habitantes, sobre todo en infantes que sufren enfermedades gastrointestinales, que hacen que tanto hospitales como centros de salud tengan que invertir esos recursos en medicamentos y honorarios médicos, los cuales podrían invertirse en proyectos de agua potable. Para Der & Luyendijk (2007):

.....El agua no tratada, provoca enfermedades como la diarrea, que es una de las principales causas de mortalidad infantil en los países en vías de desarrollo. Estas pueden ser prevenidas y bien controladas, garantizando el acceso a un agua potable certificada y a servicios de saneamiento así como a la higiene doméstica y personal. Todavía sigue siendo muy lento el progreso, especialmente en la provisión de instalaciones sanitarias. Urge un enfoque integrado de la salud humana y la gestión de los recursos hídricos. Ello debería caracterizarse por una planificación e implementación flexible, un análisis de la rentabilidad de las opciones locales, una considerable reasignación de recursos

para agua potable, servicios de saneamiento e higiene, y una atención particular a los grupos más vulnerables en los asentamientos urbanos y rurales. Esto es esencial para salvar millones de vidas y asegurar beneficios económicos considerables a largo plazo (p. 204)

De las enfermedades más comunes, debido a la insuficiencia de agua potable en la población guatemalteca, se encuentran: Shigelosis aguda, diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso e infección intestinal bacteriana no especificada, según el informe del tercer año de gobierno.

## **2.7. Procesos técnicos-administrativos involucrados en el abastecimiento de agua potable**

Esta acción pretende brindar apoyo para mejorar la capacidad de administrar, operar y mantener los sistemas, con el fin de garantizar la calidad del servicio, mejorar o facilitar el acceso, garantizar la sostenibilidad de los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento. Es relevante el desarrollo de modelos alternativos para la prestación y sostenibilidad de los servicios públicos, considerando los procedimientos técnicos y legales para la estimación y aplicación de modelos tarifarios y otras formas de garantía de sustentabilidad de los servicios.

### **2.7.1. Planificación**

Para satisfacer una necesidad, debe de iniciarse por el análisis de la demanda de la población, para implementar una actividad o proyecto. Es importante la participación ciudadana en la toma de decisiones para ejecutar una buena planificación. Según Osorio & Espinosa (s.f.) “Se considera que este espacio es vital para posibilitar que la gente no se sienta sólo como beneficiaria, sino como gestora y responsable en el desarrollo y sostenimiento de sus

sistemas.” Los procesos de planificación buscan mejorar la cobertura del servicio y garantizar la satisfacción a los usuarios actuales y futuros, preceden la toma de decisiones, y en general se refiere a mantener un pensamiento permanente de la realidad y prever sus potenciales cambios

En general la demanda de agua potable de las poblaciones se ha resuelto por medio de redes de servicios domiciliarios, que se construyen en función del número de viviendas y población necesitada del abastecimiento dentro de su residencia.

La cooperación Alemana GIZ (s.f., 12) propone procesos necesarios para la adecuada planificación y un servicio bien direccionado, que son de carácter administrativo, los cuales pueden ser:

a) Organización:

- a. Diagnóstico y línea base
- b. Definición de modelo organizacional
- c. Aprobación de modelo organizacional
- d. Adopción de manual de funciones

b) Presupuesto y financiación:

- a. Proyección de volumen de ingresos propios del servicio,
- b. Elaboración de proyecto de presupuesto de ingresos y gastos de operación

c) Programación de obras e inversiones:

- a. Diagnóstico de necesidades de bienes e infraestructura
- b. Determinación procedencia de recursos para inversión
- c. Formulación de plan de compras e inversiones

d. Control y seguimiento: verificación de resultados

### **2.7.2. Cálculo de tarifa y recaudación**

El cobro y la recaudación son procesos fundamentales en la prestación del servicio y su sostenibilidad. Son el conjunto de actividades administrativas que apuntan a garantizar la sostenibilidad financiera del servicio, o en su defecto cubrir gastos de funcionamiento con los recursos provenientes de las tasas y contribuciones que se deriven de la prestación directa de los servicios.

Si se provee de un servicio eficiente y puntual, los usuarios se verán satisfechos, lo cual los obligará a pagar su servicio puntualmente, para lo cual la municipalidad debe de calcular una tarifa tomando en cuenta los gastos de operación y mantenimiento.

La tarifa del agua puede ser una tasa, si el suministro es por parte de la administración, o bien un precio en el caso que se trate de una empresa, estableciendo una tarifa que permita recuperar los costes del servicio como: captación, transporte y potabilización, entre otras.

Para garantizar un equilibrio económico del servicio, la Directiva del Marco Europeo determina que debe de calcularse una tarifa adecuada. Si en caso no se logra la sostenibilidad, deben de clasificarse los tipos de consumidores, rediseñando la tarifa de acuerdo al consumo de cada uno de estos, (ACA, 2014).

La tarifa puede llegar a contemplar el costo de los siguientes renglones: servicio de alcantarillado, tratamiento de aguas residuales, IVA, energía, tratamiento de potabilización, transporte, personal de gabinete y campo, cuota



mínima fija aún sin consumo para garantizar el servicio ya que existen gastos fijos en los que se incurre al construir el sistema de abastecimiento, cobertura de la tarifa social por vecinos desempleados, jubilados o discapacitados.

Se deberán de regular las tarifas por medio de un normativo que tome en cuenta los medios de recaudación y las sanciones a usuarios morosos, así como por mal uso del servicio.

### **2.7.3. Operación y mantenimiento**

Para alargar la vida útil de un sistema de agua potable y para la adecuada prestación del servicio, se requiere un mantenimiento preventivo permanente.

Las actividades de mantenimiento generalmente se dividen en preventivas y correctivas:

- a) Actividades preventivas: son aquellas acciones que según el Acuerdo Gubernativo 113-2009, deben de realizarse preventiva y periódicamente, para evitar o corregir daños, para garantizar el funcionamiento y abastecimiento seguro para el usuario.
- b) Actividades correctivas: son todas aquellas que se ejecutan en un sistema de abastecimiento de agua, con el fin de evitar la interrupción total o parcial, para corregir los daños no previstos. Estas actividades son requeridas luego de desastres naturales como inundaciones, deslaves, derrumbes, entre otros.

El Acuerdo Gubernativo 113-2009 en su Artículo 5 e inciso m, establece las actividades de operación y mantenimiento de un sistema de agua potable, siendo este plan un documento técnico que de manera ordenada y sistemática, presenta las acciones de prevención periódicas que garantizan un correcto funcionamiento.



### 3. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 3.1. Presentación de datos

De la investigación realizada dentro de las zonas 4, 5 y 10, así como la municipalidad de Villa Nueva, se obtuvieron datos relevantes que muestran la problemática a resolver, de acuerdo al análisis sobre las distintas tablas que se presentan a continuación.

Inicialmente se estableció que las zonas 4, 5 y 10 son el 26,5 % de la extensión territorial del municipio de Villa Nueva, es decir, más de la cuarta parte del área del municipio, como se muestra en la tabla siguiente; de donde se puede notar que el crecimiento urbano de la zona 4 es mucho mayor que el de las zonas 5 y 10.

Tabla I. **Extensión territorial para las zonas 4, 5 y 10 de villa nueva**

LUGAR	EXTENSIÓN TERRITORIAL
ZONA 04	ÁREA 12,97 km <sup>2</sup>
ZONA 05	ÁREA 4,33 km <sup>2</sup>
ZONA 10	ÁREA 7,61 km <sup>2</sup>

Fuente: Dirección de Catastro de la Municipalidad de Villa Nueva.

Las tres zonas se ven alimentadas por sistemas de pozos con bombas sumergibles, las cuales extraen el agua de los canales freáticos, bombeando el agua hacia tanques elevados de almacenamiento y distribución, desde donde

se deja fluir por gravedad para proveer del líquido vital hacia las diferentes redes municipales que conducen el agua hacia los domiciliarios por zonas.

### **3.2. Análisis de resultados**

Debido a que la zona 4 es mucho mayor en crecimiento urbano que las zonas 5 y 10 se deberá de asumir una clara visión de implementación de servicios básicos en esas zonas y sus alrededores, para lograr un desarrollo integral tanto residencial familiar, como industrial y comercial.

Sin embargo, se tiene contemplado comenzar a abastecer a la zona 10, a partir del año 2017, pues se está perforando un pozo para comenzar a distribuir agua potable a algunas colonias públicas dentro de la zona.

La mayor parte de tubería que abastece el sistema de agua potable dentro de estas tres zonas es de PVC, lo que hace que el mantenimiento de las redes sea fácil de ejecutar y que cualquier fuga sea de reparación inmediata, pues el servicio de agua potable es indispensable para residencias, comercios e industrias, existiendo un sector con un tramo pequeño de tubería de concreto que muy pronto se reemplazará por tubería de PVC.

Tabla II. **Sistema de alimentación y cantidad de pozos**

LUGAR	POZOS
ZONA 4	11
ZONA 5	7
ZONA 10	Ninguno

Fuente: Dirección de Catastro de la Municipalidad de Villa Nueva, se está perforando el primer pozo en zona 10 para comenzar a abastecer en el año 2017.

Como se puede notar en la tabla II, la mayor cantidad de pozos está en la zona 4, debido a que se tiene una población de 77 373 usuarios como se observa en la tabla III, lo que hace necesario que el equipo de mantenimiento para dicha zona tenga más personal para que el mantenimiento sea efectivo.

Tabla III. **Población por zonas**

LUGAR	POBLACIÓN 2002	POBLACIÓN 2015
ZONA 04	57 571	77 373
ZONA 05	1 239	1 666
ZONA 10	4 103	5 514

Fuente: (INE-DIGI-USAC)

La mayor cantidad de pozos se han perforado en la zona 4 debido a la población numerosa, como se muestra en la tabla IV, lo cual ha mejorado el servicio tanto en presión como en horario de cobertura, no afectando las demás zonas, por lo que se seguirá perforando nuevos pozos, según la proyección del departamento, debido a que la población va en aumento cada año.

Tabla IV. **Cantidad de pozos por zona**

LUGAR	CANTIDAD DE POZOS	ESTADO
ZONA 04	11	11 activos 04 en proyecto
ZONA 05	7	07 activos
ZONA 10	0	01 en proyecto

Fuente: Departamento de Agua y Saneamiento de la municipalidad de Villa Nueva

Se está dando cobertura a 11 351 viviendas por medio de 11 pozos, para las zonas 4 y 5, como se puede ver en la tabla V, mientras que en el año 2017 se perforará un primer pozo, para dar cobertura a la zona 10, que tendrá cobertura para 569 viviendas.

Tabla V. **Viviendas por zona**

LUGAR	NÚMERO DE VIVIENDAS
ZONA 4	7 342
ZONA 5	4 009
ZONA 10	569 en proyecto

Fuente: Departamento de Agua y Saneamiento de la municipalidad de Villa Nueva

Estos pozos están dando cobertura a 35 155 habitantes entre las zonas 4 y 5 con promedio de horario para zona 4 de 19 horas, para zona 5 con promedio horario de 22 horas y zona 10 tendrá cobertura de 24 horas a partir de que este pozo en construcción entre en funcionamiento que atenderá 4 327 habitantes, todo lo anteriormente expuesto se muestra en la tabla VI.

Tabla VI. **Habitantes con servicio de agua**

LUGAR	NUMERO DE HABITANTES
ZONA 4	24 516
ZONA 5	10 639
ZONA 10	4 327 en proyecto

Fuente: Departamento de Agua y Saneamiento de la municipalidad de Villa Nueva

En la tabla VII, se analiza la prestación del servicio de agua potable para los distintos tipos de servicios que presta la municipalidad, se puede observar que hay 20 000 usuarios clasificados como social unifamiliar, es decir, en colonias públicas que no utilizan contador y que pagan una tarifa de Q 75,00 que incluye Q 59,00 de canon fijo y Q 16,00 de administración, consumiendo hasta 20 m<sup>3</sup>, mientras que hay 1 500 usuarios que tienen instalado contador en su domiciliar, quienes pagan una tarifa Q 2,90 /m<sup>3</sup> mas Q 16,00 por administración, los cuales consumen hasta un máximo de 20 m<sup>3</sup>.

Los servicios complementarios son aquellos que tienen un consumo hasta un máximo de 40 m<sup>3</sup>, que tienen instalado un contador, pagan su tarifa de Q 5,35 / m<sup>3</sup> y Q 16,00 de administración, que en su mayoría pagarían más de la cuota básica que pagan la mayor parte de los habitantes de servicio residencial.

Dentro de la clase de residencial unifamiliar, que son viviendas en residenciales tipo condominio se están atendiendo a 1 000 usuarios básicos con contador que consumen un máximo de 20 m<sup>3</sup> que pagan Q 5,35/ m<sup>3</sup> y Q 16,00 de administración, de orden complementario son 500 usuarios con contador que consumen hasta un máximo de 40 m<sup>3</sup> y pagan una tarifa de Q 8,03/m<sup>3</sup> mas Q 16,00 por administración , en la clasificación de suntuario son 500 usuarios con contador que consumen mas de 40 m<sup>3</sup> cancelando Q 10,70/m<sup>3</sup> y Q 16,00 de administración y entre los clasificados industrial / comercial, son 500 usuarios que pagan una tarifa de Q 10,70 / m<sup>3</sup> y Q 16,00 de administración.

Como se puede notar en esta tabla, es importante clasificar el tipo de uso al agua potable así como el consumo, además se puede notar que no todos



tienen contador, aunque deberían de tenerlo, pues es importante que cada vecino pague lo que finalmente consume.

La utilización del agua potable, debe de ser siempre controlada en la cantidad de consumo, a través de contadores, pues si no se tiene ese control puede haber un uso desmedido y no controlado, además de esta forma el vecino utilizará el vital líquido de forma proporcionada y óptima, se evitan los desperdicios exagerados, así como las fugas dentro de las residencias.

Tabla VII. Clasificación de los tipos de servicios

TARIFA	TIPO	USUARIOS	VOLUMEN CONSUMIDO MENSUAL MENTE	FIJO		CONTADOR	
				CANON	ADM	VALOR /m <sup>3</sup>	ADM
SOCIAL UNIFAMILIAR	BASICO SIN CONTA-DOR	20 000	0 – 20 m <sup>3</sup>	Q 59,00	Q16,00	-	-
	BASICO CON CONTA-DOR	1 500	0 – 20 m <sup>3</sup>	-	-	Q2,95	Q16,00
	COMPLEMENTARIO	500	21 – 40 m <sup>3</sup>	-	-	Q5,35	Q16,00
RESIDENCIAL UNIFAMILIAR	BÁSICO	1 000	0 – 20 m <sup>3</sup>	-	-	Q5,35	Q16,00
	COMPLEMENTARIO	500	21 – 40 m <sup>3</sup>	-	-	Q8,03	Q16,00
	SUNTUA-RIO	500	Mayor de 40 m <sup>3</sup>	-	-	Q10,70	Q16,00
INDUSTRIAL/COMERCIAL	INDUSTRIAL/COMERCIAL	1 000	Mayor de 40 m <sup>3</sup>	-	-	Q10,70	Q16,00

Fuente: Departamento de Agua y Saneamiento de la municipalidad de Villa Nueva

En tabla VIII, se puede observar que la integración de costos incluye en el servicio de agua potable: consumo de energía, mantenimiento de pozos, mantenimiento de red, cloración y mano de obra de operación, pero además se agregan costos de la red de drenajes de los cuales se incluyen: el tratamiento de aguas residuales y mantenimiento de la red.

Todo lo anterior conlleva el gasto de administración, de lo cual se integra el gasto directamente de administración, gastos de facturación y personal para realizar estas actividades, finalmente el costo de depreciación del equipo, que debe renovarse cada cierto tiempo pues el desgaste de este es continuo.

Para el funcionamiento de los pozos que cubren las zonas 4 y 5, se calculó una tarifa a cobrar de Q 5,35 / m<sup>3</sup>, que deben pagar los usuarios por el servicio de agua potable que se brinda de parte de la municipalidad y que refleja un gasto total de Q 49 228 299,85.

Tabla VIII. **Egresos e integración de cargas**

<b>EGRESOS E INTEGRACIÓN DE CARGAS</b>		
<b>TIPO DE COSTO</b>	<b>TOTAL</b>	<b>COSTO/ m<sup>3</sup></b>
<b>01- DOTACIÓN DE AGUA POTABLE</b>	<b>Q 36 917 866,52</b>	<b>Q 4,00</b>
101-CONSUMO ENERGÍA	Q 26.785.249,19	Q 2,90
102-MANTENIMIENTO DE POZOS	Q 2 454 178,50	Q 0,27
103-MANTENIMIENTO DE RED	Q 3 700 000,00	Q 0,40
104-CLORACIÓN	Q 133 818,83	Q 0,08
105-MANO DE OBRA OPERACIÓN	Q 3 247 620,00	Q 0,35
<b>02-TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES</b>	<b>Q 8 500 000,00</b>	<b>Q 0,92</b>
106-TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Q 3 500 000,00	Q 0,38
107-MANTENIMIENTO DE RED DE DRENAJE	Q 5 000 000,00	Q 0,54
<b>03-ADMINISTRACIÓN Y COBROS</b>	<b>Q 2 012 100,00</b>	<b>Q 0,22</b>
GASTOS ADMON	Q 15 000,00	Q 0,02
FACTURACIÓN	Q 987 000,00	Q 0,11
MANO DE OBRA ADMON	Q 875 100,00	Q 0,09
<b>04- DEPRECIACIÓN</b>	<b>Q 1 798 333,33</b>	<b>Q 0,19</b>
REPOSICIÓN DE EQUIPO	Q 1 798 333,33	Q 0,19
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>Q 49 228 299,85</b>	<b>Q 5,35</b>

Fuente: Departamento de Agua y Saneamiento de la municipalidad de Villa Nueva

Se deriva un costo de Q 5,35 / m<sup>3</sup>, para cubrir los renglones: dotación propiamente por servicios de agua potable a cada domiciliar residencial, como industriales y comerciales, tratamiento de aguas, administración y cobros, así como depreciación, como se observa en la tabla IX, para cubrir los egresos anuales que ascienden a Q 49 228 299,85.

Tabla IX. **Resumen de egresos**

<b>RESUMEN DE EGRESOS</b>		
<b>TIPO DE COSTOS</b>	<b>TOTAL</b>	<b>COSTO/ m<sup>3</sup></b>
DOTACION DE AGUA POTABLE	Q36 917 866,52	Q 4,00
TRATAMIENTO DE AGUAS	Q 8 500 000,00	Q 0,92
ADMINISTRACION Y COBROS	Q 2 012 100,00	Q 0,21
DEPRECIACION	Q 1 789 333,33	Q 0,19
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>Q49 228 299,85</b>	<b>Q 5,35</b>

Fuente: Departamento de Agua y Saneamiento de la municipalidad de Villa Nueva.

Tabla X. **Resumen de ingresos**

<b>RESUMEN DE INGRESOS</b>				
<b>TARIFA</b>		<b>USUARIOS</b>	<b>INGRESOS</b>	
		<b>CANTIDAD</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>ANUAL</b>
Q	25,00	18 143	Q 453 575,00	Q 5 442 900,00
Q	50,00	2 062	Q 103 100,00	Q 1 237 200,00
Q	60,00	662	Q 39 720,00	Q 476 640,00
Q	75,00	869	Q 65 175,00	Q 782 100,00
Q	100,00	210	Q 21 000,00	Q 252 000,00
Q	125,00	212	Q 26 500,00	Q 318 000,00
CONSUMO		2 948	Q 294 800,00	Q 3 537 600,00
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>25 106</b>	<b>Q 1 003 870,00</b>	<b>Q 12 046 440,00</b>

Fuente: Departamento de Agua y Saneamiento de la municipalidad de Villa Nueva

De acuerdo con los pagos que la tabla X presenta, por diferentes tarifas de 25 106 usuarios del sistema de abastecimiento de agua potable para las zonas 4 y 5, se percibe la suma de Q 1 003 870,00 en concepto de ingresos de forma mensual y un total anual de Q 12 046 440,00.

De esta forma se da cobertura al 20 % de la población en las zonas 4, 5 y 10 del municipio, con la problemática que algunos centros educativos privados no quieren pagar la tarifa, porque aducen que consumen menos volumen de agua y si la municipalidad aumenta la tarifa, optan por aumentar la cuota de mantenimiento a los padres de familia en las inscripciones de cada año, así

también el agua distribuida mantiene la calidad a través de las pruebas de la laboratorio constantemente para evitar agua contaminada que pueda dañar la salud de los usuarios, se está diseñando un macro circuito que consistirá en un conjunto de pozos debidamente georreferenciados e interconectados entre sí y con los pozos existentes para aumentar el caudal y de esa forma dar una cobertura no solo a los nuevos solicitantes del servicio sino que además para cubrir el horario en que no se brinda el servicio a la población,.....toda la información anterior la concedió..... (Edgar De León., Jefe del Departamento de Agua y Saneamiento, entrevista personal, 19 de octubre de 2016).

### **3.3. Discusión de resultados**

Las zonas 4 y 5 mantienen la problemática en cuanto a la instalación de contadores, ya que aducen que pagarán más de la cuota básica que cancelan por su servicio y que además deberán gastar en la compra del contador así como la cuota que deben de cancelar por la instalación, lo cual no está dentro de su presupuesto mensual. Así también declaran que la cobertura del servicio no es constante de parte de la municipalidad, que inclusive tienen días específicos que no les surten de agua potable, lo cual les genera problemas en cuanto a que deben de comprar agua más cara y de mala calidad, por lo que desearían que esto se regulara para evitar medidas de emergencia que elevan los costos de su presupuesto familiar.....información concedida por (Ana Luisa Gómez Arrecis., Magaly Perdomo., & Vilma Arreaga., Presidentas de los Cocodes de las zonas 4,5 y 10, Villa Nueva, respectivamente, entrevista personal, 4 de noviembre de 2016).

La deficiencia en el sistema de abastecimiento de agua potable, no solo puede provocar enfermedades de tipo gastrointestinal, existen otro tipo de enfermedades que pueden generarse cuando la población carece del servicio,

que pueden causar diversidad de problemas en la salud de la población, por ejemplo:

Anemia, común en todo el mundo, causa principal, la deficiencia de hierro, varias infecciones relacionadas porque no existe higiene, ni saneamiento y agua no segura, la arsenicosis es una enfermedad crónica que resulta de beber agua con altos niveles de arsénico durante largos años, el tratamiento puede ser hierro, zinc, vitaminas, dieta adecuada, agua potable segura, ascariasis es una infección del intestino delgado causado por un gusano redondo denominado *Áscaris lumbricoides*, por comida no cocinada, que se ha cultivado en suelos contaminados o regados con agua residual no tratada adecuadamente, puede provocar este tipo de infecciones, el tratamiento puede ser: albendazol, el pamoato de pirantel y el mebendazol; el botulismo es una forma de envenenamiento agudo resultado de la ingestión de comida o agua que contienen toxinas, la enfermedad causa la muerte entre el 5 al 10% de los casos, el tratamiento se proporciona solo en hospitales con medicamento antitoxina botulínica, Campilobacteriasis, su causa principal envenenamiento bacteriano de la comida, que se contagia más comúnmente mediante contacto con aves de corral poco cocinadas o crudas cuando no hay suficiente agua para cocinar, el tratamiento debe de ser por reposición de electrolitos y la rehidratación y el tratamiento antimicrobiano con eritromicina, tetraciclina y quinolonas; el Cólera es una enfermedad aguda, diarreica, causada por la infección en el intestino, debido a beber agua no potable la enfermedad se puede transmitir rápidamente a áreas con tratamiento inadecuado de potabilización; el tratamiento debería de ser con sueros de rehidratación oral, tetraciclina o azitromicina y así podría citar más enfermedades que se producen por la carencia del servicio de agua potable o agua contaminada, que no ha sido tratada o certificada información detallada por ( Olga Ligia Arreaga Herrera, doctora con experiencia en el área, entrevista personal, 15 de noviembre de 2016).





## **4. PROPUESTA DEL PLAN**

El plan que se describe a continuación, es una propuesta que determina los procedimientos que deben de seguirse para mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable, para las zonas 4, 5 y 10 del municipio de Villa Nueva, con el objetivo de proveer un servicio básico municipal al vecino, de manera que este tenga cobertura continua para todos, a un precio justo, razonable y auto sostenible.

Para hacer efectivo el plan en estudio, se presenta un cuadro con renglones, indicadores y actividades a realizar, que servirá como un control constante para el mejoramiento del sistema en un determinado tiempo.

### **4.1. Planificación**

Para desarrollar una buena planificación es importante tomar en cuenta el apoyo de las comunidades a servir, como el caso de los COCODES y sus representantes; además de establecer un reglamento interno en el departamento de Agua y Saneamiento, que contemple todos los procedimientos a seguir para resolver la problemática actual y deberá de contar con un conjunto de personal tanto de gabinete como de campo, con capacitación continua, para que puedan brindar un servicio de excelencia para los usuarios del servicio, debidamente entrenados con salarios dignos para que de esta forma hagan su trabajo con dedicación, entusiasmo y sobre todo con eficiencia, pues a medida que el número de usuarios crezca conforme el crecimiento poblacional se pueda ir dando cobertura a los nuevos usuarios, con la misma eficiencia.

Deberán realizarse estudios hidrográficos, censos poblacionales que indiquen tipos de viviendas, tipos de comercios e industrias, centros educativos tanto públicos como privados, mercados, puestos de salud, hospitales, áreas agrícolas, lavaderos públicos, estaciones de bomberos, con el objetivo de brindar servicio satisfactorio a los distintos tipos de residentes en las zonas y que paguen de acuerdo al consumo de cada uno.

Este plan deberá contemplar la descentralización, propiciar inversión privada, evitando la influencia política y con un criterio más técnico y comercial.

#### **4.1.1. Gestión**

La gestión consistirá en dos parámetros importantes: a) la gestión del usuario ante la municipalidad por medio del departamento de Agua Potable y Saneamiento al solicitar el servicio para su vivienda, dependiendo de un formulario que no solo establezca todos los datos que son importantes para poderle brindar el servicio, como número de integrantes de la familia dentro de la residencia, ubicación, si poseen algún negocio dentro de su residencia y de que tipo, además el formulario debe de contener cláusulas de compromiso, indicando la colocación de un contador para que haya un mejor control del consumo de agua como un pago justo por lo consumido como el corte del servicio al caer en morosidad de dos meses y todos aquellos datos y normas que el departamento requiera para brindar un servicio bien normado y b) la gestión de las autoridades, como el caso del Director del Departamento de Agua y Saneamiento y el Alcalde, ante el Gobierno Central, instituciones locales e internacionales, para solicitar ayuda de fondos que vayan contribuyendo a un restablecimiento económico y poder financiar inicialmente todo un proyecto con visión de proveer agua potable a toda la población de forma continua, con calidad y eficiencia, convirtiéndose en un ejemplo a replicar en los demás

municipios y a su vez en una herramienta de prevención del deterioro de la salubridad en nuestro país, evitando la mortalidad infantil que tanto daño ha hecho a nuestra nación.

#### **4.1.2. Cobertura**

A medida que se vayan adquiriendo los fondos de diferentes fuentes de acuerdo a la efectividad de gestión de las autoridades se deberá hacer el estudio de prefactibilidad que consistirá en los diferentes procedimientos:

- Censo poblacional por zona que muestre cantidad de habitantes como número de viviendas y tipos de negocios, para determinar el volumen de agua requerida para proveer a todos los habitantes y que nadie carezca del servicio en forma continua,
- Estudio hidrogeológico, informe generado por ingenieros especialistas en la rama, que consiste en utilización de equipo electromagnético de sondeo eléctrico vertical, que describirá el perfil estratigráfico, para determinar estratos a perforar, caudal o volumen a extraer, tipo de agua, cálculo de bomba a utilizar, para detectar los puntos y ubicaciones de canales freáticos subterráneos y proceder a perforar pozos nuevos que contribuyan a complementar el volumen de agua necesaria para dar cobertura total, estableciendo un normativo con medidas de mitigación, para evitar que los canales freáticos sean abatidos o que sufran colapso en cualquier época del año.
- Estos pozos deberán de estar georreferenciados con todas sus características para que puedan ser interconectados con los estudios que se harán para microcircuitos, que no es más que la interconexión entre

pozos existentes y pozos nuevos para incrementar el volumen de agua que complementará el déficit que existe para dar la cobertura de servicio en forma total.

- Es urgente iniciar con campañas de sensibilización antes de comenzar a dar cobertura a los nuevos usuarios, para crear una conciencia de pago por servicios tan necesarios para la vida humana y de la familia, mostrando claramente que se contemplan gastos dentro del presupuesto familiar que no son básicos dentro del presupuesto familiar y que el agua es un líquido vital para la subsistencia, además que la captación, tratamiento y conducción de este líquido vital hasta nuestras residencias merece un trato económico y de calidad, que todos debemos pagar, para que nuestra salud y la de nuestras familias no se vea amenazada, causándonos insalubridad a altos costos de tratamiento.
- Para la distribución de agua certificada, las empresas que deseen participar, deberán de cumplir con la presentación de pruebas de laboratorio conforme a normativo y si no cumplen tendrán que pagar las respectivas multas y restablecer los daños y perjuicios a las familias afectadas, en último caso serán cerradas sino acatan las disposiciones establecidas.
- Dentro de esta cobertura deberá de preverse la asistencia médica en caso de ingesta de agua contaminada, debiendo reunir a las instituciones responsables de la salud dentro del municipio como el caso de hospitales, centros de salud, puestos de salud entre otros.

## **4.2. Comercialización**

Para implementar un plan que incluya la auto sostenibilidad en el abastecimiento de agua potable en estas zonas, es importante contemplar la forma en que debe de comercializarse el nuevo servicio, de manera que contenga innovaciones que satisfagan al usuario en sus necesidades pero que además tenga ventajas para que se encuentre motivado no solo de utilizar el servicio ofrecido, sino que además este consciente de efectuar el pago de la tarifa establecida por la municipalidad.

Se logrará la comercialización de nuevos servicios, siempre y cuando se perforen nuevos pozos, pero para ellos se debe de contar con fondos suficientes que serán determinados con los estudios técnicos-financieros de cada uno de esos pozos ya establecidos. Los fondos tendrán tres fuentes de donde pueden provenir hacia la municipalidad, al momento de estar ingresados en la tesorería de la municipalidad deben de subirse los eventos respectivos al sistema de Guate compras para que se puedan adjudicar los proyectos a ejecutores con experiencia debidamente certificados en la especialidad para luego firmar contratos e iniciar los trabajos de ejecución en el tiempo más corto que pueda lograrse, procedimientos efectivos que deben de estar normados dentro del reglamento interno del departamento de agua y saneamiento, evitando procesos burocráticos que alarguen las fechas de inicio de los mencionados proyectos y que más bien sean de tendencia gerencial de avance efectivo con visión privada.

Debe de contarse con tres personas de nivel gerencial, con una visión y metas claras, bien establecidas, con sus asistentes respectivas, que posean capacidades y virtudes de negociación, libres de ambiciones políticas y con conceptos de descentralización fundamentados dentro de sus virtudes, para

solicitar los fondos de ayuda ante las autoridades de las tres fuentes de financiamiento que se proponen a continuación:

- Fondos de gobierno: se designará a un personero con su asistente asignándole todos los medios para que pueda agilizar la búsqueda de fondos para la inversión de nueva infraestructura de agua, todas las solicitudes deberán hacerse por escrito llevando un control con bitácora de todas las gestiones ante entidades y representantes de gobierno.
- Fondos internacionales: se establecerá una conexión a través del personero designado por las autoridades edilicias, para llevar a cabo las negociaciones con representantes de gobiernos de otros países por medio de las embajadas establecidas en el país, se iniciarán las gestiones primeramente con países que ya tienen un récord con nuestro país en cuanto a este tipo de ayuda se refiere, manteniendo conversaciones constantes para lograr los objetivos, si es posible hacer los contactos con la OMS para que extienda su aval hacia las solicitudes que se giren.
- Fondos por iniciativa privada: se iniciará una campaña ante las distintas empresas nacionales e internacionales que efectúan sus negociaciones en nuestro país, incentivándoles a invertir en este tipo de infraestructura, incentivando a los que estén dispuestos a invertir, con una concesión de administración por un tiempo establecido para recuperación de capital de inversión y rentas respectivas, por medio de contratos con cláusulas claras y concisas que beneficien a los inversores y los usuarios del servicio.

#### **4.2.1. Tarifa**

La tarifa deberá ser establecida por medio de un estudio riguroso, que contemple todos los cargos de integración de la misma, que incluye consumo de energía, mantenimiento de pozos, mantenimiento de red, cloración, mano de obra de operación, tratamiento de aguas residuales, mantenimiento de red de drenajes, gastos de administración, facturación, mano de obra de administración, lectura de contadores, reposición de equipo, mantenimiento de vehículos, trámites por reconexión, pruebas de laboratorio y gestión según los tiempos que exige el normativo, de forma que no se excluya ningún gasto que pueda generar en determinado momento un déficit dentro de las finanzas municipales y específicamente dentro del renglón de abastecimiento de agua potable.

La tarifa vigente es de Q 5,35 / m<sup>3</sup>, la cual se podría incrementar en pequeño porcentaje para reducir el déficit que el departamento de Agua y Saneamiento está enfrentando y por ende la Municipalidad de Villa Nueva, pues no se ha tomado en cuenta la mano de obra de lectura de contadores y el mantenimiento de vehículos y además realizar el estudio pertinente para lograr que el abastecimiento de agua dentro de estas zonas sea sustentable sin tener que subsidiar el servicio lo que hará que todos los habitantes tengan el servicio a precio justo, de forma continua a un precio justo.

#### **4.2.2. Recaudación**

Se deberá contar con un equipo designado para cada zona, para que haga las lecturas respectivas en los contadores y se traslade ésta información a gabinete, para exigir los pagos mensuales correspondientes a cada usuario, cada uno de los recibos que se entregue en cada residencia deberá llevar fecha



máxima de pago y una notificación de corte después de un segundo pago atrasado con monto de reconexión, esto con el objetivo de no acumular una cantidad de morosidad que finalmente afecta a todos los usuarios tanto existentes como nuevos, pues actualmente la municipalidad tiene pendiente de recuperar un monto por morosidad de Q 37 181 859,85 que representa un 38% en la operación de todo el servicio.

Este monto deberá de recuperarse a través de una campaña de sensibilización utilizando todos los medios que hoy día se tienen al alcance por medio de las redes sociales, radio y televisión locales, medios escritos que circulan en el municipio y volantes para las residencias morosas, estableciendo con los usuarios morosos convenios de pago que les facilite el desembolso de forma mensual.

### **4.3. Control del sistema de abastecimiento**

El control del sistema deberá contar con un equipo exigente y disciplinado, capacitado y con experiencia, para llevar el control de que el líquido no solo vaya libre de agentes patógenos sino que además se le de el mantenimiento adecuado con exigencia continua para que cualquier desperfecto sea reparado en forma inmediata para que el usuario no sufra cortes muy largos y que las tareas de operación se lleven a cabo con puntualidad para que el abastecimiento sea satisfactorio para la población en general.

#### **4.3.1. Certificación**

Este se puede calificar como el proceso más delicado, porque hay que hacer notar que el agua potable es el líquido para la sobrevivencia humana en

todas sus fases, por lo que es de alta exigencia para evitar enfermedades y mortalidad infantil, por lo que según el normativo deberán de realizarse las pruebas que se exigen para la certificación del agua para consumo humano, para lo cual se nombrará una persona encargada y responsable de la toma de muestras y la respectiva gestión ante los laboratorios certificados para extender los resultados que serán examinados a través de su dictamen para saber qué tipo de tratamiento en cuanto a cloración necesita el agua que se está distribuyendo y de esta forma evitar cualquier infección hidrológica, conformando así un plan que se presenta como preventivo, de la misma manera esta exigencia será para todas las empresas privadas involucradas en la distribución de agua dentro del municipio.

No se permitirá ningún atraso en la entrega de los laboratorios respectivos y sus resultados, pues de otra forma no se podrá permitir la distribución de agua para consumo residencial, pues podría propagarse una infección en masa, que daría como resultado muchas personas infectadas y niños con severos síntomas que en algunos casos ha representado la pérdida de pequeñas vidas humanas.

Las pruebas de laboratorio serán de la siguiente manera:

- Bacteriológica: se deberá de presentar mensualmente, una muestra de cada fuente que esté abasteciendo el sistema, con el objetivo de determinar si el agua para consumo no contiene agentes bacteriológicos que puedan afectar la salud del usuario dentro de los rangos permisibles establecidos en el normativo y además servirá para los controles en la cantidad de cloración. Los límites permisibles para aguas de consumo serán: bacterias mesófitas viables de 24 hrs. a 37°C, no más de 500UFC/ml, bacterias coliformes: NMP a 37°C de 48 hrs., en 100 ml;

igual o menor a 3, ausencia de Escherichia colí en 100 ml y ausencia de Pseudomona aeruginosa por 100 ml de muestra,

- Físicoquímica: se deberá de presentar trimestralmente, una muestra de cada fuente que esté abasteciendo el sistema. El color es determinado por la cantidad de platino que será aceptable como mínimo 0,2 mg y 12 mg como máximo de platino por litro de agua, el olor no debe de ser perceptible aceptándose de 2 a 10 unidades máximo, el sabor se determinará por la cantidad de sulfatos de hierro y manganeso, que la hacen agradable u objetable, el pH óptimo debe de estar entre 6,5 y 8,5, finalmente los nitritos, amonios, nitratos y cloruros no deben de sobrepasar los 350 mg/l.
- Metales pesados: se deberá de presentar semestralmente, una muestra de cada fuente que esté abasteciendo el sistema, ésta prueba se lleva a cabo con el objetivo de determinar si el agua no contiene metales pesados que puedan afectar al usuario al momento de consumir según los parámetros establecidos dentro de un rango permisible. Los parámetros para metales pesados no deben sobrepasar los índices siguientes; mercurio: 1 microgramo/l, níquel: 20 microgramos/l, cobre: 2 miligramos/l, plomo: 25 microgramos/l y cromo: 50 microgramos/l.

#### **4.3.2. Operación**

Esta actividad se llevará a cabo conforme un manual de operación, establecido internamente dentro del departamento de Agua y Saneamiento, examinado minuciosamente por expertos dentro del departamento respectivo, para que el sistema funcione continuamente y que cada una de las actividades que conlleva el sistema para su debido funcionamiento se haga de forma

efectiva y con controles continuos, sobre todo en el caso de la cloración que es la desinfección del agua para que llegue hasta los hogares de los usuarios en forma segura.

### 4.3.3. Mantenimiento

Todas las máquinas como en el caso de las bombas instaladas en cada uno de los pozos del sistema, requieren de un mantenimiento debido al desgaste de las piezas y para que el abastecimiento sea continuo deberá de realizarse esta actividad de forma periódica, la cual se podrá contratar a través de empresas de la iniciativa privada, a quienes se les exigirá un manual de mantenimiento, además la empresa debe de contar con una certificación de experiencia en el ramo, que estará sujeta a una supervisión constante de expertos que pertenezcan al departamento respectivo.

Tabla XI. Ejes e indicadores del plan municipal

No.	EJES E INDICADORES	MESES											
		E N E R O	F E B R E R O	M A R Z O	A B R I L	M A Y O	J U N I O	J U L I O	A G O S T O	S E P T E M B R E	O C T U B R E	N O V I E M B R E	D I C I E M B R E
<b>1</b>	<b>PLANIFICACIÓN</b>												
<b>1.1</b>	<b>GESTIÓN</b>												
	• Reuniones comunidad												
	• Reuniones personal												
	• Atención al usuario												
	• Gestión de fondos												

<b>1.2</b>	<b>COBERTURA</b>												
	• Censo poblacional	■											
	• Estudios hidrogeológicos					■						■	
	• Diseño macro circuito					■							■
	• Campaña sensibilización	■		■		■		■		■		■	
<b>2</b>	<b>COMERCIALIZACIÓN</b>												
	• Búsqueda de fondos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>2.1</b>	<b>TARIFA</b>												
	• Cobro mensual	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>2.2</b>	<b>RECAUDACIÓN</b>												
	• Cobro moroso	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	• Cortes	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	• Reconexiones	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>3</b>	<b>CONTROL DEL SISTEMA</b>												
<b>3.1</b>	<b>CERTIFICACIÓN</b>												
	• Bacteriológica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	• Físicoquímica		■	■		■	■		■	■		■	■
	• Metales pesados	■				■							■
<b>3.2</b>	<b>OPERACIÓN</b>												
	• Cloración	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	• Reparaciones	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>3.3</b>	<b>MANTENIMIENTO</b>												
	• Pozos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	• Línea general	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	• Casetas de cloración		■	■	■	■		■	■	■	■		■
	• Casetas de pozos		■	■	■	■		■	■	■	■		■

Fuente: propia

## CONCLUSIONES

1. El plan municipal para la prestación del servicio de agua potable dentro de las zonas 4, 5 y 10 del municipio de Villa Nueva, incluye: tres ejes fundamentales que son: planificación, comercialización y el control del sistema de abastecimiento, sobre los que se basa la propuesta para el mejoramiento del servicio de agua potable, como un servicio básico para la población y el bien común como objetivo de la legislación municipal.
2. La deficiencia del servicio de agua potable se debe a: una planificación desordenada e inefectiva, esto hace que el departamento de Agua y Saneamiento, atienda solamente al 20% de la población, además la comercialización no es objetiva y directa, lo que genera una recaudación deficiente manteniendo una morosidad del 38%, fondos insuficientes para la perforación de nuevos pozos, la tarifa no ha sido ajustada de manera que el servicio de agua potable sea auto sostenible o con un subsidio menor, no hay contadores colocados que controlen el uso desmedido de agua, la ausencia de campañas de sensibilización tanto para la población adulta como para los escolares, según los padrones revisados, entrevista con el director del departamento de Agua y Saneamiento, así como las entrevistas con los representantes de los Cocodes de las zonas en estudio.
3. Una de las consecuencias que sufre la población debido al servicio deficiente de agua potable es: cobertura con horario limitado tanto en horas como en días alternos que perjudica las diferentes actividades que dependen del abastecimiento de agua dentro de las residencias.

4. Los usuarios compran agua a camiones cisterna, que cobran un alto precio por el líquido vital que los vecinos necesitan para los diferentes consumos dentro de sus viviendas y que les genera un pago adicional dentro de su presupuesto familiar.
  
5. Debido a la ingesta de agua que compran por tonel, de procedencia sin tratamiento, se generan enfermedades gastrointestinales causadas por diferentes agentes patógenos del género de: shigelosis, amebiasis, entre otras.
  
6. Los vecinos se ven afectados en su presupuesto familiar, debido a que deben de comprar medicinas y cubrir los honorarios médicos de emergencia, por las enfermedades gastrointestinales que se generan dentro de la población por el consumo de agua sin tratamiento y controles sanitarios.

## RECOMENDACIONES

1. Implementar el plan con el objetivo de lograr que las tres zonas en estudio, sean abastecidas de agua potable de forma prioritaria, tomando en cuenta que se debe de abastecer en forma continua, tanto en cuanto a días como a horas se refiere, pues en estas zonas se concentra la cuarta parte de la población del municipio. Se propone una planificación exigente que cumpla con los lineamientos que se proponen, pero además pueden implementarse otros lineamientos que vayan siendo necesarios para la efectiva y pronta distribución de agua potable conforme a las necesidades que se vayan presentando debido al crecimiento poblacional, estableciendo tarifas de comercialización, justas y razonables, que a su vez sea un sistema auto sostenible manteniendo el control del sistema para que en momentos de emergencia la población no se vea afectada con cortes de agua y evitar el descontento de los vecinos.
2. Iniciar de inmediato las gestiones de negociación, para reducir el déficit que se tiene actualmente en cuanto a la morosidad de pago de parte de los vecinos, también el déficit que existe, debido a que la tarifa actual no cubre los costos de mantenimiento y operación, por medio de la ayuda del gobierno central, priorizando esta deuda respecto a proyectos que no son tan urgentes como lo es el servicio básico de agua potable; además, la ayuda de la cooperación internacional sobre todo de instituciones que están comprometidas con la solución de los problemas de agua para evitar daños a la salud de la población alrededor del mundo, promover la inversión privada para la construcción y administración de nuevos pozos



y finalmente un reajuste de la tarifa actual para que no haya déficit entre egresos e ingresos por mantenimiento y operación del sistema.

3. Deben de colocarse contadores para que cada habitante pague justamente lo que consume, pues de esta manera se controlarán los volúmenes de consumo real no solo por cada vivienda, sino que además el departamento de agua potable y saneamiento tendrá un dato real de consumo total por zona y de esta manera podrá hacer la proyección de ingresos con el fin de contratar la perforación de nuevos pozos que vayan cubriendo el volumen necesario de agua potable no solo para que todos los habitantes sean abastecidos sino que además sea un servicio auto sostenible y continuo, para lo cual a su vez deben desarrollarse cursos de sensibilización a través de los cocodes y centros educativos tanto privados como públicos con el objetivo de ir educando a la población en cada uno de los aspectos que hace que el sistema sea para todos, con los mismos derechos y obligaciones.
  
4. Supervisar y exigir a las empresas que venden agua potable a través de camiones cisterna, un control continuo y certificado de laboratorio, teniendo el debido cuidado de que estas pruebas de laboratorio sean transparentes y de procedencia verídica , concientizándolos y a su vez haciéndolos responsables de que con el no cumplimiento de garantizar la calidad del agua que distribuyen, deben de asumir los gastos en que incurran los habitantes en cuanto a problemas de enfermedades gastrointestinales que se generan dentro de la población, además mantener un estricto control del precio al que venden el agua que distribuyen, pues en muchos de los casos aprovechan la necesidad de abastecimiento de agua potable de la población.

5. Se debe de motivar e incentivar a empresas comercializadoras de agua potable que se encuentran clasificadas dentro de la iniciativa privada, para que inviertan en la perforación de nuevos pozos dentro del municipio y específicamente para estas zonas, de tal forma que generen el volumen en déficit, cumpliendo con todos los normativos y certificaciones que den como resultado un abastecimiento de agua potable, controlado y libre de agentes patógenos, garantizando la salud de todos los usuarios, con trato justo en cuanto a tarifa se refiere y cordialidad, con un servicio continuo y eficiente, controlando los desperfectos de forma emergente y puntual.
6. El cronograma que incluye el plan propuesto, debe de utilizarse para evaluar si el sistema está siendo eficiente, monitoreando cada uno de los indicadores de acuerdo a los tiempos establecidos en el mismo, asignando personal calificado y capacitado que de forma continua y objetivamente, vele porque cada una de las acciones se lleven a cabo.
7. Se debe de conformar un reglamento interno, que establezca las medidas de mitigación, para coadyuvar a la sostenibilidad del recurso hídrico, sirviendo de modelo para otros municipios, los cuales pueden ser; revisión de todas las leyes del país que rigen la protección del recurso, comprometiendo a sus autoridades a cumplir estas normas y reglamentos, aperturar la primera feria del agua con conferencias y talleres que mejoren el manejo y conservación del agua existente dentro de su localidad, invitar a expertos del área latinoamericana para compartir experiencias e ideas que coadyuven a mejorar el aprovechamiento de dicho recurso en nuestro país, entrenar a los líderes de los COCODES, promover la capacitación de estos en protección de fuentes y cuerpos de agua, sensibilización sobre todo a nivel preprimaria

y primaria, actividades a nivel básico y medio con jóvenes, para la limpieza de ríos, campañas de reforestación (AMSA, INDE), a través de los maestros de escuelas, institutos y colegios, coordinados por medio del Ministerio de Educación, así como la racionalización del recurso dentro de los hogares, por medio de los grupos organizados de mujeres en cada sector, protección de las fuentes y cuencas hidrogr, métodos y mecanismos para la utilización del agua de lluvia, rechazar la injerencia política en el tema, velar muy de cerca y en forma legal, para evitar la contaminación con desechos industriales y mineros si los hubiera.

## BIBLIOGRAFÍA

ACA (Agencia Catalana del Agua). *Preguntas frecuentes del precio del agua, Generalitat de Catalunya, departamento de territorio i sostenibilitat 2014*, Decreto Legislativo del 28 de abril 2/2003, España.

Albrecht, K. (1992). *La revolución del servicio: El toque personal que conserva y cautiva clientes*. Colombia: Fondo Editorial Legis.

Barrios, C., Torres, R., Lampoglía, T., & Agüero, R. (2009). *Guía de Orientación en Saneamiento Básico para Alcaldías de Municipios Rurales y Pequeñas Comunidades*, 6(2), pp. 39-42.

Ballesteros, M., Brown, W., Jouravlev, A., Küffner, U., & Zegarra, E., (Marzo, 2005). *Administración del Agua en América Latina; Situación Actual y Perspectivas*, CEPAL Santiago de Chile.

Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación*. Colombia: PEARSON EDUCACIÓN.

Berraqué, B. (1996). *Las políticas del agua en Europa. Gestión y Política Pública*, 5 (2), pagina 427-472

COGUANOR, Ley del Sistema Nacional de Calidad, Decreto 78-2005, Artículo 1 del Decreto No.1523. Ministerios de Economía, República de Guatemala.

Congreso de la República de Guatemala (mayo, 1985). *Constitución Política de la República de Guatemala*. Guatemala.

Congreso de la República de Guatemala (2002). Decreto número 12 2002 Código Municipal. Guatemala.

Congreso de la República de Guatemala (2009). Decreto número 113 2009 Código Municipal. Guatemala.

Corrales, M. E. (2002). *Gobernabilidad de los servicios de agua potable y saneamiento en América Latina*. Caracas, South American Technical Advisory Committee-Global Water Partnership (SAMTAC-GWP), abril.

- Corrales, M. E. (1998). *El Reto del Agua, Cambios Institucionales en los Servicios Públicos por Redes*, Editorial Galac, Caracas.
- Der, V., & Luyendijk, R. (2007) *El agua, una responsabilidad compartida, 2o informe de Las Naciones Unidas, sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo*, 150 Broadway, Suite 812, Nueva York, NY 10038, Estados Unidos de América: Berghahn Books.
- Fundación Nacional para el Desarrollo (julio, 2009). *Política de Agua: ampliación de la cobertura, gestión descentralizada del agua, institucionalización del pago de servicios ambientales*. El Salvador. FUNDE y USAID
- Guatemala, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Acuerdo Gubernativo No 418-2013 *Política Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento*
- Guatemala, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2016). *Documento base del pacto ambiental en Guatemala*.
- Guatemala, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2009). *Acuerdo gubernativo No. 113-2009, Reglamento de normas sanitarias para la construcción, administración, operación y mantenimiento de los servicios de abastecimiento de agua para consumo humano*.
- Guatemala, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2013). *Política Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento, acuerdo gubernativo No 418-2013*.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Interamericana.
- Jordán Fuchs, R., Simioni, D., & degli Affari Esteri, I. M. (2003). *Gestión urbana para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. CEPAL
- Jouravlev, A. (2004). *Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral del siglo XXI*. Santiago de Chile, Chile. Naciones Unidas y Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL

- Lentini, E. (2011). *Servicios de agua potable y saneamiento: lecciones de experiencias relevantes*. Santiago de Chile. Naciones Unidas y Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL
- Lentini, E. (2010). *Servicios de agua potable y saneamiento en Guatemala: beneficios potenciales y determinantes de éxito*. Santiago de Chile. Naciones Unidas y Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL.
- Menaldo, J. (2007). *El sector de abastecimiento de agua potable y saneamiento en Guatemala*. GUAZUL, 1,9-11.
- Maceira, D., Kremer, P y Finucane, H. (2007). *El desigual acceso a los servicios de agua corriente y cloacas en la Argentina*. Políticas Públicas Análisis, (39) pagina 1-15.
- OPS. (2001), *Informe Regional sobre la evaluación 2000 en la región de las Américas, Agua Potable y Saneamiento, Estado actual y perspectivas*, División de Salud y Ambiente, Washinton D.C., Septiembre
- Ordoqui Urcelay, M. B. (2007). *Servicios de agua potable y alcantarillado en la ciudad de Buenos Aires, Argentina: factores determinantes de la sustentabilidad y el desempeño*. CEPAL.
- Osorio, M., & Espinosa, S. *Participación Comunitaria en las Problemas del Agua*. OEI, Sala +1. <http://www.campus-oei.org/salactsi/Osorio 2.htm>
- Política Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento, Gobierno de Guatemala, acuerdo gubernativo No 418-2013, MSPAS.
- Rothermel, T., Briscoe, J., & Grover, B.,(1995). *Programa de agua y saneamiento, (Informe anual julio de 1994-junio de 1995)*. Universidad De Carolina Del Norte, USA. Programa de agua y saneamiento.
- Simioni, D., & Jordan, Ricardo., (2003) *Gestión Urbana para el desarrollo sostenible en América Latina y El Caribe*, CEPAL, Cooperazione Italiana, Naciones Unidas, Santiago de Chile.

TERRIS, M. (1957) *Conceptos Básicos, Conceptos de Salud*, Universidad Estatal de Nueva York Buffalo.

Vergés, J. (2010). *Experiencias relevantes de marcos institucionales y contratos en agua potable y alcantarillado*. Chile. Naciones Unidas CEPAL.