



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

**EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 3 DE LA  
CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008–2010**

**Mario Augusto Zea Cano**

Asesorado por el Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz

Guatemala, abril de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 3 DE LA  
CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008-2010**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**MARIO AUGUSTO ZEA CANO**

ASESORADO POR EL ING. NICOLÁS DE JESÚS GUZMÁN SÁENZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, ABRIL DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Crescencio Benjamín Cifuentes Velásquez
EXAMINADOR	Ing. Alan Giovani Cosillo Pinto
EXAMINADOR	Ing. Juan Ramón Ordoñez Hernández
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **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:

### **EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 3 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008-2010**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha noviembre de 2011.

**Mario Augusto Zea Cano**



Guatemala 13 de noviembre de 2012

Ingeniero  
**Francisco Javier Quiñonez de la Cruz**  
Jefe Unidad de Investigación de Ingeniería Civil  
Escuela de Ingeniería Civil  
Universidad de San Carlos de Guatemala


Ingeniero Quiñonez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación titulado **"EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 3 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008-2010"**, desarrollado por el estudiante universitario **Mario Augusto Zea**, con la asesoría del suscrito.

El trabajo en mención cumple con los requisitos que exige la Facultad, en consecuencia con los objetivos y contenidos en su programación, por lo tanto, recomiendo continuar con los trámites para su aprobación.

Sin otro particular me despido atentamente,

**"ID Y ENSEÑAD A TODOS"**

  
**MSc. Nicolás Guzmán**  
Ingeniería civil y Sanitaria, Col. 4540  
**Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz**  
Colegiado 4,540  
Asesor



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala, 18 de febrero de 2013

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

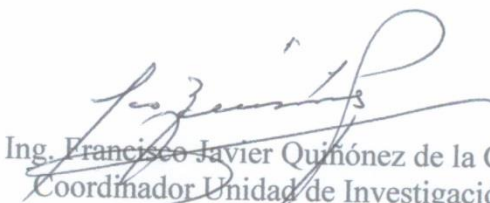
Señor Director:

Tengo el agrado de informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado **“Evaluación del consumo de agua potable en la zona 3 de la Ciudad de Guatemala en los años 2008-2010”**, realizado por el estudiante universitario **Mario Augusto Zea Cano**, quien contó con la asesoría del Ingeniero Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz.

Considero que el trabajo realizado por el estudiante **Zea Cano** cumple con los objetivos para los que fue planteado, por lo que recomiendo su aprobación.

Agradezco a usted la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente,

  
Ing. Francisco Javier Quiménez de la Cruz  
Coordinador Unidad de Investigación  
Escuela de Ingeniería Civil



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

Cc archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
www.ingenieria-usac.edu.gt



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz y del Coordinador de la Unidad de Investigación, Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz, al trabajo de graduación del estudiante Mario Augusto Zea Cano, titulado EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 3 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008-2010, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, marzo de 2013.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 222 .2013

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 Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 3 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008-2010**, presentado por el estudiante universitario: **Mario Augusto Zea Cano**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 1 de abril de 2013

/gdech





## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por darme la vida, bendiciones y sabiduría para que esta meta fuera alcanzada.
- Mis padres** Gustavo Adolfo Zea y Gabriela Cano Valdez de Zea. Su amor será siempre mi inspiración.
- Mis hermanos** Gustavo y Lourdes Zea Cano. Deseándoles que mi logro sirva de ejemplo para alcanzar sus metas.
- Mis abuelos** Marina Velásquez y Augusto Cano (q.e.p.d.). Por apoyarme en todo momento y por compartir conmigo triunfos y fracasos, que esta meta alcanzada sea para ellos una muestra de agradecimiento.
- Mis amigos** Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>La Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Alma mater, segundo hogar y fuente de inspiración.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por los conocimientos adquiridos.
<b>Mis amigos</b>	Especialmente José Daniel Pineda, Luis Corzo y Claudia Menéndez por su aporte de ideas y de conocimientos.
<b>EMPAGUA</b>	Por ser una importante institución que apporto información fundamental para la elaboración del presente trabajo.
<b>Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz</b>	Por su asesoría y apoyo brindado para la realización de este trabajo de graduación, sin el cual no hubiese sido posible.
<b>Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz</b>	Por su asesoría y colaboración en la realización del presente trabajo.
<b>Ing. Juan Carlos Linares Cruz</b>	Por su asesoría y colaboración en la realización del presente trabajo.
<b>Mi novia</b>	Sara Irenne García por su constante apoyo durante mi época universitaria.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
LISTA DE SÍMBOLOS .....	V
GLOSARIO .....	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN .....	XIII
1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA 3 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA .....	1
1.1. Ubicación y accesos.....	1
1.2. Monografía de la zona 3.....	4
2. PROBLEMÁTICA DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 3 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN EL PERÍODO 2008 - 2010 .....	9
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	11
4. RESULTADOS .....	15
4.1. Fuente superficial Acueducto Nacional Xayá-Pixcayá.....	15
4.2. Fuente subterránea .....	15
4.2.1. Pozo Centroamérica .....	16
4.2.1.1. Pozo Centro de Salud.....	16
4.2.2. Pozo El Bosque .....	17
4.2.3. Pozo Cementerio .....	19

4.3.	Sistema de distribución Lo de Coy .....	20
4.4.	Sistema de distribución la Brigada .....	21
4.5.	Empresas distribuidoras .....	23
4.5.1.	Empresa El Mariscal .....	23
4.5.2.	Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA) .....	24
4.6.	Tipos de consumo .....	25
4.7.	Resultados de empresas distribuidoras (EMPAGUA) .....	26
4.8.	Resultados de encuesta .....	28
5.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 3 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA ...	33
5.1.	Análisis de datos de empresas distribuidoras .....	33
5.2.	Análisis de datos obtenidos de la encuesta realizada .....	38
6.	DISCUSIÓN .....	43
6.1.	Fuentes .....	43
6.2.	Distribución .....	44
6.3.	Tipos de consumo .....	45
6.3.1.	Domiciliar .....	45
6.3.2.	Comercial .....	46
6.3.3.	Industrial .....	48
6.3.4.	Sector público .....	50
6.4.	Consumo .....	52
	CONCLUSIONES .....	59
	RECOMENDACIONES .....	61
	BIBLIOGRAFÍA .....	63
	APÉNDICES .....	65
	ANEXOS .....	77

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación de la zona 3.....	1
2.	Accesos provenientes de la zona 1.....	2
3.	Accesos provenientes de la zona 7.....	3
4.	Accesos provenientes de la zona 8.....	4
5.	Asentamientos periféricos de la zona 3.....	8
6.	Encuesta .....	13
7.	Ubicación pozo Centroamérica .....	16
8.	Ubicación pozo Centro de Salud.....	17
9.	Ubicación pozo El Bosque .....	18
10.	Ubicación pozo Cementerio .....	19
11.	Ubicación del sistema La Brigada .....	22
12.	Movimiento de distribución de EMPAGUA .....	22
13.	Área de influencia de los sistemas de EMPAGUA .....	25
14.	Promedios de consumo mensual por usuario .....	30
15.	Consumo general indicado en la encuesta .....	32
16.	Consumo mensual del agua en el 2008.....	33
17.	Consumo mensual del agua en el 2009.....	34
18.	Consumo mensual del agua en el 2010.....	35
19.	Lavandería .....	47
20.	Restaurante.....	47
21.	Maquila Modas Joon .....	49
22.	Industria de productos químicos UNISER S.A. ....	49
23.	Pila municipal .....	50

24.	Mercado Cantonal.....	51
25.	Estación de bomberos .....	51
26.	Cementerio General.....	52

## TABLAS

I.	Consumo promedio mensual de agua en 2008 en la zona 3.....	27
II.	Consumo promedio mensual de agua en 2009 en la zona 3.....	27
III.	Consumo promedio mensual de agua en 2010 en la zona 3.....	28
IV.	Muestras con servicio de agua .....	29
V.	Tipo de servicio que distribuye el agua.....	29
VI.	Empresas que prestan el servicio .....	29
VII.	Días de suministro de agua .....	30
VIII.	Horas de suministro de agua .....	30
IX.	Muestras que cuentan con cisterna .....	31
X.	Rango de personas abastecidas.....	31
XI.	Disposición final de los desechos líquidos y sólidos .....	31
XII.	Medidas de tendencia central de los registros proporcionados por EMPAGUA durante 2008 a 2010.....	37
XIII.	Tarifas.....	39
XIV.	Ejemplo de tarifas .....	39
XV.	Medidas de tendencia central consumo residencial.....	40
XVI.	Medidas de tendencia central consumo comercial .....	41
XVII.	Medidas de tendencia central consumo industrial .....	41
XVIII.	Tabla comparativa de distribución de caudal residencial.....	54
XIX.	Tabla comparativa de distribución de caudal comercial.....	54
XX.	Tabla comparativa de distribución de caudal industrial.....	55

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>MCA</b>	Dimensión de presión equivalente a un metro columna de agua.
<b>psi</b>	Dimensión de presión equivalente a una libra sobre pulgada cuadrada de área.
<b>l/s</b>	Equivalente al paso de un litro de fluido líquido por cada segundo transcurrido
<b>Paja</b>	Medida de caudal equivalente a 60 metros cúbicos de agua por mes.
<b>m<sup>3</sup></b>	Medida volumétrica o cubo, de arista igual a un metro y equivalente a mil litros.
<b>k</b>	Unidad de longitud equivalente a 1 000 metros





## GLOSARIO

<b>Adjudicación</b>	Fase de un procedimiento de contratación en el cual se define la persona, física y/o jurídica, con quien la administración celebrara un contrato.
<b>Captación de agua</b>	Consiste en la infraestructura necesaria para la recolección acumulación y almacenamiento de agua para cualquier uso.
<b>Caudal</b>	Es la cantidad de líquido que pasa en un área por unidad de tiempo.
<b>Cisterna</b>	Es un dispositivo superficial o subterráneo que se utiliza para almacenar agua.
<b>Colindancia</b>	Áreas adyacentes al sector de estudio.
<b>Distribución</b>	Se refiere al sistema o red de distribución utilizada por una empresa distribuidora de agua potable para dotar un área específica.
<b>Dotación</b>	La dotación es el consumo teórico diario de agua, que sirve para calcular los caudales de diseño. El cual determina la cantidad de agua que se distribuye en una zona, en función de su población.

<b>Escala de Richter</b>	Es una escala logarítmica que asigna un valor numérico para cuantificar la energía liberada en un movimiento telúrico, denominada en honor al sismólogo estadounidense Charles Richter.
<b>Estudio litológico</b>	Es el estudio que realizan los laboratorios de suelos especialmente donde existe transmisión de agua, para determinar el tamaño de las partículas, su capacidad de permeabilidad y de sus características físicas y químicas. Incluye también su composición, su textura, tipo de transporte así como su composición mineralógica, distribución espacial y material cementante.
<b>Presión hidrostática</b>	Es la parte de la presión que se produce en un sistema debido al peso volumétrico de un fluido en reposo.
<b>Suministro</b>	Se refiere a la cantidad teórica promedio del consumo agua potable para una conexión de servicio típica.

## **RESUMEN**

Este trabajo de graduación muestra el consumo de agua potable de la zona 3 de la ciudad de Guatemala en el período 2008 – 2010 y otras características relacionadas.

Mediante el uso de entrevistas, el estudio de diversas bibliografías que incluyeron datos de instituciones estatales, empresas distribuidoras y una encuesta realizada en este estudio, se lograron resultados que proporcionan registros que describen principalmente valores promedios de consumo y formas de consumo, así como información de la distribución del agua potable en la zona y sus fuentes de abastecimiento. A partir de lo anterior se realizó un análisis estadístico y una discusión final de la información recabada.

Una de las principales conclusiones fue que la diferencia en la forma de distribución del agua, consistente en la red general y los pozos locales influye de gran manera en el consumo.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Evaluar el consumo de agua potable en la zona 3 de la ciudad de Guatemala en los años 2008-2010.

### **Específicos**

1. Determinar las fuentes que abastecen de agua potable a la zona 3 de la ciudad de Guatemala.
2. Determinar cómo se suministra y distribuye el agua potable en la zona 3 de la ciudad de Guatemala.
3. Establecer los usos del agua potable en la zona 3 de la ciudad de Guatemala.
4. Estimar el consumo de agua potable en la zona 3 de la ciudad de Guatemala.



## INTRODUCCIÓN

En su mayor extensión, Guatemala se encuentra en una posición geográfica privilegiada intertropical, con una apreciable cobertura boscosa, y con una variación de clima relativamente favorable. Estos factores inciden positivamente en la disponibilidad de recursos hídricos en el país.

En los últimos años ha existido en la ciudad de Guatemala una creciente demanda en el servicio de agua potable, derivado del crecimiento poblacional.

Existe en el país un problema generalizado en los servicios públicos, lo cual es una latente preocupación debido a los efectos negativos, plasmados específicamente pero no exclusivamente en los indicadores de salud de gran parte de la población guatemalteca.

Dado que no existen en la actualidad documentos que describan las fuentes de abastecimiento de agua potable, los usos específicos, la distribución, suministro y principalmente la cantidad de consumo para la zona de estudio; el presente trabajo de graduación tiene como objetivo proporcionar la información anterior y contribuir de manera seria y oportuna en el área de investigación científica en la Facultad de Ingeniería. Se desarrolló este documento como parte de una investigación macro en conjunto con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de Guatemala (CONCYT), con el propósito de proporcionar información en la temática del consumo de agua potable.

Esta investigación presenta información recopilada de diferentes instituciones tanto estatales descentralizadas como privadas, que se dedican al tratamiento y distribución de agua potable, esta información incluye nombres de empresas distribuidoras, descripción de las plantas de tratamiento que poseen, descripción del origen del agua tratada, información de pozos y elementos adicionales encargados de la distribución del agua potable en la zona 3 de la ciudad de Guatemala.

Se puede encontrar información acerca de la ubicación de las oficinas centrales de las empresas distribuidoras, así como la dirección y ubicación geográfica tanto de los tanques de almacenamiento como de los pozos.

El motivo de este trabajo es presentar datos específicos del consumo, obtenidos a través de entrevistas, encuestas y diversas fuentes bibliográficas, estos datos incluyen, promedio y variables estadísticas que estudian los diferentes aspectos del consumo, estos aspectos son: personas que reciben el servicio, tiempo que se recibe el servicio, días a la semana con servicio, sistemas de tratamiento de desechos sólidos y líquidos, estructuras de almacenamiento de agua, la institución que les presta el servicio, con el respectivo caudal suministrado.

Se presenta un análisis y una discusión acerca de las variables cualitativas y cuantitativas de la investigación, que aportan una explicación al comportamiento de las variables encontradas, y a las diferencias entre los datos estadísticos de la encuesta y los documentos proporcionados por las empresas distribuidoras





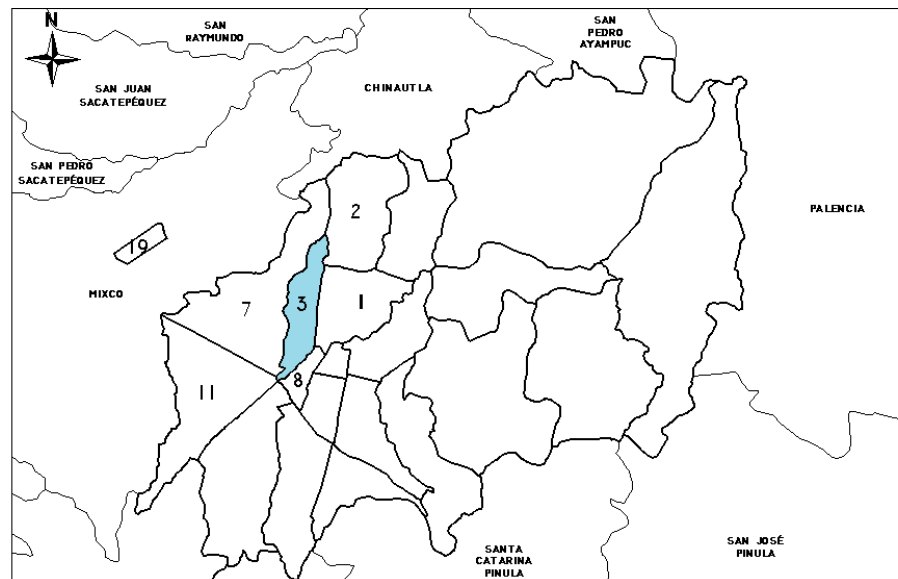


# 1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA 3 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

## 1.1. Ubicación y accesos

Dado que el estudio se realizó en la zona 3 capitalina, se presentan a continuación la ubicación y las colindancias de la zona en estudio. La zona 3 capitalina está localizada en el área central del municipio de Guatemala y sus colindancias son al oeste de la zona 1, al este de la zona 7, al norte de la zona 8 y al sur de la zona 2, como se observa en la figura 1.

Figura 1. Ubicación de la zona 3

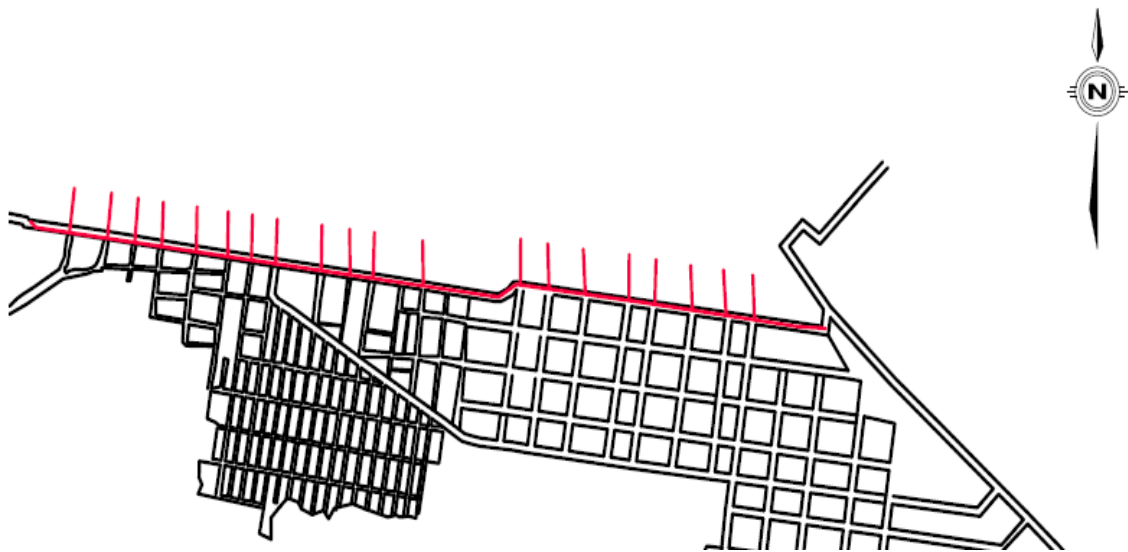


Fuente: elaboración propia utilizando información proporcionada por la Municipalidad de Guatemala.

La altitud de la zona oscila cerca de 1 520 metros sobre el nivel del mar y se encuentra a una latitud de 14° 38' 05" y a una longitud de 90° 31' 35", según el banco de marca que se encuentra ubicado en el mercado cantonal de la zona tres.

Los accesos que posee la zona 3, proceden de la zona 1, 2, 7, y 8; el acceso proveniente de la zona 1 como se observa en la figura 2 comprende las calles que confluyen en la avenida Elena, estas son las calles que van desde la primera calle hasta la 28 calle, el ingreso en calles de numeración par y egreso en calles de numeración impar, así mismo el acceso desde la zona 2 coincide en la avenida Elena, por medio de la segunda calle zona 2.

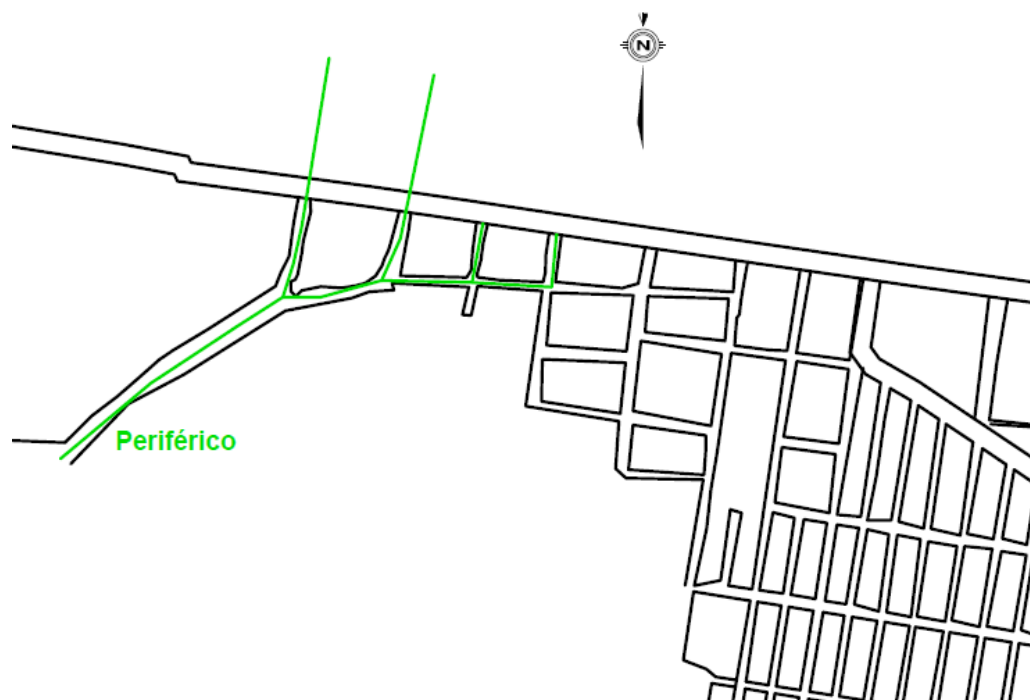
Figura 2. **Accesos provenientes de la zona 1**



Fuente: elaboración propia utilizando AutoCAD 2011.

El acceso proveniente de la zona 7, es el Periférico, el cual confluye de igual manera sobre la avenida Elena y novena calle zona 3, el egreso de esta zona hacia la zona 7 se encuentra en la octava calle y avenida Elena; y de nuevo hacia el Periférico, como se observa en la figura 3.

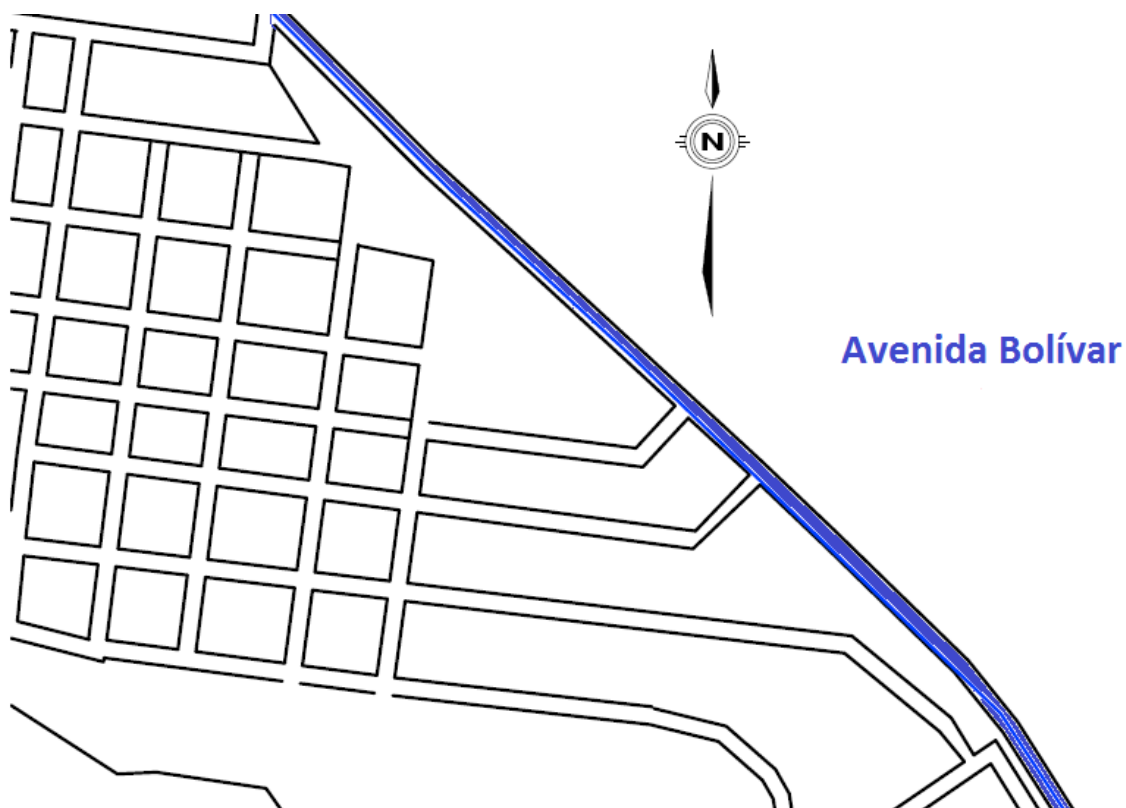
Figura 3. **Accesos provenientes de la zona 7**



Fuente: elaboración propia utilizando AutoCAD 2011.

El acceso proveniente de la zona 8, son las calles que confluyen sobre la avenida Bolívar, 28 avenida a, 28 avenida c, 29 calle a, 29 calle b, 31 calle a, 31 calle b, 36 calle a, 40 calle a, 40 calle b y de la 30 calle hasta la 41 calle, como se observa en la figura 4.

Figura 4. **Accesos provenientes de la zona 8**



Fuente: elaboración propia utilizando AutoCAD 2011.

## 1.2. **Monografía de la zona 3**

Durante el gobierno del Presidente de la República Lázaro Chacón (1926-1930), se toma la decisión de formar barrios obreros, siendo el caso especial de El Gallito, hoy parte importante de la zona 3, el proyecto de construcción de este barrio, fue puesto en marcha, mediante el Acuerdo Gubernativo del 25 de agosto de 1927, el cual tomaba la iniciativa de lotificación de la finca El Gallito para su distribución.

Se procedió a la organización de un comité de repartición de los lotes, la distribución de estos fue llevada a cabo en una sesión extraordinaria del comité, acontecida en la casa del Dr. García Salas, quien fungía la labor de vocal dentro del comité, con dirección en la quinta calle poniente número 5, zona 1 con la finalidad de organizar y distribuir los trabajos preliminares.

La adjudicación de las parcelas se hizo mediante un sorteo de 50 lotes, asimismo en esta sesión se aprobó la transferencia de tres terrenos, que serían utilizados para la futura construcción de la iglesia católica, la capilla evangélica y el edificio de la cooperativa. Las escrituras de la lotificación El Gallito tenían un costo de Q200.00.

A partir del Acuerdo Gubernativo del 25 de agosto de 1927, el Gobierno invirtió en la formación de las estructuras que serían necesarias para la introducción del agua potable, el cual consistía en la distribución de 3000 medias pajas de agua procedentes de La Verbena para la urbanización El Gallito, mediante el Acuerdo del 13 de julio de 1928.

Dos años después de las acciones para la introducción de agua potable a la lotificación, el entonces presidente Lázaro Chacón sufrió de una apoplejía que lo obligó a abdicar la Presidencia de Guatemala, el 12 de diciembre de 1930. Esta situación culminó con la elección del general Jorge Ubico Castañeda, quien asume la presidencia el 14 de febrero de 1931.

Con la elección del general Jorge Ubico, hubo grandes cambios en el paisaje urbano de la ciudad capital, se emprendió la construcción de nueva infraestructura tanto pública como privada, mediante lo cual las autoridades llevaron a cabo proyectos nuevos de pavimentación, instalación de drenajes, introducción de agua potable y mantenimiento de los servicios existentes.

Se puede decir que las fases de la construcción del barrio El Gallito, las cuales comprendieron seis gestiones presidenciales, desde la de Lázaro Chacón hasta la de Idígoras Fuentes, que comprenden desde la formación hasta la consolidación del barrio, se emitieron una variedad de acuerdos gubernativos, fundamentales para la construcción del barrio. Desde el que ratificaba la lotificación y las condiciones de posesión de los lotes, hasta el Acuerdo del 26 de septiembre de 1953, el cual participaba al Ministerio de Gobernación, para la adjudicación de los lotes pendientes.

El último acuerdo relacionado con el barrio El Gallito, fechado el 4 de septiembre de 1959, establecía que se adjudicara gratuitamente y conforme a las condiciones indicadas en los anteriores acuerdos, los lotes restantes, lo cual llevaba a la resolución final de los lotes de la finca El Gallito.

A partir de finalizada la distribución del complejo urbano de El Gallito, comienza el auge comercial del sector, iniciando con una sucursal de la Dirección General de Correos y Telégrafos, la mejora y ampliación del alumbrado público en 1973.

El 4 de febrero de 1976, es una fecha que marca de manera elemental el crecimiento poblacional de la zona 3 y de los terrenos aledaños al barrio El Gallito, así como el de la ciudad en general, la madrugada del 4 de febrero de 1976, a las 3:03:33 horas, Guatemala sufre un terremoto de características nefastas. Aunque la fase de destrucción fue de solamente 49 segundos, la intensidad de este fue 7,6° en la escala de Richter, el cual dejó condiciones fatídicas tanto personales como materiales a la mayoría de la población.



Lo anterior ocasionó una gran migración hacia la ciudad de Guatemala, que dio como resultado un fenómeno conocido como ocupación colectiva, el cual consiste en la sistemática ocupación de laderas de barrancos y terrenos planos baldíos, con la pretensión de habitación permanente, otro de los detonantes para la ocupación de los terrenos restantes aledaños al barrio El Gallito, fue el conflicto armado interno, que derivó en la migración de miles de personas provenientes del interior del país.

El Gallito fue un sector directamente afectado por la pérdida del área destinada para la recreación y pulmón urbano, de los asentamientos humanos que hoy lo circundan. A pesar de la zonificación actual, la cual consiste en una enumeración sistemática de calles y avenidas, de las cuales se definen los caminos que conducen de norte a sur como avenidas y los que conducen de oeste a este como calles, diferentes sectores de la zona 3 residen de manera desordenada, tal es el caso de asentamientos 3 de Mayo, La Joya, Progreso, San Francisco, colonia Santa Isabel, El Bosque, El Recuerdo, Unidad y Progreso Las Calaveras, El Esfuerzo I y II, Pasaje San Jorge, La Isla, La Cruz, San José Buena Vista y el Relleno Sanitario.

Existen también comunidades anexas a los barrios antiguos tal es el caso del barrio El Gallito que tiene anexas 16 comunidades que incluyen algunos de los asentamientos previamente mencionados estos son, El Esfuerzo I y II, La Cruz, La Isla, San José Buena Vista, Santa Isabel, La Joya, Santa Luisa los Milagros, Las Calaveras, San Francisco, El Progreso, El Bosque, Pasaje San Jorge, El Recuerdo, Orantes, Tres de Mayo y Unidad y Progreso. Es importante mencionar que antes del terremoto de 1976, el área que ocupan actualmente estas comunidades era baldía. Los asentamientos se muestran en la figura 5.

Figura 5. **Asentamientos periféricos de la zona 3**



Fuente: asentamiento San José Buena Vista

La zona 3 de la ciudad de Guatemala es una de las zonas más importantes de la capital debido, a su riqueza histórica e instituciones icónicas que existen dentro de la zona y que son de gran importancia para la cultura guatemalteca.

## **2. PROBLEMÁTICA DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 3 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN EL PERÍODO 2008 - 2010**

Mediante una investigación previa se pudo determinar que existen muchas irregularidades en el consumo de agua potable, y pocos documentos que expliquen los fenómenos que lo ocasionan.

Se sabe que los consumos son generalmente irregulares entre un usuario y otro, dado que estos dependen de la actividad del beneficiario del servicio, actividad que puede ser de orden domiciliario, comercial o industrial, la problemática que existe en la zona y que se puede detectar mediante un estudio general, es que el consumo se ve afectado por factores externos ajenos a la actividad del usuario, y que están más relacionados con la cobertura general del servicio en la zona.

Teniendo en cuenta la problemática anterior, el presente trabajo describe las fuentes de abastecimiento de agua potable en la zona, las formas de distribución, el uso que se le da al servicio y principalmente proporciona al investigador un parámetro promedio de la cantidad de consumo mensual que existe en la zona en función de su actividad, ya sea esta del tipo residencial, comercial o industrial, con el objetivo de dar solución a la escasez de documentación que abarque las características o fenómenos inherentes o externos que afectan al consumo de la zona en un período específico.

Dado que el estudio fue realizado en la zona 3, el área de influencia de las plantas de tratamiento estudiadas está delimitada por el sistema que distribuye agua propiamente a la zona, a pesar de que EMPAGUA, concentra el mayor porcentaje de distribución de agua potable en la zona, esta se divide entre los sectores que perciben agua del sistema proveniente de la red general, y los que obtienen el servicio mediante pozos locales. Por último y fuera del grupo anterior los que tienen servicio con la empresa privada El Mariscal.

### **3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

El objetivo de este tipo de investigación radica en llegar a conocer las situaciones, y procedimientos predominantes, mediante una descripción exacta de las actividades que se llevan a cabo en la distribución y consumo del agua potable en la zona 3, la meta no es solamente la recolección de datos, sino la predicción e identificación de las relaciones que tienen los puntos investigativos entre sí, con el fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento del consumo.

La metodología empleada para este trabajo fue:

- Recopilación de datos bibliográficos relacionados con el consumo de agua potable en la ciudad de Guatemala.
- La recopilación de datos por medio de la asesoría de instituciones que abastecen el servicio.
- Un análisis estadístico descriptivo de agua potable de la zona 3, tomando en cuenta las áreas comerciales, residenciales e industriales.
- Discusión comparativa de los datos obtenidos de los diferentes medios.
- La evaluación de consumo del agua potable en el 2008 al 2010.

Para el caso de la presente investigación, la recolección de datos incluyó un variado número de actividades de investigación para delimitar las actividades llevadas a cabo por las empresas distribuidoras del servicio de agua potable, específicamente de sus diferentes ramas y procedimientos de funcionamiento.

Las actividades realizadas para la investigación incluyeron:

- Un examen general del funcionamiento de la empresa que proporciona el servicio.
- Un análisis completo de la distribución de la red general para toda la ciudad de Guatemala.
- Delimitación de los sectores de la red que distribuyen agua para la zona 3, incluyendo los pozos locales.
- Descripción de las fuentes locales y secciones de la red que distribuyen agua al área de estudio.
- Clasificación de datos, por categorías precisas, que se adecuen al propósito de estudio.
- Hacer un manifiesto personal de las semejanzas, diferencias y relaciones significativas de los valores obtenidos.

En el informe de la investigación, se señalan los datos obtenidos y la naturaleza exacta de la población donde fueron extraídos.


Para representar a la población se realizó el cálculo de una muestra aleatoria representativa de la misma. Como la población es excesivamente amplia, se recoge la información a partir de unas pocas unidades cuidadosamente seleccionadas, las generalizaciones o conclusiones basadas de los cálculos obtenidos con este grupo pueden ser aplicadas a toda la población. Se utilizó un algoritmo de población finita para hacer el cálculo de la muestra representativa:

$$n = \frac{N\sigma^2}{\frac{(N-1)\Delta^2 + \sigma^2}{Z^2}}$$

Donde  $N$  es población de estudio,  $\sigma^2$  desviación estándar,  $Z^2$  es una constante relacionada con el nivel de confianza y se utiliza el valor 1,96,  $\Delta^2$  es el límite aceptable de error, generalmente se utiliza 5 por ciento. Y  $n$  la muestra final de estudio. La información de campo se recolectó mediante el uso de una encuesta, que evaluó todos los aspectos relativos al consumo de agua potable en la zona 3 de Guatemala. La encuesta se muestra en la figura 6.

Figura 6. Encuesta

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

ENCUESTA SOBRE EL CONSUMO DE AGUA POTABLE  
EN LA CIUDAD DE GUATEMALA DURANTE LOS AÑOS 2008-2010  
ZONA \_\_\_\_\_

Por favor responda las siguientes preguntas

ZONA: \_\_\_\_\_

Consumo tipo: Residencial \_\_\_\_\_ Comercial \_\_\_\_\_ industrial \_\_\_\_\_ otro \_\_\_\_\_

¿Cuenta con usted con servicio de agua potable? Si  No

¿El servicio de agua potable que usted recibe es? Público  Privado  propio

¿Qué empresa le presta el servicio de agua potable? Empagua  Agua del Mariscal  otro  \_\_\_\_\_

¿Cuanta agua consume en promedio durante un mes?  M3.

¿Cuántos días a la semana recibe el servicio de agua?  Días.

¿Cuántas horas al día recibe el servicio de agua?  Horas.

¿Cuenta con un tanque cisterna en su vivienda? Si  No

¿A cuántas personas abastece de agua potable?

¿Si cuenta con pozo perforado propio, cuántos pozos tiene y a que profundidad encontró agua?  
Número de pozos  profundidad (m)

¿Cuál es el tipo de disposición final de sus desechos líquidos?  
Alcantarillado municipal  alcantarillado privado  a flor de tierra

¿Cuál es la disposición final de sus desechos sólidos?  
Vertedero municipal  vertedero privado  cualquier basurero

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS), Posgrado Maestría en Sistemas Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas, Licenciatura en Matemática, Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESSEM), Guatemala, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, Centroamérica.

Fuente: Unidad de Investigación, Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Nicolás Guzmán.





## **4. RESULTADOS**

### **4.1. Fuente superficial Acueducto Nacional Xayá-Pixcayá**

El Acueducto Nacional Xayá-Pixcayá pasa en las afueras de la ciudad de Antigua Guatemala, al oeste de la ciudad capital. El proyecto se inició en 1971 y la primera etapa de este se finalizó en 1978 con un aporte aproximado final de 42 000 pajas el equivalente a un caudal de 972 litros por segundo.

Con la visión de incrementar el caudal de agua para la ciudad de Guatemala, en 1982 se licitó el inicio de la construcción de la segunda etapa del proyecto.

Esta etapa consistía en la construcción de presas de almacenamiento para crear embalses sobre los ríos Xáya y Pixcayá, así como agregar una línea de conducción paralela al proyecto de la primer etapa, ampliación a la planta de potabilidad (Lo de Coy) y mejoras en la red de distribución de la ciudad.

El acueducto consiste entonces en dos presas de derivación, La Sierra y el Tesoro y líneas de conducción.

### **4.2. Fuente subterránea**

El Departamento de Aguas Subterráneas y la Unidad Electromecánica de EMPAGUA, son los encargados del estudio litológico, la perforación y mantenimiento de los pozos. A la fecha existen los siguientes pozos que abastecen a la zona:

#### 4.2.1. Pozo Centroamérica

Este pozo se encuentra ubicado en la 18 calle y avenida Elena, zona 1, y es el encargado de distribuir agua potable al Barrio El Gallito, que empieza su red individual desde la 15 hasta la 18 calle de la zona 3. Trabaja durante 18 horas todos los días, y produce un caudal de 5 litros por segundo. Altitud y longitud 14,646372,-90,521038, la ubicación se muestra en la figura 7.

Figura 7. Ubicación pozo Centroamérica



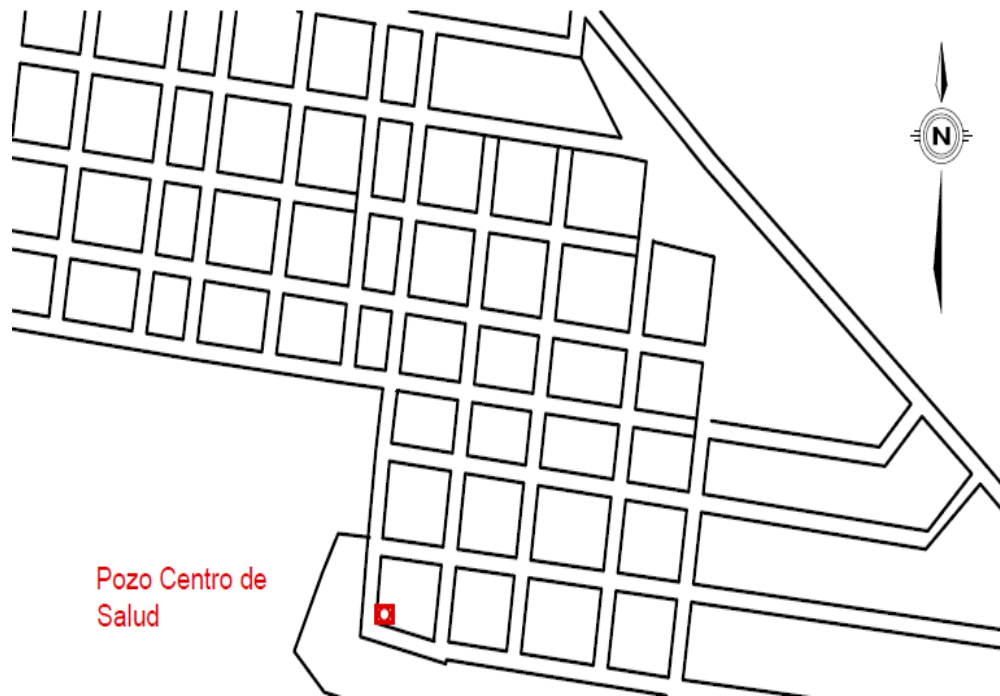
Fuente: elaboración propia utilizando AutoCAD 2011.

#### 4.2.1.1. Pozo Centro de Salud

Este pozo se encuentra ubicado, en la quinta avenida y 26 calle de la zona 3, en el interior del centro de salud, este pozo es el encargado de distribuir agua potable a la colonia Oralia, la colonia se encuentra comprendida entre la 20 y 26 calle de la zona 3, frente al Cementerio General.

El pozo trabaja durante 24 horas, todos los días, sin período de recuperación, produce un caudal de 2 litros por segundo. Altitud y longitud de boca de pozo 14,625777,-90,52666, la ubicación se muestra en la figura 8.

Figura 8. **Ubicación pozo Centro de Salud**



Fuente: elaboración propia utilizando AutoCAD 2011.

#### 4.2.2. **Pozo El Bosque**

Este pozo se encuentra ubicado, en la octava avenida A 11-25 zona 3, Barrio El Gallito, este pozo es el encargado de distribuir agua a los asentamientos adyacentes al Barrio El Gallito, los asentamientos, El Bosque, Las Calaveras, La Trinidad, San José Buena Vista. Altitud y longitud de boca de pozo 14.628247,-90.540629, la ubicación del pozo se muestra en la figura 9.

Este pozo electro-mecánico, tiene una tubería de absorción de 10 pulgadas, un diámetro de perforación de 15 1/4 pulgadas, una tubería de cubierta de 11 pulgadas, 1 100 pies de profundidad, el cual produce mediante un motor de eléctrico trifásico, un caudal aproximado de 15 litros por segundo, este pozo trabaja 24 horas al día, todos los días.

Figura 9. **Ubicación pozo El Bosque**

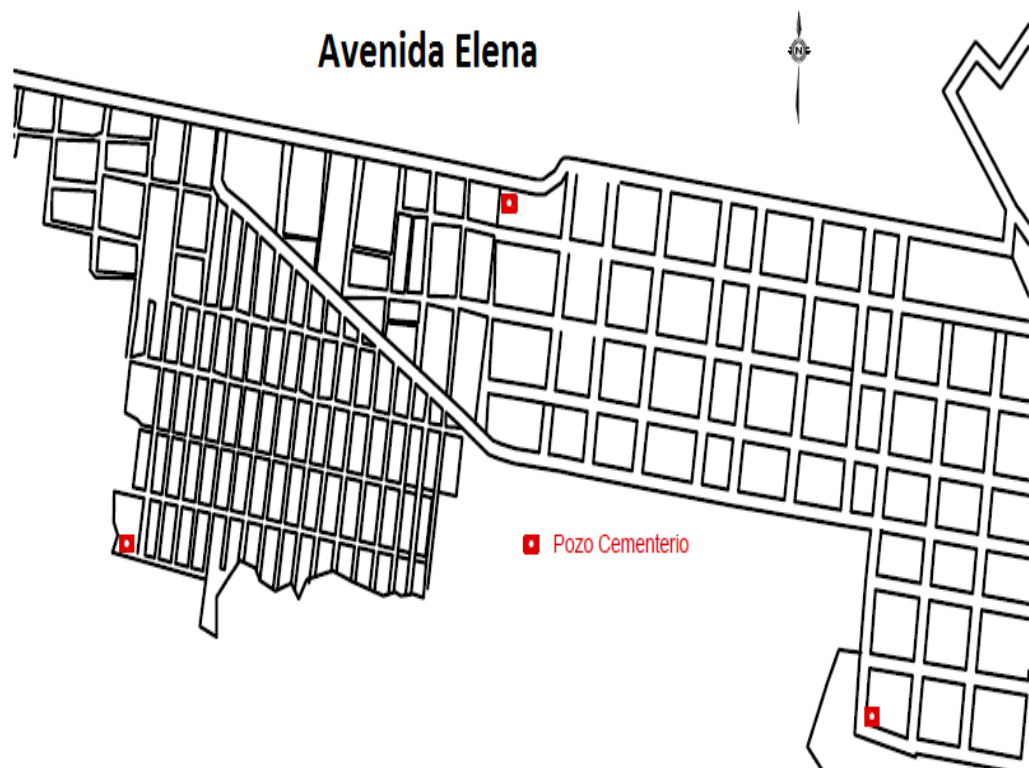


Fuente: elaboración propia utilizando Google Maps.

### 4.2.3. Pozo Cementerio

Este es un pozo privado, que se encarga del abastecimiento de agua potable dentro del Cementerio General, con excepción al área de mausoleos judíos, la que utiliza una conexión domiciliar típica, de la Empresa Municipal de Agua. Altitud y longitud de la ubicación del pozo 14.695195,-90.539154, la ubicación del pozo del cementerio se muestra en la figura 12.

Figura 10. Ubicación pozo Cementerio



Fuente: elaboración propia utilizando Google Maps.

### **4.3. Sistema de distribución Lo de Coy**

La planta de tratamiento lo de Coy, está ubicada en el kilómetro 17,5 carretera Interamericana hacia occidente, en el municipio de Mixco. La planta es alimentada por medio del Acueducto Nacional Xayá-Pixcayá, la cual es la obra de abastecimiento de agua potable más grande de Guatemala.

Es una planta que funciona en la mayoría de sus procesos, sin la intervención de energía eléctrica, esta última se utiliza solamente en la dosificación de elementos químicos.

La planta consiste en, una caja de entrada, un canal de entrada, un canal de mezcla rápida, un canal de mezcla lenta, sedimentadores, filtros, y finalmente un tanque de almacenamiento. El agua es conducida al tanque de almacenamiento por medio de canales cerrados, en el cual se realiza la cloración final; la producción total actual de la planta Lo de Coy es 140 000 metros cúbicos diarios

Los datos proporcionados por EMPAGUA, muestran que durante la época de invierno, la planta Lo de Coy, produce un aproximado de 1 525 litros por segundo, y en verano un aproximado a 800 litros por segundo, se cuenta con un laboratorio químico biológico que se encarga del muestreo diario en diferentes puntos de la red de distribución. Este laboratorio se encuentra en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos zona 12 de la ciudad de Guatemala, con el nombre Laboratorio Unificado de Química y Microbiología Sanitaria Dra. Alba Tabarini Molina.

El Sistema del Guarda, inicio en 1977 por medio de la ejecución de la construcción de una línea de conducción proveniente de la planta de tratamiento lo de Coy, hacia el tanque de almacenamiento ubicado en la zona 8.

#### **4.4. Sistema de distribución La Brigada**

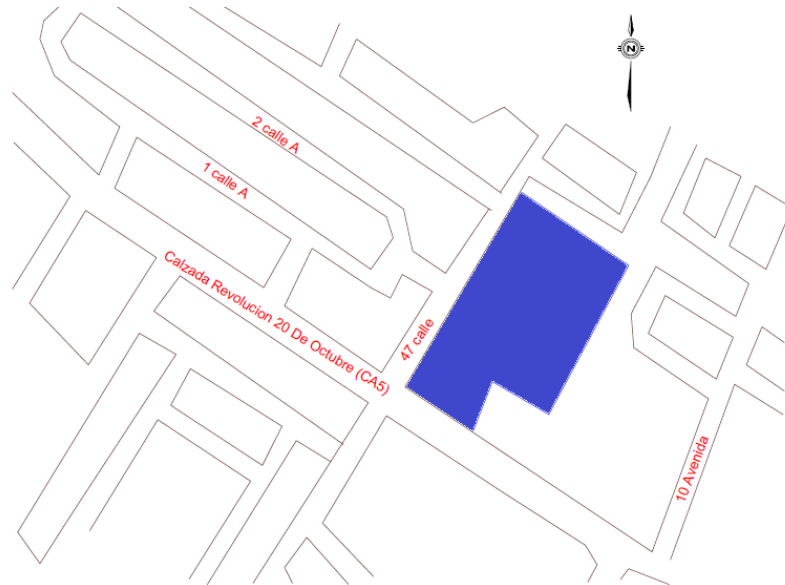
Sistema La Brigada, producción diaria 40 000 metros cúbicos, el sistema fue puesto en servicio en 1945, este funciona por medio de una línea de conducción que proviene de la presa La Brigada y líneas independientes que se alimentan de ocho pozos, seis de estos en el mismo predio, la dirección es Calzada San Juan y 47 avenida zona 11.

La planta de tratamiento incluye vertederos de entrada, caseta de dosificación de químicos, canales de mezclas y floculación, sedimentadores, dos unidades de filtración, caseta de cloración, tanques de distribución y bodegas.

Dado que el estudio se concentra en el área de la zona 3 de la ciudad de Guatemala, a continuación se presenta la ubicación del Sistema La Brigada (figura 7) y un esquema de la distribución general para la zona de EMPAGUA (figura 8).

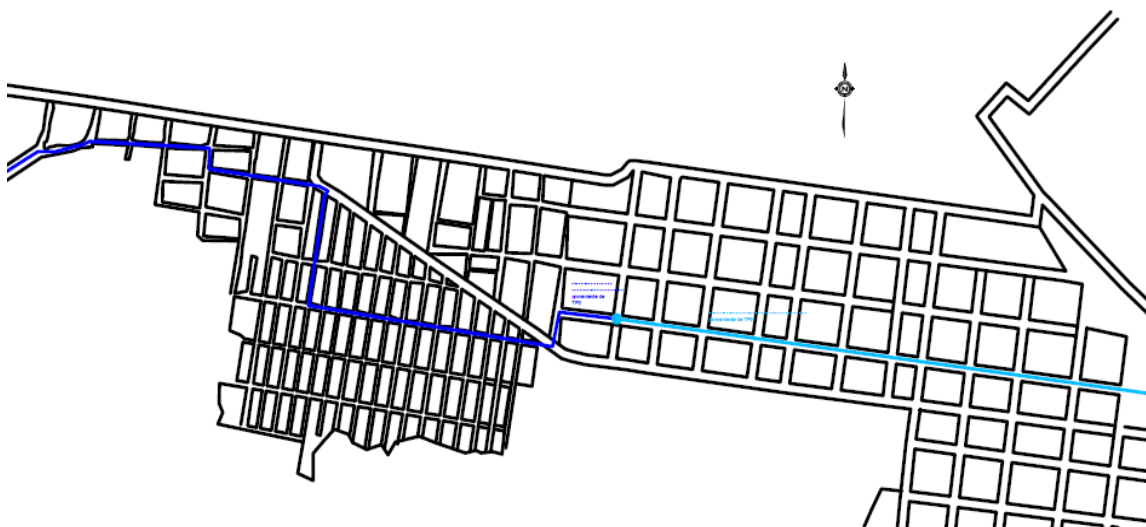
Adicionalmente a la red de distribución general, proveniente de los tanques de distribución TP-2 (El Guarda) y TP-9 (La Brigada), algunos sectores de la zona 3, son alimentados por tres pozos electro-mecánicos, estos son: el Centro de Salud, Centroamérica y El Bosque.

Figura 11. **Ubicación del Sistema La Brigada**



Fuente: elaboración propia utilizando AutoCAD 2011.

Figura 12. **Movimiento de distribución de EMPAGUA**



Fuente: elaboración propia utilizando AutoCAD 2011.



#### **4.5. Empresas distribuidoras**

A continuación se presenta información general de las empresas encargadas de la distribución para la zona 3 de la ciudad de Guatemala, estas son la empresa El Mariscal y la Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA).

##### **4.5.1. Empresa El Mariscal**

La Compañía del Agua del Mariscal, está inscrita en el Registro Mercantil como una sociedad anónima, esta empresa privada inicia sus operaciones el 17 de junio de 1927, como una de las empresas pioneras en la distribución de agua potable en la zona central del municipio de Guatemala.

J. Chite Engineering Co. realizó los estudios pertinentes para la introducción del caudal de El Mariscal. Su existencia fue fundamental, debido a que el aumento de la población en la zona dejaba como ineficiente la unificación de caudales que se realizó desde el traslado de la ciudad capital al valle de la Ermita, la cual captaba los ríos Las Vacas, Pinula, afluentes de Mixco, Concepción, Pansalique, Pancochá, Betián, Pinula, Acatán y La Bonita siendo estos solamente un aproximado de 1 900 metros cúbicos para toda la población.

Su planta de captación y tratamiento se encuentra en la 32 calle final zona 11, colonia Las Charcas, en esta planta se explota el fluido y bombea hacia sus tanques de distribución en dirección a la zona, las oficinas centrales de esta empresa se encuentran en la quinta avenida 10-21 zona 1 de la ciudad de Guatemala.

A partir de la creación y funcionamiento de las empresas privadas, El Mariscal y Agua de Teocinte, las autoridades ediles, crearon el concepto de caudal domiciliario, paja de agua, este concepto dio como resultado un documento conocido como Título de Agua Municipal, el cual fue precursor de la fundación de la Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA).

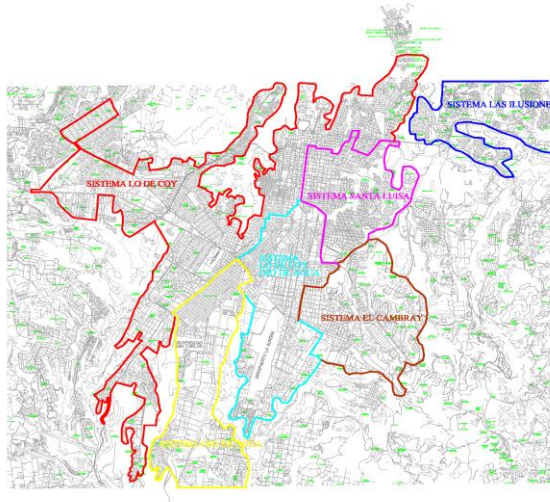
#### **4.5.2. Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA)**

En 1931, se dispuso que una paja de agua equivaldría a un caudal de 2 metros cúbicos por día, el cual se estableció como la unidad de medida más aceptada por la población beneficiada, el título paja de agua es una propiedad emitida por las municipalidades, en las que el beneficiario del servicio adquiere el derecho de recibir un volumen determinado de agua, que es un máximo de 60 metros cúbicos al mes por el precio estándar de compra.

La Empresa Municipal de Agua de la ciudad de Guatemala está constituida por cinco plantas de tratamiento de agua potable, las cuales son provistas de agua cruda obtenida de los nacimientos y ríos de los municipios periféricos a la ciudad de Guatemala y en un porcentaje importante a través de pozos electro mecánicos alimentados por aguas subterráneas, los cuales se encuentran localizados en diferentes partes de la ciudad.

EMPAGUA posee diferentes sistemas de abastecimiento, estos son Lo de Coy, La Brigada, El Cambray, Santa Luisa, Las Ilusiones, Ojo de Agua; el área de influencia de cada sistema se observa en la figura 13. El sistema de pozos está compuesto por 68 pozos electro-mecánicos, los cuales abastecen directamente a la red mediante los tanques de distribución

Figura 13. **Área de influencia de los sistemas de EMPAGUA**



Fuente: Departamento de Mantenimiento de la red EMPAGUA.

#### 4.6. Tipos de consumo

El agua tiene más propósitos que tan solo el doméstico, este vital líquido se utiliza también en las industrias y en la agricultura, en esta última se usa para regar cultivos, aunque en industrias responde a muchos más propósitos, por ejemplo, en algunas industrias es el ingrediente principal del producto que se produce, eventualmente puede ser fundamental para un proceso de producción.

- Consumo domestico

Comprende el consumo de agua, para la alimentación, limpieza personal y de vivienda, lavado de ropa y artefactos, así como procedimientos de higiene en general.

- Consumo industrial

Materia prima en las fábricas, procesos de producción, y la construcción de estructuras masivas.

- Consumo de agricultura y ganadería

El riego de campos y alimentación de animales, limpieza y mantenimiento de instalaciones dedicadas a la crianza de animales y cultivo de legumbres y vegetales para consumo humano.

- Consumo público

Este es el consumo dedicado a la limpieza de ciudades y pueblos, en adición a las fuentes ornamentales, pilas públicas, parques, jardines y usos varios de interés comunitario.

#### **4.7. Resultados de empresas distribuidoras (EMPAGUA)**

La dirección comercial de EMPAGUA, proporcionó los siguientes datos de caudal mensual para el área de la zona 3, en el 2008-2011, el número de conexiones domiciliarias, ha variado durante ese tiempo, aumentando a cada año las conexiones, estas fueron variando de la siguiente manera, 7 579 en el 2008, 7 623 para el 2009 y 7 813 en el 2010.

Tabla I. **Consumo promedio mensual de agua en 2008 en la zona 3**

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Consumo m<sup>3</sup></b>	<b>Usuarios</b>
2008	ENERO	204889	7579
2008	FEBRERO	195218	7579
2008	MARZO	193896	7579
2008	ABRIL	189929	7579
2008	MAYO	198609	7579
2008	JUNIO	202507	7579
2008	JULIO	194343	7579
2008	AGOSTO	221091	7579
2008	SEPTIEMBRE	185760	7579
2008	OCTUBRE	197113	7579
2008	NOVIEMBRE	206667	7579
2008	DICIEMBRE	161045	7579

Fuente: Empresa Municipal de Agua, EMPAGUA.

Tabla II. **Consumo promedio mensual de agua en 2009 en la zona 3**

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Consumo m<sup>3</sup></b>	<b>Usuarios</b>
2009	ENERO	189340	7623
2009	FEBRERO	164079	7623
2009	MARZO	161069	7623
2009	ABRIL	184369	7623
2009	MAYO	168816	7623
2009	JUNIO	187139	7623
2009	JULIO	160672	7623
2009	AGOSTO	184656	7623
2009	SEPTIEMBRE	185620	7623
2009	OCTUBRE	165847	7623
2009	NOVIEMBRE	183498	7623
2009	DICIEMBRE	199644	7623

Fuente: Empresa Municipal de Agua, EMPAGUA.

Tabla III. **Consumo promedio mensual de agua en 2010 en la zona 3**

Año	Mes	Consumo m <sup>3</sup>	Usuarios
2010	ENERO	181815	7813
2010	FEBRERO	168278	7813
2010	MARZO	175937	7813
2010	ABRIL	182539	7813
2010	MAYO	166924	7813
2010	JUNIO	183637	7813
2010	JULIO	195544	7813
2010	AGOSTO	193485	7813
2010	SEPTIEMBRE	187774	7813
2010	OCTUBRE	187213	7813
2010	NOVIEMBRE	196285	7813
2010	DICIEMBRE	190674	7813

Fuente: Empresa Municipal de Agua, EMPAGUA.

El total para el 2008 es de 2 350 966 metros cúbicos acumulados por consumo para 7 579 usuarios, acumulado de 2009, 2 134 749 metros cúbicos facturados por consumos para 7 623 usuarios, acumulado de 2010, 2 210 105 metros cúbicos facturados por consumo para 7 813 usuarios.

#### **4.8. Resultados de encuesta**

A continuación los resultados obtenidos de la encuesta planteada en el capítulo 3 metodología de la investigación, que abarcan diferentes aspectos relativos o influyentes en el consumo de agua potable para la zona 3 de la ciudad de Guatemala, durante el periodo de estudio.

Tabla IV. **Muestras con servicio de agua**

Tipo de Consumo	Cuenta con servicio de agua	
	Si	No
<b>Residencial</b>	96%	4%
<b>Comercial</b>	100%	0%
<b>Industrial</b>	100%	0%

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Tipo de servicio que distribuye el agua**

Tipo de Consumo	Tipo de servicio de agua		
	Publico	Privado	Otro
<b>Residencial</b>	100%	0%	0%
<b>Comercial</b>	100%	0%	0%
<b>Industrial</b>	97%	3%	0%

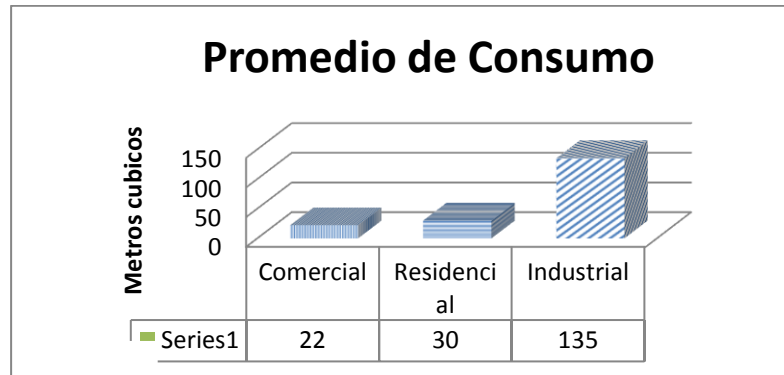
Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Empresas que prestan el servicio**

Tipo de Consumo	Empresa que presta el servicio		
	EMPAGUA	Mariscal	Otro
<b>Residencial</b>	100%	0%	0%
<b>Comercial</b>	100%	0%	0%
<b>Industrial</b>	97%	3%	0%

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Promedios de consumo mensual por usuario**



Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Días de suministro de agua**

Tipo de Consumo	Días de suministro a la semana		
	0 a 4	5 a 6	7
Residencial	65%	26%	9%
Comercial	79%	16%	5%
Industrial	69%	28%	3%

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Horas de suministro de agua**

Tipo de Consumo	Horas de suministro de agua		
	0 a 6	7 a 12	13 a 24
Residencial	9%	26%	65%
Comercial	11%	11%	78%
Industrial	0%	0%	100%

Fuente: elaboración propia.



Tabla IX. **Muestras que cuentan con cisterna**

Tipo de Consumo	Cisterna	
	Si	No
Residencial	13%	87%
Comercial	11%	89%
Industrial	34%	66%

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Rango de personas abastecidas**

Tipo de Consumo	Personas abastecidas		
	1 a 7	8 a 15	16 a 300
Residencial	96%	4%	0%
Comercial	84%	6%	0%
Industrial	14%	37%	49%

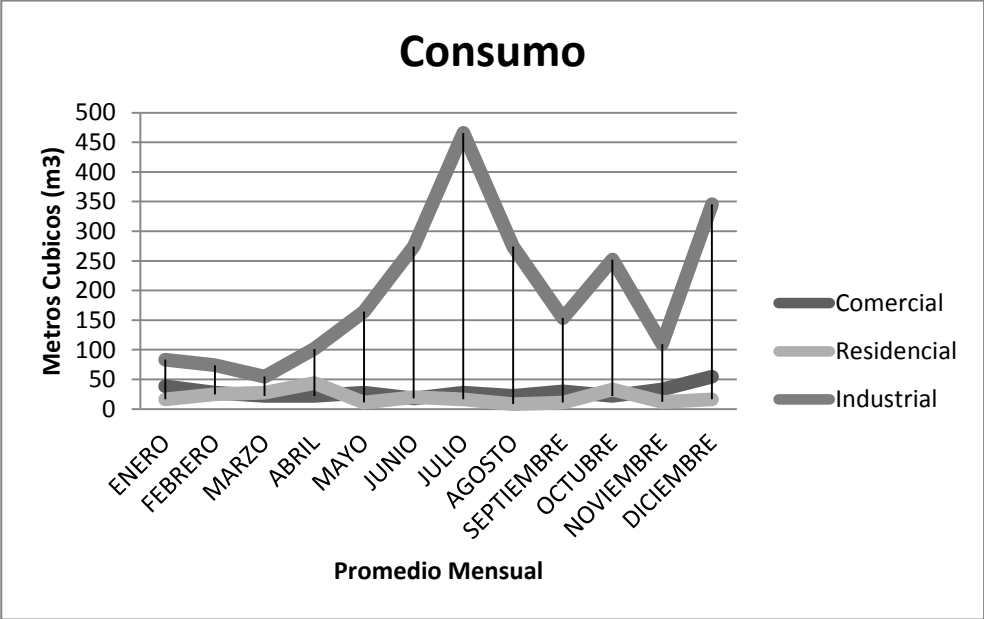
Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Disposición final de los desechos líquidos y sólidos**

Tipo de Consumo	Desechos líquidos			Desechos sólidos		
	Alcantarillado municipal	Alcantarillado Privado	A flor de tierra	Vertedero Municipal	Vertedero Privado	Cualquier Basurero
Residencial	100%	0%	0%	91%	0%	9%
Comercial	100%	0%	0%	89%	0%	11%
Industrial	100%	0%	0%	89%	11%	0%

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Consumo general indicado en la encuesta



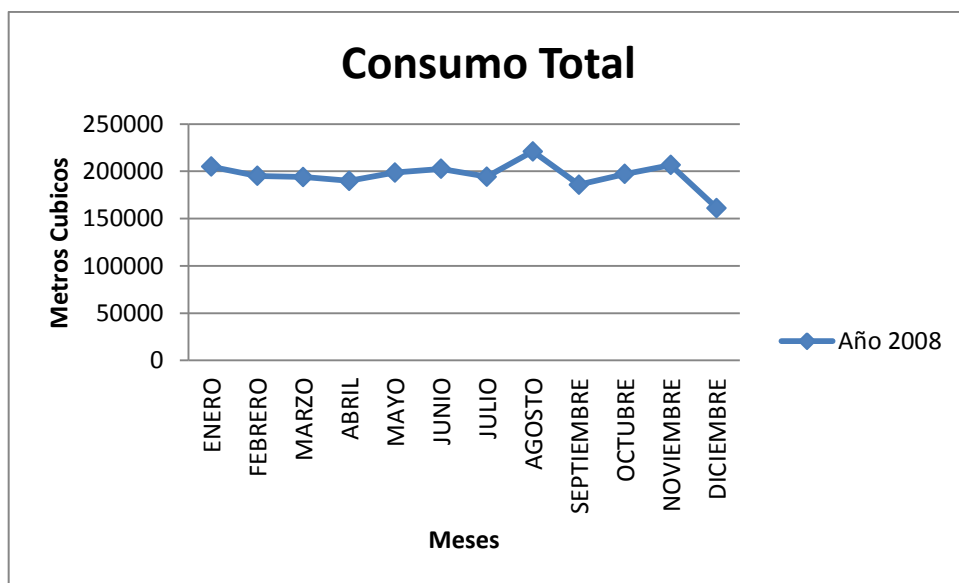
Fuente: elaboración propia.

## 5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 3 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

### 5.1. Análisis de datos de empresas distribuidoras

El Departamento Comercial de EMPAGUA, proporcionó el total de consumo registrado por ellos en los años de 2008 a 2010. El 2008 registró un total de 2 351 067 metros cúbicos para un total de 7 579 conexiones. Siendo el mes de agosto, el mes que registró mas cantidad de agua consumida con 221 091 metros cúbicos.

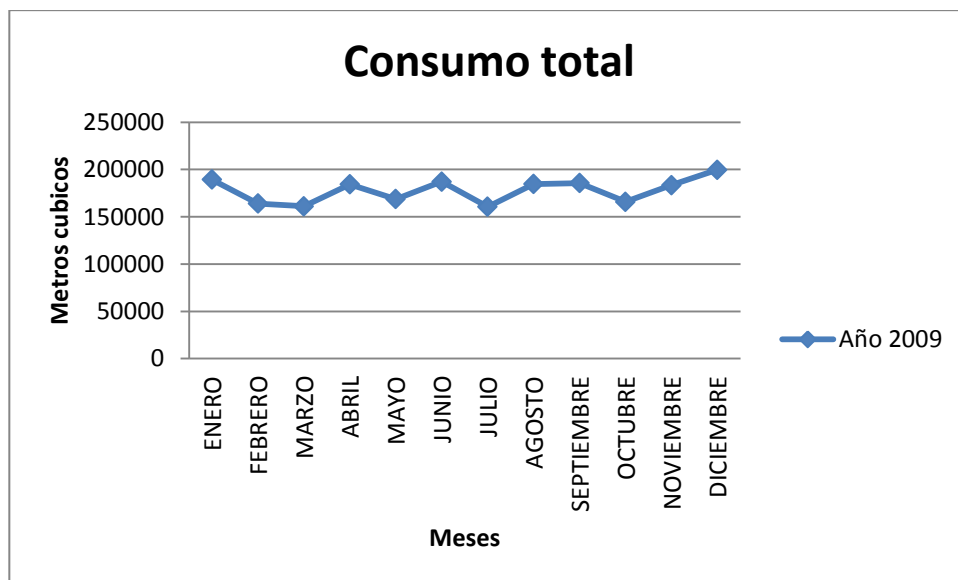
Figura 16. Consumo mensual del agua en el 2008



Fuente: elaboración propia con base en información de EMPAGUA, Departamento Comercial.

Durante el 2009, se consumieron en total 2 134 749 metros cúbicos, siendo el mes de diciembre el que registro un porcentaje mayor de consumo con un total de 199 644 metros cúbicos consumidos y 7 623 conexiones.

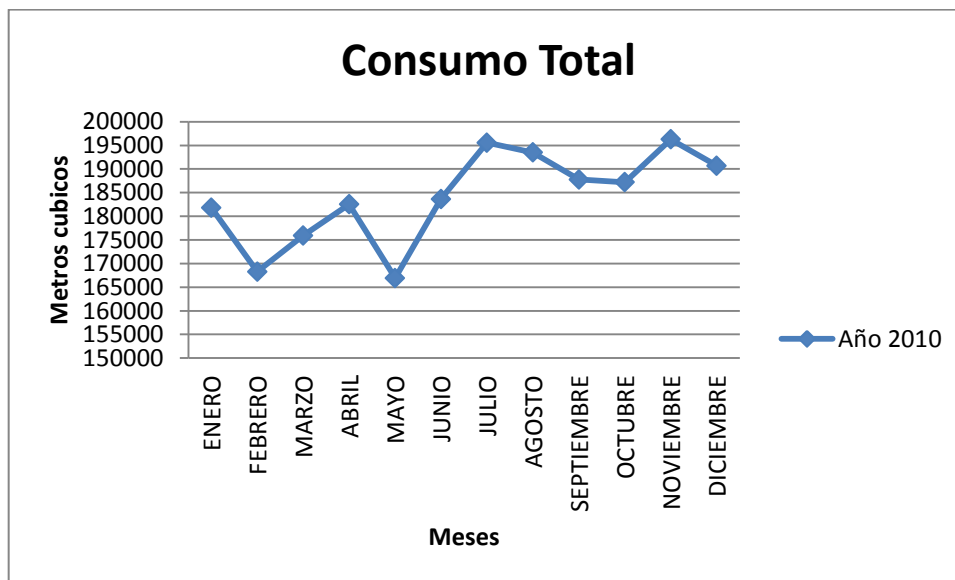
Figura 17. **Consumo mensual del agua en el 2009**



Fuente: elaboración propia con base en información de EMPAGUA, Departamento Comercial.

El 2010 se observó un alza de consumo en comparación con el año anterior, con un total de 2 211 105 metros cúbicos, siendo noviembre el mes con mayor consumo con un total registrado con 196 285 metros cúbicos para un total de 7 813 conexiones activas.

Figura 18. Consumo mensual del agua en el 2010



Fuente: elaboración propia con base en información de EMPAGUA, Departamento Comercial.

Con la intención de efectuar un estudio más profundo de los fenómenos que conciernen al consumo de agua potable de la zona se efectuó el estudio de medidas de tendencia central principales para las diferentes interrogantes de la encuesta.

La media también llamada promedio, es el valor característico o representativo, para cualquiera de las interrogantes cuantitativas de la encuesta, el cual consiste en un valor esperado, o esperanza aritmética, este valor se obtiene del cociente de la división de la sumatoria de todos los datos de la matriz y el número de datos de la misma dando como resultado, por ejemplo, un valor promedio de consumo, un valor promedio de horas de servicio, o un valor promedio de días a la semana con servicio de agua potable.

En estadística la mediana corresponde al valor de la posición central de una matriz de datos ordenados, esto quiere decir que representa un valor central de cualquiera de las preguntas de orden cuantitativo de la encuesta, la mediana debe ser un valor coincidente con el percentil 50.

El cálculo depende solamente del número de valores y la ubicación de la posición central, a partir de la cual se disponen todos los valores menores o mayores a la mediana que representan el 50 por ciento respectivo del total de datos de la muestra. Este valor representa el centro a partir del cual la población puede recibir un servicio, ya sea que este signifique una medida de caudal, una dispersión de horas, o una dispersión con días de servicio.

La desviación estándar básicamente responde a cuál es la separación de los datos de una matriz, esta separación o distancia se mide a partir de la media aritmética respecto a los datos, esto se traduce en un valor que representa la cantidad promedio de horas, días o caudal de servicio tenga una población en función de que porcentaje sea estudiado, este valor es el que representa cual es el rango de cambio para la población ya sea el 1 por ciento de esta o el 80 por ciento, la desviación estándar describe cual es el valor esperado de caudal, horas o días comparado con el promedio y el porcentaje de población que se pretende estudiar.

La varianza, es una variable que permite identificar la media de las desviaciones cuadráticas de una variable de carácter aleatorio, para este estudio significa que tanto puede variar un valor para un porcentaje específico de la población comparado con otro valor de la población.

El percentil es una medida estadística, sumamente útil para describir las características de la población de estudio, de manera que se puede decir que describe el valor de esperado de caudal, horas con servicio, o días con servicio, para un rango específico de la población de la zona, para el presente trabajo se recabo la información necesaria para obtener los valores esperados para un 10 por ciento de la muestra y un 95 por ciento de la muestra.

**Tabla XII. Medidas de tendencia central de los registros proporcionados por EMPAGUA durante 2008 a 2010**

<b>Medidas de tendencia central (m3)</b>	
<b>Promedio</b>	24,25
<b>Mediana</b>	24,38
<b>Moda</b>	No repite
<b>Desviación estándar</b>	1,96
<b>Máximo</b>	29,17
<b>Mínimo</b>	21,08
<b>Varianza</b>	3,85
<b>Percentil 10</b>	21,44
<b>Percentil 75</b>	25,60
<b>Percentil 95</b>	27,09

Fuente: elaboración propia con base en información de EMPAGUA, Departamento Comercial.

Se debe hacer la salvedad de que los datos presentados por las empresas distribuidoras del servicio no son totalmente fieles para los objetivos de este estudio debido a que presentan numerosas fluctuaciones de medición ajenas al consumo final.

Estas variaciones de medición se deben a que en la totalidad de las empresas distribuidoras estudiadas en este documento, la información que manejan se limita, a la medición diaria de las líneas de conducción, hacia la salida de tanques de almacenamiento, las cuales son más estimaciones de caudales de producción diaria, y no estimaciones de caudal de consumo, lo cual no proporciona información específica o completa sobre el consumo de agua potable de la zona de estudio.

## **5.2. Análisis de datos obtenidos de la encuesta realizada**

La información que se proporciona de las tarifas, se debe a que, durante la realización de las encuestas, la mayoría de las personas desconocían el promedio de consumo en metros cúbicos mensual, pero el precio regular del servicio de agua era un promedio muy familiar para el grupo de estudio.

Por lo tanto para calcular el promedio del caudal mensual, se realizó un algoritmo matemático, que separa el consumo por rangos, en los que las personas o empresas que consumen más agua, tienen un precio más alto por unidad de metro cúbico, seguidamente calcula el precio específico mediante el cálculo y substracción de los impuestos y el porcentaje de alcantarillado, dando como resultado el precio real del metro cúbico según el valor del recibo promedio de cada conexión.

En el caso de las tarifas de cobro para la zona 3, existen rangos dependiendo del consumo que se posea, ya que en la zona de estudio no se manejan tarifas básicas o de exceso, las tarifas dependen directamente del consumo que se tenga. Esto se muestra en la tabla XIII.



Tabla XIII. **Tarifas**

<b>Consumos</b>	<b>Precio por m3</b>
00-20	Q1.12
21-40	Q1.76
41-60	Q2.24
61-120	Q4.48
Más de 121	Q6.60

Fuente: Departamento Financiero de EMPAGUA.

La forma de calcular es la siguiente, debido a que no hay excesos sino todo el consumo se cobra con la tarifa que corresponde se presenta un ejemplo con 25 metros a Q. 1,76 por metro más el alcantarillado, el IVA y el cargo. La tabla XIV muestra un ejemplo del cálculo para una tarifa regular por servicio de agua municipal.

Tabla XIV. **Ejemplo de tarifas**

<b>Ejemplo para consumo de 25m3</b>		
No	Metros cúbicos consumidos	25
1	Precio de Consumo de metros cúbicos	Q 44,00
2	Precio por Alcantarillado	Q 8,80
3	Valor del IVA del consumo de agua	Q 5,28
4	Cargo fijo con IVA de EMPAGUA	Q 17,92
5	Total	Q 76,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Medidas de tendencia central consumo residencial**

Medidas de tendencia central	Valores de consumo	Días a la semana con servicio	Horas al día con servicio	Personas abastecidas
<b>Promedio</b>	30.02	4.3	19	4,39
<b>Mediana</b>	27,41	3	24	4
<b>Moda</b>	27	3	24	4
<b>Desviación Estándar</b>	10,43	1,74	6,55	1,43
<b>Máximo</b>	54	5,	24	7
<b>Mínimo</b>	16	16	4	2
<b>Varianza</b>	108,84	3,04	42,94	2,07
<b>Percentil 10</b>	19,58	3	8,9	2,2
<b>Percentil 75</b>	35,63	6	24	5
<b>Percentil 95</b>	48,79	7	24	6,9

Fuente: elaboración propia.

En algunos casos el valor de la varianza es excesivamente grande, esto se debe a que la dispersión de los valores es muy grande, esto significa que los valores son muy diferentes entre ellos, y al existir mucha variabilidad la función cuadrática con la que se calcula la varianza eleva exponencialmente la magnitud de los valores de dispersión de media de esperanza cuadrática.

Tabla XVI. **Medidas de tendencia central consumo comercial**

Medidas de tendencia central	Valores de consumo	Días a la semana con servicio	Horas al día con servicio	Personas abastecidas
<b>Promedio</b>	22	3,78	20	3,78
<b>Mediana</b>	16	3	24	3
<b>Moda</b>	16	3	24	2
<b>Desviación Estándar</b>	13,58	1,74	6,5	2,82
<b>Máximo</b>	66	3,04	24	20
<b>Mínimo</b>	8	7	5	1
<b>Varianza</b>	184,56	3	49,94	7,95
<b>Percentil 10</b>	10,96	3	7,6	2
<b>Percentil 75</b>	26,04	3,5	24	4,5
<b>Percentil 95</b>	46,05	7	24	20

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Medidas de tendencia central consumo industrial**

Medidas de tendencia central	Valores de consumo	Días a la semana con servicio	Horas al día con servicio	Personas abastecidas
<b>Promedio</b>	135	4,41	24	46,89
<b>Mediana</b>	96	4	24	20
<b>Moda</b>	74	3	24	6
<b>Desviación Estándar</b>	127,62	1,7	0	66,12
<b>Máximo</b>	466	7	24	300
<b>Mínimo</b>	4	3	24	3
<b>Varianza</b>	16289,16	2,89	0	4372,88
<b>Percentil 10</b>	11,8	3	24	6,8
<b>Percentil 75</b>	252,19	7	24	63
<b>Percentil 95</b>	344,95	7	24	179,4

Fuente: elaboración propia.



## **6. DISCUSIÓN**

### **6.1. Fuentes**

La red general de EMPAGUA posee siete diferentes sistemas de abastecimiento, estos son Lo de Coy, La Brigada, El Cambray, Santa Luisa, Las Ilusiones, Ojo de Agua y el sistema de pozos que está compuesto por 68 pozos electro-mecánicos, los cuales abastecen directamente a la red mediante tanques de distribución.

Para el área específica del estudio funcionan los sistemas Lo de Coy, La Brigada y la red de Pozos, la planta de tratamiento Lo de Coy distribuye el servicio mediante la captación del caudal proveniente del Acueducto Nacional Xayá – Pixcayá, el acueducto consiste básicamente en dos presas de derivación y las líneas de conducción, la planta Lo de Coy abastece a diferentes zonas de la ciudad capital con una producción aproximada diaria de 140 000 metros cúbicos.

El sistema la brigada con una producción promedio diaria de 40 000 metros cúbicos, se abastece tanto de manera superficial por medio de una línea de conducción proveniente de la presa La Brigada, como subterránea por una red de ocho pozos perforados.

Para el caso del sistema de pozos, la zona de estudio posee cuatro pozos que suministran el servicio de agua potable a sectores locales en la zona, estos son: pozo Centroamérica que abastece a un sector del barrio El Gallito, pozo Centro de Salud que abastece a la colonia Oralia, pozo El Bosque abastece a los asentamientos El Bosque, Las Calaveras, San José Buena Vista y La Trinidad, y pozo Cementerio que abastece únicamente al Cementerio General.

## **6.2. Distribución**

Muchas de las conexiones domiciliarias que dicen no tener el servicio durante las 24 horas que EMPAGUA contempla, se debe a que las líneas de distribución dan caudal a las partes bajas durante un período cercano a las 24 horas, mientras las líneas de distribución que se encuentran en un área topográfica superior, deben vencer el consumo de las partes inferiores, y el tiempo de recuperación de carga de la salida de las líneas de distribución.

Esa es la razón por la que aunque teóricamente EMPAGUA distribuye agua durante 24 horas, muchas personas de la parte superior de la zona solo tienen agua durante ciertas horas al día.

Se presentan numerosas fluctuaciones de medición, debido a que en la totalidad de las empresas distribuidoras estudiadas en este documento, la información se limita, a la medición diaria de las líneas de conducción, hacia la salida de tanques de almacenamiento, las cuales son más estimaciones de caudales de producción diaria, y no estimaciones de caudal de consumo, lo cual no proporciona información específica o demasiado relevante sobre el consumo de agua potable de la zona 3 de la ciudad de Guatemala.

Se pudo observar que los usuarios que enfrentan precios por bloque, los precios por bloque se refieren a cuando el usuario tiene una tarifa que cambia de precio en función del consumo, estos usuarios tienen una mayor sensibilidad ante variaciones en el precio comparado con aquellos que consumen bajo precios uniformes, debido a que las personas que enfrentan precios por bloque están más anuentes al consumo óptimo del recurso para evitar un pago excesivo por el servicio.

### **6.3. Tipos de consumo**

Los tipos de consumo, se refieren a la discusión general de los resultados obtenidos para los diferentes tipos de usuario que tienen un conexión de agua potable para la zona 3, esta discusión debe ser independiente ya que el consumo depende de las actividades que realice cada usuario, estas divisiones independientes son del tipo de consumo domiciliario, comercial, industrial y el sector público.

#### **6.3.1. Domiciliar**

El 96 por ciento de la población posee una conexión de agua domiciliar, mediante la encuesta se determinó que el 100 por ciento de la población con servicio posee una conexión de carácter estatal-municipal, la cual es distribuida por EMPAGUA.

Esto demuestra que la mayoría de las conexiones de agua potable del sector estudiado son municipales, aunque se tiene conocimiento de que la empresa Mariscal distribuye también agua en el sector, pero la encuesta demostró que es en un porcentaje mucho menor que EMPAGUA.

La muestra tiene también ciertas variaciones debido a que por cuestiones de seguridad, no todos los sectores de la zona 3 fueron encuestados.

El promedio de consumo es de 30 metros cúbicos mensuales por conexión, solamente el 13 por ciento de la población posee cisterna en su vivienda, se recibe el agua en un promedio de 4 días a la semana, y un promedio de 20 horas por día, en promedio distribuye a un grupo de personas de entre 4 y 6 integrantes, con respecto a la disposición de los desechos líquidos, el 100 por ciento utiliza alcantarillado municipal.

Para los desechos sólidos, 91 por ciento utiliza el recolector municipal, mientras un 9 por ciento cualquier basurero.

### **6.3.2. Comercial**

La encuesta muestra que 100 por ciento de la población posee conexión de agua potable, de la cual el 100 por ciento es distribuido por EMPAGUA.

El promedio de consumo es de 22 metros cúbicos mensuales por conexión, un 11 por ciento de la población posee un tanque cisterna, reciben agua un promedio de cuatro días a la semana, y el 68 por ciento de los negocios proporciona agua a un rango de entre uno y tres integrantes, 88 por ciento de estos negocios poseen servicio municipal de recolección de desechos sólidos, y 12 por ciento utilizan cualquier basurero. El 100 por ciento de la población dijo tener el servicio durante 24 horas los días que se recibe. Así como el 100 por ciento dijo tener conexión de drenaje municipal para sus desechos líquidos.



Figura 19. **Lavandería**



Fuente: 20 calle 3-01 zona 3.

Figura 20. **Restaurante**



Fuente: avenida Elena 28-32 zona 3.

### **6.3.3. Industrial**

El 100 por ciento de la población de índole industrial posee conexión de agua potable, el 97 por ciento de esta muestra tiene una conexión municipal distribuida por EMPAGUA, el tres por ciento restante es distribuida por la empresa Mariscal, el promedio de metros cúbicos de consumo por conexión es de, 135 metros cúbicos mensuales, como se puede ver el aumento del consumo promedio es evidente, esto se debe a que esta muestra fue más específica, ya que mediante la información recopilada del Directorio Nacional de Empresas y sus Locales (DINEL) del Instituto Nacional de Estadística (INE), se determinó que empresas encuestadas, poseían una alta cantidad de trabajadores, o que por la naturaleza de sus procesos se consume una cantidad de agua bastante grande.

El 34 por ciento de la población posee un tanque cisterna, respecto a los desechos líquidos el 97 por ciento de la población aseguró utilizar el alcantarillado municipal, mientras el restante dijo utilizar un alcantarillado privado.

Respecto a la disposición final de los desechos sólidos, el 100 por ciento dijo utilizar el vertedero municipal, el 52 por ciento de la población industrial dijo proporcionar el servicio a grupos de entre uno y 20 personas, el siguiente grupo en porcentaje fue el de 51 a 300 integrantes, y por último en magnitud porcentual fue el grupo de 21 a 50 integrantes. El servicio se recibe un promedio de 4 días a la semana, con un mínimo de 3 días y un máximo de 7 días por semana, con el servicio activo las 24 horas.

Figura 21. **Maquila Modas Joon**



Fuente: cuarta avenida 24-17 zona 3.

Figura 22. **Industria de productos químicos UNISER S.A.**



Fuente: avenida Elena 21-60 zona 3.

#### 6.3.4. Sector público

Se han encontrado numerosas pilas públicas en la zona 3, de estas se ha estimado que tienen un consumo mensual de hasta 90 metros cúbicos, y un promedio de 60. Mediante una medición del tiempo promedio de lavado y el volumen consumido por usuario y el total de horas y días en las que se encuentra disponible al público.

Figura 23. Pila municipal



Fuente: avenida Elena 8-47 zona 3.

Del mercado cantonal no se pudo recabar información específica, debido a que la administradora se mostró renuente a revelar datos, se procedió entonces a realizar una estimación mediante el cálculo del número de puestos y una dotación regular para la determinación de un caudal de 375 metros cúbicos mensuales. De la estación de bomberos dijeron recibir su agua de EMPAGUA, y tener un promedio de consumo de 150 000 galones mensuales lo cual equivale a 567,75 metros cúbicos, reciben agua cuatro días a la semana, un promedio de ocho horas. Cuentan con cisterna de almacenamiento.

Figura 24. **Mercado Cantonal**



Fuente: avenida Elena y 18 calle zona 3.

Figura 25. **Estación de Bomberos**



Fuente: primera avenida 18-97 zona 3.

Figura 26. **Cementerio General**



Fuente: 20 calle final avenida El Cementerio zona 3.

No se posee información de consumo del cementerio, debido a que ellos poseen un pozo perforado que utilizan para abastecer sus instalaciones, a excepción de los panteones judíos que poseen una conexión domiciliar privada típica, con un promedio de consumo de 25 metros cúbicos mensuales. El pozo funciona todos los días.

Como se puede observar, existe una fluctuación de datos muy variada respecto a lo que se conoce sobre la distribución del agua potable de la zona 3, y lo que la encuesta presenta, esto se debe a diferentes factores.

#### **6.4. Consumo**

A continuación variables que afectan el consumo de agua potable, tablas comparativas para los diferentes tipos de consumo y la discusión final de los fenómenos que le afectan.

Nivel socioeconómico: las personas con mayores ingresos por lo general, gastan más agua, la cual no es necesariamente utilizada en el consumo personal, dado que este grupo de personas destinan el agua a lavado de vehículos o calles y riego de jardines.

Precio del agua potable: la relación que existe entre el precio del agua y el consumo por habitante, es sumamente intrínseca debido a que los usuarios regulan el uso del recurso en función de los precios por sobre consumo, precios altos reservarían el recurso de manera muy efectiva pero limitaría el número de usuarios con la disposición económica de utilizar el servicio en su totalidad.

Presión de la red: mientras se posea mayor altura de presión de columna de agua, mayor es la cantidad de agua recibida, de manera que un mayor caudal es inversamente proporcional al aprovechamiento del recurso por parte del consumidor en la zona estudiada.

Actividades realizadas: debido a que existe gran variedad de actividades comerciales y procesos que ocupan una gran cantidad de agua, como los procesos de enfriamiento y refrigeración, así como los comercios que se dedican a la limpieza de vehículos el consumo puede variar de gran manera en relación al consumo doméstico tradicional. Considerando lo anterior las variaciones de consumo pueden ser, estacionales, mensuales, diarias, horarias e instantáneas

El promedio determinado mediante la información proporcionada por EMPAGUA fue de 24,25 metros cúbicos, se debe tomar en cuenta que la información que proporciona la entidad municipal, no hace una clasificación de caudales como es el caso la investigación de campo realizada para este trabajo.

A continuación se presenta una tabla con el análisis estadístico de la encuesta y el análisis de la información de EMPAGUA, esto para facilitar una comparación de la información recabada por ambos métodos

Tabla XVIII. **Tabla comparativa de distribución de caudal residencial**

Información proporcionada por EMPAGUA					
Media	Mediana	Desviación Estándar	Varianza	Percentil 10	Percentil 95
24,25	23,88	0,81	1,29	23,43	25,62
Información recabada mediante encuesta					
Media	Mediana	Desviación Estándar	Varianza	Percentil 10	Percentil 95
30,00	27	10,43	108,84	19,58	48,79

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Tabla comparativa de distribución de caudal comercial**

Información proporcionada por EMPAGUA					
Media	Mediana	Desviación Estándar	Varianza	Percentil 10	Percentil 95
24,25	23,88	0,81	1,29	23,43	25,62
Información recabada mediante encuesta					
Media	Mediana	Desviación Estándar	Varianza	Percentil 10	Percentil 95
22,00	16	13,58	184,56	10,96	46,05

Fuente: elaboración propia.



Tabla XX. **Tabla comparativa de distribución de caudal industrial**

Información proporcionada por EMPAGUA					
<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Varianza</b>	<b>Percentil 10</b>	<b>Percentil 95</b>
24,25	23,88	0,81	1,29	23,43	25,62
Información recabada mediante encuesta					
<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Varianza</b>	<b>Percentil 10</b>	<b>Percentil 95</b>
135,00	96	127,63	16289,16	11,8	344,95

Fuente: elaboración propia.

En las tablas XVIII XIX y XX se puede observar que hay un cambio evidente en el valor del caudal promedio de la información recabada con encuesta y la que se obtuvo mediante el apoyo EMPAGUA.

Lo anterior se debe a que la información proporcionada por EMPAGUA no hace un análisis completo que incluya las variables residenciales, comerciales, industriales y estatales de los diferentes tipos de conexiones, el hecho de que existen en la zona muchas más instalaciones residenciales que comerciales, y la diferencia entre residenciales e industriales es aún más grande, mientras la empresa municipal no hace distinción de conexiones residenciales, comerciales e industriales, y solo maneja volúmenes llevados a la zona con las líneas de conducción y los pozos.

Una de las razones por las cuales hay mucha diferencia entre los consumos promedio de la encuesta y la de los valores proporcionados por EMPAGUA es: cierta población de la zona de estudio, se abastece con agua proveniente de pozos electro-mecánicos de los cuales el caudal es no es equitativamente distribuido todos los días, debido a razones topográficas de la zona, las cuales demuestran que los sectores que presentan una altimetría más baja, reciben una ración superior de agua en comparación con los que se encuentran en una posición altimétrica superior, debido a que la presión en las partes inferiores es mayor y constante durante el día.

Un elemento importante que se consideró en el análisis del consumo del servicio de agua potable en Guatemala, es la oscilación demográfica que resultado del desarrollo la zona a partir del terremoto, lo que vino a afectar el crecimiento urbano, y a su vez se tradujo en una presión hidrostática adicional sobre la capacidad planificada por las autoridades responsables del servicio.

Se demuestra que en la zona estudiada los mayores consumidores de agua son las zonas residenciales y la industria, pues el racionamiento de la misma varía de un vecino a otro, algunos cuentan con ella durante más tiempo y otros de manera muy errática, lo cual se traduce en, inequidad en la dotación del servicio de agua potable, para la población de la zona 3.

En relación con la capacidad de almacenamiento con que cuenta la población residencial entrevistada, 13 por ciento tiene cisterna, el sector comercial posee 11 por ciento.

Al realizar la comparación entre los porcentajes de población que reciben agua durante más tiempo y más horas, se puede verificar que los habitantes que son abastecidos por pozos electro-mecánicos reciben un porcentaje mayor de agua , mientras que los habitantes que reciben su servicio proveniente de los tanques distribuidores de la planta Lo de Coy reciben un porcentaje menor, por lo tanto las personas con mayor necesidad de almacenamiento se encuentran en las zonas abastecidas por Lo de Coy, debido a que el servicio es más irregular.



## CONCLUSIONES

1. EMPAGUA, utiliza dos fuentes para abastecer sus redes de distribución, la principal es la que proviene de la planta de tratamiento Lo de Coy, ubicada en Mixco, la segunda fuente de abastecimiento es la que forman los mantos acuíferos subterráneos del sector de la zona 3, mediante la explotación de tres pozos electromecánicos ubicados en diferentes sectores de la zona de estudio.
2. La zona 3 de la ciudad de Guatemala, se abastece mediante dos redes de distribución, la más grande de las redes es la de EMPAGUA, y la segunda es la red que distribuye la empresa el Mariscal.
3. El consumo de agua potable en la zona 3 de Guatemala, es mayormente residencial, posee pocas industrias, y las que existen no manejan un volumen de consumo que pueda abarcar un porcentaje significativo para las empresas distribuidoras del servicio. El uso principal del agua potable en la zona 3, es de índole residencial, las empresas que utilizan un volumen mayor son las lavanderías, las maquilas y las empresas que elaboran productos químicos.
4. Se determinó el consumo promedio residencial (30 metros cúbicos mensuales) es superior al promedio comercial (22 metros cúbicos mensuales), esto se debe a que la naturaleza de los consumos típicos de la zona no reportan un gasto excesivo de agua, pero el promedio industrial es el que presenta un caudal de mayor magnitud (135 metros cúbicos mensuales).

5. El promedio proporcionado por EMPAGUA es de 24,5 metros cúbicos generales. Dado que la zona es mayormente residencial esto muestra que existe un déficit respecto al promedio de distribución de la empresa municipal con el promedio de consumo más representativo de la zona.

## RECOMENDACIONES

1. Dado que se determinó que las personas son más prudentes con el uso del agua si se les cobra en función del consumo, se puede utilizar un aumento de la tarifa para incentivar, el cuidado del agua que se consume en las viviendas, cuidando claro sólo aumentar el precio cuando las lecturas de consumo en el contador sean altas.
2. Hacer un rediseño de las horas de distribución para lograr que la repartición sea equivalente en todos los sectores, ya que si se distribuye a horas que no exista mucho consumo se puede obtener una recuperación en las líneas de distribución mediante la acumulación de carga hidrostática en los conductos de manera que, cuando el consumo sea máximo no haga falta agua en las partes topográficamente superiores de la red.
3. Perforar un pozo que distribuya a la porción de la zona que se encuentra en un área topográficamente más alta, debido a que esta parte es la que muestra mayor falta del recurso.





## BIBLIOGRAFÍA

1. CASTELLANOS, Edwin; GUERRA, Alex. *El cambio climático y sus efectos sobre el desarrollo humano en Guatemala PNUD. Guatemala, Guatemala* [en línea] <http://desarrollohumano.org.gt/content/el-cambio-clima%CC%81tico-y-sus-efectos-sobre-el-desarrollo-humano-en-guatemala> [Consulta: el día 22-10.2011].
2. DE LEÓN OBIOLS, Julio Enrique. *Investigación de variaciones horarias y diarias en el consumo de agua potable en el sector oriental de la capital de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1969. 147 p.
3. Instituto Geográfico Nacional. *Compilación crítica: Diccionario Geográfico Nacional*. Guatemala: IGN, 1978. 3 Vols.
4. Instituto Nacional de Estadística. *Proyecciones de Población con base en XI Censo de Población y VI de Habitación 2002, Período 2000-2020*. Guatemala: INE, 2004, 1779 p.

5. LÓPEZ POZUELOS, Rubén. *Determinación del contenido de flúor en el agua de consumo distribuida por las siete plantas de procesamiento, trece pozos y veinte zonas capitalinas de la empresa municipal de agua "EMPAGUA" y de la empresa privada de agua "MARISCAL", en la ciudad de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1985. 122 p.
6. MUTZ, Rolando. *Situación del recurso agua en Guatemala; servicios para el desarrollo SER Guatemala 2004*, [en línea] <http://www.docstoc.com/docs/9163239/Situacion-del-Recurso-Agua-en-Guatemala>. [Consulta: 22 de octubre de 2011].
7. PALACIOS VILLATORO, Rosa Amelia. *Usos y manejo del agua en Guatemala, un enfoque ético ambiental*. Trabajo de Maestría en Investigación Educativa. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Humanidades. Departamento de Posgrado. 2003. 72 p.
8. SIGA/SICA-CCAD-CEMAT. *Diagnóstico de la Condición Ambiental del Agua*, 1999. Guatemala: SIGA, 2000. 75 p.

## **APÉNDICES**



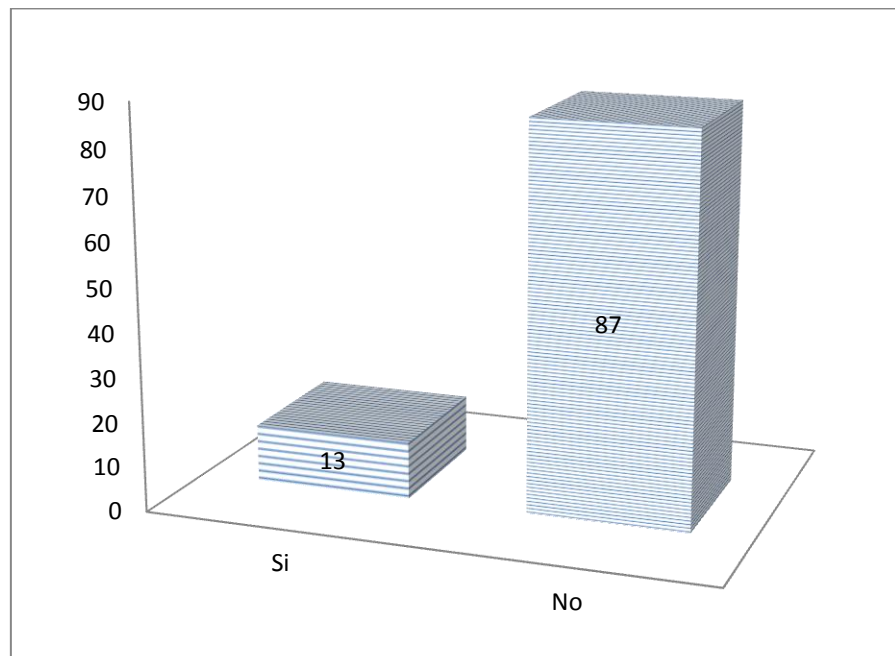
## Resultados de encuesta

- ¿Cuenta con servicio de agua potable?

En el caso de las conexiones de origen residencial, el 96 por ciento de la población cuenta con servicio de agua potable, en las localidades comerciales todos cuentan con el servicio, en el sector industrial el 97 por ciento de la población cuenta con el servicio.

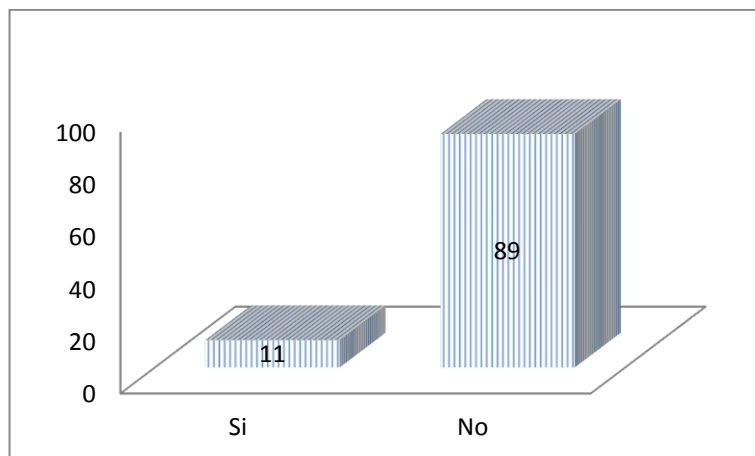
- ¿Cuenta con tanque cisterna en su vivienda?

## Consumo residencial



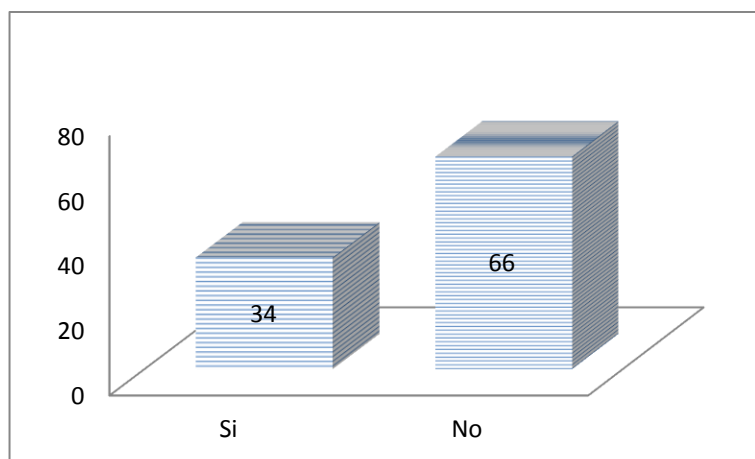
Fuente: elaboración propia.

## Consumo comercial



Fuente: elaboración propia.

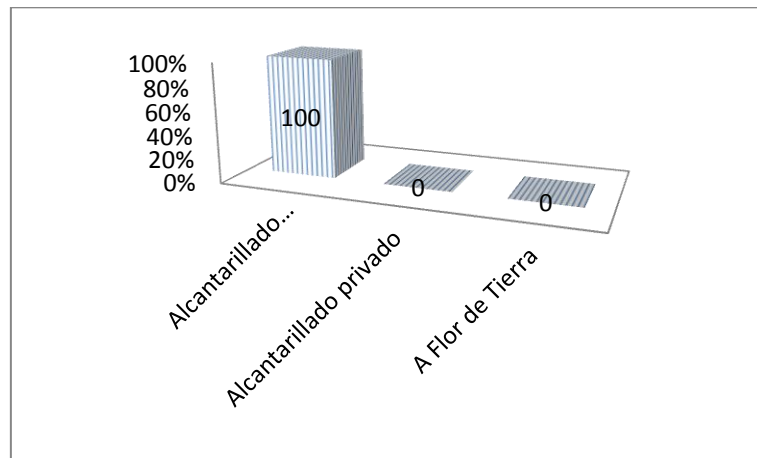
## Consumo industrial



Fuente: elaboración propia.

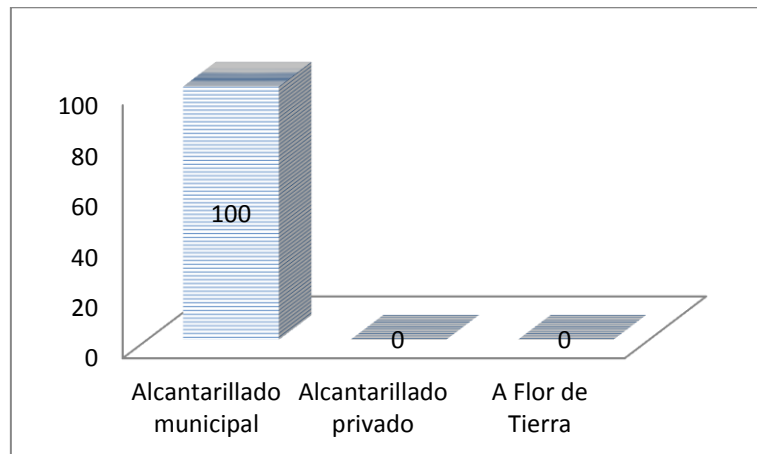
- ¿Cuál es la disposición final de los desechos líquidos?

### Consumo residencial



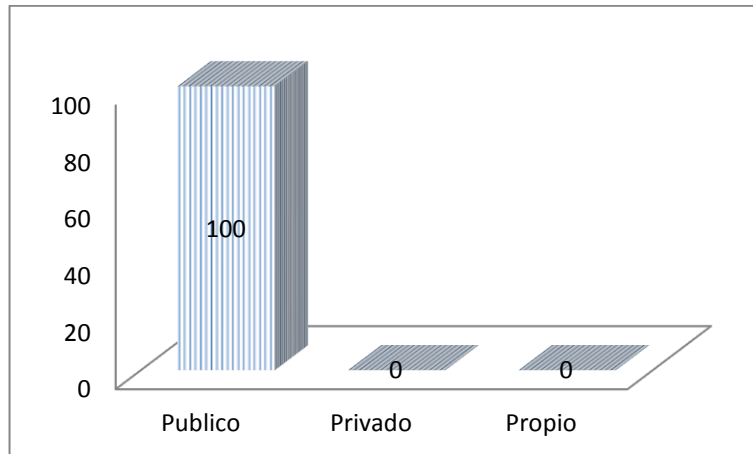
Fuente: elaboración propia.

### Consumo comercial



Fuente: elaboración propia.

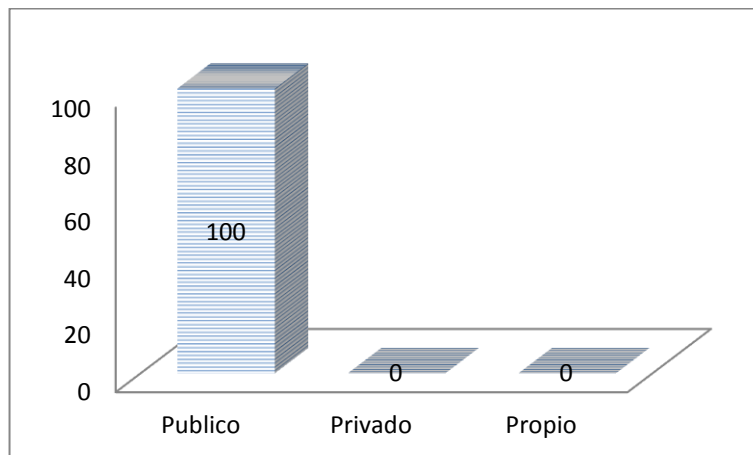
## Consumo industrial



Fuente: elaboración propia.

- ¿El origen del servicio de agua potable, público o privado?

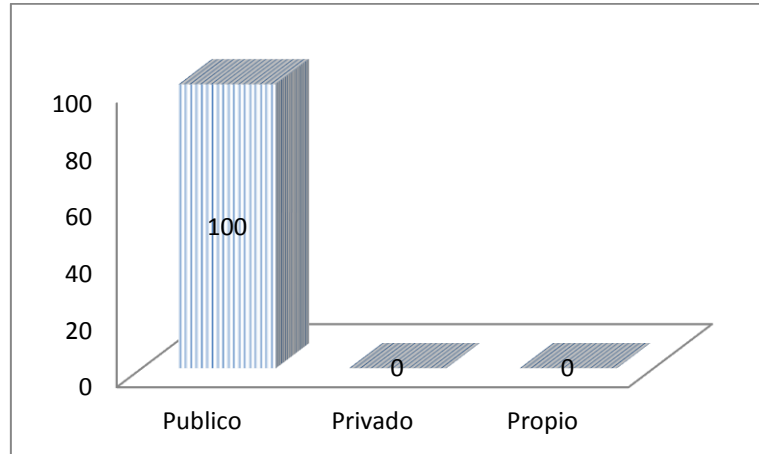
## Consumo residencial



Fuente: elaboración propia.

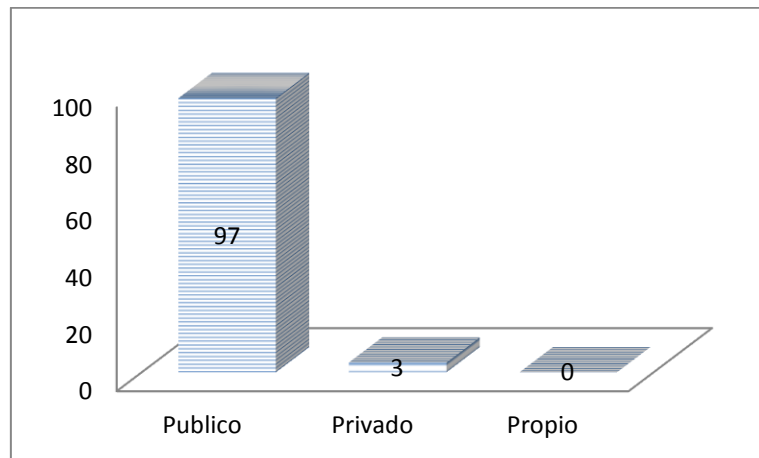


### Consumo comercial



Fuente: elaboración propia.

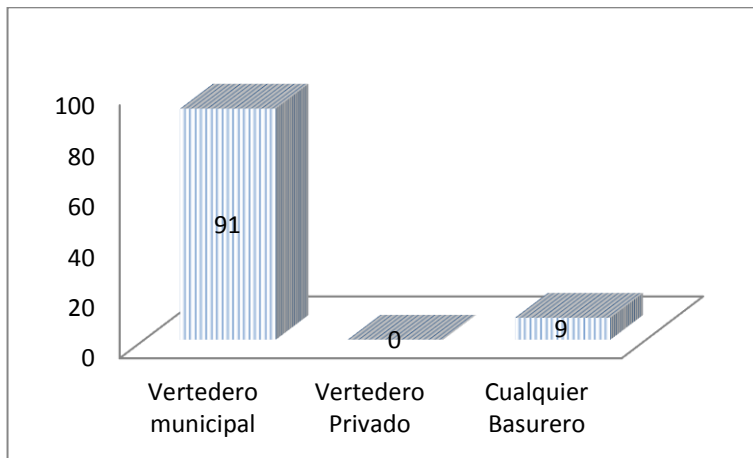
### Consumo industrial



Fuente: elaboración propia.

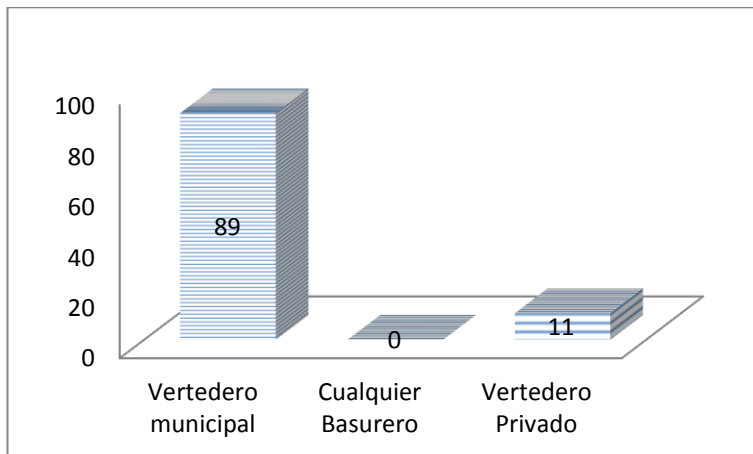
- ¿Cuál es la disposición final de los desechos sólidos?

### Consumo residencial



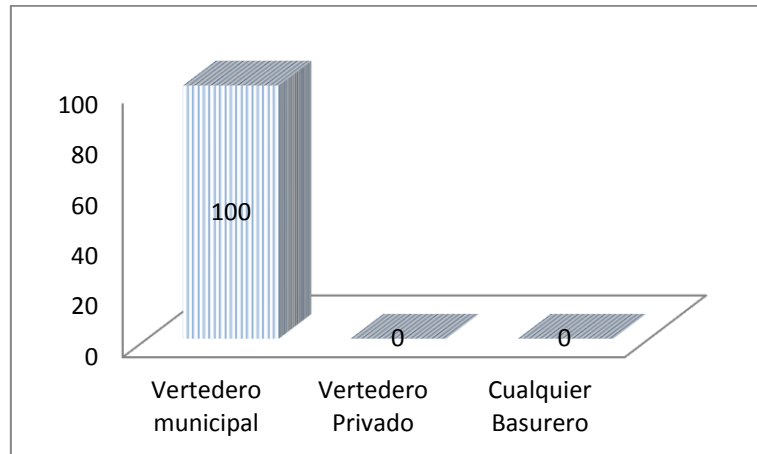
Fuente: elaboración propia.

### Consumo comercial



Fuente: elaboración propia.

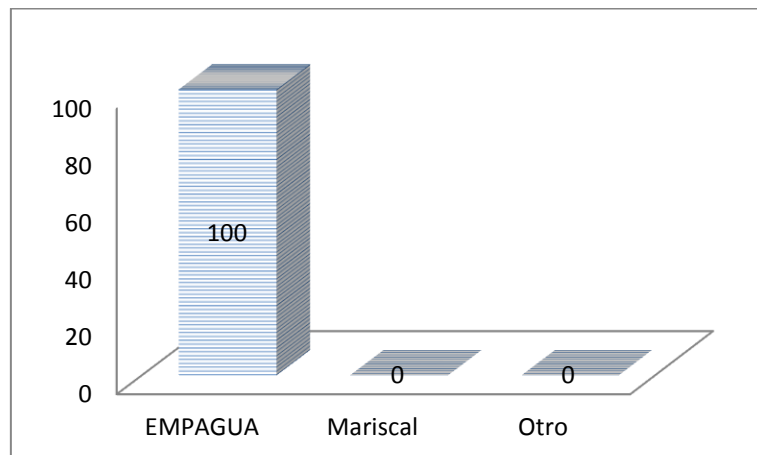
## Consumo industrial



Fuente: elaboración propia.

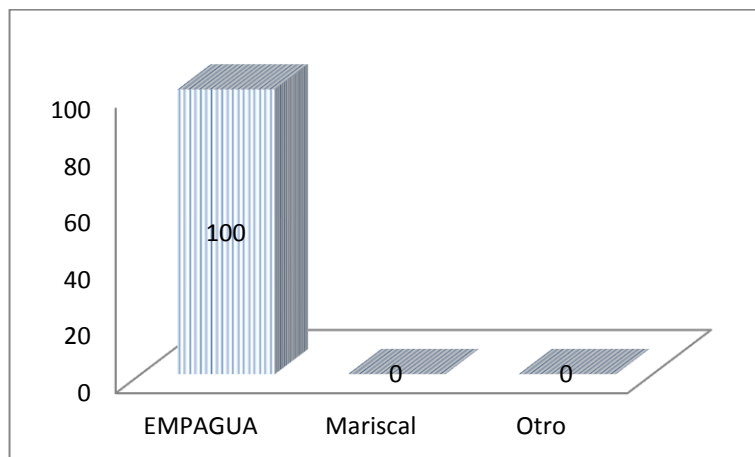
- ¿Qué empresa presta el servicio de agua potable?

## Consumo residencial



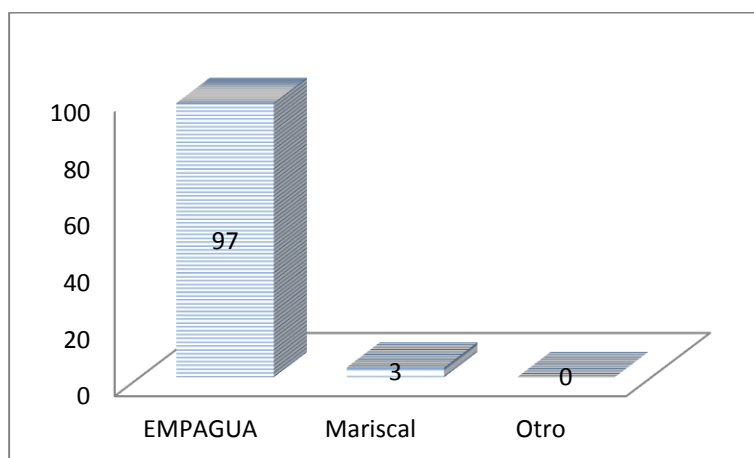
Fuente: elaboración propia.

### Consumo comercial



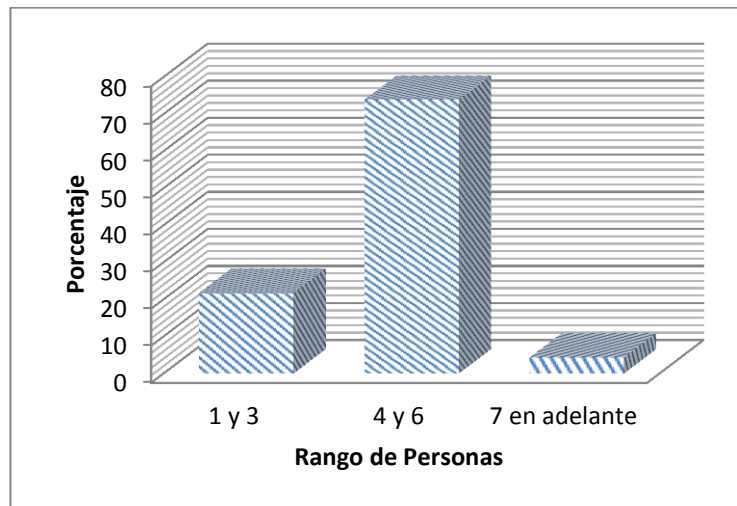
Fuente: elaboración propia.

### Consumo industrial



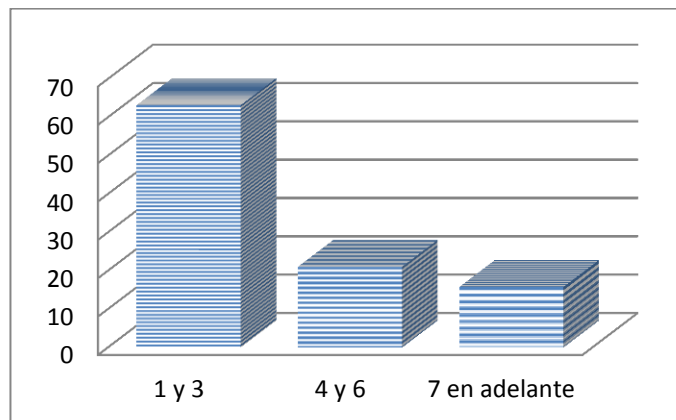
Fuente: elaboración propia.

### Distribución de personas consumo residencial



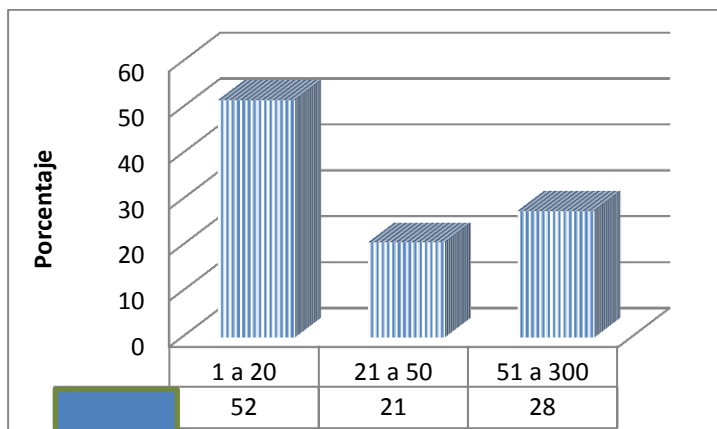
Fuente: elaboración propia.

### Distribución de personas consumo comercial



Fuente: elaboración propia

## Distribución de personas consumo industrial



Fuente: elaboración propia.

- Si cuenta con pozo perforado, cuántos posee y a que profundidad encontró agua:

Ninguna residencia, comercio e industria posee pozo perforado. Solamente el cementerio general posee un pozo perforado que abastece exclusivamente el área del establecimiento.

# ANEXOS

