



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

EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 16 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008-2010

José Daniel Pineda Monroy

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
16 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008-2010**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ DANIEL PINEDA MONROY

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. José Gabriel Ordóñez Morales
EXAMINADORA	Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol
EXAMINADOR	Ing. Wuillian Ricardo Yon Chavarría
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 16 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.


José Daniel Pineda Monroy



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:

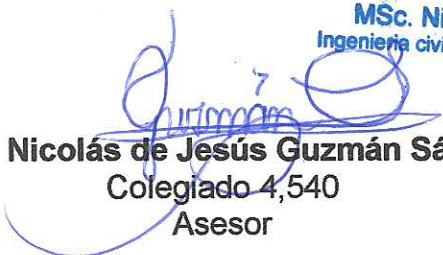
Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación titulado **"EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 16 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008-2010"**, desarrollado por el estudiante universitario **José Daniel Pineda**, con la asesoría del suscrito.

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, 19 de febrero de 2013

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

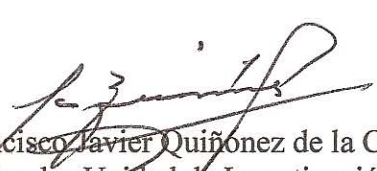
Señor Director:

Tengo el agrado de informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado "Evaluación del consumo de agua potable en la zona 16 de la Ciudad de Guatemala en los años 2008-2010", realizado por el estudiante universitario José Daniel Pineda Monroy, quien contó con la asesoría del Ingeniero Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz.

Considero que el trabajo realizado por el estudiante Pineda Monroy 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 Quiñonez 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 José Daniel Pineda Monroy, titulado EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 16 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.



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 DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 16 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN LOS AÑOS 2008 - 2010**, presentado por el estudiante universitario: **José Daniel Pineda Monroy**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, abril de 2013

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser lo más importante de mi vida y permitirme terminar esta etapa de la misma.
- Mis padres** José Ramón Pineda y Lubia Monroy de Pineda. Por apoyarme en cada paso que doy y darme todo lo que tengo.
- Mis abuelos** César Pineda, Helia González de Pineda, Arturo Monroy (q.e.p.d.) y Cristina Zúñiga de Monroy (q.e.p.d.). Por su cariño y apoyo siempre.
- Mis hermanos** José Ramón y Ana Margarita Pineda Monroy. Por formar gran parte de mi vida.
- Mis padrinos** Edgar Juárez y Delmy Monroy de Juárez. Por su cariño incondicional.
- Mi tía** Helia Pineda de Mendizábal. Por su gran apoyo y cariño.
- Mis amigos** Por acompañarme en las buenas y malas y brindarme su amistad incomparable.

AGRADECIMIENTOS A:

Claudia Menéndez	Por ser la mejor compañera durante la mayor parte de mi carrera y amiga incondicional.
Mis amigos de la universidad	Por acompañarme en esta gran etapa de formación profesional.
Mis amigos del colegio	Por continuarme apoyando en cada nuevo paso que he dado.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la casa de estudios que me dio el conocimiento y aprendizaje de vida.
Facultad de Ingeniería	Por formarme en el ámbito profesional de la mejor manera.
Unidad de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil	Por haberme apoyado para la elaboración de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA 16 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA.....	1
1.1. Ubicación y accesos.....	1
1.1.1. Delimitación de la zona 16 dentro de la ciudad de Guatemala.....	1
1.1.2. Accesos.....	3
1.2. Monografía.....	5
1.2.1. Antecedentes e historia de la zona por colonia y por finca.....	5
1.2.2. Hidrografía y orografía.....	10
1.2.3. Clima.....	11
1.2.4. Población.....	11
1.2.5. Actualidad.....	12
2. PROBLEMÁTICA DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 16 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN EL PERÍODO 2008 - 2010.....	15
2.1. Antecedentes de la cobertura del servicio de agua potable durante 2008 a 2010.....	15

2.2.	Problemática de consumo de agua potable en la zona 16 de la ciudad de Guatemala del 2008 a 2010	16
3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	19
3.1.	Encuesta	20
4.	RESULTADOS	23
4.1.	Entes y empresas encargadas de la distribución de agua potable en la zona 16 de la ciudad de Guatemala	23
4.1.1.	Planta de tratamiento de agua potable Santa Luisa.....	24
4.1.1.1.	Unidades de la planta	27
4.1.2.	Pozos existentes en la zona 16	27
4.2.	Datos obtenidos de las empresas encargadas de abastecer agua potable a la zona 16	29
4.2.1.	EMPAGUA	29
4.2.2.	Residencial Santa Amelia V	32
4.2.3.	Lotificación La Montaña.....	33
4.3.	Resultados obtenidos de la encuesta	34
4.3.1.	Muestra para la encuesta	34
4.3.2.	Resultados de encuesta	35
4.3.3.	Pozos privados encontrados a través de la encuesta.....	49
5.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 16 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA.....	51
5.1.	Análisis de datos obtenidos de las empresas distribuidoras....	51
5.1.1.	EMPAGUA	53

5.1.2.	Residenciales Santa Amelia V	55
5.1.3.	Lotificación La Montaña	55
5.2.	Análisis de los datos obtenidos de la encuesta realizada	57
5.2.1.	Residencial – EMPAGUA.....	57
5.2.2.	Residencial – agua privada	58
5.2.3.	Comercial – EMPAGUA.....	59
5.2.4.	Comercial – agua privada	60
6.	DISCUSIÓN	63
6.1.	Fuentes de abastecimiento	63
6.2.	Distribución.....	65
6.3.	Usos del agua potable	67
6.4.	Consumo de agua potable.....	68
6.4.1.	Domiciliar	68
6.4.2.	Comercial.....	70
6.4.3.	Industrial	72
6.4.4.	Comparación del consumo	73
	CONCLUSIONES.....	77
	RECOMENDACIONES.....	79
	BIBLIOGRAFÍA.....	81
	APÉNDICES.....	83
	ANEXOS	89

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa político de Guatemala y departamento de Guatemala	1
2.	Delimitación del municipio de Guatemala	2
3.	Límite de zona 16 y zonas colindantes en la ciudad de Guatemala	2
4.	Accesos principales a la zona 16	4
5.	Vista de séptima calle en la zona 16, colonia La Montaña	8
6.	Ingreso a Centro Médico Militar	10
7.	Ingreso a Paseo Cayalá por el Boulevard Austriaco	13
8.	Planta de tratamiento de agua potable Santa Luisa	24
9.	Entrada principal planta Santa Luisa en zona 16	25
10.	Consumo mensual total en metros cúbicos en la zona 16 durante el 2008 al 2011	31
11.	Cantidad de usuarios mensuales registrados en EMPAGUA desde enero de 2008 hasta diciembre de 2011 en la zona 16	32
12.	Consumo promedio de agua en metros cúbicos para el segmento residencial EMPAGUA	39
13.	Residencias que cuentan con tanque cisterna	40
14.	Consumo promedio de agua en metros cúbicos en colonias privadas	42
15.	Consumo promedio de agua en metros cúbicos en comercios pequeños, club ecuestre, colegio Verbo y una lavandería grande.....	45
16.	Consumo de agua en metros cúbicos en comerciales con agua propia	47
17.	Ubicación aproximada de pozos perforados en la zona 16	50

18.	Suministro público y privado en zona 16.....	66
19.	Comparación de promedios mensuales obtenidos	74

TABLAS

I.	Características generales de la población (según Censo 2002)	11
II.	Características generales locales de habitación y total de hogares en la zona 16.....	12
III.	Planta de tratamiento y pozos en la zona 16	28
IV.	Usuarios y metros cúbicos de agua consumidos en la zona 16 de enero 2008 a diciembre de 2011	30
V.	Consumo en metros cúbicos en Residenciales Santa Amelia V	33
VI.	Consumo total de agua potable en lotificación La Montaña en metros cúbicos	34
VII.	Población y muestra para encuesta de consumo en zona 16.....	35
VIII.	Precio del servicio de agua por rangos de consumo	36
IX.	¿Qué tipo de consumo realiza?	37
X.	Pregunta 2: ¿Cuenta con servicio de agua potable?	37
XI.	Tipo de servicio de agua potable.....	38
XII.	¿Qué empresa le presta el servicio de agua potable?	38
XIII.	Volúmenes de cisternas	40
XIV.	Volúmenes de cisternas en condominios	43
XV.	Volúmenes de cisternas en comercios con agua privada o propia y sus unidades abastecidas.....	48
XVI.	Pozos privados ubicados en la zona 16	49
XVII.	Promedios mensuales de consumo de agua en metros cúbicos ...	53
XVIII.	Análisis anual de consumo de agua potable en metros cúbicos en la zona 16.....	54

XIX.	Promedio de consumo de agua potable en metros cúbicos en Residenciales Santa Amelia V	55
XX.	Promedios mensuales de consumo de agua en metros cúbicos en La Montaña.....	56
XXI.	Análisis anual de consumo mensual en lotificación La Montaña	56
XXII.	Análisis estadístico del consumo residencial – EMPAGUA.....	57
XXIII.	Análisis estadístico del consumo residencial – agua privada	58
XXIV.	Análisis estadístico del consumo comercial – EMPAGUA.....	59
XXV.	Análisis estadístico de consumo comercial – agua privada.....	60
XXVI.	Comparación de resultados de EMPAGUA y segmento residencial	69
XXVII.	Comparación resultados EMPAGUA y comercios.....	72
XXVIII.	Consumo promedio mensual en metros cúbicos de agua potable para cada uno de los segmentos	73
XXIX.	Promedios de consumo mensual de agua potable en metros cúbicos	75

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
gal	Galones
ha	Hectáreas
km	Kilómetros
l	Litro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
min	Minuto
P₁₀	Percentil 10
P₉₅	Percentil 95
%	Porcentaje
s	Segundos

GLOSARIO

Agua potable	Agua con propiedades que la hacen sanitariamente segura para que el humano la consuma.
AVELMO	Asociación de Vecinos de La Montaña.
Consumo	Gasto determinado de algún bien; acción de consumir.
Contador	Artefacto que permite contabilizar la cantidad de agua que pasa a través de él; es utilizado en las instalaciones residenciales e industriales de los acueductos para realizar los cobros pertinentes a los usuarios del mismo.
Delegaciones	Espacios territoriales dentro de las zonas metropolitanas relativamente homogéneos; de una extensión de entre 16 y 64 hectáreas. Sus bordes son definidos inicialmente por la municipalidad, siguiendo los siguientes criterios: tamaño adecuado para la formación de un barrio; con un tejido urbano relativamente homogéneo; enmarcada por barreras naturales, de edificación o por vialidades principales y correspondencia con la vialidad futura, para que ésta quede en los bordes y no al centro.

EMPAGUA	Empresa Municipal de Agua.
Escasez	Poquedad, mengua de una cosa o falta de lo necesario para subsistir.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
Producción	Cantidad de agua que es obtenida de un pozo o procesada en planta de tratamiento para distribuirla a los usuarios.
Suministro privado	Servicio de agua potable proveído por empresas privadas o asociaciones de vecinos a los usuarios.
Suministro propio	Agua potable obtenida por medio de un pozo propio perforado en el inmueble del usuario.
Suministro público	Servicio de agua potable proveído por EMPAGUA.
URL	Universidad Rafael Landívar.
Usuario	Cada uno de los clientes, ya sea de EMPAGUA u otras compañías abastecedoras, que cuenta servicio de agua potable.

RESUMEN

En este trabajo de graduación se evaluó el consumo de agua potable en la zona 16 de la ciudad de Guatemala durante el 2008 al 2010, ya que se encontró que no existen estudios recientes acerca de este tema en la zona. La investigación es parte del trabajo que realiza la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, conjuntamente con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de Guatemala (CONCYT).

Como parte de la investigación, se elaboró una recopilación de datos de las empresas distribuidoras y se llevó a cabo una encuesta, cuyos resultados permitieron establecer el consumo, las fuentes de abastecimiento, la distribución del servicio y el tipo de uso que se le da al agua en la zona 16. Se realizó un análisis estadístico descriptivo con base a los datos obtenidos y se determinó el consumo de agua potable, realizando también una comparación de resultados, dependiendo de los sectores que la consumen.

La zona cuenta con el servicio de agua potable casi en su totalidad, pero se observó que gran parte del sector que se abastece por pozos propios, tiene un consumo sin control del agua subterránea, siendo el caso de varios residenciales privados y de comerciales diversos. Los resultados presentan una gran diferencia entre el consumo que tienen los usuarios de EMPAGUA y los que utilizan fuentes privadas de abastecimiento. Además sugieren que debe crearse una conciencia de buen uso del agua.

OBJETIVOS

General

Evaluar el consumo de agua potable en la zona 16 de la ciudad de Guatemala durante 2008-2010.

Específicos

1. Determinar las fuentes que abastecen de agua potable a la zona 16 de la ciudad de Guatemala.
2. Determinar cómo se suministra y distribuye el agua potable en la zona 16 de la ciudad de Guatemala.
3. Establecer los usos del agua potable en la zona 16 de la ciudad de Guatemala.
4. Estimar el consumo de agua potable en la zona 16 de la ciudad de Guatemala.

INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento trascendental en el desarrollo biológico, social, cultural del ser humano y a lo largo de la historia, ha constituido un factor esencial en las actividades relacionadas con sus procesos productivos; aún así, no cabe duda que al agua debe prestársele una atención especial en cuanto a su uso diario, ya que es un elemento finito y frágil.

Guatemala es un país rico en recursos hídricos y el volumen de agua disponible registrado en 1999 sobrepasaba la demanda existente. Sólo el 1 por ciento del caudal disponible es utilizado para fines domésticos en las principales cuencas de Guatemala. En la ciudad capital el requerimiento de agua potable es de aproximadamente 230 litros/persona/día y en los pueblos es de 130. En la ciudad capital se perciben 15 litros/persona/día¹. No obstante, debe reconocerse que Guatemala es un país vulnerable, cuyos recursos naturales pueden ser amenazados por diferentes eventos, como se ha evidenciado actualmente. Las actividades humanas, de la mano con los procesos de cambio climático, pueden causar serios efectos en materia de recursos hídricos.

En el país, como en muchos otros, no se hacen mediciones sistemáticas con fines de planificación, respecto a cómo el crecimiento poblacional está relacionado con el consumo de agua. Al no contar con esta información, se ha obstaculizado el uso de métodos más precisos para estimar las necesidades futuras. Los registros de consumo que la empresa municipal metropolitana tiene, no reflejan las cantidades consumidas exactamente por los usuarios, ni el

¹ Datos tomados de el documento de SIGA/SICA-CCAD-CEMAT

tipo de uso que tienen. Esto resulta en que los datos sean una representación poco exacta del volumen de agua que los usuarios realmente utilizan.

Al momento de establecer la distribución y cobertura que se tiene del servicio de agua potable en la zona 16 de la ciudad de Guatemala, se observa cómo en los últimos años la empresa municipal encargada de la distribución del agua potable, EMPAGUA, no es capaz de abastecer a todos los vecinos de los diferentes sectores de la zona. La existencia de diversas empresas, ajenas a la entidad pública municipal, que abastezcan de agua a los diferentes usuarios, dificulta que se realice un estudio con el que se pueda determinar con precisión, un consumo mensual de agua potable en el área.

Las empresas privadas al no tener obligación de divulgar la información acerca de la distribución y producción de agua, representan una limitación en la obtención de datos de consumo. Además, no existe un control de las perforaciones privadas de pozos mecánicos o manuales que se realicen, con fin de abastecer empresas, condominios, comerciales, etc., y muy pocas empresas tienen el dato exacto de las cantidades de agua que distribuyen a sus usuarios.

Según autoridades de EMPAGUA, la ciudad de Guatemala actualmente presenta problemas de sobreexplotación de los acuíferos, teniendo como consecuencia la falta de continuidad en los servicios para muchos sectores de la ciudad.² La zona 16 actualmente está teniendo un crecimiento significativo en cuanto a proyectos residenciales y comerciales, lo cual implicará un incremento en la demanda del servicio de agua potable en un futuro cercano.

Esta evaluación tiene como fin primordial sistematizar y analizar información recopilada para describir el consumo del agua potable en la ciudad

² Benavides, Jorge. Uso del Agua en Guatemala. Fundación para el Desarrollo de Guatemala. Boletín #43.

de Guatemala y específicamente en la zona 16, del 2008 al 2010. Para recaudar dicha información acerca de los sectores que consumen el agua potable en dicha zona, se realizó una investigación acerca de la misma, la cual incluyó datos monográficos y demográficos del área investigada. Se determinó si la zona cuenta con pozos para la distribución del agua o si existen plantas de tratamiento. Se determinó el tipo de uso, la manera específica en que es suministrada el agua y las cantidades de consumo que se tienen.

Se obtuvo información acerca del consumo de agua potable con la colaboración de los entes distribuidores de agua y con un trabajo de campo, que incluyó una encuesta a los diferentes sectores y consumidores del agua que existen dentro de la zona 16. Los resultados e información obtenida, permitieron realizar un análisis estadístico descriptivo de la situación del consumo de agua potable que hubo durante los años bajo estudio. Uno de los problemas que se consideraron para el trabajo de campo fue que, la mayor parte de la población entrevistada, no facilitó los datos de años anteriores, pues muchos no guardan los recibos o no desean utilizar su tiempo para colaborar tan específicamente con la investigación.

Con la finalidad de contribuir de manera formal y oportuna en el área de investigación científica de la Unidad de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil-UIEIC-, Facultad de Ingeniería, se presenta este trabajo como parte de una investigación macro que se realiza conjuntamente con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de Guatemala (CONCYT).

1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA 16 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

1.1. Ubicación y accesos

La zona 16 se encuentra localizada en el municipio de Guatemala; tiene una extensión territorial de 19,73 kilómetros cuadrados. Se encuentra ubicada geográficamente en el área metropolitana, al este, a 5,5 kilómetros del Palacio Nacional.

1.1.1. Delimitación de la zona 16 dentro de la ciudad de Guatemala

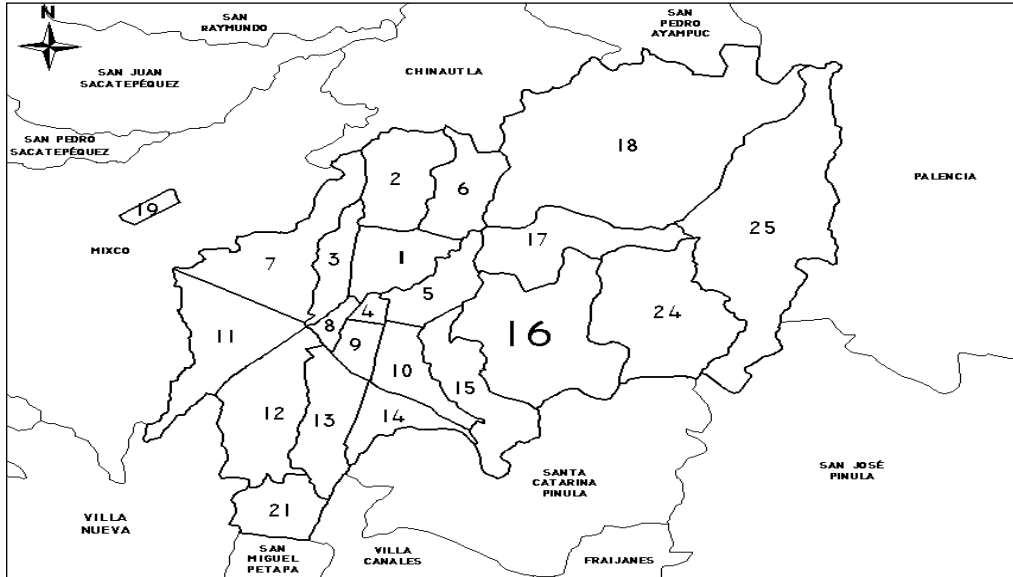
Se inicia la descripción a partir del punto trifinio entre las zonas 5, 15 y 16 sobre el inicio del descenso de la Calzada La Paz a 56,00 metros de las bodegas de la empresa Cemaco, para dirigirse sobre el Río Negro aguas abajo hacia el noreste.

Figura 1. **Mapa político de Guatemala y departamento de Guatemala**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

Figura 2. **Delimitación del municipio de Guatemala**



Fuente: elaboración propia con base a mapa proporcionado por la Dirección de Planificación Urbana de la Municipalidad de Guatemala.

Figura 3. **Límite de zona 16 y zonas colindantes en la ciudad de Guatemala**



Fuente: Municipalidad de Guatemala. Dirección de Planificación Urbana.

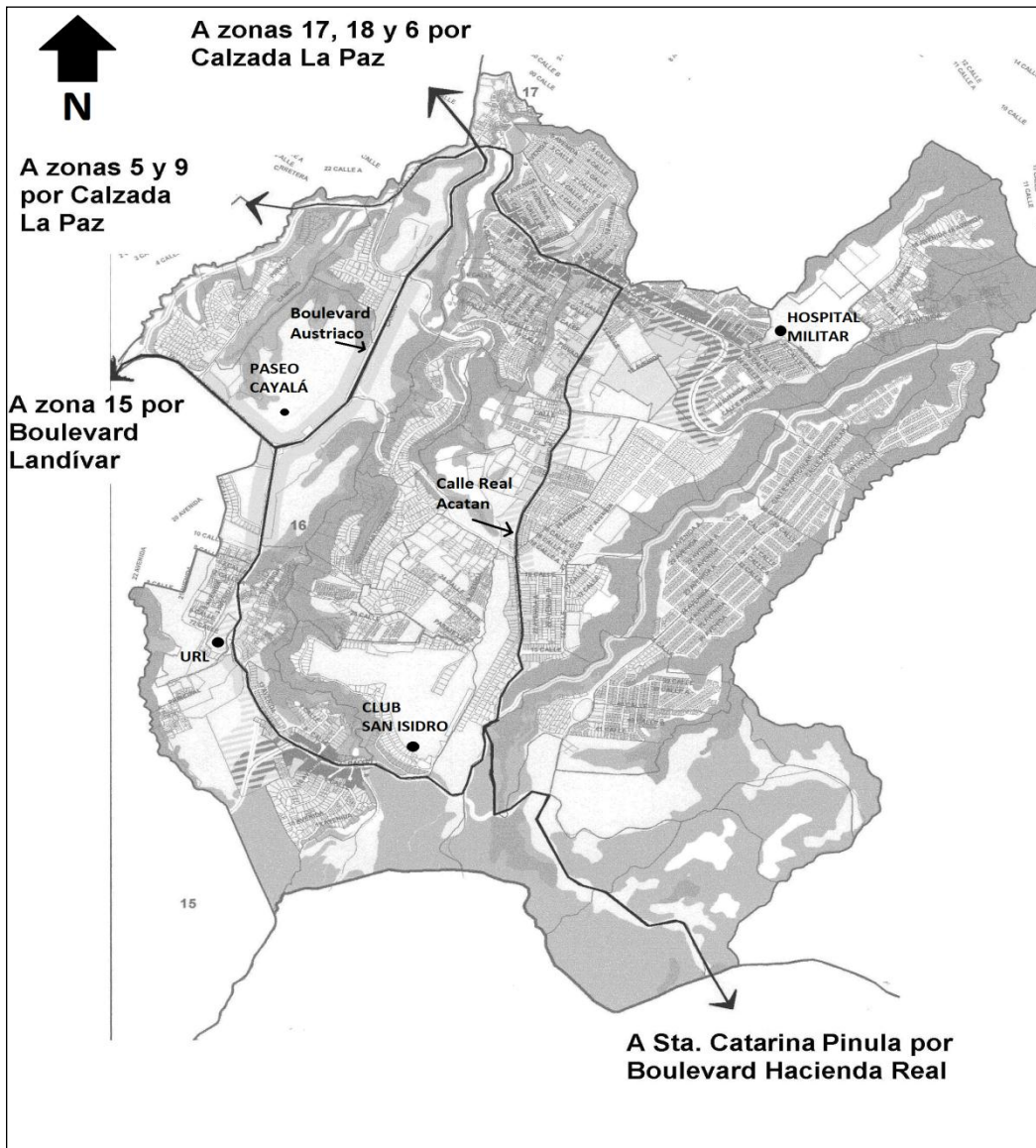
En la figura 1 se observa el mapa de Guatemala, su división departamental y un acercamiento al departamento de Guatemala y su división municipal. En la figura 2 se muestra el municipio de Guatemala, con detalle en las zonas que comprenden del área metropolitana del país.

Las colindancias de la zona, ilustradas en la figura 3, son: al norte, zona 17, al sur, zona 15 y con Santa Catarina Pinula, al este zona 24 y al oeste zona 5 y 15. Su territorio es plano aproximadamente en un 45 por ciento, pues sus mayores accidentes geográficos consisten en los barrancos que le rodean; al este barranco Puerta de Hierro del municipio de Santa Catarina Pinula y al oeste barranco Las Vacas, así como algunos cerros que se encuentran en lado oeste y este. Al norte de la zona existe un barranco que divide las zonas 17 y 16.

1.1.2. Accesos

La zona 16 cuenta con varias vías de acceso. Estas vías de acceso rápido son por boulevard Austriaco ingresando por Kanajuyú o Santa Rosita, ingresando por el boulevard Landívar. También se puede ingresar desde el municipio de Santa Catarina Pinula por las vías que descienden de Puerta Parada y el otro acceso es a través de la Calzada La Paz, la cual comunica a la zona 16 con las zonas 5, 17, 18 y la carretera Interamericana. Todas las vías de acceso a la zona están pavimentadas. En la figura 4 se observan las principales vías de acceso a la zona 16. El boulevard Austriaco y la Calle Real Acatán son vías bastante importantes en la zona, pues permiten el transporte entre los diferentes puntos de la misma sin interrupciones.

Figura 4. Accesos principales a la zona 16



Fuente: elaboración propia con base al mapa del POT de la Municipalidad de Guatemala.

1.2. Monografía

En lo que respecta a la zona 16, cuenta con fincas; antiguamente éstas eran, según nomenclatura de la municipalidad, aldeas y caseríos, hoy según reglamento municipal se elevaron a categoría de colonias.

1.2.1. Antecedentes e historia de la zona por colonia y por finca

A finales del siglo XIX, hace más de 100 años, caseríos y aldeas en la zona 16, fueron urbanizadas; entre ellas se encuentran San Gaspar, Acatán, Santa Rosita, Las Vacas y otras. Mientras que hace 54 se comenzaron a urbanizar áreas que hasta el 2010 pertenecían a la zona 17, entre ellas San Isidro, Lourdes, Montesano, San Carlos y otras.

- Colonia Acatán: se encuentra colindante al norte con la colonia Lourdes, al este con la colonia Villas de Cantabria, Residenciales Valles de Acatán, al sur con la finca Las Mercedes, finca Loma de los Pinos, al oeste con la colonia Santa Rosita. Antiguamente llamado caserío Acatán, testimonio de su antigüedad lo constituye un depósito de agua fue construido por el gobierno de José María Reyna Barrios, se inició y llevó a cabo la introducción de las aguas del río Acatán a la ciudad de Guatemala. La población de Acatán tiene de existir 115 años.
- Colonia Concepción Las Lomas: dicha colonia se encuentra al sur de la zona 16, al norte colinda con la colonia Kanajuyú al este con la finca San Isidro, al sur con la Universidad Rafael Landívar, al oeste con la colonia Lomas de Vista Hermosa y Lomas de Ciudad Vieja Uno. Esta colonia tiene acceso por la zona 15 y por la colonia La Montaña, la consistencia

de sus calles es de asfalto, fue construida hace aproximadamente 100 años, llamada el Pueblito.

- Colonia Lomas de Ciudad Vieja: colinda al norte con la colonia Lomas de Vista Hermosa, al este con la colonia Concepción Las Lomas, al sur con la zona 15 y al oeste con la zona 15. Tiene acceso por la zona 15 y por la colonia La Montaña, la consistencia de sus calles es de asfalto, antiguamente se le llamaba Caserío Lomas de Ciudad Vieja, fue construido hace aproximadamente 100 años.
- Finca las Mercedes: colinda al norte con la colonia Acatán, al este con el colegio del Verbo, al sur con la colonia San Gaspar y al oeste con la colonia Kanajuyú, vías de acceso por la carretera que viene de Santa Rosita , acceso por Acatán asfaltado y por el colegio Verbo, calle asfaltada también. Esta finca fue lotificada hace aproximadamente 35 años por el propietario, el Ing. Antonio Ferraté.
- Colonia San Gaspar: esta colonia colinda al norte con la finca Las Mercedes, al este con la colonia San Isidro, al sur con la colonia La Montaña y al oeste con la colonia Kanajuyú, vías de acceso por la calle principal de San Isidro, asfalto y por Kanajuyú, parte calle asfaltada. Antiguamente se le llamaba Caserío San Gaspar, fue construido hace aproximadamente 170 años.
- Finca Granja San Isidro: colinda al norte con la colonia San Gaspar, al este con la colonia San Isidro, al sur con la colonia La Montaña y al oeste con la colonia Concepción Las Lomas. Dicha finca tiene acceso asfaltado por la calle principal que se llama San Isidro y por el lado de la colonia La Montaña, cuyo acceso es de asfalto. Parte de la finca San Isidro se

lotificó hace aproximadamente 40 años, quedando únicamente el casco de la finca en la zona 16.

- Colonia Santa Rosita: colinda al norte con la colonia Lourdes, al este la colonia Acatán, al sur la colonia Kanajuyú y al oeste Colegio Austriaco; accesos principales por la Calzada La Paz lado oeste y lado este por Acatán, todos asfaltados. Antiguamente esta colonia era llamada aldea Santa Rosita, fue fundada hace aproximadamente 192 años.
- Colonia Lourdes: colinda al norte con la Base Mariscal Zavala, al este Residenciales Santa Amelia, al sur la colonia Santa Rosita y al oeste la colonia Las Vacas. Tiene dos ingresos, uno por la calzada La Paz, lado oeste y el otro ingreso es por Acatán, por el lado este. Históricamente al área de la colonia Lourdes se le conocía como San José La Laguna, la colonia tiene 50 años aproximadamente de estar urbanizada.
- Finca San Nicolás: colinda al norte con la finca Las Mercedes, al este la colonia Las Fuentes I, al sur San Gaspar, al oeste la colonia Kanajuyú. Tiene dos accesos lado norte por Acatán y lado sur por San Isidro, son caminos de terracería y asfalto. La finca San Nicolás, es una de las que tiene 158 años.
- Colonia La Montaña: colinda al norte con la finca San Isidro, al este Hacienda Cumbres de Vista Hermosa, al sur zona 15 y al oeste Lomas de Ciudad Vieja. Su urbanización está completamente asfaltada, tiene dos accesos, lado oeste por la colonia Concepción Las Lomas y lado este por la colonia San Isidro, los dos ingresos están asfaltados. Tiene de estar urbanizada 31 años. En la figura 5 se observa un sector de la colonia La Montaña.

Figura 5. Vista de séptima calle en la zona 16, colonia La Montaña



Fuente: Colonia La Montaña, 2011.

- Colonia Lomas de Camposeco: colinda al norte San Gaspar, al este finca San Isidro, al sur la colonia La Montaña y al oeste la colonia Concepción Las Lomas. La urbanización aún tiene calles de terracería, tiene un acceso por la colonia La Montaña, lado sur.
- Residenciales San Carlos: colinda al norte con Residenciales Santa Amelia, al este Residenciales Las Acacias, al sur Tanque de Purificación de Agua (Acatán) y al oeste la colonia Acatán. Todas las calles están pavimentadas.

- Colonia Las Vacas: colinda al norte con Sabana Arriba, al este colonia Lourdes, al sur Calzada La Paz, al oeste río Las Vacas. Antiguamente se le conocía como Caserío Las Vacas, tiene la urbanización unos 188 años.
- Colonia Montesano: colinda al norte, con el río Monjitas, al este con el barranco Las Monjas, al sur con el Hospital Militar y al oeste con la finca El Palomar. Antiguamente se le conocía como Rincón de la Paja, la urbanización tiene 110 años.

En 1952, debido al crecimiento que tuvo la ciudad, se describieron las zonas de la ciudad de Guatemala, y mantuvieron sus límites hasta el día 20 de mayo del 2010, cuando, por medio del Acuerdo COM-07-010 según el Decreto número 12-2002 del Congreso de la República, se definieron y actualizaron los límites de las zonas 16, 17 y 24 de la ciudad de Guatemala a efecto de actualizar la zonificación y nomenclatura de dichas zonas dentro del municipio de Guatemala.

Según la Municipalidad de Guatemala, en el 2012, la zona 16 contaba con 64 delegaciones, 24 colonias residenciales, un mercado, 20 centros educativos, 117 áreas verdes. No se tiene información acerca de centros de salud, pero el Hospital Militar, cuya entrada se observa en la figura 6, se encuentra dentro de esta zona. La zona cuenta con 8 iglesias y tres universidades. Según la Dirección de Planificación Urbana, en la zona 16 hay 13 977 predios.

Figura 6. **Ingreso a Centro Médico Militar**



Fuente: Centro Médico Militar, diciembre 2011.

1.2.2. Hidrografía y orografía

Esta zona está rodeada de varios ríos: al este, río Monjas, al oeste río Las Vacas, éste último constituye un alto grado de contaminación ambiental para los habitantes de la zona 16. Al norte colinda con el río Negro, la quebrada Aceituno y al este con el río Canalitos. La zona 16 cuenta con varios barrancos. El territorio de la zona 16 es plano aproximadamente en un 45 por ciento, pues sus mayores accidentes geográficos consisten en los barrancos que le rodean, al este barranco Puerta de Hierro del municipio de Santa Catarina Pinula y al oeste barranco Las Vacas, así como algunos cerros que se encuentran en lado oeste. Las alturas oscilan entre 1 500,32 y 1650 metros sobre el nivel del mar.

1.2.3. Clima

El clima de la zona es templado y saludable por el área libre existente. La temperatura ambiente oscila entre los 15 y 19 grados centígrados sobre cero; los vientos son moderados en las dos estaciones del año, predominando los de dirección noreste.

1.2.4. Población

Para el 2002 el Instituto Nacional de Estadística (INE) registró los datos únicamente en la zona 16 (antes de ser modificada por el acuerdo de la Municipalidad de Guatemala) que se muestran a continuación en las tablas I y II.

Actualmente, según los datos de la Municipalidad de Guatemala, hay aproximadamente 12 000 personas viviendo en la zona 16 y una densidad poblacional de 608 habitantes por kilómetro cuadrado.

Tabla I. **Características generales de la población (según Censo 2002)**

Total de población			Grupos por edad			
Hombres	Mujeres	Total	0 a 06	07 a 14	15 a 64	65 a más
9389	10 110	19 499	2742	3246	12 751	760

Fuente: Instituto Nacional de Estadística. XI Censo de Población y VI de Habitación.

Tabla II. **Características generales locales de habitación y total de hogares en la zona 16**

Tipo de Vivienda						Total de Viviendas
Casa formal	Apartamento	Palomar	Rancho	Improvisada	Otro tipo	
4170	322	276	2	201	15	4986

Instalaciones			Total
Agua	Drenaje	Eléctrica	Hogares
3744	3284	4259	4324

Fuente: Instituto Nacional de Estadística. XI Censo de Población y VI de Habitación.

1.2.5. Actualidad

En la actualidad, la zona 16 está cobrando una gran popularidad en cuanto al sector residencial y comercial. Según los reportes de fuentes municipales, la zona no había tenido tanto ascenso antes de la construcción del Paseo Cayalá. Para el primer semestre del 2012 se aprobaron 249 permisos de construcción, que corresponden a 95 mil 922 metros cuadrados.³ Ciudad Cayalá es un complejo inmobiliario de aproximadamente 62 manzanas; está ubicada en el bulevard Rafael Landívar y en él ya residen unas 300 familias que gozan del beneficio de integrar todos los servicios en un solo lugar, como lo es Paseo Cayalá, un gran área comercial y recreativa.

Este espacio es desarrollado con el fin de crear una ciudad dentro de la ciudad, que cuente con todos los servicios y distracciones en un mismo lugar, ofreciendo seguridad a los visitantes y habitantes del mismo.

³ Prensa Libre. *Crecen 8.31% obras en la capital este año.* 28/07/12

En la figura 7 se muestra una imagen de las primeras fases del complejo. Un proyecto urbano de este tipo representa una mayor plusvalía del sector y de las zonas cercanas, ya que permite tener acceso a entretenimiento, comerciales, trabajo y demás servicios, aunque esto también ocasione un gran aumento en el número de vecinos y personas que transiten por la zona.

Figura 7. Ingreso a Paseo Cayalá por el Boulevard Austriaco



Fuente: Paseo Cayalá, diciembre 2011.

2. PROBLEMÁTICA DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 16 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA EN EL PERÍODO 2008 - 2010

2.1. Antecedentes de la cobertura del servicio de agua potable durante 2008 a 2010

Desde que en 1894, durante el gobierno de José María Reyna Barrios, se introdujo el agua a algunas aldeas y caseríos de la zona 16, como Acatán y Santa Rosita, a través de la toma del río Acatán para conducirla al depósito Acatán; éste fungió como abastecedor del área. La zona 16 ha sido una de las zonas de la capital metropolitana que ha sufrido menos de problemas de agua. Los pozos que la han abastecido han tenido una producción muy satisfactoria para los usuarios. A medida que la zona ha ido creciendo y poblándose con rapidez, han tenido que haber perforaciones de nuevos pozos tanto municipales, como privados.

En la zona 16 la cobertura del agua potable es bastante grande. Sin embargo, la cobertura que tiene EMPAGUA no es suficiente para cubrir todas las áreas de la zona. Acatán sí es un área que cuenta con agua potable municipal, al igual que Lourdes, Santa Rosita, Montesano, Hacienda Real, Puerta de Hierro, San Gaspar, algunos sectores de Kanajuyú, Lomas de Ciudad Vieja, Lomas de Camposeco, Concepción las Lomas, entre otros.

La única planta de tratamiento municipal de agua potable que existe en la zona 16, es la planta Santa Luisa. Existen pozos perforados pertenecientes a EMPAGUA y en muchos residenciales privados y comerciales se tienen pozos

propios, los cuales abastecen de agua potable a los residentes y clientes de los mismos, pero no se tiene el número exacto de pozos privados.

2.2. Problemática de consumo de agua potable en la zona 16 de la ciudad de Guatemala del 2008 a 2010

Para poder determinar el volumen de agua potable que utiliza una población determinada, es necesario cuantificar cuanto consume cada uno de los usuarios existentes en el área en la que se encuentra dicha población. Actualmente, EMPAGUA lleva un control total de la cantidad que sus clientes consume. No obstante, no existe diferenciación entre el tipo de uso que se le da al agua. Para la empresa distribuidora únicamente es importante el consumo que tiene en total ese sector determinado de población. Al desear averiguar cuál es el consumo específico que registraron cada uno de los usuarios mensualmente, hacer un promedio es válido, pero no se tiene con certeza el consumo que tuvo cada uno de los clientes de la empresa.

Si con un resultado de consumo provisto por EMPAGUA se obtiene un dato confuso y no tan exacto, en la zona 16, como en otras zonas existen muchas empresas, asociaciones, instituciones educativas privadas, etc., que cuentan con un servicio privado o propio de abastecimiento de agua potable, lo cual dificulta enormemente la evaluación del consumo para el sector. Estas empresas privadas no siempre están dispuestas a colaborar con dicho estudio, ya que les parece innecesario o inapropiado que se sepa si cuentan con uno o varios pozos perforados o la cantidad exacta de metros cúbicos de agua potable que utilizan mensualmente.

Con fines de planificación y de actualización de datos de consumo y cobertura del servicio en la ciudad capital, es necesario evaluar la cantidad de

agua potable que utiliza la población. Este es un tema muy extenso y es por eso que en esta investigación se enfocó únicamente en la zona 16. El problema es que al no haber un control que restrinja la perforación de pozos y el uso desmedido del agua, puede en un futuro traer consecuencias severas para la población.

En un área con mucho espacio para crecimiento poblacional y desarrollo acelerado del sector inmobiliario, como lo es la zona 16, es de suma importancia poder contar con un servicio de agua potable que cubra las necesidades de los usuarios. El determinar qué cantidad de agua se utilizó durante el 2008 al 2010 y hacer una comparación con el consumo actual, permite realizar una evaluación que ofrezca una representación de la situación que existe en la zona en cuanto al tema del consumo del agua potable.

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para determinar el consumo promedio de agua potable que existe en la zona 16, fue necesario investigar con las empresas que abastecen de agua a los usuarios en la zona 16. Gracias a la Ley de Acceso a la Información Pública, EMPAGUA proveyó los datos de consumo de agua, en los años a estudiados. Para comparar los promedios que se obtuvieron de los datos provistos por EMPAGUA fue necesario realizar una encuesta, con la cual se determinó el consumo promedio de agua potable que existe actualmente en la zona y de preferencia el consumo que existió durante el 2008 al 2010.

Debido a que en la zona 16 hay muchos consumidores que son abastecidos por medios privados o propios, resulta complicado realizar un estudio exhaustivo y completamente preciso. La gran mayoría de establecimientos, instituciones, comerciales, locales, residenciales y centros privados optan por no dar la información del agua que consumen. La metodología utilizada para este trabajo fue la siguiente:

- Recopilar datos bibliográficos relacionados con el consumo de agua potable en la ciudad de Guatemala.
- Obtener datos por medio de la colaboración de instituciones y empresas que proveen el servicio.
- Realizar un análisis estadístico descriptivo del consumo agua potable de la zona 16, tomando en cuenta las áreas comerciales, residenciales e industriales.

- Comparar los datos obtenidos de los diferentes medios.
- Evaluar de consumo del agua potable del 2008 al 2010.

Las actividades llevadas a cabo para la investigación incluyeron:

- La descripción de las fuentes locales y segmentos de la red que distribuyen agua al área de estudio.
- La clasificación de datos, por categorías de consumo, que se adecuaran al propósito de estudio.
- Hacer una comparación de los valores obtenidos.

En el capítulo 4 se muestran los datos obtenidos y la naturaleza exacta de la población de la cual fueron tomados. Para representar a la población se realizó el cálculo de una muestra representativa de la misma. Debido a que la población es muy amplia, se recoge la información a partir la muestra.

3.1. Encuesta

La encuesta que se realizó (adjunta en el apéndice 1) constó de 15 preguntas con las cuales se pretendía determinar, el uso del agua, la forma de abastecimiento y el consumo promedio que se tuviera. Además se preguntó si existían problemas de agua de algún tipo, si se tenía pozo propio, a qué profundidad y qué caudal se tenía en el pozo; la continuidad con la que se recibía el servicio de agua y como preguntas adicionales, el destino y forma de disponer de los desechos líquidos y sólidos que tuviera el encuestado.

Debido a la reorganización de la ciudad capital y a los cambios que se realizaron en algunas zonas metropolitanas, algunos sectores y colonias que antes pertenecían a la zona 17, son parte ahora de la zona 16. Los datos que se consiguen de población, industria y comercios antes del 2010 han cambiado ya que la zona 16 tuvo un aumento de extensión territorial.

El número de usuarios (n) a encuestar se calculó con base a la siguiente fórmula⁴ determinar la muestra de una población:

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

Donde:

N= población en estudio

σ^2 = desviación estándar, se asume 0,5

E^2 =1,96 (constante relacionada al nivel de confianza)

Z^2 = límite aceptable de error muestral= 5% (0,05)

Para determinar la muestra de la población a analizar, se utilizaron los datos del número de usuarios para el 2011 según EMPAGUA, el número de predios registrados según la municipalidad. Para los comercios se utilizó el Directorio Nacional de Empresas y sus Locales (DINEL) 2002 y así obtener una muestra más representativa de la población comercial en la zona. Al igual que los usuarios de EMPAGUA muchas empresas están aún registradas en la zona 17 y pertenecen actualmente a la zona 16. La población estudiada de DINEL 2002, es la registrada para zona 16 según el INE. En la tabla VIII, en el siguiente capítulo, se muestran los datos de población utilizados y la muestra resultante.

⁴ TRIOLA, Mario F. *Estadística*. Novena Edición. Pearson Educación, México, 2004. 872p.

4. RESULTADOS

4.1. Entes y empresas encargadas de la distribución de agua potable en la zona 16 de la ciudad de Guatemala

La única planta de tratamiento municipal de agua potable que abastece a la zona 16, es la planta Santa Luisa y existen además pozos perforados pertenecientes a EMPAGUA . En el anexo 1 se observa un plano de algunas de las redes de tuberías que existen desde 1999 en la zona 16. En muchos residenciales privados y comerciales se tienen pozos propios, los cuales abastecen de agua potable a los residentes y clientes de los mismos, pero no se tiene el número exacto de estos pozos. En las colonias, condominios y residenciales que tienen pozo propio para abastecerse, el servicio lo provee una empresa privada o bien, la asociación o comité de vecinos, los cuales se han organizado para cubrir los gastos de bombeo y mantenimiento del sistema.

Además de EMPAGUA, en diferentes colonias y residenciales distribuidas en la zona 16, existen empresas y asociaciones de vecinos que cuentan con pozos propios para la distribución del agua en sus colonias o comercios y no proporcionaron datos acerca del consumo. Muchos no tienen un registro específico del consumo, pues al ser pozo propio no tienen contador y el servicio de agua se ofrece únicamente con un pago mensual, sin importar la cantidad que sea consumida.

En el complejo que incluye los centros comerciales, Paseo Cayalá, Cardales de Cayalá y demás proyectos inmobiliarios en la zona, tampoco se obtuvo información acerca del consumo de agua. De igual forma, para otros

locales comerciales ubicados en otras partes de la zona 16, no se tiene información, debido a que la situación de ausencia de contador, al tener un pozo propio, se repite para la mayoría de los comerciales de gran tamaño.

4.1.1. Planta de tratamiento de agua potable Santa Luisa

La planta de tratamiento de agua Santa Luisa (mostrada en la figura 8) está hacia el este del centro de la ciudad (zona 16) y fue construida en 1938. Diseñada para tratar 18 000 metros cúbicos por día pero en 1958, ésta fue ampliada para producir 45 000 metros cúbicos por día, con un nuevo canal de mezcla, dos sedimentadores en paralelo que representan un volumen total de 14 175 metros cúbicos, así mismo, se incluyen 10 divisiones de filtros a presión y el tanque de distribución de Acatán. Esta planta de tratamiento abastece a las zonas 1, 4, 5, 9, 10 y 16.

Figura 8. **Planta de tratamiento de agua potable Santa Luisa**



Fuente: Google Earth. N14,62041°, W90,469518°. Consulta: 06 de junio de 2012.

Figura 9. **Entrada principal planta Santa Luisa en zona 16**



Fuente: Planta Santa Luisa, noviembre 2011.

El terremoto de 1976 destruyó más de la mitad del depósito y hasta el año siguiente fue parcialmente rehabilitado. Se añadió un depósito de sedimentación de tipo placa oscilante inclinada en 1978. El sistema de tratamiento de agua emplea un depósito de formación de flóculos de tipo flujo circulante, un depósito de sedimentación por coágulos de tipo flujo lateral y un tanque de filtrado por presión. La capacidad de procesamiento, según las especificaciones del diseño fue de 40 000 metros cúbicos al día de acuerdo a los datos estadísticos registrados desde 1986 hasta julio de 1993, el volumen procesado diario fue de 26 130 metros cúbicos al día, es decir, un 65 por ciento del valor estimado.

Sin embargo, durante los últimos años la planta de tratamiento Santa Luisa, empezó a sufrir serios deterioros en sus instalaciones, así como en el equipo mecánico y eléctrico, situación debida al tiempo de operación, altas

turbiedades en invierno y falta de mantenimiento preventivo y correctivo, causando problemas en los distintos procesos de tratamiento, disminuyendo en gran porcentaje la calidad y producción de agua.

Debido a ello EMPAGUA realizó un estudio profundo de la situación de la planta, para encontrar las vías de funcionamiento internacional que pudieran dar solución al problema. El Gobierno de Japón brindó la ayuda económica, para la rehabilitación de dicha planta. Ésta se inicio en 1997.

Las fuentes que abastecen a la planta son:

- Acatán: presa derivadora de caudal, que reúne varias fuentes de pequeños ríos aproximadamente distantes, 7 kilómetros. Llegando a Santa Luisa por dos conductos 16 y 12 pulgadas de diámetro.
- Teocinte I y II: presa de embalse que reúne las aguas de los ríos: La Manguita; Montecristo; Agua Viva; San Antonio y la Piedrona, San José Pinula, a 14,2 kilómetros. Al este de Santa Luisa, la presa permanece tapada casi en un 80 por ciento. Los caudales que circulan han disminuido considerablemente por causa del estado actual de las tuberías. El agua tiene una turbiedad a veces elevada, especialmente en invierno y en estas condiciones se obliga a reducir el caudal de la planta.
- Canalitos: el agua está muy contaminada por desperdicios de basura y por afluente de aguas negras que se descargan sobre el río Canalitos, aguas arriba de la toma. Por lo que está desechada como fuente de agua superficial, en la actualidad bombea el caudal de un pozo ubicado dentro de sus instalaciones, obteniéndose una producción de 30 litros por segundo.

Un alto porcentaje del agua suministrada se pierde en los sistemas de distribución que son muy antiguos, incluyendo pérdidas debido al robo. Nunca ha ocurrido racionamiento de agua, pero el sistema tiene sus pausas para permitir que las cantidades necesarias se recarguen para obtener la presión de distribución que se necesita; esto generalmente ocurre durante los meses de marzo y abril, que es la estación seca.

4.1.1.1. Unidades de la planta

El proceso de potabilización en la planta de tratamiento Santa Luisa, es de tipo convencional; emplea dosificación de químicos, floculación, sedimentación, filtración y la desinfección del agua. Las unidades de la planta son las siguientes:

- Vertederos
- Dosificadores de químicos
- Sistema de floculación
- Sistema de sedimentación
- Sistema de filtración
- Tanques de distribución

4.1.2. Pozos existentes en la zona 16

La Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA) proporcionó datos acerca de la localización de la planta de tratamiento y pozos perforados que existen en la zona 16 que son administrados por esta entidad, así como la producción diaria de los mismos. La producción de éstos varía mensualmente debido a las necesidades que tenga la población abastecida y el uso que se le da al agua. A continuación, en la tabla III, se presentan los siguientes datos.

Tabla III. **Planta de tratamiento y pozos en la zona 16**

Planta de Tratamiento y Pozo Santa Luisa	
Ubicación:	4ª calle final y 15 avenida final, Acatán, zona 16
Producción:	29 808 metros cúbicos al día
Área de Influencia: parte zona 1, 4, 5 parte zonas 9, 10, Lourdes zona 16	
Pozo H-1	
Ubicación:	Área Forestal No. 5 adyacente a laguna artificial, Kanajuyú, z. 16
Producción:	864 metros cúbicos al día
Su caudal descarga directamente al Tanque Acatán zona 16	
Pozo H-2	
Ubicación:	Sector La Cuchilla, Camino Principal, lote 194 Kanajuyú zona 16
Producción:	1742 metros cúbicos al día
Su caudal descarga en el Tanque del Pozo H-3 zona 16	
Pozo H-3	
Ubicación:	Área verde, Camino principal final Las Delicias, Kanajuyú, z. 16
Producción:	1655 metros cúbicos al día
Los caudales de los pozos H-2 y H-3 descargan en el tanque San Gaspar, zona 16.	
Pozo San Gaspar	
Ubicación:	Aldea San Gaspar zona 16
Producción:	1200,24 metros cúbicos al día
El caudal del pozo descarga en el tanque San Gaspar, zona 16	
Pozo Concepción Las Lomas	
Ubicación:	7ma. Calle 2-00 esq. Zona 16 colonia Las Lomas
Producción:	689 metros cúbicos al día
Pozo R-2	
Ubicación:	Paso Desnivel Rafael Landívar, frente Col. Camposeco z.16 Concep. Lomas
Producción:	250,52 metros cúbicos al día
Pozo IPM	
Ubicación:	Lote 1 Mz. 53 Lotificación Hacienda Real (z.17) z. 16
Producción:	2012.91 metros cúbicos al día
Pozo C-6	
Ubicación:	Boulevard Arriate Central 22 av. "A" entre 25 calle A y 26. Puerta Hierro z.16
Producción:	Durante el 2012 no ha producido; tenía una producción de 2618 m ³ al día
Pozo C-7	
Ubicación:	Boulevard Arriate Central y 22 av."A" zona 17 Hacienda Real
Producción:	1009 metros cúbicos al día
Pozo C-8	
Ubicación:	Lote Q-2, Mz Q, Lotificación Puerta de Hierro
Producción:	1513 metros cúbicos al día
Pozo C-9	
Ubicación:	21 Av "A" lote 34 mz Q., Lotificación Puerta de Hierro
Producción:	1993,74 metros cúbicos al día
Pozo H-7	
Ubicación:	Lote 40 MZ 22 Lotificación Hacienda Real
Producción:	841 metros cúbicos al día
Pozo C-10	
Ubicación:	Rotonda Ingreso Lotificación Hacienda Real zona 16
Producción:	902 metros cúbicos al día

Fuente: EMPAGUA. Consulta: 13 de junio de 2012.

En el anexo 2 se encuentran las tablas de producción mensual y anual que hubo en los pozos de la tabla III para el 2009, 2010, 2011 y hasta abril del 2012. Además de los pozos, existe el tanque y estación de bombeo San Gaspar ubicado en la aldea del mismo nombre. Éste recibe los caudales de los pozos H-2, H-3 y San Gaspar y abastece a la aldea San Gaspar; el excedente de caudal va al Tanque Acactán, en la misma zona.

4.2. Datos obtenidos de las empresas encargadas de abastecer agua potable a la zona 16

La información de referencia para realizar la evaluación del consumo de agua, es la obtenida de las empresas distribuidoras del agua potable. El consumo registrado en empresas públicas, privadas y/o asociaciones de vecinos se utiliza para comparar los datos obtenidos de la encuesta.

4.2.1. EMPAGUA

EMPAGUA proveyó los datos de consumo de agua en zona 16 como se muestra en la tabla IV. Para los datos obtenidos de EMPAGUA se debe hacer la observación, que el número de usuarios que existen en la zona 16 actualmente es mayor, debido a que en el 2010 se realizó, por parte de la Municipalidad de Guatemala, un cambio en la delimitación de las zonas 16 y 17, aumentando el número de predios localizados en la zona 16.

El registro que lleva EMPAGUA acerca de los clientes y sus contadores, cambian únicamente si el vecino registra nuevamente su vivienda y realiza la actualización de domicilio. La mayoría de los vecinos no saben que actualmente residen en la zona 16 y los que sí tienen conocimiento del cambio, no realizaron dicha actualización.

Tabla IV. **Usuarios y metros cúbicos de agua consumidos en la zona 16 de enero 2008 a diciembre de 2011**

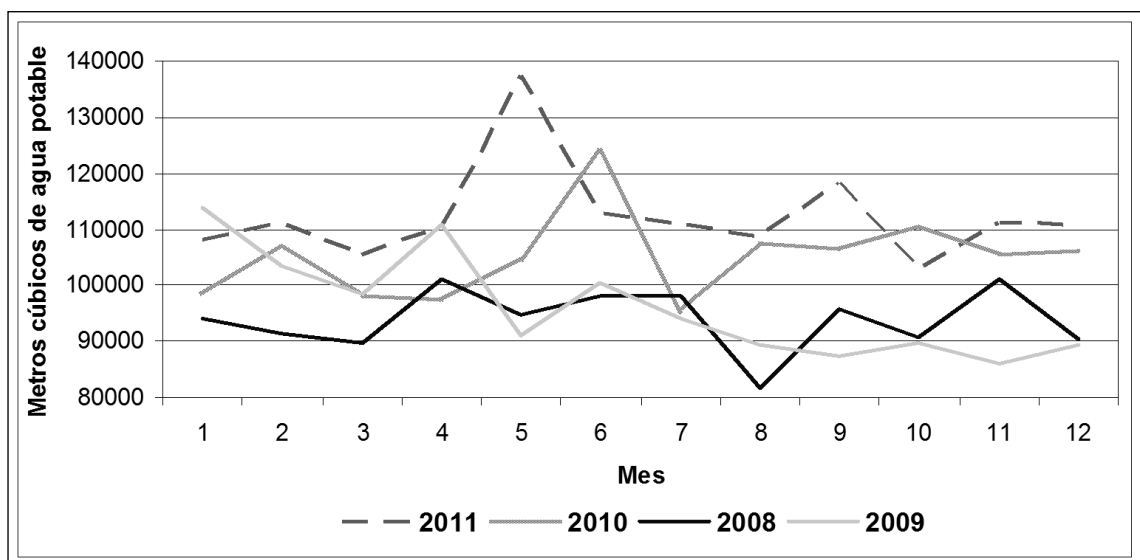
Año	Mes	Cantidad de Metros Cúbicos Consumidos	Cantidad de Usuarios	Año	Mes	Cantidad de Metros Cúbicos Consumidos	Cantidad de Usuarios
2008	1	94139	2395	2010	1	98528	2698
	2	91485	2401		2	107221	2710
	3	89811	2402		3	98058	2713
	4	101149	2404		4	97320	2719
	5	94601	2409		5	104747	2749
	6	98174	2412		6	123458	2754
	7	97971	2417		7	95349	2752
	8	81644	2435		8	107544	2769
	9	95638	2442		9	106379	2782
	10	90583	2451		10	110535	2816
	11	101177	2476		11	105326	2828
	12	90329	2476		12	106091	2841
2009	1	113814	2482	2011	1	108025	2853
	2	103372	2487		2	111026	2771
	3	98452	2487		3	105380	2788
	4	110681	2487		4	110388	2804
	5	90900	2494		5	137222	2815
	6	100428	2506		6	112947	2885
	7	94196	2515		7	110914	2895
	8	89347	2537		8	108804	2908
	9	87363	2679		9	118355	2935
	10	89794	2681		10	102732	2936
	11	86135	2698		11	111048	2945
	12	89396	2698		12	110890	2956

Fuente: EMPAGUA. Unidad de Información de la Municipalidad de Guatemala.

Resulta complicado determinar el número de usuarios que actualmente pertenecen a la zona 16, pues habría que revisar una a una las direcciones de cada uno. EMPAGUA no entrega ese tipo de información, únicamente consumos totales y cantidad de usuarios registrados en la zona que se esté analizando. En la tabla IV se incluyen los datos de metros cúbicos totales de agua consumidos mensualmente y además el número de usuarios que existen registrados en la zona 16 capitalina que realizan el consumo especificado. El mes 1 es enero y así sucesivamente hasta llegar a diciembre que es el mes 12.

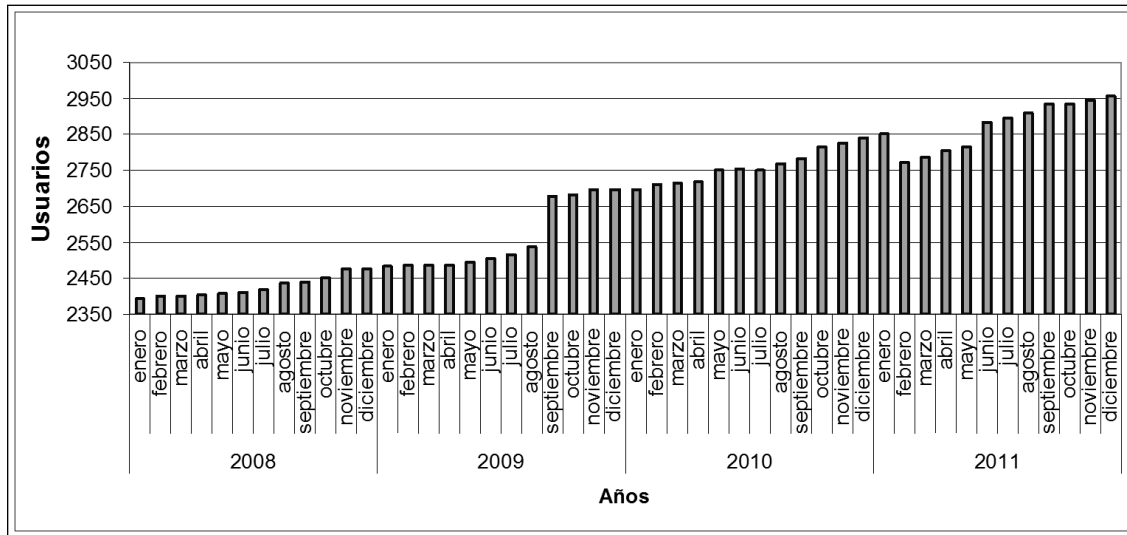
A continuación se presentan gráficas del consumo relacionadas con la tabla IV. Se identifican curvas individuales para cada uno de los años de los cuales se solicitó la información a EMPAGUA. Como se observa en la figura 10 el consumo de agua durante cada año fue aumentando. En la figura 11 se observa la cantidad de usuarios que EMPAGUA registró mensualmente desde el 2008.

Figura 10. **Consumo mensual total en metros cúbicos en la zona 16 durante el 2008 al 2011**



Fuente: elaboración propia con base a datos provistos por EMPAGUA.

Figura 11. **Cantidad de usuarios mensuales registrados en EMPAGUA desde enero de 2008 hasta diciembre de 2011 en la zona 16**



Fuente: elaboración propia con base a datos provistos por EMPAGUA.

Como se observa en la figura 11, únicamente entre los meses enero y febrero de 2011 se dio una disminución en la cantidad de usuarios. Pasó de 2853 a 2771 usuarios registrados.

4.2.2. Residencial Santa Amelia V

Del segmento de consumidores de agua potable del tipo residencial, se obtuvieron los datos de consumo de Residenciales Santa Amelia V. Los datos mostrados a continuación, son los registrados por la administración para los meses de marzo del 2011 y febrero del 2012. En la tabla V se colocó la diferencia de las lecturas realizadas en cada uno de los contadores del residencial, en el cual existen 80 unidades de vivienda.

Tabla V. **Consumo en metros cúbicos en Residenciales Santa Amelia V**

CASA #	Febrero 2012	Marzo 2011	CASA #	Febrero 2012	Marzo 2011	CASA #	Febrero 2012	Marzo 2011
1	24,6	29,9	28	13,5	29	54	25,9	25,8
2	17,8	18,6	29	23,5	22	55	28,8	30,1
3	4,7	21,1	30	20	18,6	56	23,1	30,8
4	16,6	15,5	31	10,4	7	57	24,1	6,3
5	14,3	12,7	32	15,7	7,7	58	27,1	27,3
6	19	39,8	33	30,2	26,4	59	23,9	35,1
7	10,8	11,8	34	18,3	13,8	60	3,7	8,2
8	13	14,1	35	20,4	18,3	61	1,3	0,1
9	21	22,1	36	11,4	11,4	62	34,7	43,3
10	9,6	9,1	37	38,8	11,6	63	55,7	58,5
11	20,4	29	38	15,8	12,5	64	55,7	52,7
12	36,1	21,4	39	20	1,9	65	14,8	0,1
13	9,3	6,2	40	19,9	14,2	66	12,4	7,5
14	15,1	15,4	41	9,7	11,7	67	18,3	16,3
15	13,1	11,5	42	16,3	20,4	68	16,7	5,7
16	15,2	16,5	43	16,2	15,1	69	20,3	9,3
17	23,3	26,6	44	18,9	23,9	70	30,4	31,7
18	27,6	23	45	24,8	25	71	43,9	43,7
19	38,7	36,7	46	12,5	10,8	72	12,2	18,9
20	17,2	36,4	47	17,2	21,2	73	12,9	21,7
21	12	10,8	48	15,7	12,2	74	6,7	9,4
22	36,3	28	49	16,6	12,2	75	8,6	6,5
23	14,7	12,5	50	31,4	27,8	76	19,6	20,6
24	20,2	18,2	51	1,2	0,7	77	9	18
25	18,3	16,9	52	19	12,5	78	30,1	3,2
26	3,6	5,6	52	19	12,5	79	13,1	18
27	4	3,7	53	8,3	21,9	80	32,1	35,1

Fuente: Asociación de Vecinos de Residenciales de Santa Amelia V.

4.2.3. Lotificación La Montaña

También se consiguieron los consumos mensuales de agua en metros cúbicos para la lotificación La Montaña que se muestran en la tabla VI, tomando en cuenta que en ésta existen aproximadamente 500 unidades de vivienda o usuarios. El número exacto de usuarios o unidades de vivienda que había en cada uno de los años no fue provisto, pero se indicó que el número oscila entre esas unidades.

Tabla VI. **Consumo total de agua potable en lotificación La Montaña en metros cúbicos**

MES	2009	2010	2011	2012
Enero	19427	16537	17632	18705
Febrero	16618	17705	19820	19903
Marzo	18450	17638	19025	18175
Abril	20574	18631	18520	17186
Mayo	18262	16374	17009	15861
Junio	15868	17154	17685	-
Julio	16529	16579	16581	-
Agosto	16674	16240	17223	-
Septiembre	16470	16848	16360	-
Octubre	16246	17035	14954	-
Noviembre	16115	16753	19018	-
Diciembre	15347	16832	18615	-

Fuente: AVELMO. Administrador de la Asociación de Vecinos de La Montaña Ing. Max Hoegg.

4.3. Resultados obtenidos de la encuesta

Los resultados de la encuesta permitieron aproximar el consumo de los usuarios del servicio de agua potable. Se definieron los usos que se le dan al agua potable y se determinó la ubicación de algunos pozos privados en la zona.

4.3.1. Muestra para la encuesta

La muestra calculada para realizar la encuesta que aparece en la tabla VII, fue menor al número de encuestados reales. En muchos casos se encontraron problemas, ya que algunos de los comercios que aparecen en el directorio, alquilan el local y no tienen un registro de consumo de agua propio. El dueño del local que les provee de servicio sí tiene el registro, pero esta persona reside en el mismo predio y el consumo se cataloga como residencial.

Tabla VII. **Población y muestra para encuesta de consumo en zona 16**

Tipo de Usuario	Población	Muestra
Comercios de 1-5 trabajadores	505	19
Comercios de 6-9 trabajadores	12	8
Comercios 10-19 trabajadores	3	3
Comercios 50 - 99 trabajadores	1	1
Comercios >100 trabajadores	1	1
Usuarios, EMPAGUA	2956	20
Predios	13 977	20
TOTAL		71

Fuente: Directorio Nacional de Empresas y sus Locales 2008, comercios en zona 16; EMPAGUA, usuarios durante diciembre 2011; Dirección de Planificación Urbana, Municipalidad de Guatemala.

4.3.2. Resultados de encuesta

Para analizar los datos obtenidos de la encuesta se separaron los resultados en cuatro tipos de consumo. Se dividió en consumo residencial y consumo comercial. En la zona 16 no se encontró ninguna industria, así que el consumo comercial se integra con los consumos de centros comerciales, comercios pequeños y también los colegios privados y universidades que se encuentran en dicha zona.

Las otras categorías son los usuarios de EMPAGUA y los que reciben servicio de agua potable de parte de empresas privadas, asociaciones de vecinos o cuentan con pozo propio. Para algunos comercios se hará la distinción y separación de resultados pues, hay un club ecuestre, varios colegios y universidades privadas, las cuales hacen que el promedio de consumo de la encuesta se eleve y de un valor que no se puede comparar con otros comercios.

La encuesta que se realizó en la zona 16 se puede ver en el apéndice 1. Ahí se encuentran cada una de las preguntas que se realizaron a las viviendas, comercios, residenciales, establecimientos, instituciones, etc. Debido a que en muchas residencias y comercios no sabían el dato exacto en metros cúbicos, pero si conocen cuanto pagan mensualmente, se puede aproximar el consumo que tienen, con base a la tarifa de EMPAGUA presentada en la tabla VIII.

Tabla VIII. **Precio del servicio de agua por rangos de consumo**

Rango de consumo por metro cúbico	Precio del metro cúbico (No incluye IVA)	(+) Alcantarillado sobre total de consumo	(+) CARGO FIJO (No incluye IVA)
1 a 20	Q1,88	20%	Q21,00
21 a 40	Q2,95	20%	Q21,00
41 a 60	Q3,75	20%	Q21,00
61 a 120	Q7,51	20%	Q21,00
121 a más	Q9,39	20%	Q21,00

Fuente: EMPAGUA. Coordinación de Área de Facturación y Lecturas. Junio 2012.

A continuación se presentan los datos obtenidos de la encuesta realizada en las diferentes residencias, comerciales, instituciones, centros educativos, hospital y demás lugares encuestados, para cada una de las preguntas que conformaron la encuesta. El análisis estadístico de dichos datos se encuentra en el capítulo cinco de este trabajo de graduación.

La primera pregunta de la encuesta determinó qué tipo de consumo tiene en el inmueble consultado. Los datos obtenidos para esta pregunta fueron los que muestran la tabla IX, en la cual el número en la tabla, representa el número de resultados obtenidos de las 86 boletas de encuesta realizadas.

Tabla IX. **¿Qué tipo de consumo realiza?**

Tipo de Consumo	Resultados
Residencial	65%
Comercial	28%
Educación	6%
Hospital	1%

Fuente: elaboración propia.

A partir de esta pregunta todos los establecimientos ya sean educativos, centros de salud o de cualquier otra actividad lucrativa o comercial se consideraron como comercio, no importando la magnitud o consumo de agua que tenga. De este modo en la tabla X se presenta la siguiente pregunta de la encuesta en la cual se define si los cuestionados cuentan con servicio de agua potable o no.

Tabla X. **Pregunta 2: ¿Cuenta con servicio de agua potable?**

	Residencial	Comercial
Si	65%	34%
No	0	1%

Fuente: elaboración propia.

En los datos obtenidos únicamente un complejo comercial que consta de varias bodegas en la aldea Las Vacas, es el único comercio que no cuenta con servicio de agua potable y para abastecerse de ésta, la adquiere por medio de una empresa, la cual no se determinó, que a través de camiones cisterna transporta el agua. De acuerdo a la administración del complejo, se solicitan, en promedio, 10 pipas de agua al mes. Aproximadamente uno de estos camiones tiene capacidad para transportar 3 000 galones de agua.

Seguidamente se determinó de qué forma se les presta el servicio a los usuarios; si por medio de una empresa municipal, alguna empresa privada o si cuentan con un pozo propio que los abastezca. A continuación en la tabla XI se presentan los resultados de dicha pregunta.

Tabla XI. **Tipo de servicio de agua potable**

Tipo de Consumo	Residencial	Comercial
Público	36%	21%
Privado	21%	2%
Público y Propio	1%	2%
Propio	8%	9%

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se presentan algunas de las empresas o asociaciones de vecinos de las colonias que prestan el servicio de agua potable a los vecinos.

Tabla XII. **¿Qué empresa le presta el servicio de agua potable?**

Empresa	Residencial	Comercial
EMPAGUA	41%	24%
COVIMED	1%	0%
Hidrosoluciones	5%	0%
SERPRISA	4%	0%
Agua Santa Amelia	4%	1%
AVELMO	1%	0%
DICSA	1%	0%
Otro	17%	1%

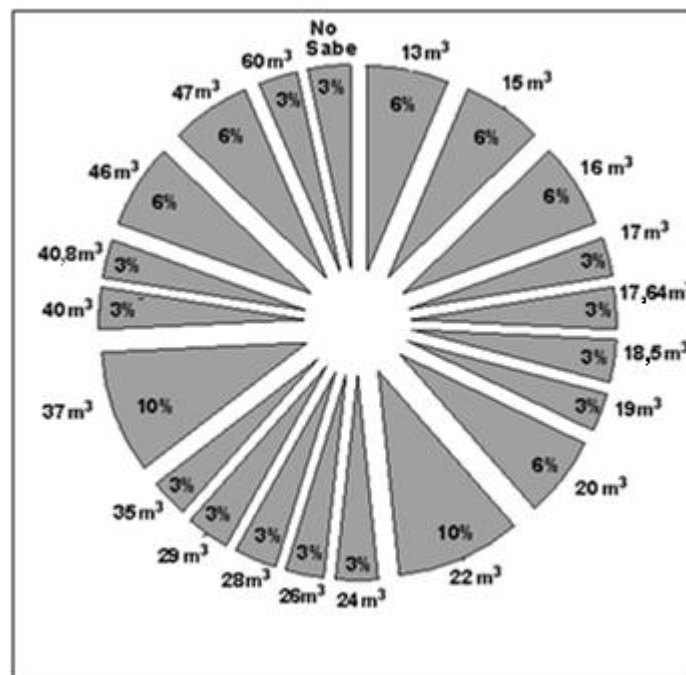
Fuente: elaboración propia.

A continuación se presentan los datos de consumo que se obtuvieron en la encuesta. Se debe hacer la salvedad que se dividieron los resultados dependiendo del tipo de consumo y de la forma de suministro, si fuera público o privado.

- Datos residencial EMPAGUA

En la figura 12 se observan los diferentes consumos que las personas dijeron tener; se tienen las cantidades en metros cúbicos y el porcentaje de usuarios que reportaron el mismo consumo en el segmento que se está analizando.

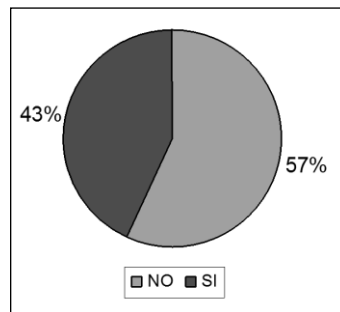
Figura 12. **Consumo promedio de agua en metros cúbicos para el segmento residencial EMPAGUA**



Fuente: elaboración propia.

Solamente uno de los encuestados reportó cierta interrupción en el servicio de agua por las noches. De lo contrario ningún otro encuestado tiene problemas con agua o que no reciba las 24 horas, los siete días de la semana. El problema en algunos casos es que no tenían consigo el recibo de agua y no sabían cuánta agua consumen en promedio, pero algunos tenían en mente el dato de cuánto dinero pagan mensualmente. Conociendo las tarifas que cobra EMPAGUA por metro cúbico de agua que se encuentran en la tabla VIII, se hizo una relación y se aproximó el consumo. Acerca de los tanques cisterna, la encuesta mostró los resultados que se presentan en la figura 13 y la tabla XIII.

Figura 13. **Residencias que cuentan con tanque cisterna**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Volúmenes de cisternas**

Volúmenes
300 m ³ (para 81 casas)
5 m ³
0,4 m ³
2 m ³
6 m ³
450 gal.

Fuente: elaboración propia.

Otros resultados de la encuesta para el segmento residencial-EMPAGUA son:

- El promedio de personas a las que el agua abastece en cada vivienda es de cinco habitantes.
- El 17 por ciento de las residencias respondieron que el alcantarillado al que drenan las aguas negras es privado. En cambio 83 por ciento utiliza el alcantarillado de EMPAGUA para drenaje.
- En cuanto a basura y desechos sólidos el 39 por ciento de los encuestados paga un servicio privado de recolección de basura y el 61 por ciento utiliza el servicio ofrecido por la municipalidad para desechar los desperdicios sólidos que generan.

En una de las residencias en el sector de Kanajuyú que fue encuestada, se informó que hasta recientemente habían iniciado a conectar a muchos de lotes al servicio de EMPAGUA, pues por motivos de perforación de varios pozos de la empresa municipal, el pozo que los abastecía, se contaminó, viéndose en la obligación de abastecerse por el medio municipal. Fue informado que algunas casas del sector aún mantenían el problema de no contar con servicio de agua potable y debían comprar agua transportada por medio de camiones para satisfacer sus necesidades.

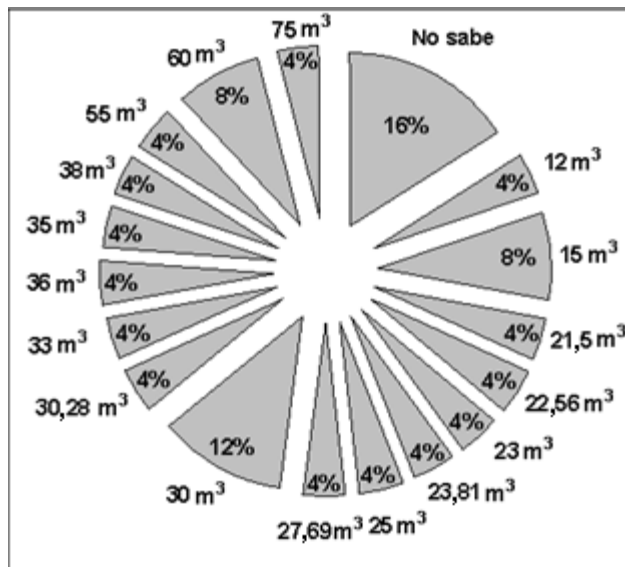
- Residencial – agua propia

Para este segmento de consumo varían las condiciones, pues muchas de estas colonias y condominios no permiten el ingreso para encuestar a las

viviendas y únicamente hablando con el administrador o presidente del comité de vecinos se logró obtener la información. Para este nuevo análisis se obtuvieron consumos totales mensuales por condominio y un número definido de casas. Con estas cantidades es posible aproximar un consumo por vivienda.

De los 25 encuestados, 15 son consumos de viviendas que reciben el servicio por parte de una empresa privada o asociación de la colonia, las otras 10 son de administradores de colonias los cuales ofrecieron los datos de consumo total y número de unidades de vivienda o usuarios. Algunos administradores no tenían el dato del consumo o no quisieron darlo por motivos administrativos. En la figura 14 se tienen la cantidad de agua consumida en metros cúbicos y el porcentaje de usuarios que reportaron la misma cantidad de consumo en el segmento que se esté analizando.

Figura 14. **Consumo promedio de agua en metros cúbicos en colonias privadas**



Fuente: elaboración propia.

Acerca de los tanques cisterna, la encuesta mostró que en todos los condominios que cuentan con pozo propio se tienen tanques de almacenamiento y en algunos casos, tanques elevados de distribución por gravedad. Los tamaños de tanques encontrados en la encuesta son los que se muestran en la tabla XIV. De las residencias individuales encuestadas únicamente dos cuentan con cisterna propia y cuatro no tienen. Los dos tanques tienen cuatro y diez metros cúbicos de capacidad.

Tabla XIV. **Volúmenes de cisternas en condominios**

Volumen (m³)	Unidades
160	150 casas
180	205 apartamentos
1140	125 casas
240; 150	500 casas
70	94 apartamentos
150	80 casas
200	133 casas

Fuente: elaboración propia.

Otros resultados de la encuesta para el segmento Residencial-Agua Privada son:

- El promedio de personas a las que el agua abastece en cada vivienda es de cinco habitantes.
- En el 16 por ciento de los condominios respondió que el alcantarillado al que drena las aguas negras es municipal, 8 por ciento cuenta con un alcantarillado privado dentro de la colonia que desfoga en un colector municipal luego de ser desaguado a

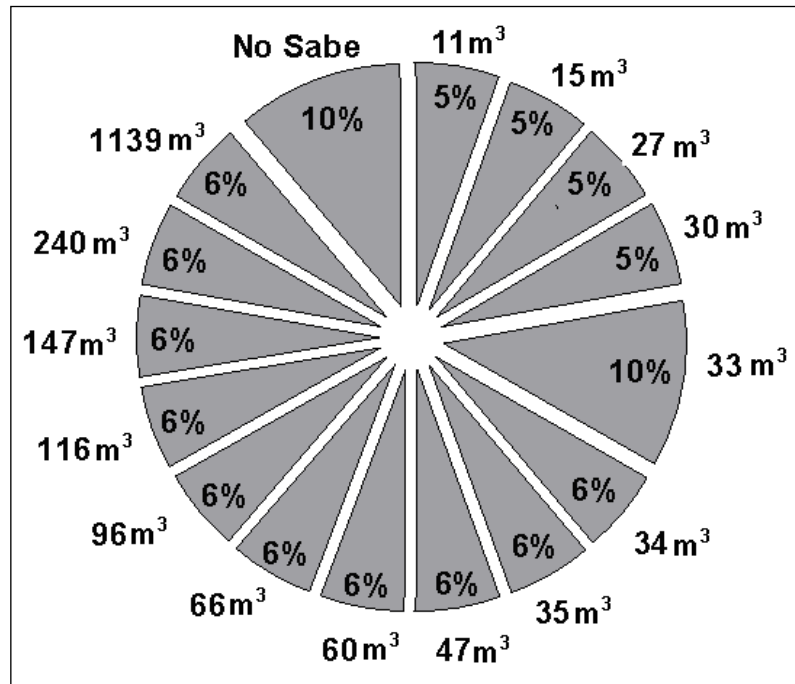
algún río de aguas negras y el 72 por ciento cuenta con un alcantarillado privado y algunos cuentan con una planta de tratamiento propia. Solamente el 4 por ciento de las residencias encuestadas cuenta con una fosa séptica.

- En cuanto a basura y desechos sólidos el 44 por ciento de los encuestados paga un servicio privado de recolección de basura y el 56 por ciento utiliza el servicio ofrecido por la municipalidad para desechar los desperdicios sólidos que generan.
- Comercial – EMPAGUA

Se realizó la encuesta a diversos comercios, al colegio Verbo y Universidad Panamericana y al Club Ecuestre Vista Hermosa. Para los establecimientos comerciales pequeños se observó que la mayoría no tiene en cuenta la cantidad de metros cúbicos que consumen de agua potable, pero sí tenían noción de cuanto pagan al mes por dicho servicio. Se realizó una relación con los precios que tiene EMPAGUA de tarifa, para poder determinar aproximadamente el consumo de agua con base a lo que los usuarios pagan mensualmente.

A continuación, en la figura 15, se presentan los resultados respecto al consumo en metros cúbicos y qué porcentaje de la muestra consume ese volumen de agua potable. Acerca de los tanques cisterna, la encuesta demostró que únicamente seis de los comercios encuestados tienen tanques, entre ellos las capacidades de 2, 8 y 25 metros cúbicos.

Figura 15. Consumo promedio de agua en metros cúbicos en comercios pequeños, club ecuestre, colegio Verbo y una lavandería grande



Fuente: elaboración propia.

Otros resultados de la encuesta para el segmento Comercial-EMPAGUA son:

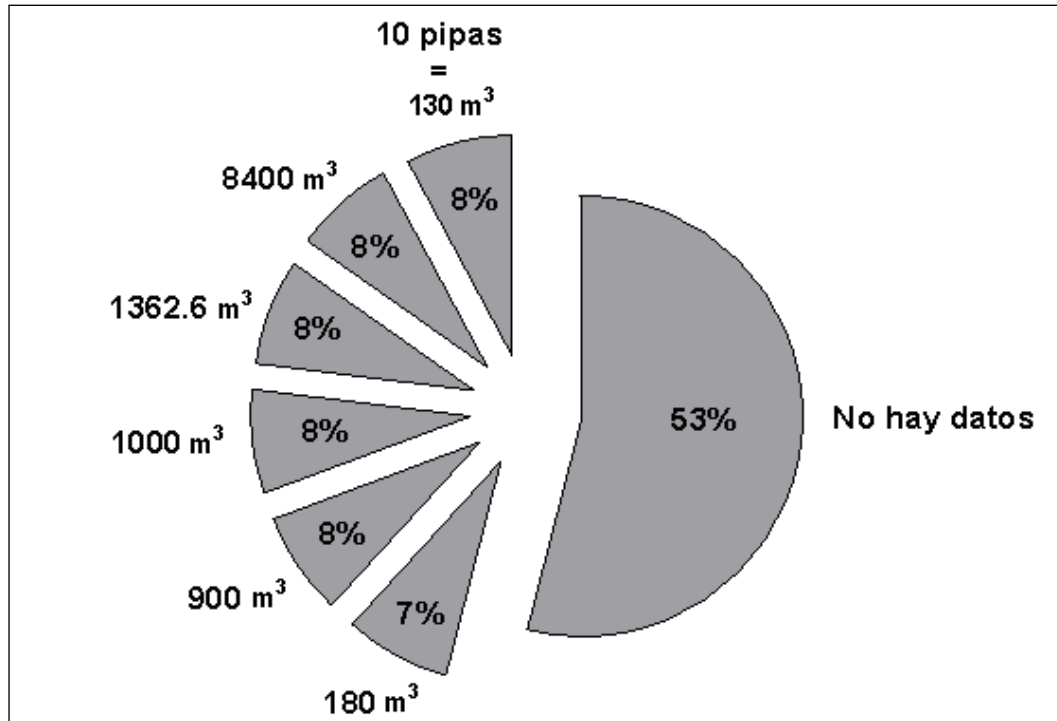
- La cantidad de personas que sean abastecidas dependerá totalmente del tipo de comercio. El colegio tiene 3 000 personas aproximadamente ya que también está la universidad Panamericana en el mismo lugar y el club ecuestre mantiene 38 personas, 108 caballos y los miembros del club que llegan a diario en diferentes cantidades.

- En todos los establecimientos encuestados, diecisiete respondieron que el alcantarillado al que drenan las aguas negras es municipal. Dos cuentan con pozos ciegos para el desfogue y uno realiza el drenaje a flor de tierra.
 - En cuanto a basura y desechos sólidos el 39 por ciento de los encuestados paga y utiliza el servicio municipal de recolección de basura y el 61 por ciento utiliza un servicio privado de recolección.
- Comercial – agua privada

En este segmento de comerciales debe hacerse la aclaración, que se incluyen los centros comerciales, centros educativos privados, el Hospital Militar y dos parques recreativos. Las dificultades que se presentaron con este segmento es que la gran mayoría no cuenta con un medidor o contador en el pozo. Tampoco se tienen mediciones en los locales, en el caso de centros comerciales. A los inquilinos se les cobra una cuota por mantenimiento que incluye servicios de luz, agua y conserjería, entre otros.

Entre los comerciales que se abastecen con agua privada, se encontró que un complejo de bodegas ubicado en la colonia Las Vacas, no cuenta con servicio de agua potable y se abastece comprando pipas de agua mensualmente lo que equivale aproximadamente a 130 metros cúbicos de agua al mes para proveer a las 8 bodegas. En la siguiente página se observan los consumos de agua encontrados con la encuesta a los establecimientos comerciales.

Figura 16. Consumo de agua en metros cúbicos en comerciales con agua propia



Fuente: elaboración propia.

En la figura 16 se muestra la cantidad de agua consumida mensualmente en metros cúbicos y el porcentaje de usuarios que reportó el mismo consumo en el segmento analizado. Acerca de los tanques cisterna, la encuesta mostró que únicamente dos de los establecimientos no cuentan con tanque cisterna para almacenar agua potable. Los tamaños de tanques encontrados en la encuesta son los que se muestran en la tabla XV.

Tabla XV. **Volúmenes de cisternas en comercios con agua privada o propia y sus unidades abastecidas**

Volumen (m³)	Unidades Abastecidas
400	37 locales
200 y 400	2500 personas
15	24 locales
210	67 locales
30;63	2000 personas

Fuente: elaboración propia.

Otros resultados de la encuesta para el segmento Comercial-Agua Privada son:

- El promedio de personas a las que el agua abastece en cada comercial en este caso variará dependiendo de la cantidad de empleados que tiene cada local en cada uno de los comerciales.
- En cinco establecimientos respondieron que el alcantarillado al que drenan las aguas negras es privado. Cuatro de los establecimientos comerciales cuentan con alcantarillado municipal. Un comercial utiliza una fosa séptica para darle un tratamiento mínimo a sus aguas negras y dos establecimientos drenan el agua a flor de tierra.
- En cuanto a basura y desechos sólidos el 42 por ciento de los encuestados pagan un servicio municipal de recolección de basura y el 58 por ciento utiliza el servicio ofrecido por alguna empresa privada para desechar los desperdicios sólidos que generan.

4.3.3. Pozos privados encontrados a través de la encuesta

En la tabla XVI se presentan los pozos encontrados con información de la encuesta; si hay más de un pozo; profundidades y caudales, si es que se tuviera esa información .

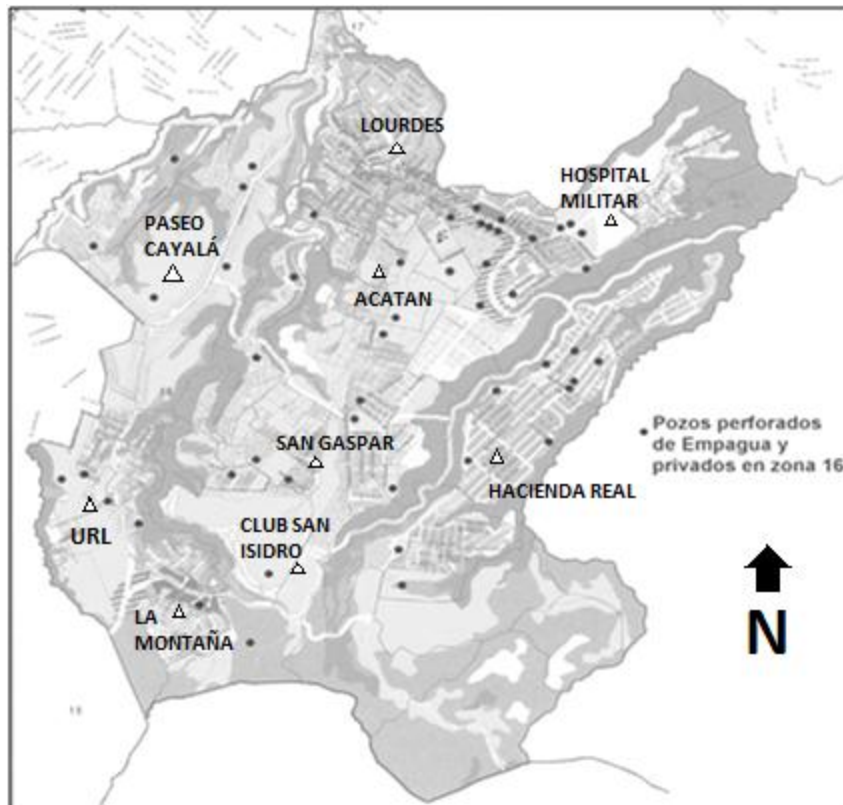
Tabla XVI. Pozos privados ubicados en la zona 16

Ubicación	Cantidad	Profundidad (m)	Caudal
Villas de Cantabria I	1	-	-
Valles de Acatán	1	145	-
Refugio de Lourdes	1	-	-
Plaza Santa Amelia, Santa	1	365	-
Santa Amelia III, IV, V	1	488	-
Paseo San Isidro (Comercial)	1	274	-
Colegio Sagrado Corazón	8	35;50;60;70	-
Colegio Suizo	1	30	-
Ensenada de San Isidro	1	304	66 gal/min
Alameda de San Isidro	1	366	1300
Villas de San Isidro	1	267	106 gal/min
Altos de San Gaspar	2	60, 70	-
Altabosque	1	-	7 gal/min
Portal de San Isidro I y II	1	-	-
La Montaña	1	183	130 gal/min
Club San Isidro	1	-	-
IAG/COVI	1	100	-
URL	1	150	-
Comercial y Residencial Fátima	1	215	90 gal/min
San Fernando (Comercial)	1	100	-
Las Fuentes I y II	2	-	-
Jardines de San Isidro	1	-	-
Campos de San Isidro	1	-	-
Terrazas de San Gaspar	1	-	-
Hospital Militar	3	290; 225; 220	200 gal/min
Montesolar	1	-	-
Finca San Isidro	1	-	-
Paseo Cayalá	?	-	-
Encinos de Cayalá	1	-	-
Altos de La Montaña	1	116	108 gal/min
Parque Cayalá	2	12; 15	-
Parque Jacarandas de Cayalá	1	-	-
Kanajuyú	2	-	-
Las Cumbres (Santa Catarina	1	243	-

Fuente: elaboración propia.

En la figura 17 se observa la ubicación aproximada de los pozos encontrados por medio de la encuesta.

Figura 17. **Ubicación aproximada de pozos perforados en la zona 16**



Fuente: elaboración propia de encuesta, visitas e información de EMPAGUA.

5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 16 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

5.1. Análisis de datos obtenidos de las empresas distribuidoras

De los datos obtenidos acerca del consumo de agua, tanto en la investigación a las empresas distribuidoras como en la encuesta realizada, se hizo un análisis estadístico para poder realizar una comparación entre los datos que se registran en las empresas y los datos que los usuarios proveyeron y así poder determinar si existe alguna diferencia entre lo que se distribuye y lo que realmente se consume.

Los parámetros estadísticos investigados que se utilizaron para realizar el análisis descriptivo de los datos de consumo de agua para cada uno de los sectores fueron las medidas de tendencia central: media, mediana moda también varianza, desviación estándar el percentil 10 y el percentil 90.

Las medidas de centralización dan un centro de la distribución de frecuencias, valor que puede ser tomado como representativo de todos los datos. Hay diferentes formas para determinar el centro de las observaciones en una serie de datos. La media aritmética o media es el promedio aritmético de las observaciones, es decir, el cociente entre la suma de todos los datos y el número de datos existentes.

La mediana es el valor que separa por la mitad las observaciones ordenadas de menor a mayor, de tal forma que el la mitad de éstas son menores que la mediana y el otro 50 por ciento son mayores. Si el número de datos es impar la mediana será el valor central, si es par se toma como mediana la media aritmética de los dos valores centrales. Finalmente la moda es el valor de la variable que se repite más veces y no tiene por qué ser única.

Los cuantiles son valores de la distribución que la dividen en partes iguales, es decir, en intervalos que comprenden el mismo número de valores. Los más frecuentemente utilizados son los cuartiles, los deciles y los percentiles. Éstos últimos son 100 valores que dividen en cien partes iguales el conjunto de datos ordenados. Por ejemplo: el percentil 10 deja por debajo al 10 por ciento de las observaciones y por encima queda el 90 por ciento.

La desviación estándar se define como la raíz cuadrada de los cuadrados de las desviaciones de los valores de la variable respecto a su media. La desviación estándar es una medida estadística de la dispersión de un grupo o población. Una gran desviación estándar indica que la población está muy dispersa respecto de la media; por el contrario una desviación estándar pequeña indica que la población está muy compacta alrededor de la media.

La varianza mide la mayor o menor dispersión de los valores de la variable respecto a la media aritmética. Cuanto mayor sea la varianza mayor dispersión existirá y por tanto, menor representatividad tendrá la media aritmética. Los parámetros anteriormente descritos se utilizaron para los datos de EMPAGUA, para los obtenidos de empresas privadas y para los datos y observaciones de la encuesta realizada.

5.1.1. EMPAGUA

Con base a los datos de la tabla IV en el capítulo 4, se pueden calcular los promedios mensuales y anuales de consumo de agua potable que aparecen en la tabla XVII y los demás parámetros estadísticos en la tabla XVIII.

Tabla XVII. **Promedios mensuales de consumo de agua en metros cúbicos**

Año	Mes	Consumo Por Usuario	Año	Mes	Consumo Por Usuario Aproximado (m³)
2008	1	39,31	2009	1	45,86
	2	38,10		2	41,56
	3	37,39		3	39,59
	4	42,08		4	44,50
	5	39,27		5	36,45
	6	40,70		6	40,08
	7	40,53		7	37,45
	8	33,53		8	35,22
	9	39,16		9	32,61
	10	36,96		10	33,49
	11	40,86		11	31,93
	12	36,48		12	33,13
2010	1	36,52	2011	1	37,86
	2	39,56		2	40,07
	3	36,14		3	37,80
	4	35,79		4	39,37
	5	38,10		5	48,75
	6	44,83		6	39,15
	7	34,65		7	38,31
	8	38,84		8	37,42
	9	38,24		9	40,33
	10	39,25		10	34,99
	11	37,24		11	37,71
	12	37,34		12	37,51

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Análisis anual de consumo de agua potable en metros cúbicos en la zona 16**

	Media (m³)	Mediana (m³)	Moda (m³)	Desviación Estándar	Varianza	Percentil 10 (m³)	Percentil 95 (m³)
2008	38,70	39,22	-	2,36	5,56	36,53	41,41
2009	37,66	36,95	-	4,70	22,05	32,66	45,11
2010	38,04	37,72	-	2,60	6,74	35,83	41,93
2011	39,10	38,09	-	3,35	11,24	37,43	44,11
2008 a 2011	38,38	38,10	-	3,32	10,99	34,31	44,71

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XVIII se presenta el análisis estadístico realizado a los datos que proporcionó EMPAGUA. El promedio en cada uno de los años no varió de manera significativa a lo largo de los cuatro años y al hacer un promedio de los cuatro años se obtiene un resultado similar. La mediana para los cuatro años fue de 38,10 metros cúbicos. No hay un valor de consumo que se repitiera a lo largo de los cuatro años, debido a que los consumos obtenidos al ser calculados de un total de consumo mensual dividido el número de usuarios no da un número exacto.

La desviación estándar de 3,32 indica que la distribución es bastante ajustada al centro y que los valores calculados no se alejan mucho de la media. Del mismo modo la varianza del 10,99 indica que la dispersión de los datos no está tan alejada de la media aritmética. El percentil 10 indica que únicamente un 10 por ciento de los consumos se encuentra por debajo de 34,31 metros cúbicos al mes y que un 5 por ciento de los consumos es mayor al 44,71 metros cúbicos mensuales a lo largo de los 4 años investigados.

5.1.2. Residenciales Santa Amelia V

De los datos que se obtuvieron del condominio residencial Santa Amelia V y presentados en el capítulo 4 en la tabla V se calcularon los dos promedios mensuales en las 80 residencias y sus parámetros respectivos de la tabla XIX.

Tabla XIX. **Promedio de consumo de agua potable en metros cúbicos en Residenciales Santa Amelia V**

	Media (m³)	Moda (m³)	Mediana (m³)	Desviación Estándar	Varianza	Percentil 10 (m³)	Percentil 95 (m³)
Mar-11	20,6	12,50	16,90	11,74	137,89	6,15	39,98
Feb-12	21,1	19,00	17,80	10,66	113,54	8,57	38,70

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XVIII se puede ver que el promedio de consumo en el residencial no varió tanto en un año. Para ambos meses el consumo más común fue el de 12,5 y 19 metros cúbicos al mes, para marzo 2011 y febrero 2012. La mitad de los datos para marzo y febrero fueron 16,90 y 17,80 metros cúbicos consumidos respectivamente. La varianza deja ver que hay bastante dispersión entre los datos analizados y esto se puede comprender debido a que en los dos casos el 10 por ciento de los consumos es menor a 6,15 y 8,57 metros cúbicos y sólo el 5 por ciento es mayor a 39,98 y 38,70 metros cúbicos para marzo y febrero respectivamente.

5.1.3. Lotificación La Montaña

En la siguiente tabla se presentan los promedios de consumo registrados en la lotificación La Montaña para un total de 500 usuarios, que son los que

aproximadamente existen en esta lotificación. La tabla XX se realizó con base a la tabla VI en el capítulo 4.

Tabla XX. **Promedios mensuales de consumo de agua en metros cúbicos en La Montaña**

Mes	2009	2010	2011	2012
Enero	38,85	33,07	35,26	37,41
Febrero	33,24	35,41	39,64	39,81
Marzo	36,90	35,28	38,05	36,35
Abril	41,15	37,26	37,04	34,37
Mayo	36,52	32,75	34,02	31,72
Junio	31,74	34,31	35,37	-
Julio	33,06	33,16	33,16	-
Agosto	33,35	32,48	34,45	-
Septiembre	32,94	33,70	32,72	-
Octubre	32,49	34,07	29,91	-
Noviembre	32,23	33,51	38,04	-
Diciembre	30,69	33,66	37,23	-

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Análisis anual de consumo mensual en lotificación La Montaña**

	Media (m³)	Moda (m³)	Mediana (m³)	Desviación Estándar	Varianza	Percentil 10 (m³)	Percentil 95 (m³)
2009	34,43	-	33,06	3,19	10,15	31,79	39,89
2010	34,05	-	33,68	1,36	1,84	32,78	36,24
2011	35,41	-	35,32	2,75	7,56	32,76	32,74
2012	35,93	-	36,35	3,06	9,38	32,78	39,33
2009 a 2012	34,79	-	34,07	2,61	6,79	32,23	39,64

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla XXI, sólo hubo una disminución poco significativa durante el 2009 en el promedio de consumo resultante. No hay ningún promedio de consumo que sea más representativo de la muestra, sin embargo se observa que hay una desviación relativamente baja y que los promedios se mantienen cerca del consumo de 34,79 metros cúbicos al mes. Únicamente el 10 por ciento de los usuarios tiene un consumo por debajo de los 32,23 metros cúbicos mensuales y arriba de 39,64 metros cúbicos, sólo un 5 por ciento.

5.2. Análisis de los datos obtenidos de la encuesta realizada

A continuación se presentan los análisis realizados por separado a cada uno de los segmentos de consumo de agua y tomando en cuenta los que fueran abastecidos por EMPAGUA, por alguna empresa privada o bien tuvieran un pozo propio.

5.2.1. Residencial – EMPAGUA

El primer sector cuyo consumo fue analizado, fue el sector residencial que es abastecido por la empresa municipal, EMPAGUA. La tabla XXII muestra los resultados del análisis descriptivo realizado.

Tabla XXII. Análisis estadístico del consumo residencial – EMPAGUA

Media (m ³)	Moda (m ³)	Mediana (m ³)	Desviación Estándar	Percentil 10 (m ³)	Percentil 95 (m ³)	Varianza
28,198	22	23	12,764	17,855	47	162,9394

Fuente: elaboración propia.

Del análisis realizado se puede observar que el consumo que más existe en este segmento es de 22 metros cúbicos y la mediana de la muestra fue de 23 metros cúbicos. Teniendo un máximo consumo de 60 metros cúbicos y un mínimo de 13 metros cúbicos se puede comprender el por qué de una varianza bastante alta, que refleja dispersión en los datos. El análisis indica que por debajo de los 17,85 metros cúbicos, únicamente el 10 por ciento lo consume y que solamente un 5 por ciento de los encuestados del segmento consume más de 47 metros cúbicos de agua.

5.2.2. Residencial – agua privada

Al hacer un análisis estadístico se obtienen los datos de los parámetros estadísticos que se presentan en la tabla XXIII.

Tabla XXIII. **Análisis estadístico del consumo residencial – privada**

Media (m³)	Moda (m³)	Mediana (m³)	Desviación Estándar	Percentil 10 (m³)	Percentil 95 (m³)	Varianza
33,23	30	30	16,4075	15	60	269,2089

Fuente: elaboración propia.

A diferencia del sector que se abastece por medio de EMPAGUA, el promedio aumentó y de igual forma, la moda, que incrementó a 30 metros cúbicos. La desviación estándar deja ver que los datos no están tan compactos al centro de la distribución, pero tampoco presentan una separación exagerada del mismo. De la gráfica de los consumos se obtuvo que el máximo consumo fuera de 75 metros cúbicos y el mínimo de 12 metros cúbicos. Debido a este rango bastante amplio se puede interpretar que a esto se debe que la varianza resulte en 269,2089 pues los datos estuvieron bastante dispersos.

Además el análisis indica que el índice percentil 10 está en 15 metros cúbicos, lo cual significa que sólo un 10 por cientos consume menos de 15 metros cúbicos al mes y el percentil 95 refleja que sólo un 5 por ciento de los encuestados tiene un consumo de agua mayor al de 60 metros cúbicos.

5.2.3. Comercial – EMPAGUA

Para el segmento que incluye los comercios, establecimientos educativos y demás locales comerciales que son abastecidos por EMPAGUA se realizó el análisis estadístico, cuyos resultados se presentan en la tabla XXIV.

Tabla XXIV. **Análisis estadístico del consumo comercial – EMPAGUA**

Media (m³)	Moda (m³)	Mediana (m³)	Desviación Estándar	Percentil 10 (m³)	Percentil 95 (m³)	Varianza
133,06	33	41	274,786	21	464,75	75 507,396

Fuente: elaboración propia.

Para los resultados que se presentan en la tabla XXII se utilizaron todos los datos de consumo que brindaron los comercios encuestados, sin importar el tamaño o magnitud de consumo. Del mismo modo también se calcularon promedios separando los consumos como grandes y pequeños los cuales resultaron en promedios de 410,50 metros cúbicos y 40,58 metros cúbicos respectivamente. Entre los comercios se encontraron lavanderías, panaderías, un club ecuestre, colegios, un *car wash*, purificadoras de agua, tortillerías, veterinaria, salón de belleza, etcétera.

El consumo más representativo fue el de 33 metros cúbicos y la mediana de la muestra fue de 41 metros cúbicos. Para este segmento la desviación estándar incrementó de manera significativa, indicando que los datos están bastante alejados de la medida central. Consecuentemente el alto valor de la varianza responde a la gran dispersión que hay de los datos, unos con respecto de otros. El máximo valor de consumo de agua potable registrado para este segmento fue de 1139 metros cúbicos y el menor fue de 11 metros cúbicos.

5.2.4. Comercial – agua privada

El último segmento de consumo que se analizó fue el de consumo comercial que utiliza un servicio de agua privado o cuenta con su propio pozo para abastecerse. Este sector resulta más complicado de analizar, pues existe muy poca información, que por falta de control no se tiene o por privacidad no son facilitados al investigarlo. Al hacer un análisis estadístico se obtienen los resultados que se observan en la tabla XXV.

Tabla XXV. **Análisis estadístico de consumo comercial – agua privada**

Media (m³)	Moda (m³)	Mediana (m³)	Desviación Estándar	Percentil 10 (m³)	Percentil 95 (m³)	Varianza
2368,5	-	1000	3398,884	468	6992,52	11 552 410,95

Fuente: elaboración propia.

De los datos de consumo que sí se obtuvieron y se muestran en la figura 16, el promedio fue de 2 368,5 metros cúbicos de agua. No existe moda aunque el resultado más representativo fue que por tener pozo propio no cuentan con contador y no existe un registro del consumo mensual. La mediana se

encuentra en 1 000 metros cúbicos. El máximo consumo registrado es de la URL con 8 400 metros cúbicos de agua al mes y el menor consumo que se obtuvo fue de 180 metros cúbicos al mes.

La desviación estándar y varianza son valores exageradamente altos, esto se debe a los diferentes consumos que existen en este sector y se puede ver fácilmente, dado que por debajo de 468 metros cúbicos aún hay un 10 por ciento que consume agua y el percentil 95, con un valor de 6 992,52 metros cúbicos, refleja que un 5 por ciento consume más de esta cantidad al mes.

6. DISCUSIÓN

6.1. Fuentes de abastecimiento

La zona 16 se abastece de diversas fuentes. Las más importantes de mencionar son los ríos Teocinte y Acatán, que alimentan la planta de tratamiento de agua potable Santa Luisa, ubicada en la misma zona, que además tiene pozos perforados para completar la demanda de agua de los usuarios. Además existen en la zona más de 59 pozos perforados, administrados tanto por la empresa municipal de agua como pozos privados que son utilizados para abastecer de agua a muchos usuarios.

EMPAGUA brindó la información de la ubicación exacta de los pozos que tiene a su cargo en la zona 16 y la producción que registra de los mismos. Por el contrario, en los condominios privados y comerciales se encontró que la mayoría no tiene un control del volumen de agua que extraen de su pozo. Los datos de comerciales y residenciales privados obtenidos, son de aquellos que en su mayoría cuentan con contadores para cada uno de los usuarios a los que proveen de agua o conocen el caudal que extraen del pozo.

Debido a la existencia de la gran cantidad de pozos privados, ya sea que cuenten con control o sin control del consumo, resulta difícil poder realizar un estudio exhaustivo del consumo de agua. Los condominios y comerciales consideran muchas veces que los datos de consumo son confidenciales y no entregan los mismos a alguien particular que solicite esta información. A pesar de estos inconvenientes puede determinarse que los resultados reflejan la situación de los usuarios de la zona 16.

Si algún comercial recibe agua de alguna empresa ajena al mismo, esa empresa es en todos los casos EMPAGUA. Los demás comerciales cuentan con pozos propios administrados por el mismo comercial; esto es lo que sucede en muchos comerciales, especialmente comerciales de gran tamaño y centros educativos privados.

Existen comercios que se abastecen tanto de manera pública como con pozo propio, ya que no les es suficiente el agua que extraen del pozo, aunque la mayor parte del consumo que tienen lo cubre el agua del pozo. Algunos condominios residenciales, como Santa Amelia o Fátima, están conectados, de igual modo, a pozos propios y a EMPAGUA por si tuvieran la necesidad de consumir más agua, generalmente en los meses de sequía. De lo contrario los pozos abastecen a las colonias de manera satisfactoria.

De la encuesta se pudo determinar que varias de las colonias, condominios y comerciales en zona 16 cuentan con un pozo propio que los abastece. No se pudo determinar la información de todos los pozos existentes pues al ser condominios privados no dan la información a personas que no viven en el mismo. En algunos casos no se tienen datos del consumo que tienen, pues no poseen contadores ni registros de aforos de los pozos. Sin embargo, fue posible determinar algunos de los pozos existentes tanto en condominios como en establecimientos educativos privados y centros comerciales.

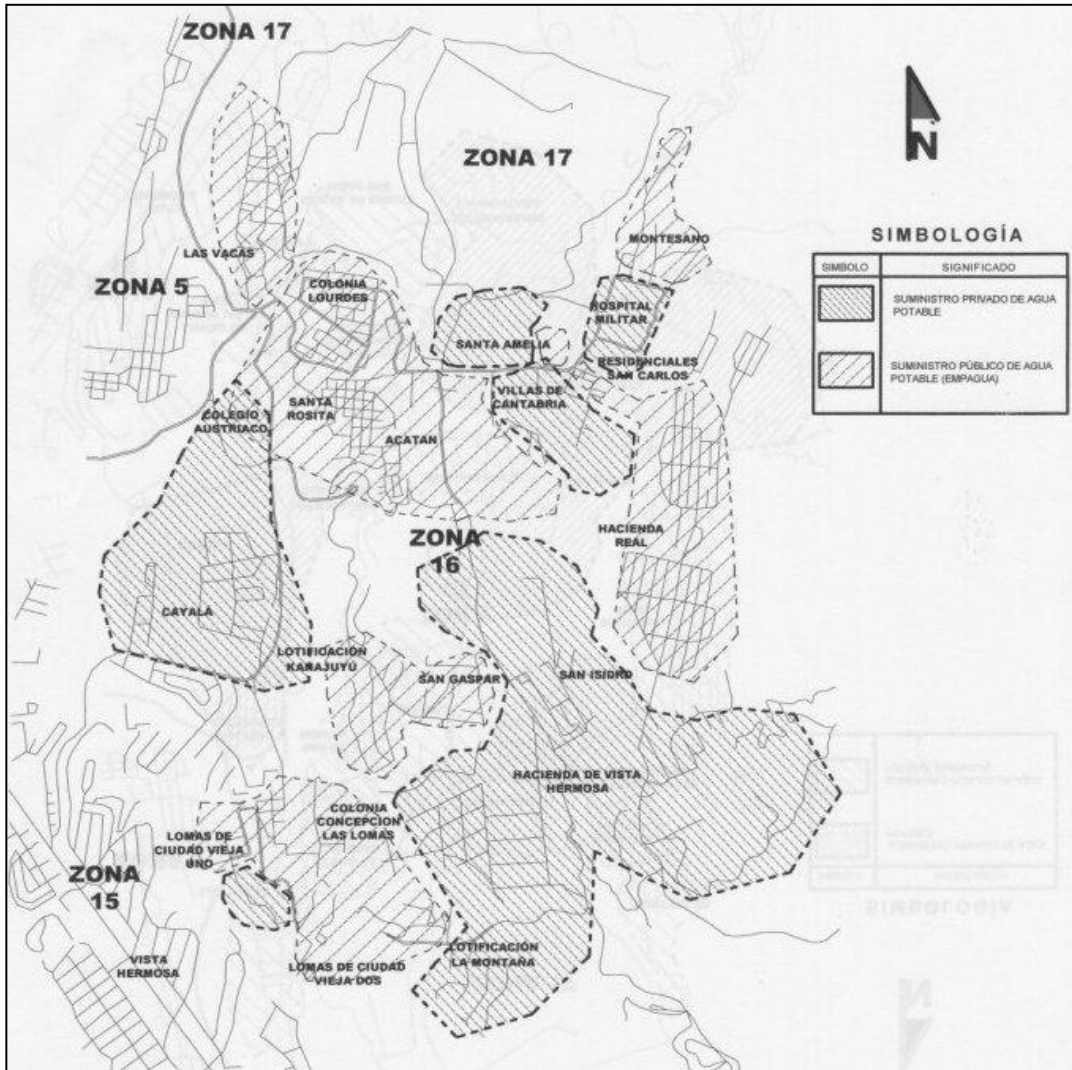
6.2. Distribución

Por medio de tuberías es transportada el agua desde la planta de tratamiento o pozo perforado hacia cada uno de los usuarios. Existen en la zona diferentes tanques de almacenamiento, tanques de distribución y estaciones de bombeo que se utilizan para llevar el agua potable a los puntos de distribución. En el anexo 1 se observan algunos de los tanques, estaciones de bombeo y pozos que administra EMPAGUA. También en la misma figura se observan varios pozos privados registrados en el año de la realización del mapa.

En la zona 16 no se registran problemas de agua debidos a escasez o racionamiento. Si algún vecino tiene problemas, lo cual es raro, se debe a alguna fuga, mantenimiento en la tubería o que actualmente no cuente con el servicio de agua potable. De los encuestados, únicamente dos presentaron problemas en el servicio, pero estaban conscientes de que se debía a alguna fuga temporal en el sistema. Se desconoce si en algunos condominios que cuentan con pozo propio sufren de escasez, ya que en los que brindaron información, si habían sufrido escasez o que el pozo haya dejado de producir, excavaron otro pozo para poder abastecerse y así resolver los problemas; caso de la lotificación La Montaña que está considerando la perforación de otro pozo.

Como se informó en la encuesta, los únicos lugares que no cuentan con servicio de agua son un sector en la colonia Las Vacas y en algunos lotes de Kanajuyú. En Kanajuyú existía un pozo privado que, al EMPAGUA perforar tres pozos para abastecer al sector, se contaminó y dejó sin servicio a algunas residencias. No todas las residencias lograron conectarse al servicio de EMPAGUA. En la figura 18 se muestran las áreas que cuentan con suministro de EMPAGUA y las que son suministradas por medios privados.

Figura 18. Suministro público y privado en zona 16



Fuente: elaboración propia, con programa de Autodesk AutoCad.

La reducción de 82 usuarios de EMPAGUA registrados en febrero del 2011 es posible que fuera ocasionada por alguna colonia en la que, al tener problemas de abastecimiento, los vecinos decidieron financiar un pozo propio que la abasteciera. El número de usuarios en el 2008 hasta agosto del 2009 se mantuvo con un ligero crecimiento, pero a partir de septiembre el número de

usuarios en la zona 16 aumentó de forma significativa y mantuvo un aumento más acelerado. En cambio hubo un aumento que seguramente se debió a que en el 2010 se llevó a cabo el cambio de delimitación de las zonas y ya desde septiembre del 2009 se empezaron a registrar como zona 16 muchas de las residencias y colonias que anteriormente hubieran sido parte pertenecientes a la zona 17.

6.3. Usos del agua potable

En la zona 16 predomina el uso residencial y comercial del agua potable. En el uso comercial se encuentran diferentes tipos de usuarios como lo son centros educativos, centros de salud, locales comerciales, centros comerciales de diversos tamaños, incluso un club ecuestre. Los centros educativos y centros comerciales de gran tamaño son los principales causantes de que el consumo de agua resulte en un promedio muy alto en la zona, pues consumen agua en grandes cantidades, debido a los usuarios y población que deben abastecer. Hay una finca de café, la finca San Isidro, de la cual no se obtuvo información.

La gran mayoría de comercios grandes y centros educativos privados cuenta con pozo propio para abastecerse de agua potable. Muchas veces no existe un registro del caudal que tiene el pozo y mucho menos el registro del agua que consumen los usuarios mensualmente. En el caso de los comerciales, los inquilinos pagan una cuota mensual por mantenimiento, el cual incluye el servicio de agua potable. Esto resulta en que se les de agua en cualquier cantidad y en cualquier momento, sin importar cuánto realmente consume cada local comercial. En cuanto al sector público hay varias escuelas públicas en la zona 16 distribuidas en las colonias y en la colonia Santa Rosita hay una pila municipal a un costado del parque de la colonia. No hay en la zona industria alguna que represente a este tipo de uso del agua potable.

6.4. Consumo de agua potable

Los usuarios realizan diferentes actividades que requieren mayor o menor consumo de agua. Es importante clasificar y analizar este consumo dependiendo del uso que se le da al agua y la cantidad en la que se consume.

6.4.1. Domiciliar

Se dividió el consumo domiciliar para residencias con suministro público de agua potable y aquellas suministradas de forma privada o propia. De los encuestados en el segmento residencial-EMPAGUA se registra un promedio de consumo mensual de 28,20 metros cúbicos de agua. En comparación al promedio de los datos que EMPAGUA brindó para el 2008 al 2011, se registró un promedio de 38,70, 37,66, 30,04 y 39,10 metros cúbicos para cada año respectivamente. Se debe hacer la salvedad que con los datos de EMPAGUA no se pudo determinar a qué segmento, si comercial o residencial, pertenecen los usuarios.

Para el sector residencial con agua privada se tienen varios datos a comparar. Se obtuvieron los promedios de dos años diferentes para el condominio Santa Amelia V, los cuales fueron 20,6 y 21,1 metros cúbicos por usuario para marzo 2011 y febrero 2012. En la lotificación La Montaña se obtuvieron promedios mensuales para el 2009 a 2012; 34,43, 34,05, 35,41 y 35,93 metros cúbicos de agua potable mensualmente respectivamente. De acuerdo a la encuesta realizada en otros residenciales y colonias que reciben agua de alguna empresa privada, el promedio es de 33,23 metros cúbicos. Comparando estos datos se determina que efectivamente el consumo promedio mensual por usuario está entre los 34 metros cúbicos.

La razón por la cual el promedio para el condominio Santa Amelia V es menor, se debe a que muchas de las casas tienen un consumo mensual bajo o casi nulo, que seguramente se deba a que no hay mucha gente habitando la vivienda. El promedio de personas que son abastecidas por cada conexión de agua es aproximadamente 5 personas. En la tabla XXVI se pueden observar los resultados del análisis para los casos residenciales y compararlos con los datos obtenidos de EMPAGUA.

Tabla XXVI. **Comparación de resultados de EMPAGUA y segmento residencial**

	Media (m³)	Moda (m³)	Mediana (m³)
EMPAGUA	38,38	-	38,10
Residencial EMPAGUA (encuesta)	28,20	22,00	23,00
Residencial Agua Privada (encuesta)	33,23	30,00	30,00
Sta. Amelia	19,09	12,50	17,50
La Montaña	34,79	-	34,07

Fuente: elaboración propia.

En el segmento de consumo residencial-EMPAGUA, el promedio que se obtiene es menor que el de los datos que registró EMPAGUA, pues la empresa municipal no distingue si el usuario es residencia o comercio y de qué tipo de comercio se trata, Debido a esto es que resulta un valor muy elevado.

En cuanto a comparación únicamente residencial obtenido de la encuesta, los condominios en los cuales se cuenta con un pozo propio, consumen una mayor cantidad de agua y va a depender, de a qué precio se cobre el agua o si

tienen una cantidad de agua asignada y el precio del exceso del agua. También el consumo va a depender de la cantidad de personas que habiten en la residencia o del nivel económico de la familia, pues con más habitantes o mayor nivel socioeconómico, mayor consumo de agua.

6.4.2. Comercial

El segmento comercial se integró con empresas, comercios e instituciones de diversa índole. Al realizar la encuesta se tomaron como comercios todas aquellas instituciones y comerciales que ofrezcan servicios o productos. En esta categoría se puede diferenciar entre colegios e instituciones privadas, grandes parques comerciales, pequeños locales comerciales, como tortillerías y abarroterías, el Centro Médico Militar, un club ecuestre, etc.

Para obtener los resultados de este segmento se debieron de separar los comerciales que consumen agua en grandes cantidades y aquellos que consumen agua en menor cantidad. Antes de diferenciar los resultados dependiendo del tamaño del comercial, se realizó la distinción entre comerciales que utilizan agua suministrada por EMPAGUA y los comerciales que cuentan con un suministro privado de agua.

Para los comerciales cuyo proveedor es EMPAGUA, el promedio de agua consumida de los locales y comerciales de menor tamaño, registrado en la encuesta, es de 40,58 metros cúbicos. El promedio de aquellos que son abastecidos públicamente, pero que sus actividades requieren mayor consumo de agua, mostraron un promedio de 410,50 metros cúbicos al mes aproximadamente. Si se combinan comerciales grandes y pequeños el promedio sería de 133,06 metros cúbicos. Este resultado se da debido a que

los comercios que utilizan agua de EMPAGUA, en su mayoría son pequeños y son pocos los comerciales grandes que no cuentan con agua propia.

No se encontró ningún comercio grande o industria que utilizara el servicio de EMPAGUA, todos los encuestados fueron establecimientos comerciales pequeños tales como, lavanderías, *car wash*, panaderías, salones de belleza, etc. El único establecimiento en el cual sí consumen agua en gran cantidad, es el Club Ecuestre Vista Hermosa, en donde se abastecen 38 personas y 108 caballos; para los jardines y demás actividades se compran dos pipas de agua mensuales adicionales aproximadamente.

Para los comerciales en el segmento de agua privada varían los resultados de manera significativa. La mayoría comerciales no tienen un registro del agua consumen y esto se repite para muchas colonias y condominios que cuentan con pozo propio y que no llevan el control del consumo de agua que tienen; a los inquilinos únicamente se les cobra una cantidad mensual por mantenimiento en la cual se les incluye el servicio de agua y luz, entre otros, suministrándoles sin un control específico.

El promedio de consumo mensual de agua para estas plazas y comercios es de 2 368,52 metros cúbicos, siendo el máximo consumo el de la URL con 8400 metros cúbicos mensuales y el menor registrado 180 metros cúbicos al mes. En la tabla XXVII se muestra la comparación de los resultados del análisis de los datos otorgados por EMPAGUA y la encuesta a los comercios.

Tabla XXVII. **Comparación resultados EMPAGUA y comercios**

	Media (m³)	Moda (m³)	Mediana (m³)
EMPAGUA	38,38	-	38
Comercial EMPAGUA (encuesta)	133,06	33	41
Comercial Agua Privada (encuesta)	2368,52	-	1000

Fuente: elaboración propia.

En el segmento comercial sucede a la inversa que con el segmento residencial, pues el resultado del análisis de los datos registrados por EMPAGUA resulta menor a los promedios que se obtienen de la encuesta. Estos resultados se deben a que los comerciales que cuentan con pozo propio son de mayor tamaño y tienen varios locales a los cuales proveen de agua.

Los colegios privados y universidades representan también un consumo muy grande y en promedio consumen mucho más que los pequeños comercios como las lavanderías, panaderías, salones de belleza, etc. La Universidad Rafael Landívar y demás institutos educativos que sí tienen datos de consumo son los que utilizan agua en grandes cantidades y hacen que el promedio de consumo mensual del segmento sea muy elevado.

6.4.3. Industrial

No hay en la zona alguna empresa registrada que tenga procesos de manufactura lo suficientemente grande para ser considerada como industria. La única institución que realmente utiliza una gran cantidad de agua, sin ser industria, es la Universidad Rafael Landívar.

6.4.4. Comparación del consumo

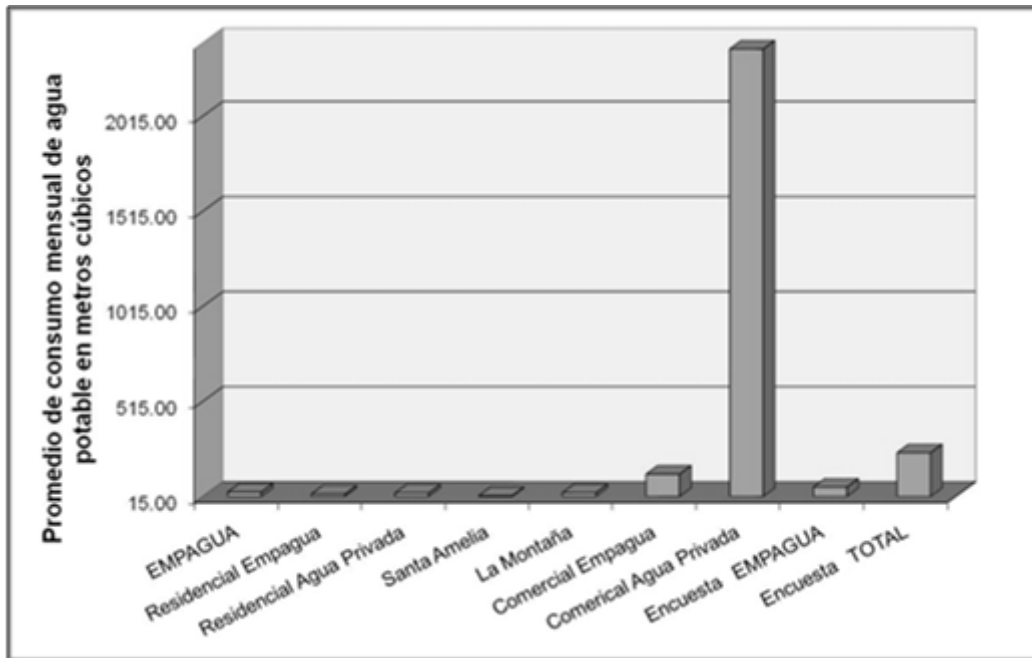
Resulta complicado comparar los datos que se obtuvieron de EMPAGUA, como se mencionó anteriormente, debido a que en la empresa de agua no se obtuvieron los datos de cada uno de los usuarios por separado y el promedio que resultó de los datos de consumo que la empresa registró, incluye residencias, comerciales, entre otros, que utilizan el servicio. Haciendo una comparación con el promedio de consumo de toda la encuesta y comparando este promedio con los otros promedios analizados, resulta la tabla XXVIII.

Tabla XXVIII. **Consumo promedio mensual en metros cúbicos de agua potable para cada uno de los segmentos**

	Promedio (m³)
EMPAGUA	38,38
Residencial EMPAGUA	28,20
Residencial Agua Privada	33,23
Santa Amelia	19,09
La Montaña	34,79
Comercial EMPAGUA	133,06
Comercial Agua Privada	2368,52
Encuesta EMPAGUA	64,67
Encuesta TOTAL	245,48

Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Comparación de promedios mensuales obtenidos**



Fuente: elaboración propia.

Al observar la figura 19, es comprensible que los comerciales que son abastecidos por medios privados o propios tengan un promedio sumamente alto comparado con los demás, pues son grandes comerciales o instituciones educativas, los cuales utilizan el agua para una gran cantidad de personas y/o locales e inquilinos. Realizando un promedio de consumo total de toda la encuesta, se observa que éste aumenta, pero aún así es muy pequeño en comparación al que consumen los comerciales grandes individualmente.

A través de los años de estudio, el consumo de agua en la zona 16 incrementó de manera poco significativa, analizándolo en promedios mensuales de consumo. Con los datos proveídos por EMPAGUA, es casi la única forma de analizar el consumo de agua en la zona, ya que muchos de los usuarios

encuestados, en primera instancia, no conocen su consumo en metros cúbicos exacto y en segunda instancia, no guardan los recibos de agua; y si los guardan, no fueron facilitados para la realización de este trabajo. Para los años en estudio se obtuvieron los promedios de la tabla XXIX.

Tabla XXIX. **Promedios de consumo mensual de agua potable en metros cúbicos**

Año	2008	2009	2010	2011	2012
EMPAGUA	38,70	37,66	38,04	39,10	-
AVELMO	-	34,43	34,05	35,41	35,93
Santa Amelia	-	-	-	18,84	19,34

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXIX se observa que en el 2009 el consumo disminuyó en un 2,69 por ciento. A diferencia de esta disminución, para el 2010 se dio un incremento de casi uno por ciento. A pesar ser un incremento, no fue muy significativo.

Aún cuando la zona es un área que se está poblando de forma muy rápida, el consumo de agua registrado por EMPAGUA no ha incrementado de manera estrepitosa. Esto se debe a que los condominios que se construyen, perforan sus propios pozos para abastecerse de agua. Para el 2011 sí se registró un incremento del consumo promedio, el cual fue de aproximadamente 2,8 por ciento.

Además de los datos de EMPAGUA se obtuvieron los promedios para dos residenciales para algunos años recientes y el 2012. Se puede observar en la tabla XXIX que en la lotificación La Montaña del 2009 al 2010 el consumo disminuyó, pero a partir de ese último año ha ido incrementando. Lo mismo se

obtuvo para Residenciales Santa Amelia V en el cual el consumo se incrementó. Estos incrementos pueden deberse a que más gente ha llegado a vivir en esas colonias o que los usuarios han comenzado a consumir agua en mayor cantidad.

Observando los resultados se comprende que los establecimientos y residencias que cuentan con un suministro privado o propio de agua potable son los que consumen agua en grandes cantidades. Si estos usuarios no tienen un mejor control de su consumo, puede afectar el acuífero o acuíferos de los cuales se alimentan los pozos existentes, no sólo en la zona 16, pero en las zonas cercanas ésta. Estos daños podrían repercutir en una futura escasez de agua, al tener que buscar agua en estratos más profundos hasta agotarse el recurso subterráneo del área.

CONCLUSIONES

1. La zona 16 es abastecida en su mayor parte por 14 pozos perforados de la Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA), por la planta de tratamiento de agua potable Santa Luisa y por más de 45 pozos que existen en diversas colonias, residenciales, colegios privados, universidades, fincas, comerciales y un hospital, los cuales son administrados de forma privada.
2. En la zona 16 capitalina se suministra el agua potable por medio de tuberías que conectan desde la fuente de abastecimiento o tanque de distribución, hacia cada uno de los usuarios. Existen tres formas de suministro: público, privado y propio.
3. El sector público es cubierto por EMPAGUA; el sector privado es cubierto por diversas empresas y asociaciones de vecinos. El sector privado lo conforman varios residenciales, comercios diversos e instituciones educativas privadas que cuentan al menos un pozo propio que los suministra.
4. Actualmente el 98 por ciento los sectores de la zona 16 cuenta con agua y con un servicio de suministro a todas horas, ya sea público o privado. En ningún sector se encontraron problemas en cuanto a abastecimiento de agua. Únicamente una parte del área de Kanajuyú no cuenta con servicio de agua potable, pues los vecinos están a la espera que EMPAGUA les realice la conexión a sus casas.

5. En algunos residenciales hubo en años anteriores cierta escasez, para solventar la situación se perforó un pozo privado para abastecerse de agua. De lo contrario los usuarios y vecinos de la zona 16 que fueron encuestados, en todos los sectores coincidieron en que la falta de agua no es un problema existente para ellos y que en dicha zona el agua llega a todas horas y en las cantidades adecuadas.
6. El consumo de agua la zona 16 es primordialmente de tipo residencial, seguido de uso comercial y por último uso agrícola. De uso comercial existen colegios, universidades, centros comerciales de gran tamaño y pequeños locales comerciales, el hospital militar y un club ecuestre.
7. El consumo de agua registrado por EMPAGUA para el 2009, 2010 y 2011 fue incrementando cada año según los datos encontrados; del 2008 al 2009 disminuyó 2,89 por ciento y el siguiente año incrementó aproximadamente 1 por ciento. Del 2010 al 2011 se incrementó un 2,8 por ciento, reflejando que la zona está en crecimiento y consumiendo más agua cada año.
8. El promedio actual de consumo mensual registrado por EMPAGUA, sin distinción del uso del agua por usuario, es de 38,38 metros cúbicos; de la encuesta, los promedios de residencias con suministro público y privado son de 28,20 metros cúbicos y 33,23 metros cúbicos respectivamente. En Residenciales Santa Amelia V y la lotificación La Montaña los promedios son de 19,09 metros cúbicos y 34,79 metros cúbicos respectivamente y los promedios obtenidos en la encuesta de consumo de agua potable mensual del sector comercial con suministro público y privado son de 133,06 metros cúbicos y 2 368,52 metros cúbicos respectivamente.

RECOMENDACIONES

1. Se debe investigar más a fondo la cantidad de pozos existentes en cada una de las colonias, condominios, colegios, comerciales, etc., para poder determinar si realmente utilizan todos los pozos que han perforado. Hacer un análisis hidrográfico de todos los pozos en el área podría mostrar el manto o mantos freáticos existentes en la zona 16, así como sus niveles de agua y ubicaciones precisas.
2. Para obtener una información más precisa acerca de las empresas que suministran el agua potable en la zona 16, es necesario conseguir que las compañías privadas y asociaciones permitan el acceso a dicha información, por medio de algún permiso especial otorgado por la Municipalidad de Guatemala. Asimismo, los datos proveídos por EMPAGUA pueden ser mejor utilizados si se considera el tipo de consumo que tiene cada usuario registrado, localizando e investigando cada uno de ellos individualmente.
3. Si bien el uso del agua potable registrado con mayor frecuencia es el residencial, debe hacerse la salvedad que los grandes comerciales generalmente no cuentan con un contador en el pozo y solo proveen a sus inquilinos por una cuota de mantenimiento mensual. Habría que hacer un estudio exhaustivo de los locales e inquilinos que hay en cada centro comercial para determinar su uso. Además los muchos pequeños comercios que alquilan algún espacio en lotes en los cuales también hay una vivienda, habría que diferenciar en qué cantidad el agua es utilizada para la residencia y qué cantidad para el comercio.

4. Para diagnosticar el consumo del agua potable debe de realizarse un registro del agua consumida en cada uno de los establecimientos comerciales, centros privados de estudio, condominios, etc., que cuentan con una forma privada o propia de abastecerse de agua. Ni en la empresa EMPAGUA se tienen los datos exactos de cuáles son las viviendas y usuarios a los cuales abastece cada uno de los pozos con los que cuenta. Se podría hacer un estimado y un esquema aproximado de cuáles son las áreas que son abastecidas precisamente por cada pozo o planta de tratamiento; para esto sería necesario implementar métodos de investigación de mucha mayor profundidad y obtener la colaboración del sector privado.

5. Se debe de concientizar a la población y que cada uno de los usuarios de agua potable y vecinos de la zona 16, no importando su lugar de residencia, esté informado y sepa cuál es el volumen de agua que consume mensualmente, ya que, aunque en esta zona no existen casi problemas de agua, en un futuro el agua podría llegar a escasear y no existe la precaución ni conciencia acerca del uso adecuado y ahorro del agua potable.

BIBLIOGRAFÍA

1. BECERRA ESPINOSA, José Manuel. *Estadística descriptiva*. [En línea] Facultad de auditoría y Administración, UNAM. http://www.fca.unam.mx/docs/apuntes_matematicas/34.%20Estadística%20Descriptiva.pdf . [Consulta: 10 de septiembre de 2012]
2. FRANCO A., Juan Carlos; SOLÓRZANO G., Romeo. *Propuesta de equipamiento urbano para la zona 16 y sus áreas circunvecinas. Ciudad de Guatemala*. Trabajo de graduación de Arquitectura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Arquitectura. 2004. 136 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. LARA FIGUEROA, Celso. *Por los viejos barrios de la ciudad de Guatemala*. Artemis y Edinter. Guatemala: 1990. 277 p.
6. PÉREZ SÁINZ, J.P. *Ciudad de Guatemala en la década de los 80; crisis y urbanización*. Guatemala: FLACSO, Fundación Friedrich Ebert. 1991. 75 p.

7. PRENSA LIBRE. *Crecen obras en un 8.31% en la capital*. [En línea] Guatemala, 28/07/2012. Disponible en: http://www.prensalibre.com/noticias/Crecen-obras-capital-ano_0_745125543.html. [Consulta: 17 de octubre de 2012]
8. REYES VELA, Germán Rafael. *Evaluación del proceso de filtración de la planta rehabilitada de agua potable Santa Luisa de la Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA) de la Ciudad de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 92 p.
9. SIGA/SICA-CCAD-CEMAT, *Diagnóstico de la Condición Ambiental del Agua, 1999*. Guatemala: SIGA, 2000. 75 p.
10. TRIOLA, Mario F. *Estadística*. 9na ed., México: Pearson Educación, 2004. 872 p.

APÉNDICES

APÉNDICE 1

- 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 cuantas personas abaste de agua potable?

¿Si cuenta con pozo perforado propio, cuantos 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. Centros: de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM), Guatemala, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, Centroamérica.

Fuente: elaboración propia en conjunto con Unidad de Investigación de Ingeniería Civil.

APÉNDICE 2

TABULACIÓN DE ENCUESTA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	prof.	11	12
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	28	7	24	no	6	-	-	municipal	municipal
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	16	7	24	no	5	-	-	municipal	municipal
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	16	7	24	no	5	-	-	municipal	municipal
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	15	7	24	no	3	-	-	municipal	municipal
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	26	7	24	no	5	-	-	municipal	municipal
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	13	7	24	no	3	-	-	municipal	municipal
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	22	7	24	si	4	-	-	municipal	municipal
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	37	7	24	si	4	-	-	municipal	municipal
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	35	7	24	no	5	-	-	municipal	municipal
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	22	7	24	no	4	-	-	municipal	municipal
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	17	7	24	no	4	-	-	municipal	municipal
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	15	7	24	no	4	-	-	municipal	municipal
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	37	7	24	no	4	-	-	municipal	municipal
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	19	7	24	no	4	-	-	municipal	municipal
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	29	7	24	no	5	-	-	municipal	municipal
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	13	7	24	no	3	-	-	municipal	municipal
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	24	7	24	no	5	-	-	municipal	municipal
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	47	7	24	si	4	-	-	municipal	municipal
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	17.64	7	24	si	34 casas	-	-	municipal	privado
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	40.8	7	24	si	5	-	-	privado	privado
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	47	7	24	si	2	-	-	privado	privado
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	20	7	24	si	9	-	-	municipal	privado
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	60	7	24	si	10	-	-	municipal	privado
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	20	7	24	si	5	-	-	municipal	municipal
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	40	7	24	no	5	-	-	privado	privado
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	Q166.00	7	24	si	7	-	-	privado	privado
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	Q250.00	7	24	no	3	-	-	municipal	privado
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	Q250.00	7	24	si	4	-	-	municipal	privado
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	Q110.00	7	irregular en la noche	no	8	-	-	municipal	privado
Residencial	Si	Público	EMPAGUA	No Sabe	7	24	si	22 casas	-	-	municipal	privado
Residencial	Si	Público y Propio	EMPAGUA y pozo	18.5	7	24	si	420	1-	-	privado	privado
Residencial	Si	propio	propio	-	7	24	si	105 casas	1	-	municipal	municipal
Residencial	Si	propio	propio	6922.25	7	24	si	250 aptos	1	366	municipal	municipal
Residencial	Si	propio	Serprisa	-	7	24	si	125 casas	1	366	(privado) a municipal	municipal
Residencial	Si	propio	Avelmo	19000	7	24	si	500 unidades	1	183	privado	municipal
Residencial	Si	propio	propio	-	7	24	-	30 aptos	1	116	privado	municipal
Residencial	Si	privado	la colonia	-	7	24	si	6	2	60, 70	privado	privado
Residencial	Si	privado	Serprisa	-	7	24	no	4	1	-	privado	privado

Continuación del apéndice 2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	prof.	11	12
Residencial	Si	privado	Serprisa	-	7	24	no	4	1	-	privado	privado
Residencial	Si	propio	propio	-	7	24	-	37casas	1	-	privado	municipal
Residencial	Si	privado	otro	-	7	24	-	4	1	-	privado	privado
Residencial	Si	privado	colonia	-	7	24	si	5	-	-	privado	municipal
Residencial	Si	propio	propio	-	7	24	si	4	1	300	fosa	privado
Residencial	Si	propio	propio	1512	7	24	si	50 casas	1	304	(privado) a municipal	privado
Residencial	Si	privado	DICSA	-	7	24	si	4	-	-	municipal	municipal
Residencial	Si	privado	priva	-	7	24	si	94 aptos	1	145	privado	privado
Residencial	Si	privado	Santa Amelia	2000	7	24	si	80 casas	1	488	privado	municipal
Residencial	Si	privado	Santa Amelia	3000	7	24	si	133 casas	1	488	privado	municipal
Residencial	Si	privado	otro	-	7	24	no	4	-	-	privado	privado
Residencial	Si	privado	COVIMED	-	7	24	si	4	-	-	municipal	municipal
Residencial	Si	privado	Santa Amelia	2500	7	24	si	105 casas	1	366	privado	municipal
Residencial	Si	privado	Hidrosoluciones	-	7	24	no	8	-	-	privado	municipal
Residencial	Si	privado	Hidrosoluciones	-	7	24	si	5	-	-	privado	privado
Residencial	Si	privado	Hidrosoluciones	-	7	24	si	7	-	-	privado	privado
Residencial	Si	privado	Hidrosoluciones	-	7	24	no	4	-	-	privado	municipal
Residencial	Si	privado	otro	-	7	24	si	5	1	50	privado	privado
Comercial	Si	publico	EMPAGUA	Q3,000.00	7	24	no	1	no	-	municipal	privado
Comercial	Si	publico	EMPAGUA	-	7	24	no	1	no	-	municipal	privado
Comercial	Si	publico	EMPAGUA	Q150.00	7	24	no	1	no	-	municipal	privado
Comercial	Si	publico	EMPAGUA	30	7	24	no	1	no	-	pozo	privado
Comercial	Si	publico	EMPAGUA	Q500.00	7	24	si	3	no	-	pozo	privado
Comercial	Si	publico	EMPAGUA	Q80.00	7	24	no	2	no	-	municipal	municipal
Comercial	Si	publico	EMPAGUA	Q750.00	7	24	no	2 (lavandería)	no	-	municipal	municipal
Comercial	Si	publico	EMPAGUA	Q600.00	7	24	no	6	no	-	municipal	municipal
Comercial	Si	publico	EMPAGUA	35	7	14	no	2	no	-	municipal	municipal
Comercial	Si	publico	EMPAGUA	15	7	24	si	1(purificadora)	no	-	municipal	municipal
Comercial	Si	publico	EMPAGUA	Q255.00	7(3 al mes no)	24	si	car wash	no	-	municipal	privado
Comercial	Si	publico	EMPAGUA	60	7	24	si	4 locales	no	-	municipal	privado
Comercial	Si	publico	EMPAGUA	Q190.00	7	24	si	7	no	-	municipal	privado
Comercial	Si	publico	EMPAGUA	Q150.00	7	24	no	6	no	-	municipal	privado
Comercial	Si	publico	EMPAGUA	Q130.00	7	24	no	3	no	-	municipal	privado
Comercial	Si	publico	EMPAGUA	Q350.00	7	24	no	-	no	-	municipal	privado
Comercial	Si	publico	EMPAGUA	Verbo	7	24	si	3000	no	-	municipal	municipal
Comercial	Si	publico	EMPAGUA	Q12,000.00	7	24	no	38 personas, 108 caballos	no	-	a flor de tierra	municipal
Comercial	Si	propio	propio	-	7	24	si	37 locales	1	274	fosa séptica	municipal
Comercial	Si	propio	propio	8400	7	24	si	13000 estud. 2000 docentes 1500 admon.	1	150	privado y municipal	privado

Continuación del apéndice 2.

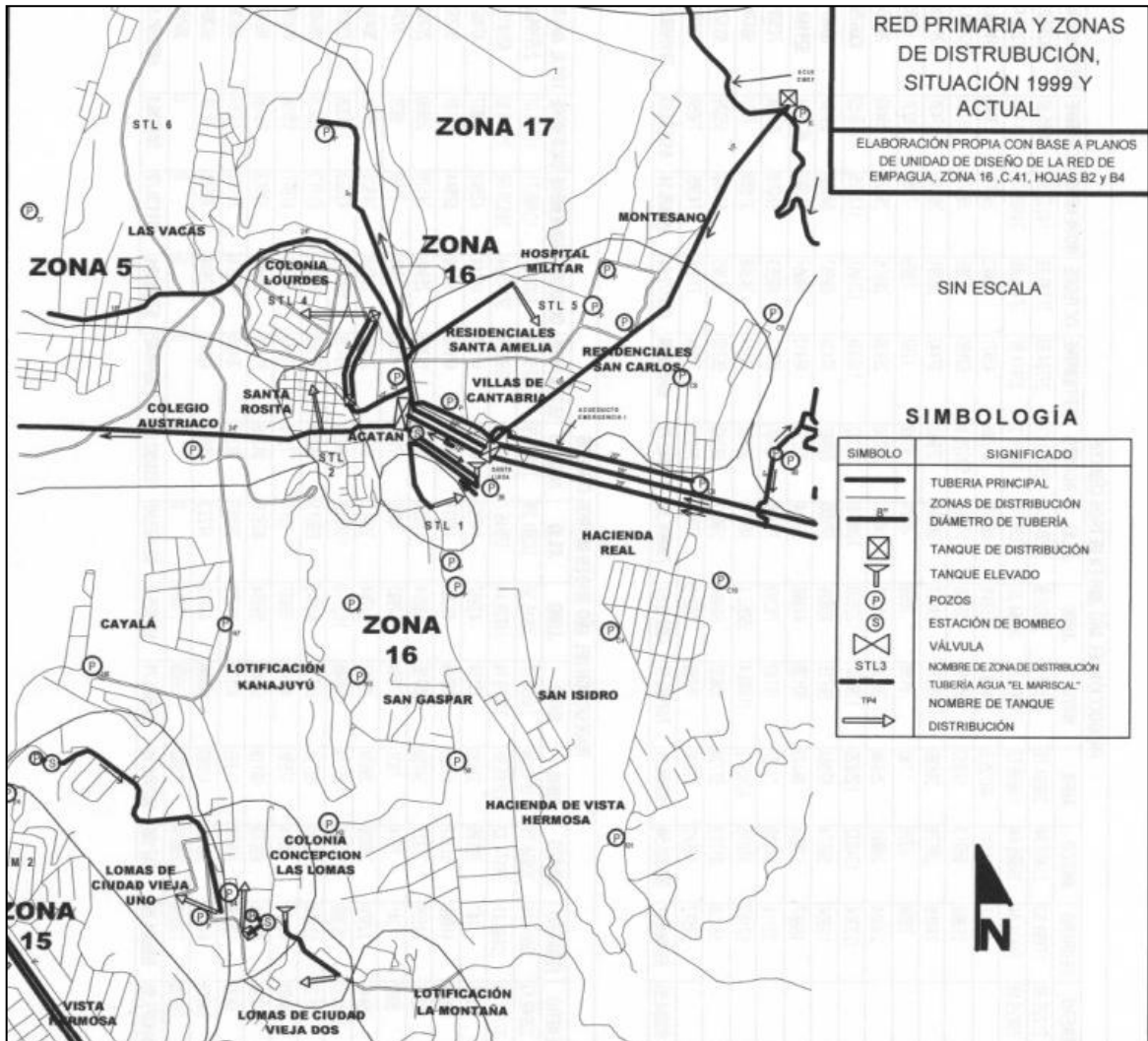
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	prof.	11	12
Comercial	Si	propio	propio	-	7	24	no	2000	8	35, 50, 60,70	municipal	privado
Comercial	Si	propio	propio	-	7	24	si	1500	1	30	municipal	municipal
Comercial	Si	propio	propio	-	7	24	si	13 locales y supermercado	1	100	municipal	municipal
Comercial	Si	propio	propio	1362.6	7	24	si	2500	3	290, 225, 220	privado	privados
Comercial	Si	propio y publico	propio	180	7	24	si	24 locales	1	215	privado	privado
Comercial	Si	privado	Santa Amelia	1000	7	24	si	67 locales	1	365	priva	municipal
Comercial	Si	propio	propio	-	7	24	no	4	3	-	flor de tierra	municipal
Comercial	Si	propio	propio	-	7	24	si	15	2	12 y 5	flor de tierra	privado
Comercial	No	no tiene agua	pipas	10 pipas	compra 1 vez al mes		si	8 bodegas	-	-	municipal	privado
Comercial	Si	publico y propio	propio	900	7	24	si	2000	1	100	privado	privado

Fuente: elaboración propia. Microsoft Office Excel.

ANEXOS

ANEXO 1

- Red primaria y zonas de distribución; situación 1999 y actual



ANEXO 2

- Producción de Pozos en zona 16 registrados para los años 2009, 2010, 2011y 2012

PRODUCCIÓN DEL AÑO 2009 EN METROS CÚBICOS													
POZO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL ANUAL
concep. Las Lomas	21229.36	17091.03	23403.94	28004.19	27539.9	27539.9	27004.54	26260.73	27764.93	27520.95	14222.39	16685.97	284267.83
San Gaspar	38825.19	34934.84	38668.64	10958.72	38564.27	38564.27	37238.78	38431.2	37444.91	37439.69	34681.75	31514.16	417266.42
H-3		44147	48511	48725.2	52419.6	45846	48100	47769	43971	30492	28775	23049	461804.8
H-2		51880	56813	54532	55455	53460	55434	53821.8	53185	50299	36278	31744	552961.8
H-1		24918	26176	26699	25379	24537	26384	27933	27443	28281	26137	27431	281318
R-2		7608	8335	7790	8158	7669	8821	8198	7707	7989	7885	8231	87882
Santa Luisa		24604	26861	25948	26223	25527	24981	26710	26620	26515	25620	26445	285154
C-6		123364	134622	125629	129307	122939	126616	125242	118824	121957	113105	119153	1360758
C-7		19604	59574	67064	69715	60639	67100	69997	67434	69553	64200	69191	684071
C-8		46667	40668	48493	50138	48466	50144	50224	48412	49957	46590	49381.4	529140.4
C-9		32114	54228	73227	75789	76300	75996	70091	65351	68553	64018	67604	723271
H-7		57163	66075	63957.2	71983.4	55052.4	46172	36452	34114	34386	31609	7777	504741
C-10		58419	61712	57728	60633	58464	59492	59902	55752	55385	52466	55278	633231
IPM		58572	49542	71830	75888	75219	77913	78920	77014	77895	74288	79050	796071
Total Mensual	60054.55	599065.87	695389.58	710585.31	767192.17	720212.57	730886.32	719942.73	690036.84	686172.84	619875.14	612534.53	7611936.25

Fuente: EMPAGUA

PRODUCCIÓN DEL AÑO 2010 EN METROS CÚBICOS													
POZO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL ANUAL
Concep. Las Lomas	22949.12	23806.64	30936.78	16103.24	24358.57	20615.36	20201.29	21366.75	6751.14	1909.27	10460.71	15736.07	215194.94
San Gaspar	37771.06	32886.61	36174.22	33765.91	34679.14	34029.44	37045.7	37155.29	35399.28	37113.54	36529.08	35666.33	428415.6
H-3	30201	27147	30535	33480	43158	42987	44783	44249	44117	46144	42543	44677	474021
H-2	50668	44686	51217	45963	48848	49203	49937	50351	47602	52328	50844	51181	582828
H-1	28235	24555	27323	24750	20785	18074	17852	19737	15368	25940	24120	25690	272429
R-2	8082	7241	7974	7631	7934	7692	7886	7813	7556	9946	9168	8831	97944
Santa Luisa	26445	23970	25928	25074	25817	24764	25817	25817	24968	25789	24925	25196	304480
C-6	118370	105390	116586	105779	109846	102110	107016	106032	100438	109438	42023	105326	1228354
C-7	69127	62164	69225	62724	66729	61945	66611	65289	63562	65577	61713	65828	780494
C-8	49460	44411	48814	37591	46344	38437	1577	7273	47678	50536	47677	55199	474997
C-9	67438	60024	66573	60118	63362	59934	63318	64236	61417	65453	62513	68036	762422
H-7	1836	19016	48179	41333	40179	35278	38257	38280	38415	40116	39109	40363	420361
C-10	54679	44275	50755	42087	49038	46173	47223	45693	42519	42934	39516	39101	543993
IPM	79016	70509	36938	70902	73809	51684	0	0	0	0	0	0	382658
Total Mensual	644277.18	590081.25	647158	607501.15	654686.71	592925.8	527523.99	533292.04	535780.42	573203.81	491130.79	581030.4	6978591.54

Fuente: EMPAGUA

CONTINÚA ANEXO 2

POZO	PRODUCCIÓN DEL AÑO 2011 EN METROS CÚBICOS												TOTAL ANUAL
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
Concep. Las Lomas	18803.69	17841.95	17827.74	17576.64	17079.19	16918.11	19872.03	20907.2	16752.29	19803.33	19059.52	18382.04	220823.73
San Gaspar	37155.29	32803.11	36842.18	33131.87	35621.07	34546.07	35375.8	34561.72	34345.16	36440.36	34196.43	36763.91	421782.97
H-3	44428	39484	44681	43154	42325	42573	43595	44727	43221	48394	48581	50117	535280
H-2	50839	45067	47708	47862	48899	47751	49925	48497	1501	0	16872	53480	458401
H-1	23866	21535	25666	25140	15640	21183	16471	3117	0	0	0	0	152618
R-2	8463	8494	8135	7476	7824	7893	7754	7773	7624	8057	7660	7864	94807
Santa Luisa	26032	23450	24946	17110	25965	24951	25648	25691	3078.4	25855	25008	26784	274548.4
C-6	106864	97700	58050	0	0	65357	103752	39489	0	0	0	0	471312
C-7	56836	56776	63868	60482	63164	60368	63058	6696	0	0	0	0	431238
C-8	48100	43659	46082	45500	43973	44339	44784	45035	42572	45559	46582	45412	541577
C-9	63759	62881	60665	60382	57295	58097	58483	56012	54919	57795	61604	61027	712919
H-7	39666	35866	11619	0	0	0	23476	3996	0	0	0	0	114823
C-10	35405	31019	32175	29018	27326	25292	24429	22688	18512	19248	13567	5923	285582
IPM	0	12604	60646	61779	61033	59437	60124	17412	59680	65190	64627	65946	588458
Total Mensual	560516.98	529180.06	538910.92	448611.51	446144.26	508495.18	576726.83	376581.92	283484.85	326341.69	337746.95	371698.95	5304140.1

Fuente: EMPAGUA

POZO	PRODUCCIÓN DEL AÑO 2012 EN METROS CÚBICOS					TOTAL
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	
Concep. Las Lomas	23451.31	17126.57	20774.55	21319.38	82671.81	
San Gaspar	33919.86	34311.24	32380.42	33111	133722.52	
H-3	32519	44622	45925	44512	167578	
H-2	52528	49650	51871	49085	204034	
H-1	0	0	0	0	0	
R-2	7864	7054	7669	7475	30062	
Santa Luisa	25920	25056	26784	25920	103680	
C-6	0	0	0	0	0	
C-7	0	0	30884.6	29671.2	60535.8	
C-8	48037.6	44403.6	46376	42740	181557.2	
C-9	63416	58480	61176	56177	239249	
H-7	0	0	14958	35505	50463	
C-10	0	0	48820.4	58414	108234.4	
IPM	68218	62947.8	48435.8	61947	241548.6	
Total Mensual	355873.77	343651.21	437034.77	466776.58	1603336.33	

Fuente: EMPAGUA

