



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

**GEORREFERENCIACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y
ESTUDIO PRELIMINAR DE LA PROPUESTA DEL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE DE
SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**

Luis Enrique Rodríguez Morales

Asesorado por la Inga. Mayra García de Sierra

Guatemala, noviembre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GEORREFERENCIACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y
ESTUDIO PRELIMINAR DE LA PROPUESTA DEL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE DE
SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUIS ENRIQUE RODRÍGUEZ MORALES

ASESORADO POR LA INGA. MAYRA REBECA GARCÍA DE SIERRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Ángel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Núñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

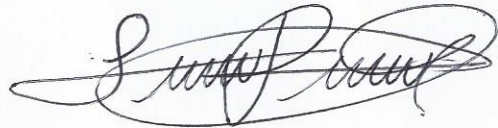
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García de Sierra
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

GEORREFERENCIACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ESTUDIO PRELIMINAR DE LA PROPUESTA DEL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 12 de febrero de 2018.



Luis Enrique Rodríguez Morales



Guatemala, 20 de agosto de 2018
REF.EPS.DOC.664.08.2018

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Luis Enrique Rodríguez Morales**, Registro Académico 201313883 y CUI 2617 64012 0101, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **GEORREFERENCIACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ESTUDIO PRELIMINAR DE LA PROPUESTA DEL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.**

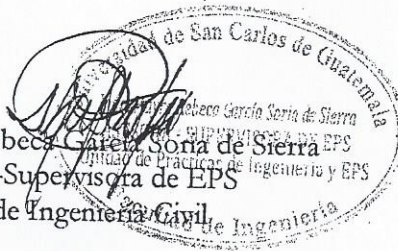
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
MRGS/ra



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
 05 de octubre de 2018

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

Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **GEORREFERENCIACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ESTUDIO PRELIMINAR DE LA PROPUESTA DEL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Enrique Rodríguez Morales, quien contó con la asesoría de la Inga. Mayra García de Sierra.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la ingeniería nacional y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. civil, Guillermo Francisco Melini Salguero
 Jefe Del Departamento de Planeamiento



**FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO
 DE
 PLANEAMIENTO
 U S A C**

/mrrm.



Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua



Guatemala, 09 de octubre de 2018
Ref.EPS.D.385.09.18

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

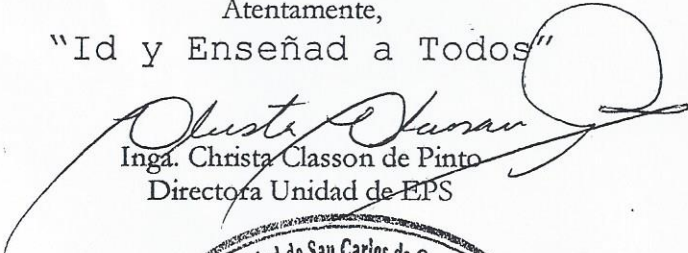
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **GEORREFERENCIACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ESTUDIO PRELIMINAR DE LA PROPUESTA DEL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Luis Enrique Rodríguez Morales, Registro Académico 201313883 y CUI 2617 64012 0101**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación como Asesora-Supervisora, y Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Mayra Rebeca García Soria y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Luis Enrique Rodríguez Morales titulado **GEORREFERENCIACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ESTUDIO PRELIMINAR DE LA PROPUESTA DEL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco


Guatemala, noviembre 2018

/mrrm.

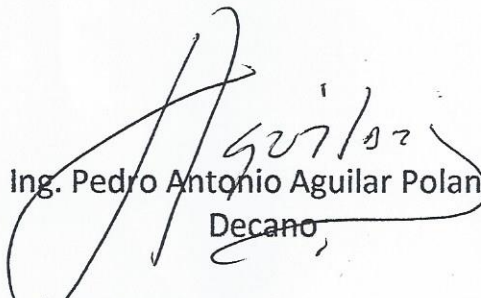


Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua

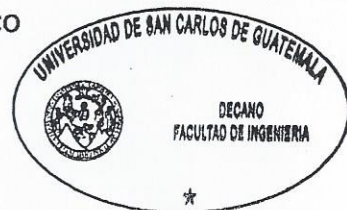


El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil al Trabajo de Graduación titulado: **"GEORREFERENCIACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ESTUDIO PRELIMINAR DE LA PROPUESTA DEL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA"** presentado por el estudiante universitario: **Luis Enrique Rodríguez Morales** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala noviembre de 2018.



/echm

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por el don de la vida, la sabiduría y fortaleza en el la culminación de mi carrera universitaria.
Mis padres	Luis Enrique Rodríguez y Virginia Morales de Rodríguez, por su amor y apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, los amo.
Mis hermanos	Laura y Josué Rodríguez por su cariño y apoyo a lo largo de la vida.
Mis abuelos	Por siempre estar presentes en cada etapa de mi vida, brindándome amor, sabiduría y apoyo.
Mis tíos	Por su apoyo en cada área de la vida, sus consejos y amor.
Mi familia	En general, por todo el tiempo creer en mí.
Mis amigos	En general, por compartir esta etapa de mi vida.
Mancomunidad Gran Ciudad del Sur	Por ser parte fundamental de este logro académico.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por brindarme la fortaleza y sabiduría durante esta etapa.
Mis padres	Por su amor y apoyo incondicional.
Mis abuelos	Por siempre brindarme su apoyo.
Mis tíos	Por cada acción de apoyo y cariño hacia mi persona.
Mi familia	En general, por ser parte de inspiración y motivación para este logro.
Mancomunidad de la Gran Ciudad del Sur	En general, por la oportunidad de desarrollar este trabajo de graduación, la asesoría y el apoyo brindado.
FUNCAGUA	Por el apoyo en cada etapa del trabajo desarrollado.
Ing. Javier Abascal	Por la asesoría y el apoyo brindado en la realización de este trabajo.
Inga. Nadya Recinos	Por la asesoría técnica y el apoyo brindado.

**Universidad San Carlos
de Guatemala**

Alma mater y mi casa de estudios.

**Municipalidad de San
Miguel Petapa**

Por todo el apoyo brindado.

Amigos

Por estar presentes a lo largo del camino.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. FASE DE INVESTIGACION	1
1.1. Monografía de San Miguel Petapa	1
1.2. Aspectos físicos.....	2
1.2.1. Ubicación geográfica	2
1.2.2. Orografía.....	3
1.2.3. Hidrografía	4
1.2.4. Demografía.....	4
1.3. Aspectos ambientales.....	5
1.3.1. Clima	5
1.4. Aspectos económicos.....	5
1.4.1. Actividades económicas	6
1.4.2. Población económicamente activa	6
1.5. Aspectos históricos y sociales	7
1.5.1. Etimología.....	7
1.5.2. Tradiciones	7
1.5.3. Fiestas	8
1.5.4. Costumbres	8
1.5.5. Cultura	8

1.5.6.	Educación.....	8
1.6.	Aspectos políticos	10
1.6.1.	Mancomunidad Gran Ciudad del Sur (MGCS)	10
1.6.2.	FUNCAGUA	11
1.7.	Fundamentación teórica.....	12
1.7.1.	Digitalización	13
1.7.2.	Georreferenciación.....	13
1.7.2.1.	Datum.....	13
1.7.3.	Sistemas de información geográfica	14
1.7.3.1.	NTG 211001	15
1.7.4.	QGIS	17
1.7.5.	Localización.....	17
1.7.6.	Planificación	17
1.7.6.1.	Planificación estratégica.....	18
1.7.6.2.	Urbanismo	18
1.7.6.3.	Equipamiento urbano	19
1.7.7.	Sistema de agua potable.....	19
1.7.8.	Pozos mecánicos	21
1.7.9.	Tanques de almacenamiento y distribución	21
1.7.10.	Red de distribución.....	22
1.7.10.1.	Criterios de diseño de redes de agua potable.....	22
1.7.10.2.	Levantamiento topográfico	23
1.7.10.3.	Censo poblacional.....	23
1.7.10.4.	Periodo de diseño	24
1.7.10.5.	Aforo de fuentes.....	25
1.7.10.6.	Calidad del agua	25

2.	DIGITALIZACIÓN Y GEORREFERENCIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA.....	27
2.1.	Planteamiento del problema	27
2.1.1.	Antecedentes.....	27
2.1.2.	Justificación	29
2.1.3.	Alcances	30
2.1.4.	Zonificación del municipio de San Miguel Petapa...	30
2.1.5.	Recopilación de información.....	32
2.1.5.1.	Levantamiento de información.....	32
2.1.6.	Pozos mecánicos de agua potable	33
2.1.7.	Tanques de distribución de agua potable	37
2.1.8.	Red de distribución de agua potable	41
2.1.9.	Válvulas regularizadoras	42
2.1.10.	Digitalización del sistema de agua potable del municipio de San Miguel Petapa	43
2.1.10.1.	Traslado de información análoga al software libre QGIS	44
3.	PROPUESTA DE REGLAMENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE.....	47
3.1.	Planteamiento del problema	47
3.1.1.	Antecedentes.....	47
3.1.2.	Justificación	48
3.1.3.	Formulación.....	49
3.1.3.1.	Actualizaciones.....	50
3.1.3.2.	Correcciones.....	50
3.1.4.	Reglamento de agua potable del municipio de San Miguel Petapa	50

CONCLUSIONES.....69
RECOMENDACIONES71
BIBLIOGRAFÍA.....73
APÉNDICES.....77
ANEXOS.....85

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa del departamento de Guatemala (ubicación del municipio de San Miguel Petapa).....	3
2.	Municipios que conforman la Mancomunidad de la Gran Ciudad del Sur	11
3.	Logo FUNCAGUA	12
4.	Definición de datum.....	14
5.	Sistema de agua potable.....	20
6.	Zonificación del municipio de San Miguel Petapa	31
7.	Ubicación de pozos mecánicos de agua potable	35
8.	Ubicación de tanques de distribución de agua potable	40
9.	Reglamento de agua potable del municipio de San Miguel Petapa	51

TABLAS

I.	Población del municipio de San Miguel Petapa	5
II.	Población económicamente activa, INE 2002.	6
III.	Cobertura educativa en todos los niveles.....	9
IV.	Indicadores educativos.....	9
V.	Parámetros de la norma NTG 210001 para la Proyección GTM.....	15
VI.	Pozos mecánicos del municipio de San Miguel Petapa	33
VII.	Niveles estáticos y dinámicos de los pozos mecánicos de San Miguel Petapa	36

VIII.	Tanques de distribución de agua potable del municipio de San Miguel Petapa.....	38
IX.	Sistemas de distribución de agua potable del municipio de San Miguel Petapa.....	41
X.	Numero de válvulas regularizadoras por zona del municipio de San Miguel Petapa.....	43

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Q	Caudal
∅	Diámetro de tubería
Δt	Diferencia de tiempo
0°0'0"	Grados, minutos, segundos.
MSNM	Metros sobre el nivel del mar.
Mm	Milímetros
Q	Quetzal, moneda nacional.
%	Porcentaje
“	Pulgadas.
Pulg.	Pulgadas

GLOSARIO

Azolvamiento	Aumento del depósito de sedimentos de un mar o río, por el acarreo de arena o limo producido por las corrientes de forma natural o voluntaria.
Geoide	Forma teórica que representa a la Tierra, determinada por la geodesia en la cual se toma como superficie teórica el nivel medio de los mares.
Huso Horario	Veinticuatro zonas en las cuales se divide la tierra, la cual gira sobre un eje imaginario, de allí se establecen las 24 horas con las que cuenta un día.
Metadato	Estos consisten en datos acerca de los datos, brindan la explicación correspondiente a los datos que cuentan con ciertas nomenclaturas.
Modelo Raster	Imágenes áreas, satelitales o digitales que se componen de una matriz de celdas o pixeles organizadas en columnas y filas en la que cada celda cuenta con un valor según la información contenida.

Orto fotografía

Es la representación gráfica, a través de una fotografía, de una determinada superficie terrestre, estas cuentan con la misma validez que un documento cartográfico.

**Proyecciones
Cartográficas**

Método matemático utilizado para representar superficies esféricas y geoides sobre superficies planas.

PVC

Policloruro de vinilo, material de tubería.

**Sistemas de
información geográfica
(SIG)**

Tecnología utilizada para el manejo de información geográfica formada por equipos electrónicos programados con la finalidad de manejar series de datos espaciales, relacionados con la información geográfica, y realizar análisis complejos con grandes cantidades de datos bajo criterios establecidos por el operador.

RESUMEN

El ejercicio profesional supervisado se desarrolló en el municipio de San Miguel Petapa. Se llevó a cabo por etapas, de acuerdo con lo establecido por la Unidad del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS). Se realizaron las fases de investigación, técnica profesional y docencia para capacitar y fortalecer al personal municipal.

En la fase de investigación se determinaron los alcances que el proyecto cubriría. Se determinó la información que se debería obtener a partir del desarrollo y actualización de boletas técnicas utilizadas en el levantamiento de la información. Se brindó capacitación en el manejo y manipulación de los sistemas de información geográfica (SIG) y en el software QGIS, las cuales se realizaron gracias al apoyo de la Mancomunidad de la Gran Ciudad del Sur y la Fundación para la Conservación del Agua en la Región Metropolitana FUNCAGUA.

Durante el desarrollo de la fase técnico profesional del ejercicio se establecieron relaciones con la municipalidad de San Miguel Petapa y con el personal con el cual se estaría desarrollando el proyecto. Esta fase consistió en el levantamiento en campo de la información de interés del sistema de agua potable del municipio bajo administración municipal. Así mismo, se desarrolló una propuesta para la actualización del reglamento de agua potable del municipio el cual no se ha implementado. La propuesta se llevó a cabo con el apoyo de la Mancomunidad de la Gran Ciudad del Sur y la Municipalidad de San Miguel Petapa.

En la fase de docencia se realizaron distintas actividades para fortalecer y capacitar al personal municipal. El objetivo es que el proyecto coadyuve en el desarrollo del municipio y fortalezca a la Municipalidad en el área de la planificación y toma de decisiones.

OBJETIVOS

General

Georreferenciar y digitalizar las partes del sistema de agua potable del municipio de San Miguel Petapa. Realizar una propuesta de actualización al reglamento de agua del municipio de San Miguel Petapa, para recopilar la información de interés de la Municipalidad de San Miguel Petapa.

Específicos

1. Identificar y ubicar las partes del sistema de agua potable, pozos perforados y tanques de almacenamiento realizando un diagnóstico de las condiciones de los mismos.
2. Generar en la plataforma QGIS una base de datos con la información geográfica obtenida y así poder desarrollar un inventario del sistema de agua potable.
3. Realizar una propuesta de actualización del reglamento de agua potable, basada en normas nacionales e internacionales aplicables a las condiciones del municipio respectivo.

INTRODUCCIÓN

A raíz del crecimiento de la población y el desarrollo de las ciudades han surgido necesidades que deben satisfacerse para que las personas se desarrollen de forma adecuada e integral. En el país existe sobre población y déficit de vivienda, como consecuencia de un crecimiento carente de un plan de ordenamiento territorial (POT) que estableciera los parámetros para el crecimiento de las urbes y tampoco proyecciones en las cuales se planificara el desarrollo de las comunidades.

Actualmente, la ciudad de Guatemala cuenta con un plan de ordenamiento territorial, sin embargo, muchos de los municipios del departamento de Guatemala no cuentan con las capacidades ni con el desarrollo para generar planes de ordenamiento territorial, planificar el desarrollo de sus territorios y brindar mejores servicios a las comunidades. Sin embargo, se considera que el buen manejo de los recursos de un municipio puede generar mejoras en la calidad de vida de sus habitantes y por ende desarrollo en su población.

A través de este ejercicio profesional supervisado se buscó dotar de información a la municipalidad de San Miguel Petapa. Se considera que la información es la base del desarrollo de proyectos, planificación estratégica y desarrollo integral del municipio. Se levantó la información del sistema de agua potable del municipio de San Miguel Petapa utilizando distintas herramientas digitales y físicas, a través del apoyo de la Mancomunidad de la Gran Ciudad del Sur y la Fundación Para la Conservación del Agua en la Región Metropolitana FUNCAGUA, se trasladó la información obtenida a un sistema de información geográfica SIG a través del software QGIS.

El municipio de San Miguel Petapa contaba con información geográfica obtenida por ejercicios anteriores, también pertenecientes a la Mancomunidad de la Gran Ciudad del Sur, estos se utilizaron como base y apoyo en el levantamiento de información y también en la generación de mapas temáticos.

Con el objetivo de hacer de este ejercicio un aporte integral para el municipio, se realizó la revisión y propuesta de actualización al reglamento de agua potable ya existente en el municipio, pero no se ha implementado. No obstante, se considera relevante que se implemente para mejorar la gestión municipal. De esta forma, brindará un mejor servicio y evitará el empirismo que ha causado dificultades en el buen funcionamiento del sistema de agua potable.

1. FASE DE INVESTIGACION

1.1. Monografía de San Miguel Petapa

San Miguel Petapa es uno de los diecisiete municipios del departamento de Guatemala. Se localiza al sur de la Ciudad de Guatemala. Cuenta con una población de 188 172 habitantes, de acuerdo con proyecciones del INE para el año 2015.

El municipio de San Miguel Petapa se considera uno de los más antiguos del país, tiene sus raíces en los cakchiqueles. Una rama de esta etnia, denominada “los petapas” se asentó en este municipio cuya economía se basa en la agricultura y el comercio.

La historia del municipio inicia en la época colonial 1524 hasta 1762, según monografías del municipio. Se ubicaba donde en la actualidad está Villa Canales y, en 1762, las lluvias destruyeron el poblado y se trasladó.

En 1839 la Asamblea Constituyente del Estado de Guatemala formó el distrito de Amatitlán el cual se componía de los poblados de: La Ciudad de Amatitlán, San Cristóbal, Palín, Villa Nueva, San Miguel Petapa y Santa Inés Petapa.

En 1855 el municipio de San Miguel Petapa se consolida en su ubicación actual y lo integran las aldeas y caseríos San Miguel Petapa, Santa Inés, Boca del Monte, Chichimecas, Cerro Pelado, Rustrían y Cumbre de San Nicolás. Esta

anexión se derogó mediante Decreto el municipio pasó a ser parte del Departamento de Guatemala.

1.2. Aspectos físicos

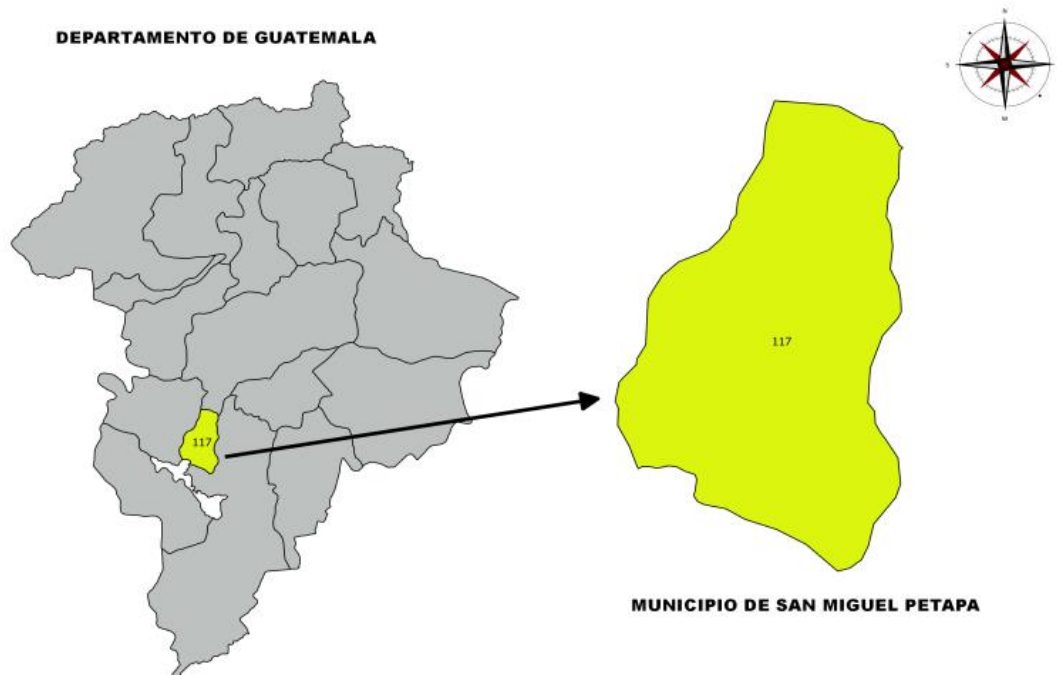
A continuación se presentan los aspectos físicos más relevantes del municipio de San Miguel Petapa.

1.2.1. Ubicación geográfica

El municipio de San Miguel Petapa se encuentra al sur del departamento de Guatemala, pertenece a la Región Metropolitana, identificada como la Región I. El municipio se localiza en la latitud 14° 30' 06" y en la longitud 90° 33' 37". Está a 20 kilómetros de la cabecera del departamento de Guatemala, según datos de la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos (DIGI).

San Miguel Petapa colinda, al norte, con el municipio de Villa Nueva del departamento de Guatemala; al sur, con el Lago de Amatitlán del departamento de Guatemala; al oeste con el municipio de Villa Canales del departamento de Guatemala; y al oeste con el municipio de Villa Nueva del departamento de Guatemala. El municipio de San Miguel Petapa se encuentra a una altitud de 1 260 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Figura 1. **Mapa del departamento de Guatemala (ubicación del municipio de San Miguel Petapa)**



Fuente: elaboración propia, con base en datos del Instituto Geográfico Nacional, empleando el programa QGIS, 2017.

1.2.2. Orografía

La mayor parte del territorio de San Miguel Petapa es plano. Una cuarta parte presenta montes altos y cerros cultivables. Las elevaciones que se encuentran en el municipio son: Cerro El Pajal, Cerro Encinal, Cerro Cáliz, El Ganadero y la reserva natural protegida por la municipalidad La Cerra.

Según AMSA, el municipio también cuenta con el cerro “Gordo” y la península El Sauzal. También incluye los parajes El Bebedero, La Playa y el Ojo de Agua.

1.2.3. Hidrografía

El municipio de San Miguel Petapa cuenta con los ríos Villalobos, Ojo de Agua, Pínula y Platanitos, que atraviesan el municipio y se unen a los ríos Tuluh y Moran. Este último desemboca en el Lago de Amatitlán. Algunos de estos ríos sirven de límites municipales con el municipio vecino de Villa Canales.

También cuenta con varios riachuelos, quebradas y manantiales, entre ellos el manantial Ojo de Agua, del cual se obtiene agua potable para la población. Lamentablemente, los cuerpos de agua han sufrido contaminación y el municipio ha enfrentado diversas inundaciones. Estos factores han influido para que el municipio, a pesar de contar con un gran recurso hídrico, enfrente problemas de abastecimiento y distribución de agua potable para las comunidades.

1.2.4. Demografía

Según las proyecciones del INE del censo realizado en el año 2002 la población para el 2010 sería 156 788. La mayoría está asentada en el casco urbano del municipio que comprende la zona 1, zona 2, zona 3 y parte de Zona 9 y 10; y la Zona 7.

Tabla I. **Población del municipio de San Miguel Petapa**

Año	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Población Total	117,155	123,183	129,551	134,559	139,744	145,133	150,798	156,788

Fuente: elaboración propia, con base en las proyecciones de población del Instituto Nacional de Estadística del Censo 2002.

1.3. Aspectos ambientales

A continuación se presenta los aspectos climáticos del municipio de San Miguel Petapa.

1.3.1. Clima

El municipio cuenta con un clima tropical, este posee una temperatura promedio de 21,4 grados centígrados a lo largo del año, y con una humedad del 50%. Anualmente, se cuenta con un promedio de precipitación de 1093,7 mm según datos del INSIVUMEH.

1.4. Aspectos económicos

A continuación se presentan los aspectos económicos del municipio de San Miguel Petapa.

1.4.1. Actividades económicas

Un alto porcentaje de la población del municipio se traslada a la ciudad capital a realizar sus actividades económicas. Por ello, se ha clasificado como una ciudad dormitorio; sin embargo, en el municipio también se desarrollan distintas actividades económicas. La mayoría se basa en la agricultura, producción de alimentos, pequeñas industrias, y una gran cantidad de pequeñas empresas y comercios informales, como talleres de estructuras metálicas, panaderías entre otros. Existe una buena cantidad de empresas dedicadas a la venta de materiales de construcción y a la construcción. El municipio cuenta con índices bajos de pobreza extrema según los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) que establecen como meta municipal 3,4 % contando el municipio con un 0,79 %.

1.4.2. Población económicamente activa

Según datos del INE, 2002, un 34.95 % de la población del municipio de San Miguel Petapa es económicamente activa, el cual se desglosa de la siguiente manera:

Tabla II. **Población económicamente activa, INE 2002.**

Población Económicamente Activa del Municipio de San Miguel Petapa	
Mujeres	36.92%
Hombres	63.08%

Fuente: elaboración propia, con base en los datos del plan de desarrollo municipal de San Miguel Petapa, 2010.

La fuente de empleo más importante del municipio es la industria. En la zona 6, Los Álamos; zona 9, San Antonio; zona 8, Granjas Gerona y zona 1 del Casco Urbano se han asentado gran cantidad de fábricas y empresas productoras.

1.5. Aspectos históricos y sociales

A continuación se presentan los aspectos históricos, sociales y culturales del municipio de San Miguel Petepa.

1.5.1. Etimología

El nombre del municipio San Miguel Petepa refleja la costumbre española de adjudicar el nombre de un santo y complementarlo con un nombre en la lengua regional. El nombre Petepa se compone de dos palabras indígenas “pet” que se puede traducir como cama o estera y la palabra “thap” que se puede traducir como agua, interpretando el nombre como cama de agua, haciendo referencia a los distintos cuerpos de agua cercanos al municipio.

1.5.2. Tradiciones

El municipio celebra las fiestas comunes al país. Sin embargo, el Viernes Santo se celebra el Baile del Centurión, basado en el arrepentimiento de un centurión romano. En febrero se realizan actividades por la feria de la Virgen del Rosario.

El 25 de diciembre, en Navidad, se realiza el baile de “Los Fieros”, y en este mes también se realizan las festividades de fin de año.

1.5.3. Fiestas

La fiesta patronal es celebrada en honor a San Miguel Arcángel, el Santo Patrono del municipio. Se presentan danzas folclóricas, entre las cuales está La Conquista y Partideños, una de las más conocidas en la región.

La fiesta titular se celebra los días 29 y 30 de septiembre. En esas fechas se realizan diversas actividades religiosas y deportivas.

1.5.4. Costumbres

Una de las costumbres más arraigadas en el municipio es que la mayoría del pueblo participe en los sepelios de personalidades reconocidas en de la comunidad. Caminan desde donde se encuentra ubicado el velorio, pasan por la iglesia y se dirigen hacia el cementerio municipal.

1.5.5. Cultura

El poblado de San Miguel Petapa es uno de los más antiguos. Se remonta a la época prehispánica. Su población es de ascendencia cakchiquel, en la rama de los Petapas, quienes hablaban cakchiquel, pocoman y pocomchí.

1.5.6. Educación

La atienden instituciones públicas y privadas. Según los programas que miden el Índice de Desarrollo Humano (IDH) realizados por las Naciones Unidas para el Desarrollo el municipio de San Miguel Petapa cuenta con un 96,6 % de alfabetización, considerando que la brecha por cubrir es de 3,4 % se espera

que esta se cubra en poco tiempo. A continuación se presenta la cobertura educativa con la que cuenta el municipio.

Tabla III. **Cobertura educativa en todos los niveles**

CENTROS EDUCATIVOS	SECTOR				
	Oficial	Privado	Municipal	Cooperativa	Total
Preprimaria	19	76	1	0	96
Primaria	21	83	1	0	105
Primaria adultos	0	4	0	0	4
Básicos	3	71	1	5	80
Diversificado	1	43	0	2	46
Total	44	277	3	7	331

Fuente: elaboración propia, basado en información del portal del Ministerio de Educación, 2014.

La educación es un pilar fundamental para el desarrollo de un municipio por lo que, a continuación, se presentan los porcentajes de la población con acceso a la educación en los diferentes niveles educativos, según el género. Se estimó en función de proyecciones de población del Instituto Nacional de Estadística (INE) y cifras sobre el avance en alfabetización de Conalfa.

Tabla IV. **Indicadores educativos**

Nivel Educativo	Mujeres (%)	Hombres (%)	Total (%)
Preprimaria	60.1	57.1	58.6
Primaria	74.1	72.3	73.2
Básicos	51.2	46.7	48.95
Diversificado	12.6	10.4	11.5

Fuente: elaboración propia, según cifras para el desarrollo humano, Guatemala. PNUD (2011).

1.6. Aspectos políticos

A continuación se presentan los aspectos políticos del municipio de San Miguel Petapa.

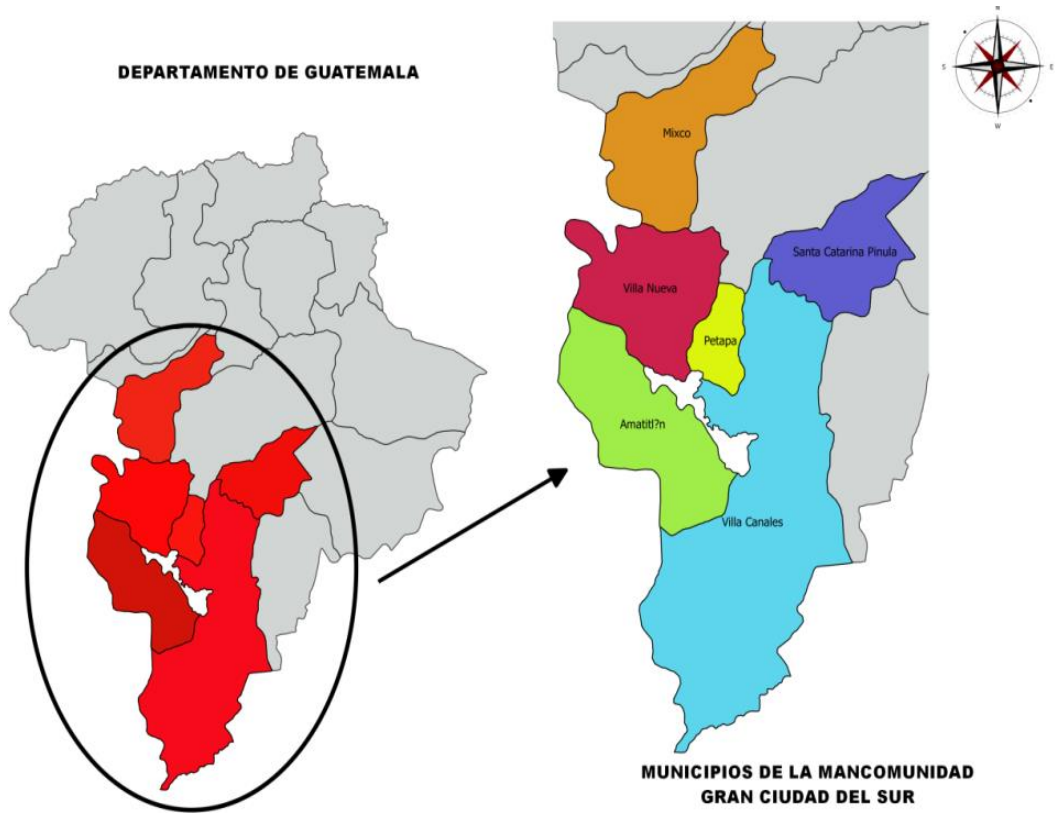
1.6.1. Mancomunidad Gran Ciudad del Sur (MGCS)

La Mancomunidad de la Gran Ciudad del Sur es una entidad autónoma, de carácter no lucrativa y de naturaleza esencialmente solidaria, apolítica, subsidiaria y gremial en el ámbito municipal, que busca contribuir en la solución de los distintos problemas, que aquejan a las Municipalidades afiliadas, a través de suministrarles servicios profesionales y técnicos especializados en diversas materias.

Se basa en el capítulo II, artículos 49, 50 y 51 del Código Municipal donde se establece qué es una mancomunidad y qué necesita para concretarse. La Mancomunidad de la Gran Ciudad del Sur (MGCS) se constituyó según la Escritura de Constitución No. 36 de fecha 2 de agosto de 2012. Está inscrita en el registro de Personas Jurídicas del Ministerio de Gobernación, bajo la partida 68-2012, folio 362 del libro 3 del Registro de Personas Jurídicas.

Esta mancomunidad está integrada por seis municipios del sur del Departamento de Guatemala: Amatitlán, Ciudad de Mixco, San Miguel Petapa, Santa Catarina Pínula, Villa Canales y Villa Nueva.

Figura 2. **Municipios que conforman la Mancomunidad de la Gran Ciudad del Sur**



Fuente: elaboración propia, con datos del Instituto Geográfico Nacional, empleando el programa QGIS, 2018.

1.6.2. **FUNCAGUA**

La Fundación para la Conservación del Agua en la Región Metropolitana es un fondo de Agua que busca contribuir a la disponibilidad del suministro de agua a largo plazo en la Región Metropolitana de Guatemala. En cumplimiento de esta misión se desarrolla la unión estratégica de la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur con la Fundación para la conservación del Agua en la Región Metropolitana (FUNCAGUA) para implementar nuevas tecnologías, capacitar a

personal municipal y el desarrollo de proyectos que fortalezcan a las municipalidades pertenecientes a la MGCS.

Figura 3. **Logo FUNCAGUA**



Fuente: Fundación para la Conservación del Agua en la Región Metropolitana.
<http://funcagua.org.gt/wp-content/uploads/2017/11/logo-funcagua-transparente.png>. Consulta:
septiembre, 2017.

1.7. Fundamentación teórica

A continuación se presenta la fundamentación teórica de las temáticas desarrolladas, la cual se considera indispensable en la aplicación de criterios, conceptos, ideas y metodologías en el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado.

1.7.1. Digitalización

Desde el punto de vista de los sistemas de información geográfica (SIG) es una parte fundamental porque se crea información digital a través de documentos análogos, la cual se traslada a imágenes satelitales, desde cualquier software SIG. De esta forma se obtiene un sistema de referencia de coordenadas, propiedades de visualización e información de interés.

1.7.2. Georreferenciación

Consiste en brindarle ubicación geoespacial a cierta información en función de un sistema de coordenadas determinado y un datum específico. La georreferenciación es la base para todo trabajo cartográfico ya que es a partir de esta que se realiza la localización de elementos. Es aplicable a objetos tipo *raster* y a objetos de tipo vectorial, como: puntos, líneas o polígonos.

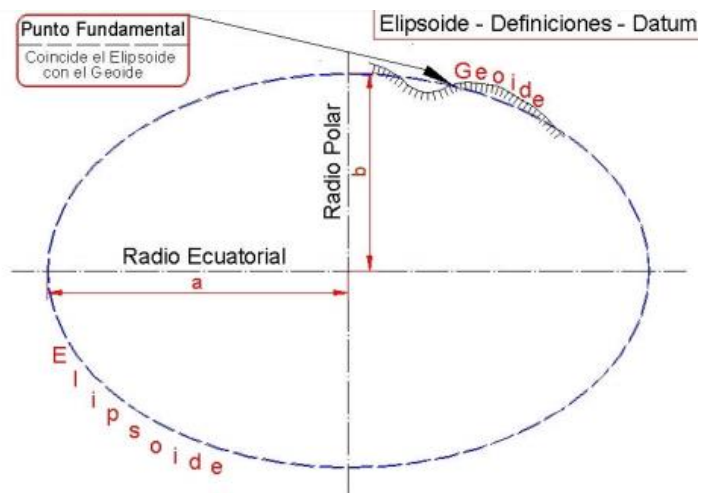
1.7.2.1. Datum

El *datum* es el punto tangente al elipsoide y al geoide, en el cual ambos son coincidentes. Cada datum esta compuesto por:

- Un elipsoide, definido por a,b aplastamiento.
- Un punto fundamental en el que el elipsoide y la tierra son tangentes. A este punto se le define por sus coordenadas geograficas longitud y latitud, ademas del acimut de una direccion con origen en el punto de fundamental. Esta desviacion se denomina:

- Eta: desviación en la vertical
- Xi: desviación en el meridiano

Figura 4. Definición de datum



Fuente: Cartesia. <http://www.cartesia.org/data/apuntes/cartografia/cartografia-datum.pdf>.

Consulta: septiembre, 2017.

1.7.3. Sistemas de información geográfica

Se definen como una integración conformada por datos geográficos, un software y hardware, la cual tiene como objetivo almacenar, actualizar, manipular y analizar información geográficamente referenciada para ser aplicada a la resolución de conflictos y problemas enfocados a la planificación y gestión.

1.7.3.1. NTG 211001

La norma técnica guatemalteca NTG 211001 establece los parámetros para Sistemas de Proyección para Información Geoespacial obtenida del país. Responde a la necesidad de estandarizar la información geoespacial del país y mejorar la calidad de la misma. A través de esta norma se desarrolla la proyección Guatemala Transversa de Mercator GTM, la que se adapta al territorio guatemalteco de la proyección Universal Transversa de Mercator UTM.

Tabla V. **Parámetros de la norma NTG 210001 para la Proyección GTM**

NOMBRE DEL ELEMENTO	ENTRADA	COMENTARIO
Identificación del sistema de referencia de coordenadas	GTM	
Identificador del datum	WGS84	
Tipo de datum	Geodésico	
Punto de anclaje del datum	Centro de la tierra	
Identificador del elipsoide	WGS84	
Semieje mayor del elipsoide	6378137.0 m	
Forma del elipsoide	Verdadera	
Achatamiento	1/298.257223563	
Identificador del sistema de coordenadas	Mercator Transverso	
Tipo de sistema de coordenadas	Proyectadas	
Dimensión del sistema de coordenadas	2	
Nombre del eje del sistema de coordenadas	N	Estos parámetros se refieren al valor "Y" de las coordenadas proyectadas
Dirección del eje del sistema de coordenadas	Norte	
Identificador de unidades del eje de sistema de coordenadas	m	
Nombre del eje del sistema de coordenadas	E	Estos parámetros se refieren al valor "X" de las
Dirección del eje del sistema de coordenadas		

Continuación tabla V.

Identificador del sistema de coordenadas	m	coordenadas proyectadas
Numero de parámetros del método de operación de coordenadas	5	Estos parámetros son los valores que se deben usar para definir a proyección GTM en los distintos programas de cálculo usados para la transformación
1 nombre del parámetro de operación de coordenadas	Latitud de origen	
valor del parámetro de operación de coordenadas	0 grados	
2 nombre del parámetro de operación de coordenadas	Longitud de origen	
valor del parámetro de operación de coordenadas	-90.5 grados	
3 nombre del parámetro de operación de coordenadas	Factor de escala en el meridiano central	
valor del parámetro de operación de coordenadas	0.9998	
4 nombre del parámetro de operación de coordenadas	Falso norte	
valor del parámetro de operación de coordenadas	0 metros	
5 nombre del parámetro de operación de coordenadas	Falso este	
valor del parámetro de operación de coordenadas	500000 metros	

Fuente: COGUANOR NTG 210001.

1.7.4. QGIS

Es un software de código libre en el cual se pueden crear, manejar y manipular Sistemas de Información Geográfica (SIG). Este es uno de los primeros proyectos realizados por OSGeo (*Open Source Geospatial Foundation*).

1.7.5. Localización

Se refiere a la ubicación espacial o geoespacial que se utiliza en la geografía para identificar el lugar o sitio de ciudades, edificios y objetos para analizar la interacción del ser humano con el medio ambiente que lo rodea, así como la influencia que causa el uno en el otro.

1.7.6. Planificación

Es el proceso deliberado y continuo en el cual se desarrollan planes estratégicos tomando en cuenta todos los posibles factores de influencia, con mira hacia el futuro y con el objetivo del buen funcionamiento y mejora continua de una ciudad, sistema o proyecto.

La planificación territorial se concentra en aspectos específicos relacionados con las actividades humanas tales como vías de comunicación, actividades económicas, comercios, capacidad de viviendas y también con los diferentes usos del suelo que se pueden dar en ciertas regiones.

1.7.6.1. Planificación estratégica

La planificación estratégica ha surgido a raíz de la complejidad y la rapidez con la que el desarrollo urbano se ha dado. Se propone manejar, de forma sistemática, el cambio y brindar el mejor escenario para el desarrollo futuro de las urbes. José Miguel Fernández Güell define la planificación estratégica en *Planificación Estratégica de Ciudades* como “El proceso creativo que sienta las bases de una actuación integrada a largo plazo, establece un sistema continuo de toma de decisiones que comporta riesgo, identifica cursos de acción específicos, formula indicadores de seguimiento sobre los resultados e involucra a los agentes sociales, económicos y locales a través de todo el proceso”.¹

1.7.6.2. Urbanismo

El termino urbanismo se proviene del latín *urbs* que alude a la capital de mundo romano. Según Horacio Landa en *La terminología del urbanismo*, este se puede definir como el conjunto de conocimientos y disciplinas orientadas a la planificación, desarrollo, reforma y ampliación de los espacios habitacionales, así como el ordenamiento de las ciudades utilizando a la geografía urbana como base, así como aspectos sociales, culturales, económicos, ambientales y demográficos, que influyan en el desarrollo de una comunidad².

¹ FERNANDEZ José. *Planificación Estratégica de Ciudades*. p. 46.

² LANDA Horacio. *Terminología del Urbanismo*. p. 74.

1.7.6.3. Equipamiento urbano

Es el conjunto de todas las edificaciones y áreas naturales en las cuales se desarrollan las actividades de habitación, económicas, servicios y bienestar social. El equipamiento urbano se encuentra a disposición de la población municipal y este está bajo la administración de la Municipalidad la cual debe velar por el cuidado y mantenimiento del mismo, así como la buena prestación de los servicios.

El equipamiento urbano puede ser administrado por entidades privadas bajo la supervisión directa de la municipalidad.

1.7.7. Sistema de agua potable

Un sistema de abastecimiento de agua potable es un conjunto de obras de ingeniería, concatenadas que permiten trasladar el agua potable hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural con población relativamente densa. Esta se compone de:

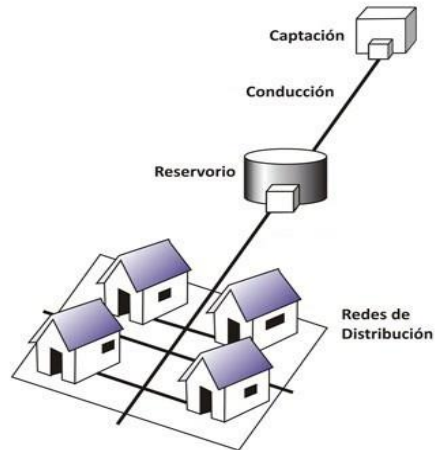
- Captación: son las obras de ingeniería para captar el agua de la fuente generadora del recurso.
- Conducción: son las obras que conducen el agua desde la captación hacia la planta de tratamiento en caso de que esta exista o sea necesaria, o bien hacia el tanque de almacenamiento.
- Almacenamiento: tanques utilizados para almacenar el agua. También se utilizan para suplir un sistema de gravedad.

- Distribución: consiste en las líneas y redes que trasladan el agua hasta el consumidor.

En Guatemala, el agua se considera potable si cumple con la norma COGUANOR NGO 29001, la cual establece los parámetros de calidad para que el recurso hídrico sea utilizable y consumible.

El recurso hídrico se obtiene de aguas subterráneas, que se utilizan con más frecuencia debido a la calidad de agua y aguas de origen superficial, las cuales son más difíciles de utilizar debido a los tratamientos necesarios que estas requieren.

Figura 5. **Sistema de agua potable**



Fuente: Guía de Orientación en Saneamiento Básico para Alcaldías de Municipios Rurales y Pequeñas Comunidades. http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-3sas.htm#2.3Principales_sistemas_rurales_de_abastecimiento_de_agua. Consulta: 21 de febrero de 2018.

1.7.8. Pozos mecánicos

A lo largo de los años los pozos han sido la forma tradicional para obtener el agua subterránea.

Los pozos mecánicos se perforan por medio de maquinaria y equipos especiales para llegar a una profundidad determinada y tener acceso a las aguas subterráneas, las cuales presentan mejor calidad que el agua superficial, que se encuentra contaminada.

1.7.9. Tanques de almacenamiento y distribución

El objetivo de los tanques es el almacenamiento y la distribución regulada del agua, cubrir las variaciones que existen en los horarios de consumo, ya que hay horarios de bajo consumo a lo largo del día. Los tanques de almacenamiento y distribución, según sus materiales pueden ser de tres tipos:

- Mampostería
- Hormigón armado
- Acero

1.7.10. Red de distribución

La red de distribución es un conjunto de tuberías a través de las cuales se traslada y distribuye el agua potable, brindando así el servicio a consumidores o vecinos. La red de distribución se conforma por tuberías principales y tuberías secundarias, por lo cual puede estar conformada por tuberías de diferentes diámetros. La red principal distribuye el agua a todo el territorio y la red secundaria corresponde a las conexiones domiciliarias.

Existen tres tipos de redes hidráulicas en función de las características y condiciones físicas del lugar y la población: redes abiertas, redes cerradas o combinadas.

1.7.10.1. Criterios de diseño de redes de agua potable

El Instituto de Fomento Municipal (INFOM) establece las normas, criterios y parámetros de diseño en el área urbana. La ciudad capital se rige por la Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA) y el área rural, la Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales (UNEPAR)

Se deben considerar ciertos parámetros para realizar un diseño para una red de distribución de agua potable.

1.7.10.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico es la base del diseño de un sistema de agua potable ya que en él se determinan las líneas que unirán la fuente de abastecimiento con la población que se abastecerá. En el levantamiento topográfico se determina la localización de las líneas principales y secundarias de conducción de la red. Se recomienda que en el levantamiento topográfico se tomen en cuenta los servicios que se brindaran a través del sistema. El levantamiento topográfico para el diseño de un sistema de agua potable se necesita planimetría y altimetría o hipsometría, como también se le conoce.

- **Planimetría**

La planimetría es empleada para obtener la representación en cierta escala de los detalles con los que cuenta el terreno sobre una superficie plana.

- **Altimetría**

Determina y representa las alturas o cotas de los puntos de interés, en función a un plano de referencia.

1.7.10.3. Censo poblacional

Es necesario estimar la población que se servirá. El censo poblacional puede ser realizado al mismo tiempo del levantamiento topográfico. Existen distintos métodos de estimación de poblaciones futuras que se pueden utilizar para este propósito. Sin embargo, es necesario contar con información fidedigna y actualizada. El Instituto Nacional de Estadística (INE), los registros

que puedan existir en los distintos centros de salud y cualquier organización comunitaria son fuentes de información.

Los datos y estimaciones poblacionales influyen directamente en el periodo de diseño del proyecto, por lo cual deben ser lo más acertados posibles.

1.7.10.4. Periodo de diseño

El periodo de diseño es el tiempo en el cual una obra cumple con su función o brinda un servicio de forma satisfactoria y es necesario que al establecer un periodo de diseño se tomen en cuenta todos los factores que pueden llegar a influir en el mismo.

Es necesario tomar en cuenta la vida útil del material que se utilizará para realizarlo, los componentes que el sistema requiere (tubería, válvulas, equipos de bombeo) y el crecimiento de la población a la que se le brindará el servicio.

Es importante que el sistema cuente pueda ampliarse, ya que a raíz de este factor se puede alargar la vida útil del sistema, sin embargo, los materiales empleados en la realización de la obra determinan el tiempo de duración.

1.7.10.5. Aforo de fuentes

El aforo es una de las actividades preliminares para la ejecución y planificación de un proyecto de abastecimiento de agua potable. Consiste en la medición del caudal (Q). Este es el volumen de agua medido, generalmente, en litros por unidad de tiempo en segundos. Se debe medir en la época de estiaje para mejorar los criterios del diseño.

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\Delta t}$$

Donde:

Q = Caudal

Δt = Diferencia de tiempo

1.7.10.6. Calidad del agua

La calidad del agua es un aspecto fundamental en la elaboración y planificación de un proyecto de abastecimiento de agua. Esta debe cumplir con los parámetros que establece la norma COGUANOR 29001.

La calidad del agua determina si es necesario realizar algún tratamiento previo a la fuente de abastecimiento, o bien, si es factible o no la realización del proyecto con dicha fuente.

2. DIGITALIZACIÓN Y GEORREFERENCIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA

A continuación, se presenta el desarrollo de la parte técnica realizada en el ejercicio. Se dan a conocer las partes que conforman el sistema de agua potable del municipio de San Miguel Petapa en la actualidad; pozos mecánicos, tanques de distribución de agua potable, red de distribución y válvulas regularizadoras, el estado en el cual estos se encuentran, así como recomendaciones y porqué se considera importante contar con la información real y actualizada de los diferentes sistemas a través de los cuales las municipalidades brindan servicios, y como estos intervienen en el desarrollo integral de una población.

2.1. Planteamiento del problema

San Miguel Petapa, el municipio con menor extensión territorial del departamento de Guatemala, aún no cuenta con un inventario completo de la infraestructura del municipio, en este caso enfocado al sistema de agua potable.

2.1.1. Antecedentes

San Miguel Petapa es uno de los municipios más antiguos del departamento de Guatemala, sin embargo, no ha alcanzado un nivel de desarrollo óptimo para la mejora en la calidad de vida de sus habitantes comparándolo con otros municipios que forman parte de la MGCS. Este es uno

de los municipios más pequeños del Departamento de Guatemala, sin embargo, también es uno de los que cuentan con una de las mayores densidades poblacional en el país.

El municipio se encuentra entre varios cuerpos de agua, los ríos Pínula, Villalobos y Platanitos, y en la parte sur del municipio se encuentra el lago de Amatitlán. Desafortunadamente estos han sido utilizados como vertederos de aguas residuales y desechos sólidos. Por esto, el municipio en su totalidad se abastece de agua subterránea y, por consiguiente, ha enfrentado problemas en el abastecimiento y distribución del agua potable, que se distribuye regulada por medio de horarios y racionamiento. Esto dificulta el desarrollo de las actividades cotidianas, comerciales e industriales de los habitantes.

En la actualidad se han realizado varios proyectos a través del Ejercicio Profesional Supervisado, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Carlos de Guatemala. En ellos ha colaborado la Mancomunidad de la Gran Ciudad del Sur, como parte de aporte al desarrollo y fortalecimiento del municipio y de la sociedad guatemalteca. Entre los proyectos destacan los diseños de sistemas de drenaje sanitario y pluvial, entre otros.

En el levantamientos de información geográfica a través de herramientas digitales y *software*’s, en el municipio, se han llevado a cabo proyectos de utilización de suelos, la división territorial del municipio, zonas de riesgo, la cuantificación de predios, entre otros, pero se ha carecido de proyectos para los servicios de agua potable y el estado de las fuentes de abastecimiento. No obstante, algunas municipalidades pertenecientes a la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur, han contado con estudios de este tipo y cuentan con un mejor manejo técnico y administrativo en sus servicios de agua potable.

2.1.2. Justificación

El municipio de San Miguel Petapa cuenta con una gran capacidad de recursos hídricos y un territorio manejable por su extensión territorial. Debido al crecimiento desordenado y la falta de una planificación estratégica, una parte considerable de la población carece de servicios básicos e indispensables, y para las comunidades que cuentan con servicios, estos no se brinda de forma “eficaz, segura y continua”, como establece el artículo 72 del Código Municipal, por diferentes factores que exceden las capacidades municipales. Por ello, se deben implementar las herramientas de información para mejorar el control y manejo en los recursos de dicho municipio, desde la necesidad de agua potable que ha surgido conforme al crecimiento de la población, así como, la distribución de la misma y la planificación estratégica.

A raíz de esto, se genera la necesidad de levantar información geográfica relacionada con el sistema de agua potable del municipio. La municipalidad pueda aprovechar la información para la planificación, implementación y elaboración de proyectos. El objetivo controlar mejor los insumos y brindar mejores servicios en aras de la “modernización tecnológica de la municipalidad y de los servicios públicos municipales”, como establece el Código Municipal en el Artículo 68. Como consecuencia, la calidad de vida de los habitantes mejorará. Se necesita información de estados y diámetros de tuberías, pozos perforados, tanques elevados, cisternas y equipos de bombeo.

2.1.3. Alcances

Se busca obtener la información y realizar las siguientes actividades en el municipio de San Miguel Petapa:

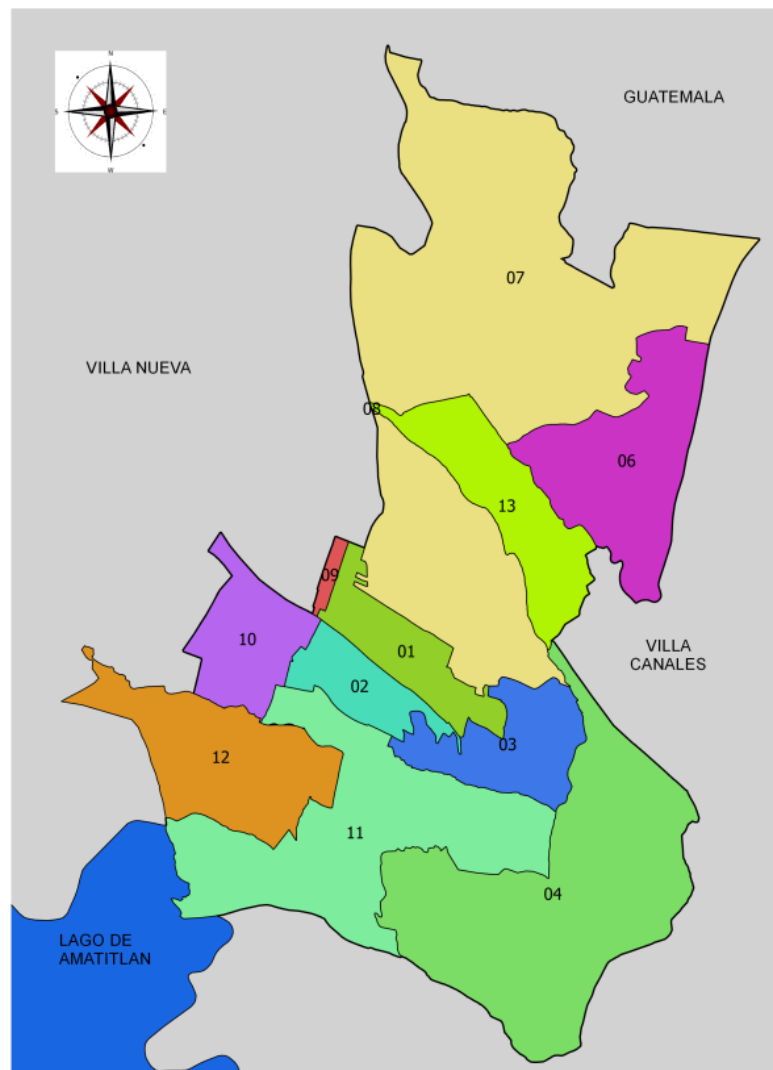
- Realizar un diagnóstico básico del estado y funcionamiento de las redes de tubería municipales.
- Realizar la ubicación geoespacial de los pozos perforados, así como las características de los mismos, tanques de distribución, red de abastecimiento y válvulas del sistema de agua potable.
- Establecer zonas de posible recarga hídrica municipal.
- Realizar levantamientos de información en campo, a través de georreferenciación, mediciones y entrevistas.
- Trasladar la información obtenida a una plataforma SIG.
- Desarrollar diferentes tipos de capacitaciones a las municipalidades en el manejo de Sistemas de Información Geográfica (SIG) a través del software QGIS.

2.1.4. Zonificación del municipio de San Miguel Petapa

Actualmente, el municipio cuenta con 12 zonas establecidas, de las cuales se encuentra en gran parte urbanizadas, con la excepción de las Zonas 4 y 12, ya que estas, la mayor parte de su territorio es utilizado como cultivos o reservas naturales del municipio.

A continuación se presenta la zonificación actual del municipio de San Miguel Petapa.

Figura 6. **Zonificación del municipio de San Miguel Petapa**



Fuente: elaboración propia, empleando el programa QGIS, 2018 con datos de la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur.

2.1.5. Recopilación de información

La recopilación de información se basó en tres ejes que se han utilizado a lo largo de los ejercicios realizados en la MGCS, dada la existencia de cierta validez en el proceso de la recopilación de información. Se desea obtener información acertada en esta etapa para lograr los objetivos del proyecto. Los ejes utilizados durante el proceso del ejercicio profesional supervisado son los siguientes:

- Levantamiento de información
- Digitalización de información levantada
- Validación y corrección de la información digitalizada

2.1.5.1. Levantamiento de información

El levantamiento de información consiste en llevar a la práctica en campo lo planteado al inicio del ejercicio. En este proceso se deben involucrar las direcciones municipales interesadas en el proyecto y que se beneficiarán con él, para, posteriormente, gestionar los recursos que se utilizarán.

El recurso más importante en el proceso de recopilación de información es el personal municipal, porque cuentan con la mayor información. Se establecieron relaciones con la Dirección de Servicios Públicos de la municipalidad de San Miguel Petapa y con personal de fontanería quienes brindaron apoyo. Así mismo la MGCS proveyó recursos indispensables para el mapeo y levantamiento de información.

2.1.6. Pozos mecánicos de agua potable

El municipio de San Miguel Petapa es abastecido en su totalidad por pozos mecánicos, cuenta con 28 pozos perforados, de los cuales se encuentran en funcionamiento únicamente 26. El servicio de agua potable en el municipio presenta dificultades dado que en la mayoría del territorio del municipio el abastecimiento se brinda a través en horarios y días según la comunidad o zona.

A continuación se presenta la descripción de los pozos mecánicos con que cuenta la municipalidad de San Miguel Petapa.

Tabla VI. **Pozos mecánicos del municipio de San Miguel Petapa**

NO.	NOMBRE	DIRECCION	ZONA	ESTADO
1	Del Estadio Julio Armando Cobar	2da Calle y 4ta Avenida zona 1 San Miguel Petapa, Estadio	Zona 1	Funcionando
2	Pozo del Centro de Salud	1ra Avenida 1-09 zona 1 San Miguel Petapa	Zona 1	Funcionando
3	Pozo Sector 10 Villa Hermosa 1	20 Calle 14-87 zona 7 Villa Hermosa 1	Zona 7	Funcionando
4	Valles de Petapa	2da Calle zona 10	Zona 10	Funcionando
5	Los Naranjos 1	Sobre Calle Real hacia Los Álamos	Zona 7	Funcionando
6	Los Nuevos Álamos	2da calle, 1-46 zona 6 Colonia Los Álamos	Zona 6	Funcionando
7	Pozo Portales de Santa Inés	3ra calle 2-20 zona 4 Santa Inés	Zona 4	Funcionando
8	Pozo del Piedrín S.A.	Km 16.5 Carretera a Villa Canales, frente ingreso a la VAS	Zona 4	Funcionando
9	Pozo de las Palmas	3ra calle 4-95 zona 3 San Miguel Petapa	Zona 3	Funcionando
10	Pozo del Centenario	1ra avenida 2-97 zona 1, Colonia Centenario	Zona 1	Funcionando

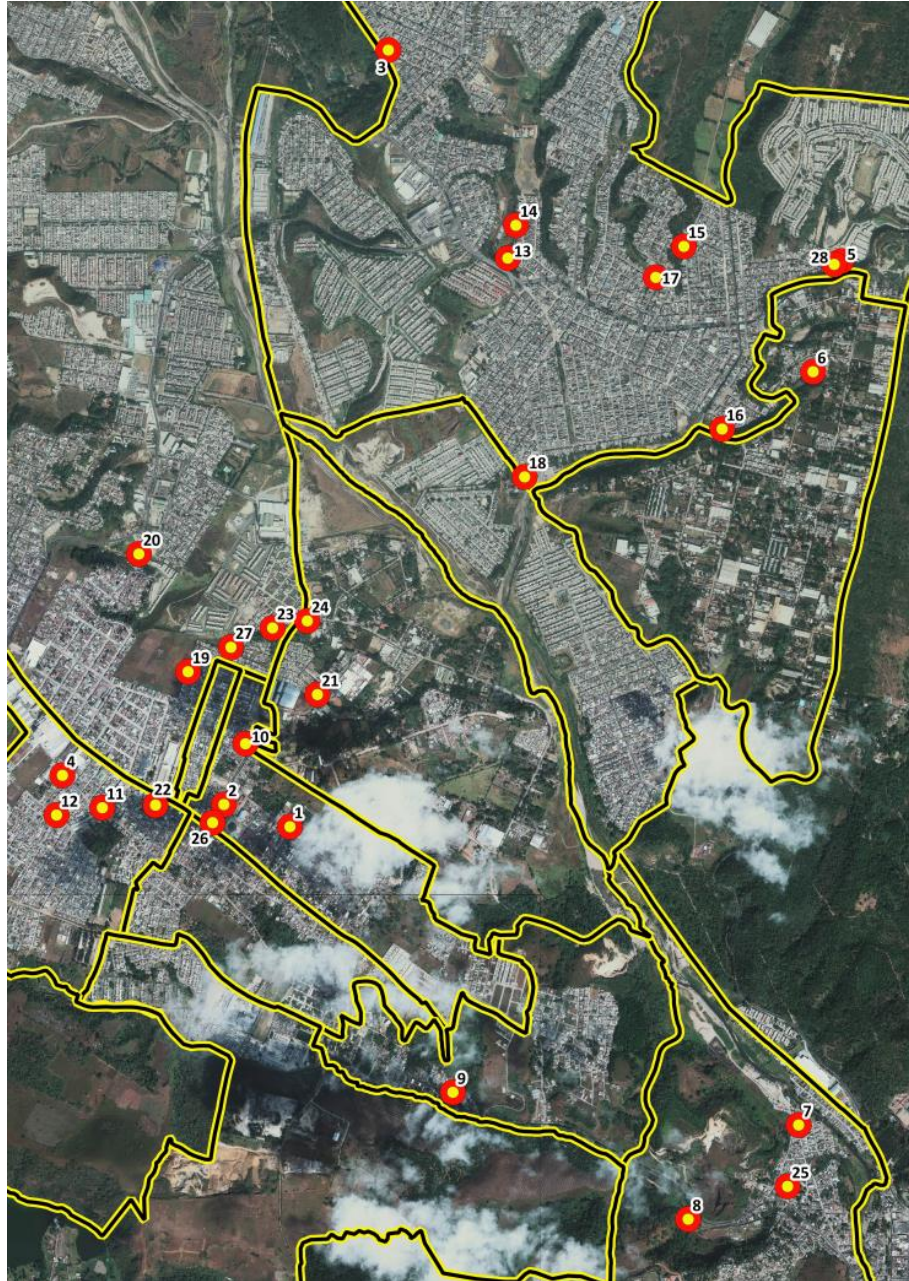
Continuación tabla VI.

11	Santa Teresita II	5ta avenida 1-88 Santa Teresita 2, zona 10	Zona 10	Funcionando
12	Las Margaritas	7ma. avenida 3-01 zona 10 Las Margaritas	Zona 10	Funcionando
13	Pozo del Sector 9, Villa Hermosa 1	21 avenida 21-91 zona 7, Villa Hermosa 1	Zona 7	Funcionando
14	Pozo Sector 9 Al Fondo	21 avenida 21-91 zona 7, Sector 9 Villa Hermosa 1	Zona 7	Funcionando
15	Pozo del Sector 3	33 avenida 17-05 zona 7, Sector 3 Villa Hermosa 1	Zona 7	Funcionando
16	Pozo sector 2 Villa Hermosa 1	Lote 106 Sector 2 Villa Hermosa 1	Zona 6	Funcionando
17	Pozo Sector 6	18 calle 3-25 zona 7 Sector 6 Villa Hermosa 1	Zona 7	Funcionando
18	Pozo del Sector 1 Villa Hermosa 2	27 calle 29-75 zona 7 Sector 1, Villa Hermosa 2	Zona 7	Funcionando
19	Pozo Israel	4ta calle 2-92 zona 9, Colonia Israel	Zona 9	Funcionando
20	Pozo Papalha	0 calle 2-10 zona 5 Villa Nueva	Zona 9	Funcionando
21	Pozo Cañadas de Petapa	Residenciales Cañadas de Petapa	Zona 6	Funcionando
22	Pozo Residenciales San Miguel	Lote 15, manzana A Residenciales San Miguel	Zona 10	Funcionando
23	Pozo Villas de Petapa	Lote 15, manzana D, Villas de Petapa	Zona 1	Funcionando
24	Pozo Gerona	3ra calle zona 8, Granjas Gerona	Zona 8	Funcionando
25	Pozo Santa Inés	Santa Inés, zona 4	Zona 4	Fuera de Funcionamiento
26	Pozo del Parque Infantil	Parque infantil, 1ra avenida zona 1 San Miguel Petapa	Zona 2	Funcionando
27	Pozo Exclusivas	Colonia Exclusivas zona 1	Zona 1	Funcionando
28	Los Naranjos 2	Sobre Boulevard Villa Hermosa	Zona 7	Fuera de Funcionamiento

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta la ubicación de los posos en el territorio del municipio de San Miguel Petapa.

Figura 7. Ubicación de pozos mecánicos de agua potable



Fuente: elaboración propia.

Se buscaron datos históricos acerca de los pozos de distribución de agua potable, pero no existen registros municipales de los pozos que abastecen el sistema. Sin embargo, se obtuvieron ciertos niveles dinámicos y estáticos y el caudal que ciertos pozos producen, para incentivar el control municipal estricto y programado de los pozos, de tal forma que se cuente con la información necesaria.

Se considera que, a través de la información adecuada de los pozos perforados, se puede tener una mejor planificación y gestión en lo correspondiente al abastecimiento de agua, mantenimiento de los pozos, recarga hídrica y conocer, en función a la calidad y actualización de la información, el manto freático del municipio.

Tabla VII. **Niveles estáticos y dinámicos de los pozos mecánicos de San Miguel Petapa**

Nombre	Coordena da X	Coordena da Y	Profundidad (Pies)	Nivel Estático (Pies)	Nivel Dinámico (Pies)
Del Estadio Julio Armando Cobar	-90,5585	14,5017			
Pozo del Centro de Salud	-90,5611	14,5026	550	160	350
Pozo Sector 10 Villa Hermosa 1	-90,5547	14,5317	433		
Valles de Petapa	-90,5675	14,5037			
Los Naranjos 1	-90,5368	14,5235	98		
Los Nuevos Álamos	-90,5379	14,5193	394		
Pozo Portales de Santa Inés	-90,5384	14,4900			
Pozo del Piedrín S.A.	-90,5428	14,4866	320	150	100
Pozo de las Palmas	-90,5521	14,4915	275	150	
Pozo del Centenario	-90,5603	14,5049	580	140	450

Continuación tabla VII.

Santa Teresita II	-90,5660	14,5025	560	150	450
Las Margaritas	-90,5678	14,5022			
Pozo del Sector 9, Villa Hermosa 1	-90,5499	14,5236	295		150
Pozo Sector 9 Al Fondo	-90,5496	14,5249	276		150
Pozo del Sector 3	-90,5430	14,5241	354		300
Pozo sector 2 Villa Hermosa 1	-90,5415	14,5171	197		100
Pozo Sector 6	-90,5441	14,5229	256		
Pozo del Sector 1 Villa Hermosa 2	-90,5493	14,5152			
Pozo Israel	-90,5626	14,5077	354		300
Pozo Papalha	-90,5663	14,5116	453		390
Pozo Cañadas de Petapa	-90,5575	14,5068	374		300
Pozo Residenciales San Miguel	-90,5639	14,5026			
Pozo Villas de Petapa	-90,5592	14,5094	295		300
Pozo Gerona	-90,5579	14,5097			
Pozo del Parque Infantil	-90,5616	14,5019	413		350
Pozo Exclusivas	-90,5609	14,5087			

Fuente: elaboración propia

2.1.7. Tanques de distribución de agua potable

Igual que los pozos mecánicos, los tanques de almacenamiento y distribución son importantes para el buen funcionamiento del sistema de agua potable en el municipio. Se cuenta con 26 tanques, entre ellos, hay tanques elevados y tanques cisternas de concreto armado. En estos últimos se cuenta, generalmente, con equipo de bombeo para la distribución del recurso vital líquido. Los tanques elevados funcionan por gravedad. Es necesario establecer

un control más riguroso en el mantenimiento y mejoramiento en los tanques de almacenamiento y distribución en los pozos mecánicos.

Además, se debe establecer un plan de revisión constante de los tanques, ya que, parte de la calidad del agua y del servicio consiste en su buen almacenamiento.

A continuación, se presenta la descripción de los tanques de almacenamiento de agua potable con los que cuenta el municipio de San Miguel Petapa, así como el pozo que lo abastece.

Tabla VIII. Tanques de distribución de agua potable del municipio de San Miguel Petapa

NO.	NOMBRE DEL TANQUE	POZO QUE LO ABASTECE	ZONA
1	Tanque de Caserío El Cerro	Pozo del Piedrín	Zona 4
2	Tanque del Estadio Julio Armando Cobar	Pozo del Estadio Julio Armando Cobar	Zona 1
3	Tanque del Centro de Salud	Pozo del Centro de Salud	Zona 1
4	Sector 9, 1	Pozo del Sector 9	Zona 7
5	Tanque 1 Sector 11 (Gemelos)	Pozo Sector 9	Zona 7
6	Tanque 2 Sector 11 (Gemelos)	Pozo del Sector 9	Zona 7
7	Tanque Centenario	Pozo Centenario	Zona 1
8	Sector 10, Villa Hermosa 1	Pozo del Sector 10 Villa Hermosa 1	Zona 7
9	Tanque del Sector 5	Pozo del Sector 5	Zona 7
10	Sector 6, Villa Hermosa 1	Pozo del Sector 6 Villa Hermosa 1	Zona 7
11	Las Margaritas	Pozo Las Margaritas	Zona 10
12	Tanque de Santa Teresita	Santa Teresita II	Zona 10
13	Tanque de Las Palmas	Pozo de las Palmas	Zona 2
14	Tanque de Portales	Pozo de Portales	Zona 3
15	Valles de Petapa	Valles de Petapa	Zona 10

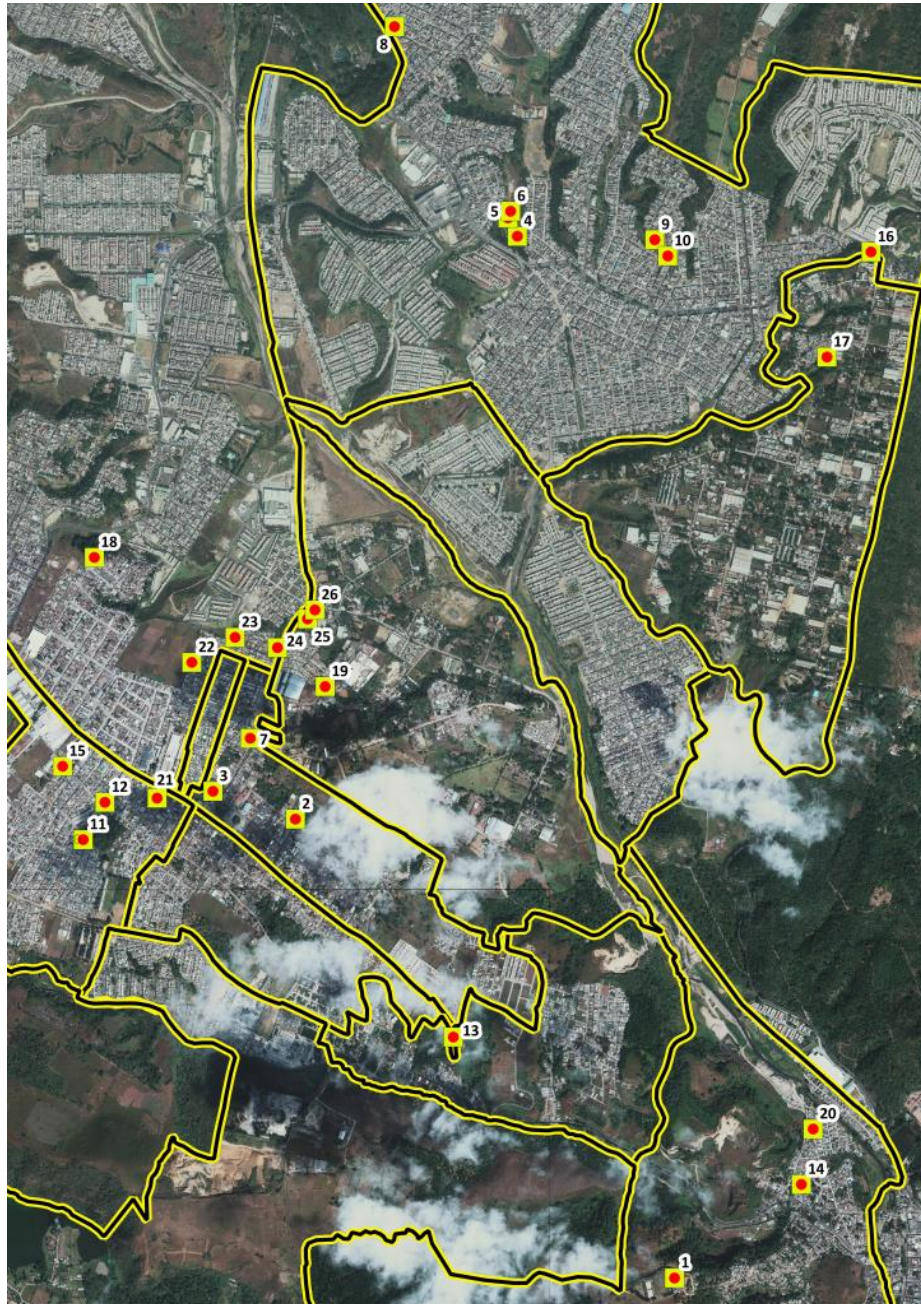
Continuación tabla VIII.

16	Los Naranjos	Pozo los Naranjos 1	Zona 7
17	Los Nuevos Álamos	Pozo Los Nuevos Álamos	Zona 6
18	Papalha	Papalha	Zona 10
19	Cañadas de Petapa	Cañadas de Petapa	Zona 8
20	Portales de Santa Inés	Portales de Santa Inés	Zona 3
21	Residenciales San Miguel	Residenciales San Miguel	Zona 10
22	Tanque Israel	Pozo Israel	Zona 9
23	Tanque Exclusivas	Pozo Exclusivas	Zona 1
24	Exclusivas	Villas de Petapa	Zona 1
25	Gerona 2	Gerona	Zona 8
26	Gerona 1	Pozo Gerona	Zona 8

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta la ubicación geográfica de los tanques de almacenamiento y distribución del municipio de San Miguel Petapa, utilizando la imagen satelital proporcionada por la Mancomunidad de la Gran Ciudad del Sur MGCS.

Figura 8. Ubicación de tanques de distribución de agua potable



Fuente: elaboración propia.

2.1.8. Red de distribución de agua potable

El municipio de San Miguel Petapa cuenta con una red de distribución de agua potable, bastante extensa, pero que enfrenta dificultades para prestar el servicio de forma adecuada. A pesar de que abastece una gran parte del municipio ya no cumple satisfactoriamente, con la distribución del agua debido a factores, como la falta de mantenimiento de la red, la carencia de diseños en la misma por el empirismo y falta de diseños adecuados en la red. Un factor importante es la poca colaboración de los vecinos para controlar el sistema de agua y aportar para su funcionamiento.

Tabla IX. **Sistemas de distribución de agua potable del municipio de San Miguel Petapa**

SISTEMA	LUGAR POBLADO
Zonas 1, 2, 3, 4, 8, 9 y 10	Casco Urbano
Villas de Petapa, Colonia Exclusivas de Petapa, Colonia Israel	Casco Urbano
Sistema del Pozo del Piedrín	Santa Inés y Caserío el Cerro, Zona 4
Los Álamos	Zona 6
Sector 10, 11 de Villa Hermosa 1	Zona 7
Villa Hermosa 1 y 2	Zona 7
Cañadas de Petapa	Zona 8
Granjas Gerona	Zona 8

Fuente: elaboración propia.

Esta información se obtuvo en compañía del personal municipal de fontanería perteneciente a la dirección de Servicios Públicos, quienes la validaron con la supervisión del director de Servicios Públicos de la municipalidad.

2.1.9. Válvulas regularizadoras

Las válvulas o llaves pertenecientes al sistema de agua potable cumplen con la función de racionar y distribuir el agua a sectores determinados y en horarios determinados.

Estas se instalaron porque el servicio de agua potable en el municipio no se brinda de forma constante ya que, actualmente, no se cuenta con la capacidad de brindar un servicio las 24 horas del día los 7 días de la semana.

Estas válvulas se abren en horario y abertura determinadas. La apertura se establece por medio del número de vueltas determinadas por los operadores que conocen mejor el sistema. Por esta razón no existe garantía de que estas cuenten con la abertura determinada o el horario establecido para el buen funcionamiento del sistema.

Actualmente, se localizaron 201 válvulas en el municipio las cuales cumplen una función de distribuir el agua potable. Las válvulas dificultan los procesos de distribución debido al deterioro o manipulación inadecuada por el personal.

Tabla X. **Numero de válvulas regularizadoras por zona del municipio de San Miguel Petapa**

No. De Válvulas	Zona
9	Zona 1
1	Zona 2
1	Zona 3
11	Zona 4
14	Zona 6
132	Zona 7
9	Zona 8
10	Zona 9
14	Zona 10
N/A	Zona 11
N/A	Zona 12

Fuente: elaboración propia.

2.1.10. Digitalización del sistema de agua potable del municipio de San Miguel Petapa

Para digitalizar los datos, se debe trasladar la información análoga obtenida al software QGIS. Esto se realizó por medio de figuras geométricas representativas del equipamiento del sistema de agua potable.

El proceso de digitalización consta de dos etapas:

- Dibujo de geometrías
- Registro de atributos en el software

2.1.10.1. Traslado de información análoga al software libre QGIS

El traslado de la información análoga al *software* es realizado a través de la creación de capas tipo vectorial, en estas se utilizan elementos geométricos para representar la información, también se utilizaron elementos tipo *raster* en el traslado de la información, ya que se utilizó una imagen satelital, para la obtención de información en campo y para su traslado al software QGIS.

La creación de capas consiste en generar un archivo *Shape* en el software QGIS. Existen tres tipos de capas vectoriales: punto, línea y polígono. El tipo de archivo se selecciona en función a la información a representar. Por ejemplo, para identificar pozos mecánicos, representar tanques de distribución e identificar las válvulas regularizadores se realizó una capa tipo punto. Para representar la red de distribución se utilizó una capa tipo línea.

Después de identificar los elementos geométricos que se utilizarán y cómo se aplicarán a la información, se debe saber qué tipos de datos se tomarán en cuenta al trasladar la información. En el software se pueden trasladar datos numéricos, alfabéticos y alfanuméricos, de acuerdo a los datos o información de interés.

Los datos que se trasladan al software se interpretan como atributos, por ello, se deben crear metadatos para identificar las características e información que tendrá cada campo que conformará la tabla de atributos.

En los metadatos es necesario registrar la cantidad de caracteres con los que contará el campo y el tipo de campo. Se recomienda una breve descripción del campo y su nombre ya que, para establecer un estándar y la discretización de la información se utiliza cierta codificación en los nombres de cada campo, por ejemplo, para identificar el nombre del municipio al que pertenece la información a trasladar el campo “Nombre del Municipio” se utiliza la codificación “NOM_MUN”.

3. PROPUESTA DE REGLAMENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

3.1. Planteamiento del problema

A continuación se presentan los antecedentes del problema.

3.1.1. Antecedentes

Considerando que los gobiernos municipales deben velar por el bienestar de la población dentro de su jurisdicción territorial, por medio de la prestación y administración de los servicios públicos y su mejoramiento, se desarrollan políticas y estrategias para generar el bienestar de la población. Como consecuencia, se desarrollan reglamentos, acuerdos y leyes para regularizar y garantizar el buen funcionamiento de los servicios.

El municipio de San Miguel Petapa, actualmente, cuenta con una propuesta de reglamento de agua potable, que se certifica “que en el Punto Tercero del Acta 68-2001 de la Sesión Ordinaria de fecha treinta de Agosto del año dos mil uno, del Honorable Consejo Municipal” el cual aprobó el proyecto de la realización de un reglamento para el servicio de agua potable.

Por ello, esta propuesta actualizada se propone tomar en cuenta factores relevantes y criterios posiblemente aplicables a las condiciones actuales del municipio.

3.1.2. Justificación

El municipio de San Miguel Petapa cuenta actualmente con 28 pozos mecánicos municipales de los cuales 26 funcionan y abastecen el agua potable a la población, el servicio se brinda de manera racionada a través de horarios establecidos para cada zona y comunidad.

Sin embargo la administración y distribución del agua potable cuenta con varios factores que afectan el buen funcionamiento y la eficiencia en el servicio, lo cual causa molestias en los vecinos, dificultando así el buen manejo del servicio por parte de la municipalidad.

Los factores más significativos que afectan la distribución del agua potable, son la falta de planificación debido a un crecimiento desordenado que se ha dado a lo largo de los últimos años, la falta de conciencia por parte de los vecinos en la utilización y conservación de los recursos naturales y la falta de un reglamento que regule el servicio y establezca parámetros para la distribución y tarifas en función al consumo.

Se considera que las tarifas municipales deben abordarse en el reglamento porque no se han modificado desde el año 2 005, según Acta Numero 59-2005. Aunque es un tema sensible para la población, se debe modificar, tomando en cuenta que el artículo 72 del Código Municipal establece lo siguiente en la creación o actualización de tasas:

- Deben ser justas y equitativas
- Deben atender el costo de operación, mantenimiento, mejoramiento de calidad y cobertura del servicio

El Artículo 9° del presente reglamento establece que los Ingresos por el servicio de agua potable deben ser en todo tiempo superiores a los gastos de administración, operación y mantenimiento del mismo, incluyendo el costo de su tratamiento y cloración.

Se considera importante revisar, validar y actualizar dichas propuestas ya que, un reglamento de agua potable debe ser elaborado por un grupo de profesionales especializados en el campo y aprobado por las entidades correspondientes, por lo que dicho documento debe ser tomado como una PROPUESTA.

3.1.3. Formulación

La implementación de un reglamento de agua potable se considera una obligación de la municipalidad, como lo establece el Código Municipal. Es competencia municipal su realización e implementación. Es una herramienta indispensable en la planificación, control y evaluación del servicio de agua potable municipal, en consideración del bien común de la población y la preservación y buena administración de los recursos propios del territorio.

A través de la propuesta de actualización del Reglamento de Agua Potable se regirá y establecerá los parámetros adecuados para la prestación del servicio de agua potable, así como el establecimiento de las responsabilidades tanto del vecino como de la municipalidad, fundamentando el mismo en normas, decretos, acuerdos, definiciones restricciones, sanciones, autorizaciones, responsabilidades, tarifas y aspectos importantes enfocados en las condiciones y necesidades del municipio de San Miguel Petapa.

3.1.3.1. Actualizaciones

En las actualizaciones se tomaron en cuenta las tarifas municipales ya que estas no han sufrido mayores modificaciones a lo largo de los años, excepto al Acuerdo Municipal el que aparece en el Acta Numero 59-2005 en el cual se establece un cambio de tarifas. Se considera que para un funcionamiento eficiente y mejora en el sistema de agua potable estas se deben de implementar. De esta manera, la municipalidad contará con los recursos para la planificación y desarrollo de proyectos en beneficio de la población y en mejora al sistema de distribución de agua potable.

3.1.3.2. Correcciones

En las correcciones se incluyeron artículos que establecían dos criterios distintos, contradicciones que pudieran existir en la presente propuesta o bien artículos de difícil aplicación o interpretación. Se realizaron para mejorar la interpretación, implementación y un fácil manejo del reglamento para personal municipal y para el vecino usuario del servicio, se considera necesario la practicidad de tales documentos tanto en la interpretación como en la aplicación del mismo.

3.1.4. Reglamento de agua potable del municipio de San Miguel Petapa

A continuación se presenta el reglamento de agua potable del municipio de San Miguel Petapa.

Figura 9. **Reglamento de agua potable del municipio de San Miguel Petapa**

**“ACUERDO MUNICIPAL “REGLAMENTO DE AGUA”
LA INFRASCRITA SECRETARIO MUNICIPAL DE SAN MIGUEL PETAPA,
MUNICIPIO DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

CERTIFICA: que en Punto Tercero del Acta 68-2001 de la Sesión Ordinaria de fecha treinta de Agosto del año dos mil uno, del Honorable Consejo Municipal después de amplia deliberación y por unanimidad de criterios **ACUERDA:** Aprobar el “**PROYECTO DEL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA CORPORACIÓN MUNICIPAL DE SAN MIGUEL PETAPA** **CONSIDERANDO:** Que la constitución Política de la República y el Código municipal, faculta a las entidades autónomas para atender los servicios públicos locales y para el efecto emitir sus ordenanzas y Reglamentos respectivos.

CONSIDERANDO: Que las municipalidades tienen como fin primordial la prestación y administración de los servicios públicos dentro de su jurisdicción territorial y la competencia para establecerlos, mantenerlos, mejorarlos y regularlos garantizando su funcionamiento eficiente, seguro, continuo e higiénico y la determinación de cobros de tasas y contribuciones equitativas y justas.

CONSIDERANDO: Que corresponde a las Corporaciones Municipales procurar el fortalecimiento económico de sus respectivos municipios con el propósito del cumplimiento de sus fines esenciales y el desarrollo integral de la población. **POR TANTO:** Con fundamento en lo Considerado y que para el efecto preceptúan los artículos 253, 254, 255, de la Constitución Política de la República y Artículos 7, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 40, 41, 53, 75, 76, 82, 83, 84, 85, 107, 108, 109, 110, 111, del Código Municipal, Decreto Ley 58-88 Artículo 87, 88, y 91 del Código de Salud.

ACUERDA: Emitir el presente Reglamento de Agua Municipal mediante las siguientes disposiciones.

Continuacion de la figura 9.

INDICE GENERAL	
"ACUERDO MUNICIPAL "REGLAMENTO DE AGUA" LA INFRA SCRITA SECRETARIO MUNICIPAL DE SAN MIGUEL PETAPA, MUNICIPIO DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA	
Titulo I. OBJETO.....	4
• Artículo 1º.....	4
Titulo II. DEFINICIONES Y TERMINOLOGIA.....	4
• Artículo 2º.....	4
Titulo III. DEL SERVICIO EN GENERAL.....	5
• Artículo 3º.....	5
• Artículo 4º.....	5
• Artículo 5º.....	5
• Artículo 6º.....	6
• Artículo 8º.....	7
• Artículo 9º.....	7
• Artículo 10º.....	7
• Artículo 11º.....	7
• Artículo 12º.....	7
• Artículo 13º.....	7
• Artículo 14º.....	7
Titulo IV. DE LA ADMINISTRACIÓN DEL SERVICIO.....	9
• Artículo 15º.....	9
• Artículo 16º.....	9
Titulo V. ASPECTOS ECONOMICOS Y FINANCIEROS.....	9
• Artículo 17º.....	9
• Artículo 18º.....	10
Titulo VI. PROHIBICIONES Y SANCIONES.....	10
• Artículo 19º.....	10
• Artículo 20º.....	10

Continuacion de la figura 9.

Titulo VII. RESPONSABILIDADES DEL TESORERO MUNICIPAL.....	10
• Artículo 21°.....	10
Titulo VIII. VI. RESPONSABILIDADES DEL FONTANERO.....	12
• Artículo 22°.....	12
• Artículo 23°.....	12
• Artículo 24°.....	12
Titulo IX. TARIFAS.....	13
• Artículo 25°.....	13
Titulo X. DISPOSICIONES FINALES.....	17
• Artículo 26°.....	17
• Artículo 27°.....	17
• Artículo 28°.....	17
• Artículo 29°.....	17

Continuacion de la figura 9.

Titulo I. OBJETO

- **Artículo 1°.** El presente reglamento tiene como objeto primordial regular la prestación del servicio de agua potable del Municipio de San Miguel Petapa, en las áreas que se encuentren bajo administración municipal.

Titulo II. DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA

- **Artículo 2°.** Para los efectos de la aplicación del presente reglamento, se establecen las siguientes definiciones.
 - a) **Arbitrios Municipales:** Es un aporte de carácter obligatorio, que mediante una ley es creado a favor del municipio de acuerdo a los principios de equidad y justicia tributaria para la realización de los fines del municipio y la satisfacción de las necesidades públicas de la comunidad vecinal.
 - b) **Catastro:** Censo o padrón estadístico de los suscriptores del servicio de agua potable dotado por la municipalidad.
 - c) **Conexión Externa:** Se comprende como la instalación de la abrazadera domiciliar que puede ser de dos, tres, o cuatro (2, 3, o 4) pulgadas, y la tubería que se conecta hacia la caja del medidor.
 - d) **Conexión Interna:** Es cuando se deja instalada la llave de compuerta de media (1/2) pulgada y el medidor un (1) metro adentro de la propiedad.
 - e) **Firma o Endoso:** Es el registro de transferencia, o endoso para cada título emitido por la Municipalidad acreditando servicios de treinta mil (30,000) litros de agua potable equivalente a media (1/2) paja de agua.
 - f) **Medidor:** Aparato destinado a medir el volumen de agua que pasa por una Tubería de conducción de la misma.
 - g) **Media Paja de Agua:** Es la medida equivalente a 30,000 litros o 30 metros cúbicos de agua que tiene derecho una vivienda a utilizar al adquirir el servicio municipal.

Continuacion de la figura 9.

- h) **Tasa Municipal:** Es un tributo o pago que recibe la municipalidad por la prestación efectiva o potencial de un servicio público individualizado, directa e indirectamente en los vecinos.
- i) **Tasa por Servicio:** Que corresponde al pago que se hace por el consumo de Agua, teniendo derecho a consumir hasta treinta mil (30,000) o sea treinta (30) metros cúbicos de agua al mes por cada servicio suscrito. Esta tasa se pagará se consuma o no la cantidad establecida de treinta mil (30,000) litros, esta tasa se denominara canon mensual de agua.
- j) **Usufructo:** Derecho de una persona individual o jurídica de la utilización de los bienes de otra, así como sus beneficios con la condición de conservarlos y cuidarlos como propios.

Titulo III. DEL SERVICIO EN GENERAL

- **Artículo 3°.** La Municipalidad de San Miguel Petapa, departamento de Guatemala, es propietaria del sistema de abastecimiento de Agua Potable y de todas las instalaciones, así como de las ampliaciones y mejoras que se hagan en el futuro. Por lo tanto, el costo del sistema debe figurar en el inventario patrimonial de la Municipalidad.
- **Artículo 4°.** El Servicio de agua potable se administrará por la Municipalidad aplicando el presente Reglamento sin preferencias de ninguna naturaleza. Los usuarios, funcionarios y trabajadores municipales deben observarlo y cumplirlo correctamente. El Alcalde velará por la prestación del servicio y la recaudación debida de las tasas establecidas, para lograr el máximo de eficiencia en su administración.
- **Artículo 5°.** El Alcalde con las formalidades de ley, nombrará al personal idóneo y capaz que tendrá bajo su responsabilidad la adecuada administración, operación y mantenimiento del servicio.

Continuacion de la figura 9.

- **Artículo 6°.** Con el objeto de regular la prestación, el catastro de usuarios y la recaudación derivada del servicio, así como para preservar el medio ambiente, se establece:
 - a) No se concederán cualesquiera de los derechos consignados en este Reglamento a título gratuito.
 - b) Cuando se trate de servicios instalados en inmuebles arrendados de propiedad municipal, los arrendatarios pagarán el servicio que les dotará de agua potable, las tasas por el consumo, separadamente de la renta, en la forma establecida en este Reglamento, y deberán poseer su respectivo medidor.
 - c) Cada inmueble deberá tener su servicio de agua independiente con su medidor y no se permitirá que un mismo medidor controle el consumo a más de un inmueble, aún cuando sean del mismo propietario.
 - d) Cada inmueble deberá contar con medidor, llave de paso y caja de protección así como sus respectivos accesorios, los cuales serán por cuenta del usuario.
 - e) Todo inmueble que se conecte o esté conectado al sistema de agua potable, deberá Conectarse también al sistema de alcantarillado (drenaje sanitario).

- **Artículo 7°.** La acometida domiciliar será efectuada por la persona interesada con las especificaciones de materiales, diámetros, accesorios, medidores y demás elementos necesarios que técnicamente sean los adecuados para el uso que se dará al servicio. La Dirección de Servicios Públicos es la única entidad facultada para efectuar o contratar reparaciones, extensiones, modificaciones, reconexiones, reinstalaciones, cortes y cualquier otro trabajo en sus redes de distribución y en la acometida domiciliar. Todos los trabajos en esta última, será a costa del usuario.

Continuacion de la figura 9.

- **Artículo 8°.** No se permitirá en ningún caso la existencia de instalaciones con bombas de succión de agua conectadas directamente a la red de distribución. Si por cualquier causa se instalará una bomba de succión, ésta deberá succionar el agua desde un tanque cisterna interior del inmueble, previa autorización Municipal.
- **Artículo 9°.** Los Ingresos por el servicio de agua potable deben ser en todo tiempo superiores a los gastos de administración, operación y mantenimiento del mismo, incluyendo el costo de su tratamiento y cloración.
- **Artículo 10°.** La Municipalidad concederá servicios de treinta mil (30,000) litros mensuales, equivalentes a media paja de agua.
- **Artículo 11°.** Todo servicio que se suscriba con las formalidades aquí establecidas, deberá ser conectado después de suscrito el contrato respectivo, el cual le dará el derecho del servicio de agua.
- **Artículo 12°.** La Municipalidad sólo podrá autorizar servicio de agua potable para ser objeto de instalación domiciliar e industrial.
- **Artículo 13°.** El poseedor de un servicio de agua potable no podrá enajenarlo separadamente del inmueble en el cual esté datado.
- **Artículo 14°.** Toda persona natural o jurídica propietaria o usufructuaria de inmueble o inmuebles en el área urbana de esta población, podrá suscribir un servicio de treinta mil (30,000) litros de agua (equivalente a media paja de agua) al mes, bajo las siguientes condiciones:
 - a) Que exista red de distribución urbana de agua frente a la casa o predio donde desee hacer la instalación del servicio.

Continuacion de la figura 9.

- b) Cuando suscriba el servicio de agua para pagarlo por abonos deberá firmar un convenio de pago donde conste la obligación, en el contrato que le será proporcionado por el Alcalde.
- c) Previamente a que se le conecte el servicio, deberá presentar el recibo correspondiente al pago de amortización así como una copia de la factura del medidor.
- d) El Alcalde, teniendo a la vista el recibo de pago de amortización y recibo por pago de conexión a que se refiere el inciso "c" de este artículo, extenderá la orden de conexión también en duplicado, entregando el original a Fontanero Municipal para que efectúe el trabajo.
- e) Al cancelar totalmente el derecho del servicio de agua, el pago del registro del título, será el tesorero quien entregará el título de agua que ampara el derecho del servicio.
- f) El atraso de más de 2 meses en el pago dará lugar a la suspensión del servicio, el que se restituirá al ponerse al día en sus pagos y cancelar ciento cincuenta quetzales (Q. 150.00) por la orden de reconexión y a una multa del veinticinco por ciento (25%) sobre el total de la deuda.
- g) Al cancelar la tasa de conexión, el usuario quedará como propietario de la instalación domiciliaria e industrial externa que comprende: la caja de concreto para protección del medidor, el medidor, la llave de paso, accesorios que llenen los requerimiento necesarios y la tubería la cual debe de ser de media (1/2) pulgada. Será responsable de su buen funcionamiento y pagará el valor de las reparaciones o el de la reposición en su caso, ya sea por desgaste o por destrucción causada voluntariamente o involuntariamente. La caja de protección, el medidor, la llave de paso y tubería deberá ser proporcionada por el usuario.
- h) El usuario podrá hacer las conexiones que estime convenientes en la instalación domiciliaria interna pero le queda prohibido extenderla hacia inmueble vecino. Esta instalación comprende: la tubería que

Continuacion de la figura 9.

partiendo del medidor se interna en el inmueble y las conexiones que en el mismo se hagan.

Título IV. DE LA ADMINISTRACIÓN DEL SERVICIO

- **Artículo 15°.** La Municipalidad administrará el servicio de agua potable con el propósito de operar y mantener en forma adecuada el sistema de abastecimiento, suministrar el servicio para satisfacer la demanda de la población y es la única autorizada para hacer conexiones domiciliarias externas, operar el sistema y hacer cualquier reparación relacionada con el servicio.
- **Artículo 16°.** Cuando un usuario estime que la municipalidad le cobra más del monto correspondiente al consumo de agua efectuado, podrá solicitar a la Dirección de Servicios Públicos la relectura del medidor o contador y presentar las pruebas documentales que amparen su solicitud. La Dirección de Servicios Públicos deberá hacer la relectura dentro de los diez días hábiles siguientes a la solicitud y con los resultados obtenidos y las pruebas documentales presentados, emitirá dentro de los dos días hábiles siguientes la resolución correspondiente.

Título V. ASPECTOS ECONOMICOS Y FINANCIEROS

- **Artículo 17°.** Al Cancelar el valor total del derecho al servicio, la Municipalidad otorgará al usuario, un documento que acredite el derecho de conseción del servicio (Título de Propiedad). Este documento sólo podrá ser negociado juntamente con el inmueble donde esté instalado el servicio, siempre que el propietario esté solvente en el pago de las tasas correspondientes y demás compromisos tributarios con la Municipalidad.

Continuacion de la figura 9.

- **Artículo 18°.** El Suscriptor deberá pagar la cantidad de ciento cinco quetzales (Q.105.00) por endoso y firmas que llevará el documento que acredita la propiedad del servicio de agua.

Titulo VI. PROHIBICIONES Y SANCIONES

- **Artículo 19°.** El Alcalde municipal o El Juez de Asuntos Municipales en ausencia del señor Alcalde podrá imponer multas, ordenar la suspensión del servicio y emitir otras sanciones por la infracción de las normas contenidas en este reglamento, observando para el efecto las disposiciones que Establece el Código Municipal.
- **Artículo 20°.** Si una persona se conectare al sistema sin autorización municipal, el Juez de Asuntos Municipales o el Alcalde en su caso, ordenará el corte inmediato y el infractor será sancionado con una multa de un mil quetzales (Q.1, 000.00) Si el afectado estuviere interesado en el servicio y la Municipalidad lo autoriza, éste, luego de pagar la multa establecida, deberá llenar los requisitos de concesión y efectuar el pago de las tasas correspondientes.

Titulo VII. RESPONSABILIDADES DEL TESORERO MUNICIPAL

- **Artículo 21°.** El Tesorero Municipal forma parte del personal de servicio de Agua Potable y velará por el correcto cumplimiento del presente Reglamento, juntamente con el Alcalde son obligaciones del Tesorero las siguientes:
 - a) Entregar los formularios de solicitud de suscripción de servicio de agua potable, a toda persona que lo solicite y siempre que sea propietaria, usufructuaria de un bien inmueble.

Continuacion de la figura 9.

- b) Debe proporcionar la papelería requerida a la alcaldía para que se de la orden de conexión para el servicio de agua potable por parte del alcalde.
- c) Tendrá bajo su custodia los títulos no expendidos y será responsable del control estricto, que deberá ejercer sobre los mismos.
- d) Cuando cada usuario haya cancelado el total del derecho al servicio, se le entregará el título correspondiente el cual previamente deberá registrar en un libro especial para registro de títulos.
- e) Mensualmente enviará al Alcalde una lista de deudores morosos, especificando la cantidad que adeuda cada uno y el concepto de la deuda, así como el tiempo que tiene en mora, para que el Alcalde ordene la inmediata suspensión del servicio.
- f) Cualquier anomalía que se observe en la prestación del servicio o irregularidad en la aplicación del presente Reglamento, deberá ponerla en conocimiento del Alcalde, por escrito.
- g) Mantendrá bajo su responsabilidad todos los materiales para la prestación y mantenimiento del servicio de agua potable. De todo esto llevará inventarios perpetuos. Entregará al fontanero los materiales que le vaya requiriendo.
- h) Abrirá cuenta especial a cada usuario del servicio de agua potable en el sistema de cobros especialmente diseñado para el efecto que se registran con códigos correspondientes.
- i) En el sistema de cobros que registren la deuda de los usuarios del servicio registrará lo siguiente: nombre del usuario, dirección donde se instalará el servicio, número de servicios que suscribe, forma de pago, valor total de la suscripción, pago mensual que le corresponde, número del contrato que registra la deuda, código del contribuyente y número del medidor, fecha en que se conectó el servicio y número de registro cuando ya posea este.
- j) Extenderá los recibos por pago, tanto del derecho de suscripción como del consumo de agua en recibos separados y en los talonarios

Continuacion de la figura 9.

suministrados por la Contraloría General de Cuentas. Separadamente y en los mismos talonarios, extenderá los recibos por conexión, reconexión, multas, etc.

- k) Pondrá especial cuidado en reportar al Juez de Asuntos Municipales a los morosos que tengan acumuladas dos amortizaciones mensuales tanto en lo que respecta al pago de la suscripción como al de consumo para proceder al corte inmediato del servicio, tal como se especifica en el inciso "f)" del artículo 14°.
- l) Deberá llevar los registros contables completamente al día y en forma clara y ordenada.

Titulo VIII. VI. RESPONSABILIDADES DEL FONTANERO

- **Artículo 22°.** El fontanero será el responsable del correcto funcionamiento del sistema de agua potable.
- **Artículo 23°.** Para optar a este cargo, deberá llenar los siguientes requisitos:
 - a) Saber leer y escribir.
 - b) Ser de buenos antecedentes, estar en el goce de sus derechos civiles y contar por lo menos con tres recomendaciones de vecinos honorables.
 - c) Tener conocimientos de Fontanería.
 - d) Tener conocimientos de hidráulica.
 - e) Manejo e interpretación de planos y mapas.
- **Artículo 24°.** Son Obligaciones del Fontanero:
 - a) Efectuar las conexiones, reconexiones del servicio de agua potable y suspensiones que le ordene el Alcalde o Juez de Asuntos Municipales con

Continuacion de la figura 9.

su firma y sello en el formulario respectivo, también el Juez de Asuntos Municipales podrá efectuar suspensiones y cortes del servicio de agua potable en ausencia del señor Alcalde Municipal.

- b) Reportar a la Alcaldía, todo medidor que tenga roto el marchamo, muestre señales de haber sido violado o esté en mal estado de funcionamiento.
- c) En el momento de hacer la conexión del servicio, debe tomar el número y la lectura del Medidor. Ambos datos los incluirá en la orden de conexión, que devolverá inmediatamente a la Tesorería Municipal.
- d) Vigilará todas las instalaciones desde la fuente de suministro y de captación hasta las instalaciones domiciliarias, para comprobar su correcto funcionamiento, informando inmediatamente al Alcalde de cualquier anomalía que observe y procediendo a la inmediata reparación.
- e) Mantendrá en bodega los materiales necesarios para utilizarlos en el momento preciso y solicitará a la Tesorería Municipal el suministro de nuevas cantidades de materiales conforme las necesidades lo requieran, Será responsable del buen cuidado de los mismos.
- f) Será de su responsabilidad realizar la clorinación adecuada de los suministros de agua potable, según normas de salud.
- g) Informará mensualmente la situación de la red de distribución de agua de cada sector.
- h) Llevar control por medio de planos la localización de llaves de paso y cambios de la red.
- i) Será de su responsabilidad realizar la lectura mensual del medidor para cuantificar los excesos.

Titulo IX. TARIFAS

- **Artículo 25°.** Conforme con los acuerdos emitidos por el señor Alcalde y el Honorable Concejo Municipal, se establecen las siguientes tasas para el servicio de agua potable.

Continuacion de la figura 9.

SERVICIO DOMICILIAR

- **Nota:** Se considera requisito indispensable que al adquirir el servicio municipal de agua potable el usuario ya cuente con el medidor, caja de protección del mismo así como sus respectivos accesorios.

Servicio de agua potable	Tarifa	Descripción
Servicio	Q.65.00	Tarifa mensual equivalente a 30 metros cúbicos de agua.
Media paja de agua	Q.1750.00	Equivalente a 30 metros cubicos de agua.
Título de Agua	Q.80.00	Documento legal que garantiza al propietario la adquisición del servicio.
Conexión	Q.10.00	Conexion de la red de distribucion a la acometida domiciliar, realizada por personal municipal.
Exceso	Q.2.00 x metro cubico	Al consumir los 30 metros cubicos del servicio, se cobrará un exceso de Q2.00 por metro cubico consumido.
Reconexión	Q150.00	Esta se realiza en caso de la suspensión del servicio.

Continuacion de la figura 9.

Tarifas Municipales del servicio de agua potable según acta Municipal 59-2005

Zona	Colonia / Sector	Servicio de agua potable	Alcantarillado	Basura	Total
1	Casco Urbano	Q. 65.00			
2	Casco Urbano	Q. 65.00			
3	Casco Urbano	Q. 65.00			
4	Santa Ines	Q. 65.00			
	Portales de Santa Ines				
	Casero El Cerro				
6	Los Alamos	Q. 65.00			
7	Villa Hermosa 1	Q. 65.00	Q. 22.40	Q. 11.40	Q. 98.80
	Villa Hermosa 2	Q. 65.00	Q. 22.40		
8		Q. 65.00			
9	Casco Urbano	Q. 65.00			
10	Casco Urbano	Q. 65.00			

Continuación de la figura 9.

SERVICIO INDUSTRIAL

- **Nota:** Se considera requisito indispensable que al adquirir el servicio municipal de agua potable el usuario ya cuente con el medidor, caja de protección del mismo así como sus respectivos accesorios.

Servicio de agua potable	Tarifa	Descripción
Servicio	Q.100.00	Tarifa mensual equivalente a 30 metros cúbicos de agua.
Media paja de agua	Q.5000.00	Equivalente a 30 metros cúbicos de agua.
Título de Agua	Q.80.00	Documento legal que garantiza al propietario la adquisición del servicio.
Conexión	Q.100.00	Conexión de la red de distribución a la acometida domiciliar, realizada por personal municipal.
Exceso	Q.6.00 x metro cubico	Al consumir los 30 metros cúbicos del servicio, se cobrará un exceso de Q6.00 por metro cubico consumido.
Reconexión	Q.300.00	Esta se realiza en caso de la suspensión del servicio.

Continuacion de la figura 9.

Titulo X. DISPOSICIONES FINALES

- **Artículo 26º.** En los casos no previstos en el presente reglamento serán resueltos por el alcalde municipal de conformidad con el código municipal y las leyes vigentes.
- **Artículo 27º.** Quedará sin efecto cualquier disposición o acuerdo municipal emitidas sobre la materia con Anterioridad y que se opongan a lo dispuesto en este reglamento, inmediatamente cuando éste entre en vigor.
- **Artículo 28º.** Todo lo no previsto en este reglamento será resuelto, en su oportunidad, por el Concejo Municipal
- **Artículo 29º** y entrará en vigor ocho días después de su publicación en el Diario Oficial.-----

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Se identificaron las partes del sistema de agua potable en el municipio. Consta de 28 pozos perforados, 26 tanques de almacenamiento abastecidos por los pozos ya mencionados, se identificaron 201 válvulas regularizadoras. El municipio cuenta con 8 sistemas de agua potable: el sistema del Casco urbano, el sistema sur de la zona 4, el sistema de Los Álamos, el sistema de los sectores 10 y 11 de Villa Hermosa 1, el sistema de Villa Hermosa 1 y 2 y el sistema de distribución de Granjas Gerona. Dado que el servicio se brinda de forma regularizada por horarios, no se cumple con la demanda de la población. Es necesario fomentar el buen manejo del recurso hídrico así como la concientización a la población.
2. Se generó una plataforma digital con la información obtenida en campo a lo largo del ejercicio sobre los pozos de agua potable, tanques de distribución, líneas de distribución y conducción y válvulas regularizadoras, ya que la Municipalidad no contaba con información detallada del sistema. Se estandarizó y se establecieron parámetros básicos de nomenclatura con las características más relevantes para la información dicha plataforma se generó en formato .dbf.
3. Se realizó un fortalecimiento institucional a la municipalidad al implementar los sistemas de información geográfica al equipamiento del sistema de agua potable del municipio, conociendo el estado actual del mismo y partiendo desde allí para la implementación de mejoras técnicas

y desarrollo de nuevos proyectos así como el aporte al Plan de Ordenamiento Territorial para el Municipio.

4. Se obtuvo el inventario actualizado de los componentes del sistema de agua potable municipal marcando una pauta para la constante actualización del mismo, así como la importancia de la implementación de tecnología para un mejor control, una mejor organización y el brindar un mejor servicio.

5. Se determinó que la implementación del Reglamento de Agua potable para el municipio es de suma importancia y urgencia, ya que es necesario establecer parámetros concretos en cuanto al servicio de agua, establecer tarifas adecuadas, y generar el control adecuado por parte de la municipalidad en cuanto al abastecimiento, calidad del agua, y las sanciones correspondientes al infringir el mismo.

RECOMENDACIONES

1. A la Dirección de Servicios Públicos implementar un mejor control en las fuentes y tanques de almacenamiento con lo que respecta al abastecimiento, dosis y servicio del cloro a través de un plan de control y mantenimiento al sistema de agua potable en general, el cual se pueda realizar e implementar, para darle el cuidado y la importancia que el abastecimiento de agua potable para una población amerita.
2. La Dirección de Gestión Ambiental y Forestal de la municipalidad debe implementar programas de recarga hídrica en las fuentes de abastecimiento, ya sea de forma natural o bien artificial.
3. La Dirección de Servicios Públicos debe proveer contadores municipales para la cuantificación del servicio de agua potable en todo el municipio. Se considera necesario el aumento de la tarifa municipal de agua potable, aunque es un tema muy sensible y complicado de tratar con los vecinos, pero se reconoce la necesidad de la aportación del vecino para un mejor servicio y que este pueda ser sostenible.
4. La Municipalidad de San Miguel Petapa la constante capacitación a los operadores con el fin de brindar un mejor servicio y contar con mano de obra capacitada.

BIBLIOGRAFÍA

1. ABASCAL, Javier. *Digitalización y Georreferenciación de centros poblados y Equipamiento Urbano Bajo Administración Municipal, y Elaboración de Estudio de Perfectibilidad de Macro Circuito Sur de Distribución de Agua Potable de Zonas 4,5 y 10; Villa Nueva, Mancomunidad Gran Ciudad del Sur, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2016. 282 p.
2. FUENZALIDA, Manuel, *et al.* *Sistemas de Información Geográfica y Localización Óptima de Instalaciones y Equipamientos*. 2a ed. España: RA-MA Editorial y Publicaciones, S.A. 2011. ISBN 978-84-9964-113-3. 414 p.
3. Instituto de Fomento Municipal de Guatemala. *Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua Para Consumo Humano*. [en línea]. <<http://www.mspas.gob.gt/images/files/saludambiente/regulacione svigentes/AguaConsumoHumano/NormasdeDisenoSistemasRural esAgua.pdf>> [Consulta: 21 de febrero de 2018.]
4. LAMPOGLIA, Teresa, *et al.* *Guía de Orientación en Saneamiento Básico para Alcaldías de Municipios Rurales y Pequeñas Comunidades*. [en línea]. <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d21/>>

019_SER_OrientacionesA&Szonasrurales/Orientaciones%20sobre%20A&S%20para%20zonas%20rurales.pdf. > [Consulta: 22 de febrero de 2018.]

5. GONZÁLES, Oscar. *Sistemas de Agua Potable y Perforación de Pozos Mecánicos en Arquitectura*. Trabajo de graduación de Arquitectura. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Arquitectura. 2015. 192 p.
6. GONZALES. Rosbelly. *Georreferenciación y Digitalización de las Zonas Urbanas, y Estudio Preliminar de la Propuesta del Reglamento de Construcción Privada del Municipio de San Miguel Petapa de la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur, del Departamento de Guatemala*. Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2016. 237 p.
7. Instituto Nacional de Estadística. Censos nacionales XI de población y VI de Habitación 2002., Características de la población y de los locales de habitación censados. [en línea] <<https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/02/20/jZqeGe1H9WdUDngYXkWt3GIhUUQCukcg.pdf>> [Consulta: 22 de febrero de 2018.]
8. MEDINA, Rene. *Georreferenciación y Digitalización del Equipamiento Urbano e Inventario y Caracterización de las Aguas Residuales de Acuerdo al Reglamento 236-2006 del Municipio de San Miguel*

Petapa, de la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur del Departamento de Guatemala. Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2017. 189 p.

9. ORTÚZAR, Santiago. *Introducción a la Planificación Territorial.* 1a ed. Chile. Editorial CAPITE Ltda. 2010. 134 p.
10. Gobierno de la República de Guatemala. *Código Municipal.* [en línea] <https://www.plazapublica.com.gt/sites/default/files/codigo_municipal.pdf. > [Consulta: 20 de febrero de 2018.]
11. *Reglamento de Normas Sanitarias para la Administración, Construcción, Operación y Mantenimiento de los Servicios de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano.* [en línea]. <<http://www.mspas.gob.gt/images/files/saludambiente/regulacionesvigentes/AguaConsumoHumano/AcuerdoGubernativo113-2009.pdf>,> [Consulta: 22 de febrero de 2018.]

APÉNDICES

Apéndice 1. Presupuesto del proyecto

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CAMTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1	INFORMACION DE APOYO				
1.1	Información MGCS de delimitación de lugares poblados	Global	1	Q15 000,00	Q15 000,00
2	IMÁGENES SATELITALES				
2.1	Uso de imágenes satelitales 2013 - 2014, Ortofotos 2006 y hojas cartográficas (satélites Ikonos y Geoeeyes)	km2	30	Q2 080,00	Q62 400,00
3	PLANOS				
3.1	Impresión de planos con imágenes satelitales a color, tamaño A-1	Unidad	9	Q65,00	Q585,00
3.2	Impresión de planos para validación, tamaño A-1	Unidad	3	Q15,00	Q45,00
3.3	Impresión de planos para asesoría, tamaño tabloide (11"x17")	Unidad	25	Q8,00	Q200,00
3.4	Impresión de planos finales, tamaño tabloide (11"x17")	Unidad	13	Q8,00	Q104,00
4	CAPACITACION				
4.1	Capacitación en Sistemas de Información Geográfica y el software QGIS	Global	1	Q1 000,00	Q1 000,00
4.2	Capacitación para personal técnico municipal en el software QGIS	Global	1	Q1 000,00	Q1 000,00
5	IMPRESIONES				
5.1	Informes mensuales	Unidad	7	Q25,00	Q175,00
5.2	Avances de Información digitalizada, planos tamaño tabloide (11"x17")				Q0,00


Continuación apéndice 1.

6	ASESORIA				
6.1	Propuesta de actualización del Reglamento de Agua Potable del Municipio de San Miguel Petapa, documento que debe ser revisado y evaluado por la municipalidad y la legislación correspondiente.	Unidad	1	Q2 000,00	Q2 000,00
7	ESTIPENDIO DE EPESISTA				
7.1	Levantamiento de información, digitalización y redacción	Mes	6	Q2 500,00	Q15 000,00
8	GASTOS ADMINISTRATIVOS				
	Dirección de servicios públicos	Global	1	Q8 000,00	Q8 000,00
	Vehículo	Global	1	Q3 000,00	Q3 000,00
	Fontanero municipal	Global	1	Q5 000,00	Q5 000,00
	Viáticos epesista	Global	1	Q2 000,00	Q2 000,00
			TOTAL	Q115 509,00	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Boletas de recopilación de información (pozos)

**(800) POZOS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
MANCOMUNIDAD
GRAN CIUDAD DEL SUR**



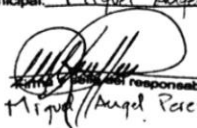
Nombre del municipio: Petapa Código del municipio: 17
 Nombre del pozo: Pozo Sector 1e V.H. 1
 Colonias que abastece: Sector 1, 2, 3, 4 V.H. 1
sector 5 y V.H. 1
 Dirección del pozo: Sector V.H.

Tipo de pozo	Marcar con una X	Tipo de pozo	Marcar con una X
Mecánico	X	Mecánico	
Manual		Manual	

Administración del pozo	Marcar con una X	Tipo de pozo	Marcar con una X
Privado		Mecánico	
Municipal	X	Manual	


El pozo está conectado a	Marcar con una X
Red	
Tanque de distribución	X

Costo de operación mensual: _____
 Profundidad del pozo: 13 metros (3.28)
 Diámetro entubado del pozo: 4"
 Material de entubado: Acero
 Potencia del equipo (HP): 60
 Rendimiento del equipo: _____
 Período hora/día: (1) 2:00 am - 11:00 am (2) 7:00 am - 3:00 pm } 2 Ba
 Nivel Estático: _____ Nivel Dinámico: _____
 Existe equipo de cloración: SI No
 Año de construcción: 13 años Fecha de levantamiento: 13/10/2017
 Nombre del responsable municipal: Miguel Angel Pérez



 Firma del responsable
Miguel Angel Pérez

Fuente: elaboración propia, con base en datos de la Mancomunidad de la Gran Ciudad del Sur.


Apéndice 3. Boleta de recopilación de información (válvulas)



**VALVULAS - SAN MIGUEL
PETAPA
MANCOMUNIDAD GRAN
CIUDAD DEL SUR**



**MUNICIPIO ALAMOS
SONORA
MEXICO**



**MUNICIPIO ALAMOS
SONORA
MEXICO**

Fecha: 17/10/2011

Zona: _____

No. De Válvula	Tipo de Válvula							Diametro de válvula (Pulgadas)	Material	Ubicación vial	Red de tubería	Lugar Poblado	Condición de la caja de protección			OBSERVACIONES
	Compuerta	Macho	Globo	Bola	Mariposa	diaragma	Aprite						Retension	Desahogo	Completa	
1	/							3"	10 ^o Ave	7 ^a Calle Alamos	Alamos	Alamos	/			Buen estado
2	/							2"	10 ^o Ave	26 ^a Ave	Alamos	Alamos	/			5:00 am - 10:00 am
2	/							2"	10 ^o Ave	1 ^a y 2 ^a Calle	Alamos	Alamos	/			Abastecimiento
3	/							3"	10 ^o Ave	1 ^a y 2 ^a Calle	Alamos	Alamos	/			Un día si un día no
4	/							3"	10 ^o Ave	1 ^a y 2 ^a Calle	Alamos	Alamos	/			2:30 horas 7:00 am
5	/							3"	10 ^o Ave	1 ^a y 2 ^a Calle	Alamos	Alamos	/			Entrante y Uterina La Silla de
6	/							3"	10 ^o Ave	1 ^a y 2 ^a Calle	Alamos	Alamos	/			Un día si un día no
7	/							2"	10 ^o Ave	3 ^a y 4 ^a Calle	Alamos	Alamos	/			3:00 - 8:00 pm
8	/							2"	10 ^o Ave	4 ^a y 5 ^a Calle	Alamos	Alamos	/			Un día si un día no

Encargado Municipal: *[Signature]* Encargado Municipal: Minimo Flores


Lider Comunitario: Alvaro Cruz Velazquez

Alvaro Jose Chavez

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Capacitación a personal municipal (asistencia)


CAPACITACIÓN QGIS



No.	Nombre	Departamento	23/01	24/01	25/01
1	Justo Lux	PMT			
2	Edwin Darío Paz	PM			
3	Alberto Luna	PMT			
4	Manuel García	Catastro			
5	Gustavo Solares	Catastro			
6	Ing. Daniel Vásquez	Agua			
7	Javier Abascal	Dirección Gestión Ambiental			
8	Jhosselyn Herrera	Gestión de Riesgo			
9	Nancy Amador	Dirección Municipal de la Mujer			
10	Ing. Juan Miguel Orellana	Dirección de Gestión Ambiental y Forestal			
11	Aleira García				Rec. Apog. potable y Alcantaral 25/1/18
12					
13					
14					
15					

Fuente: elaboración propia.


Apéndice 5. Validación de información




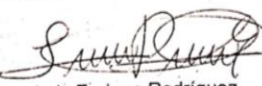
Guatemala 18 de enero de 2018

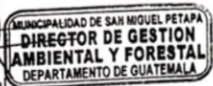
Ing. Gerson Barrios Garrido
Coordinador de planificación y proyectos
Mancomunidad Gran Ciudad del Sur

Por este medio se hace constancia de la veracidad de la información levantada: Pozos perforados, tanques de distribución de agua y red de distribución agua potable del municipio de San Miguel Petapa. Obtenida en el proceso del **Ejercicio Profesional Supervisado (EPS)** realizado por el estudiante **Luis Enrique Rodríguez Morales** con **DPI 2617 64012 0101**. El cual se llevó a cabo en el segundo semestre del año 2017, con el apoyo de la Dirección de Servicios Públicos y la Dirección de Gestión Ambiental y Forestal de la Municipalidad de San Miguel Petapa.


Ing. Christian Alegre
Director de Servicios Públicos
Municipalidad de San Miguel Petapa


Inga Aleya García
Directora de Gestión Ambiental
Municipalidad de San Miguel Petapa


Luis Enrique Rodríguez
Mancomunidad Gran Ciudad del Sur
FUNCAGUA



Fuente: elaboración propia.

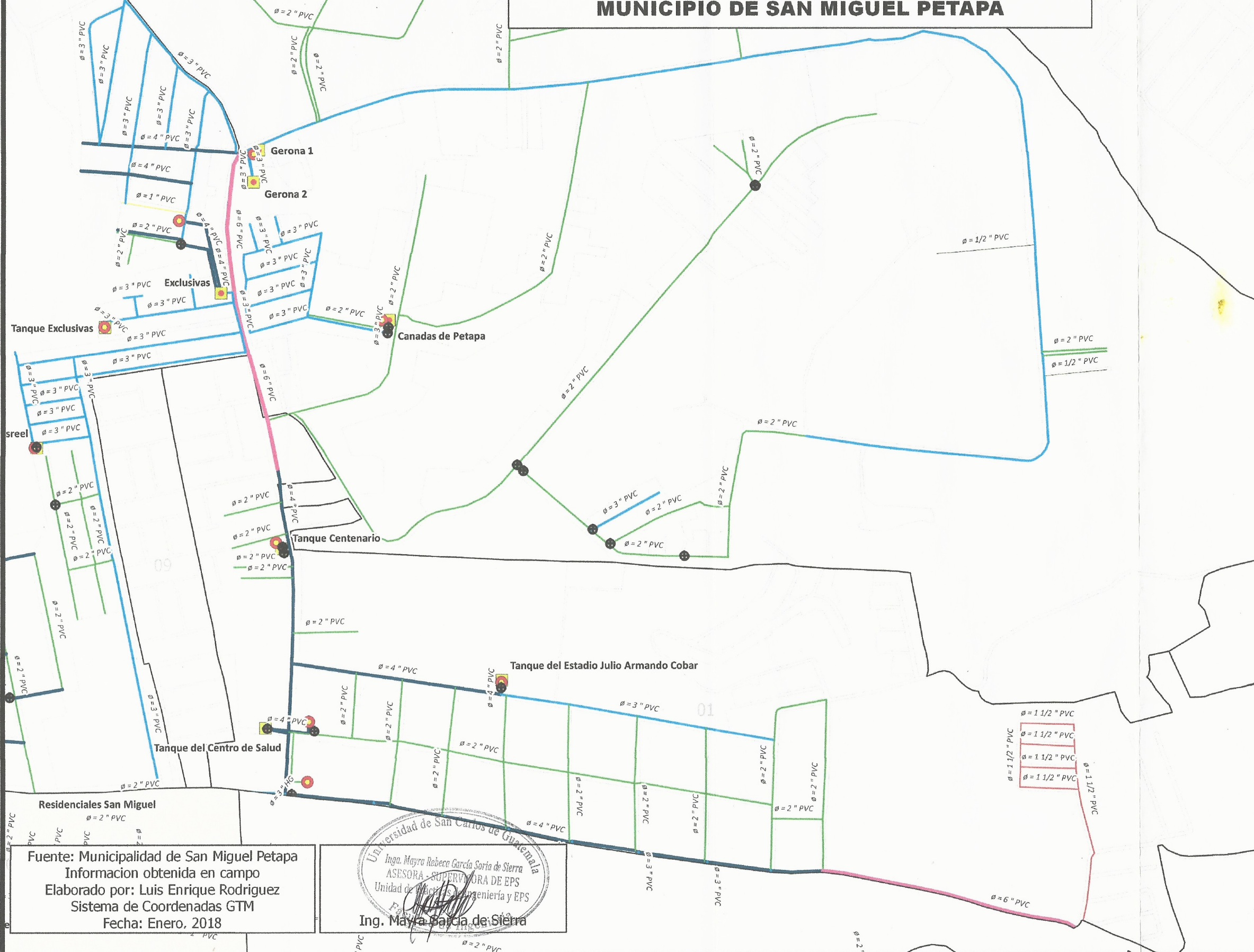
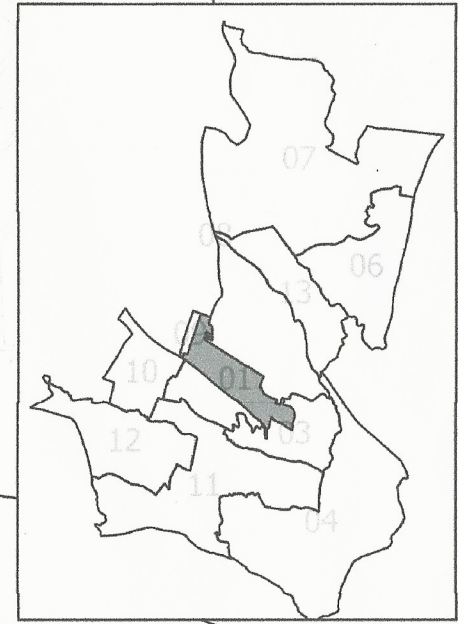
Apéndice 6. Mapas del sistema de agua potable del municipio de San Miguel Petapa

A continuación se presentan los mapas generados durante el Ejercicio Profesional Supervisado.

Fuente: elaboración propia.



RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE ZONA 1 MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA

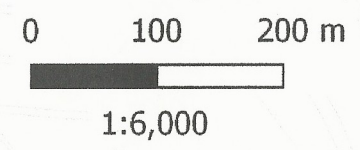


Legenda

- Valvulas
- Pozos Mecanicos
- Tanques de distribución

Tuberia (diametros en pulg.)

- 1
- 1 1/2
- 1 1/4
- 1/2
- 2
- 2 1/2
- 3
- 3/4
- 4
- 5
- 6
- 8

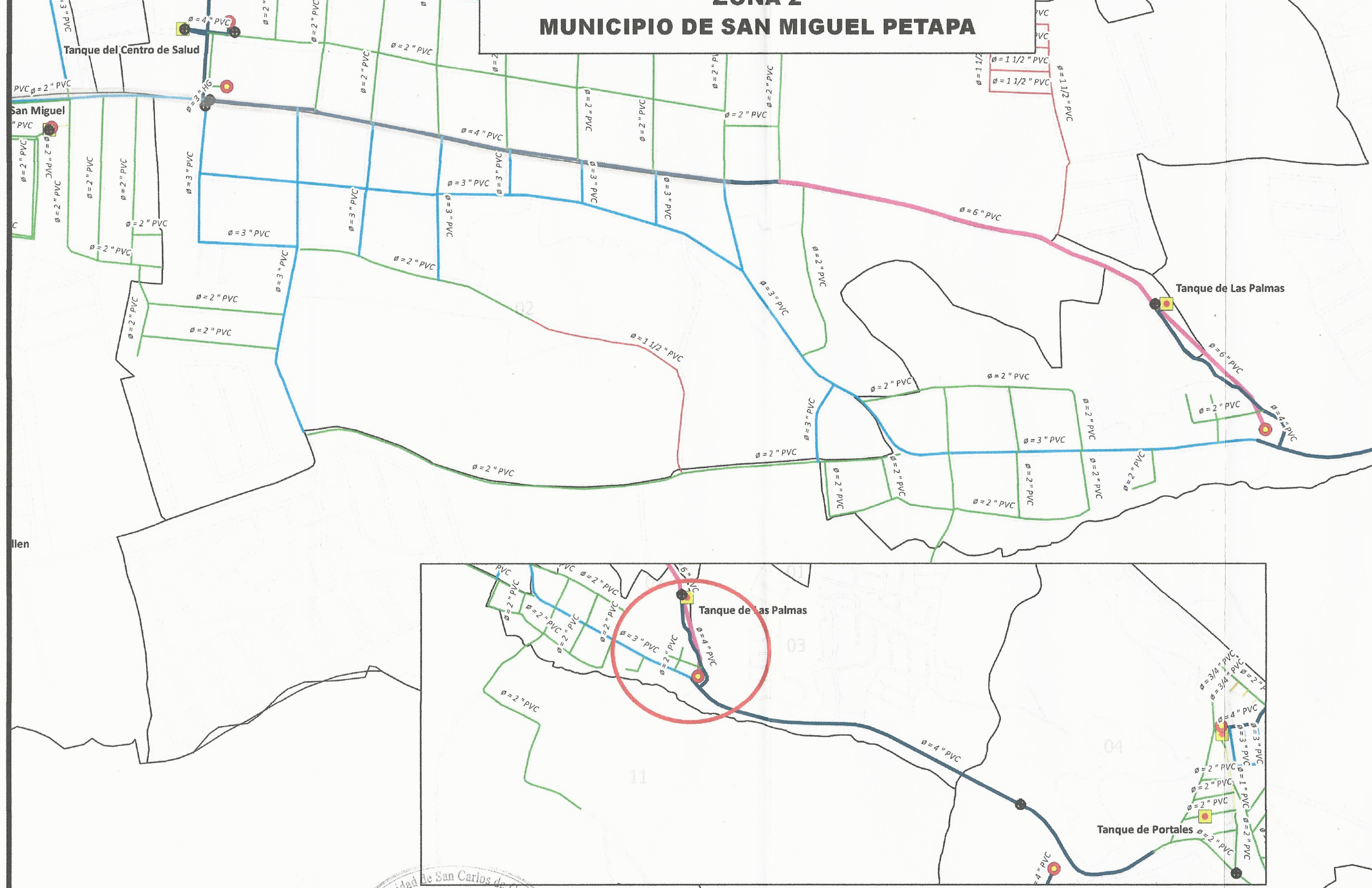
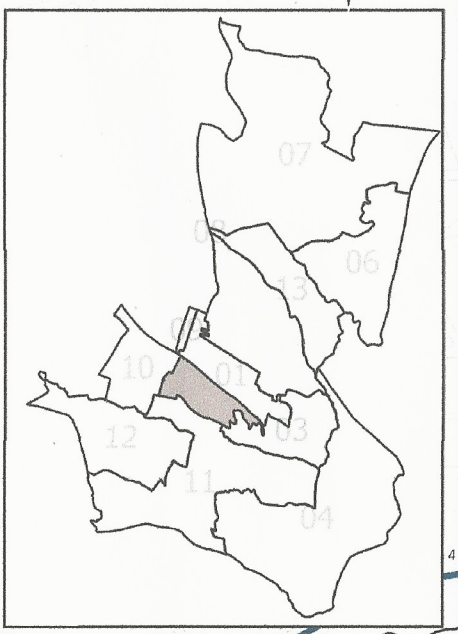


Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa
 Información obtenida en campo
 Elaborado por: Luis Enrique Rodríguez
 Sistema de Coordenadas GTM
 Fecha: Enero, 2018

Inga. Mayra García de Sierra
 ASESORA SUPERVISORA DE EPS
 Unidad de Ingeniería y EPS



RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE ZONA 2 MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA

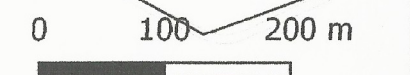
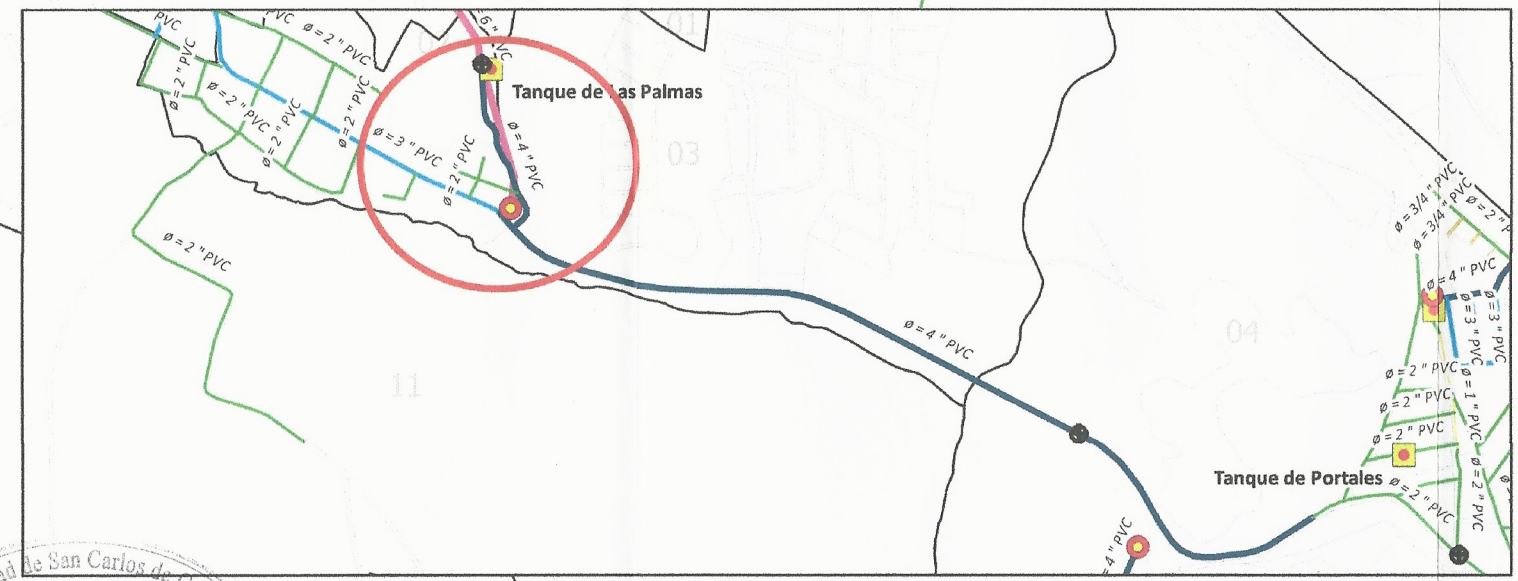


SIMBOLOGIA

- Valvulas
- Pozos Mecanicos
- Tanques de distribución

Tuberia (diametro en pulg.)

- 1
- 1 1/2
- 1 1/4
- 1/2
- 2
- 2 1/2
- 3
- 3/4
- 4
- 5
- 6
- 8



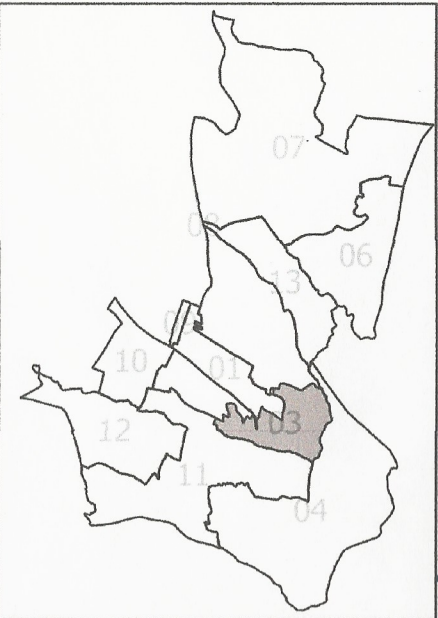
1:6,000

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa
 Informacion obtenida en campo
 Elaborado por: Luis Enrique Rodriguez
 Sistema de Coordenadas GTM
 Fecha: Enero, 2018

Ing. Mayra Rebeca García de Sierra
 ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería



RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE ZONA 3 MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA

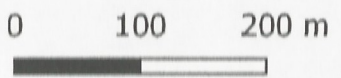
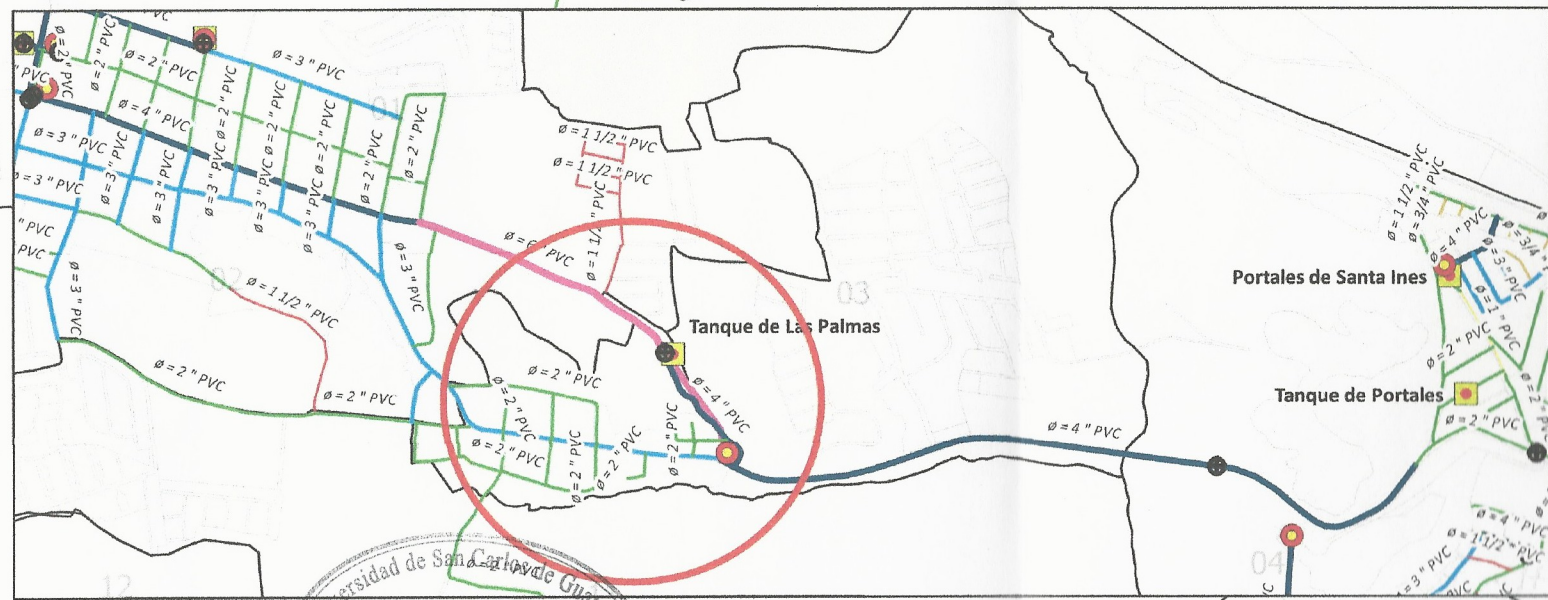


SIMBOLOGIA

- Valvulas
- Pozos Mecanicos
- Tanques de distribución

Tuberia (diametro en pulg.)

- 1
- 1 1/2
- 1 1/4
- 1/2
- 2
- 2 1/2
- 3
- 3/4
- 4
- 5
- 6
- 8



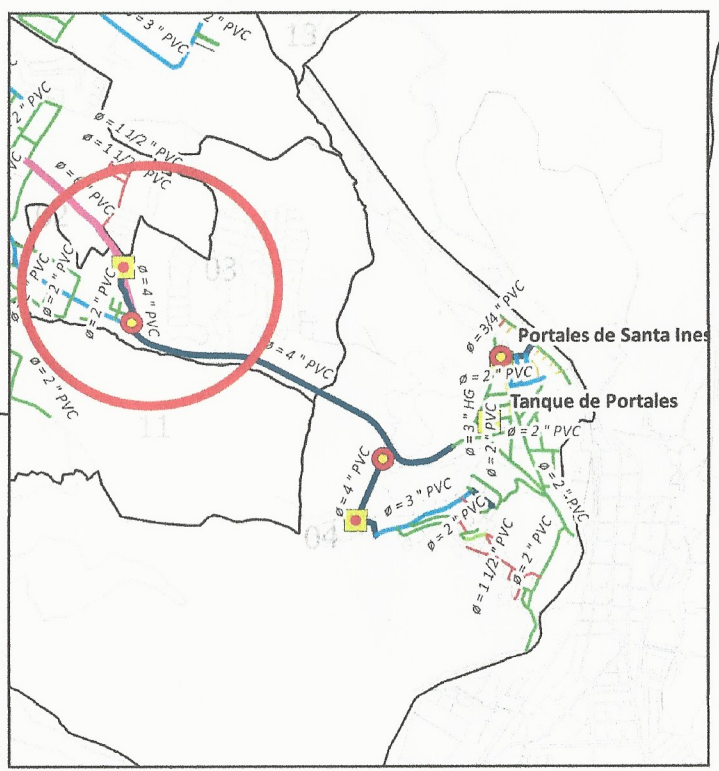
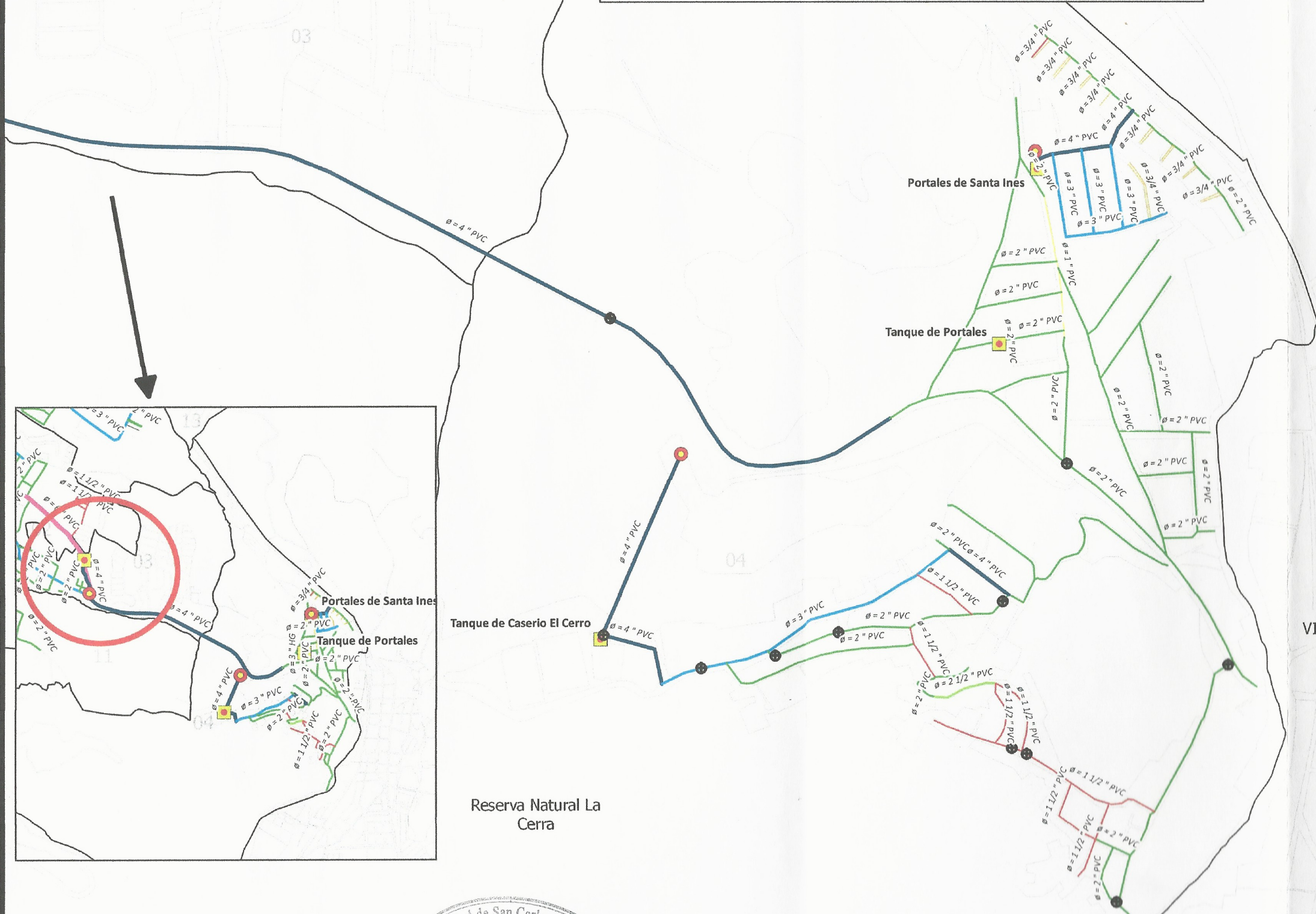
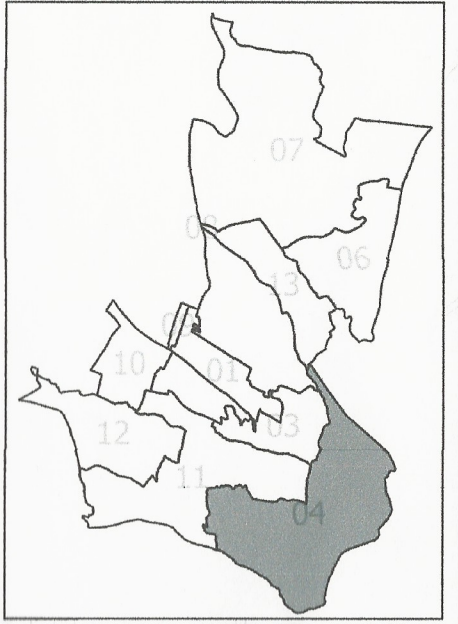
1:6,000

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa
 Información obtenida en campo
 Elaborado por: Luis Enrique Rodríguez
 Sistema de Coordenadas GTM
 Fecha: Enero, 2018

Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
 ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
 Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería
 Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Mayra García de Sierra



RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE ZONA 4 MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA



SIMBOLOGIA

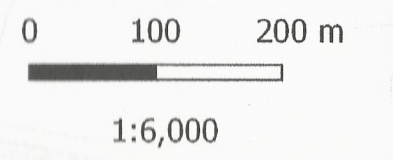
- Valvulas
- Pozos Mecanicos
- Tanques de distribución

Tuberia (diametros en pulg.)

- 1
- 1 1/2
- 1 1/4
- 1/2
- 2
- 2 1/2
- 3
- 3/4
- 4
- 5
- 6
- 8

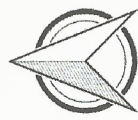
Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa
 Información obtenida en campo
 Elaborado por: Luis Enrique Rodríguez
 Sistema de Coordenadas GTM
 Fecha: Enero, 2018

Inga. Mayra García de Sierra

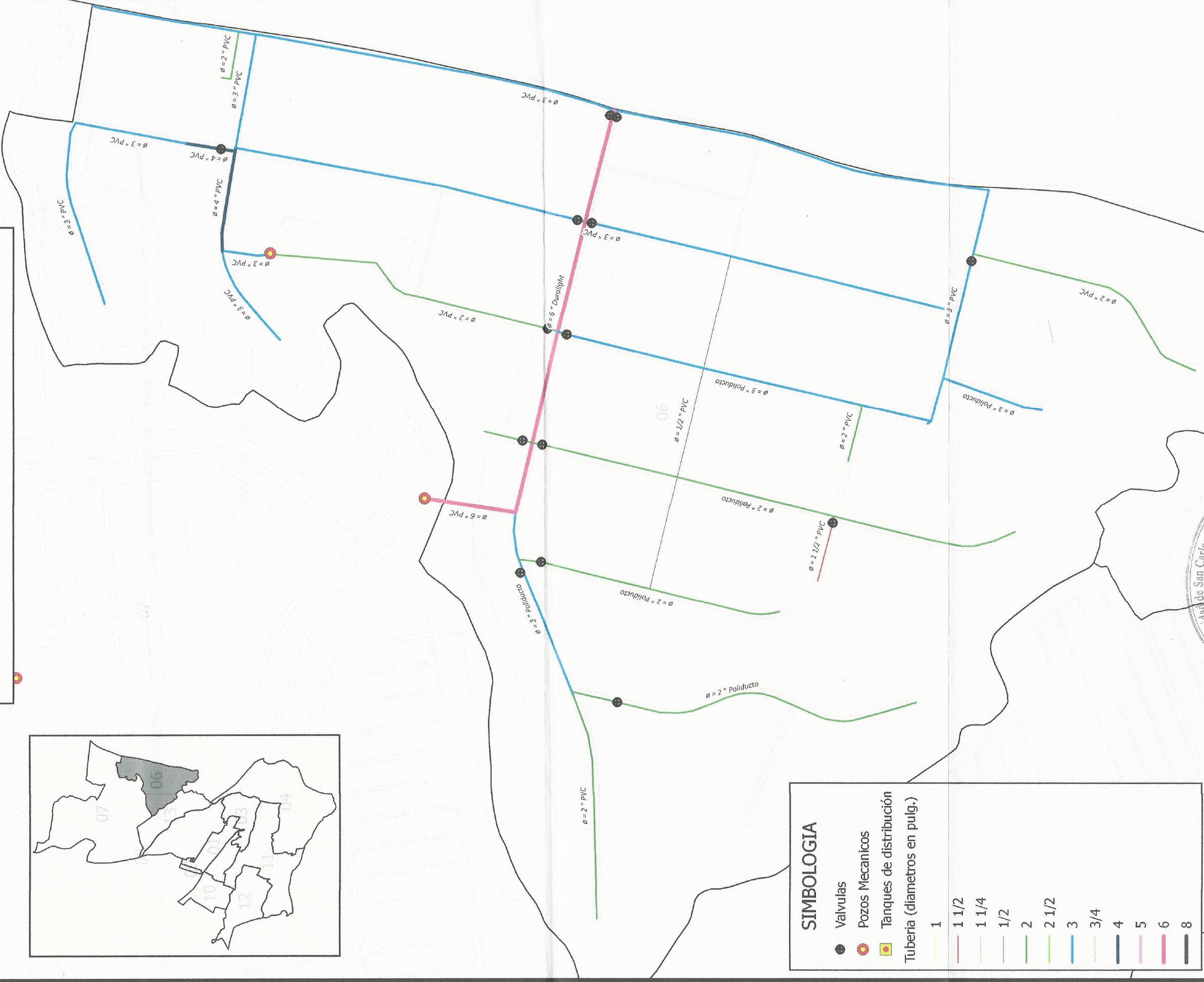
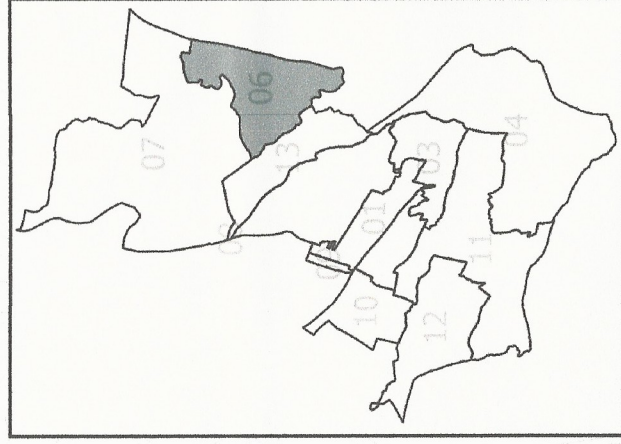




RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE ZONA 6, LOS ALAMOS MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA



Los Naranjos

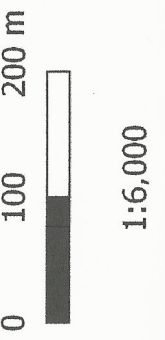


SIMBOLOGIA

- Valvulas
- Pozos Mecanicos
- Tanques de distribución

Tuberia (diametros en pulg.)

1
1 1/2
1 1/4
1/2
2
2 1/2
3
3/4
4
5
6
8

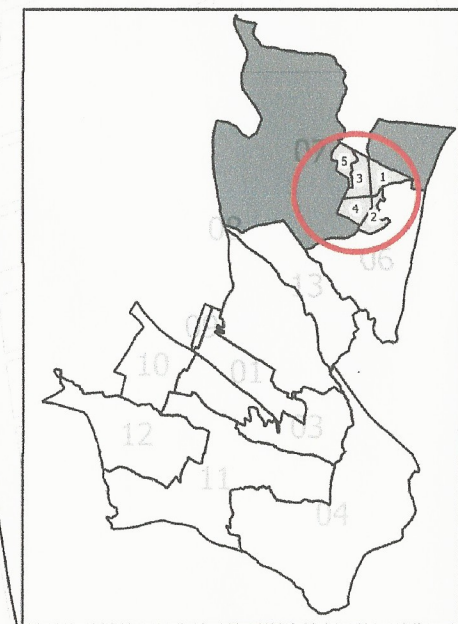
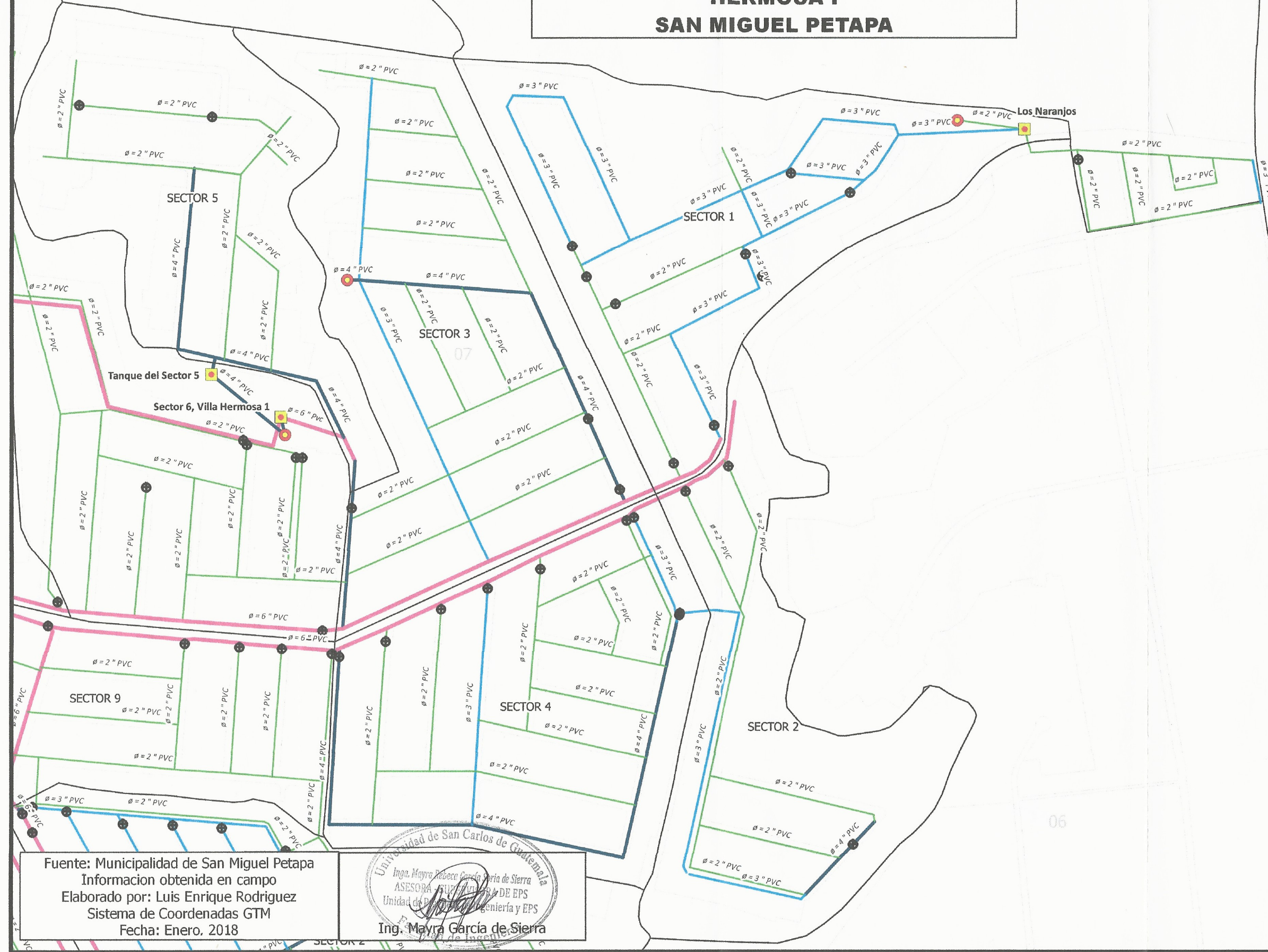


Inga. Mayra García de Sierra

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa
 Información obtenida en campo
 Elaborado por: Luis Enrique Rodríguez
 Sistema de Coordenadas GTM
 Fecha: Enero, 2018



DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE ZONA 7, SECTOR 1, 2, 3, 4 Y 5 DE VILLA HERMOSA I SAN MIGUEL PETAPA

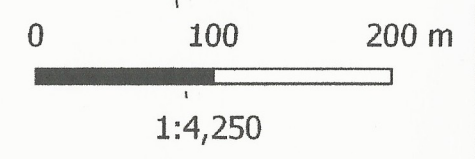


SIMBOLOGIA

- Valvulas
- Pozos Mecanicos
- Tanques de distribución

Tuberia (diametro en pulg.)

—	1
—	1 1/2
—	1 1/4
—	1/2
—	2
—	2 1/2
—	3
—	3/4
—	4
—	5
—	6
—	8

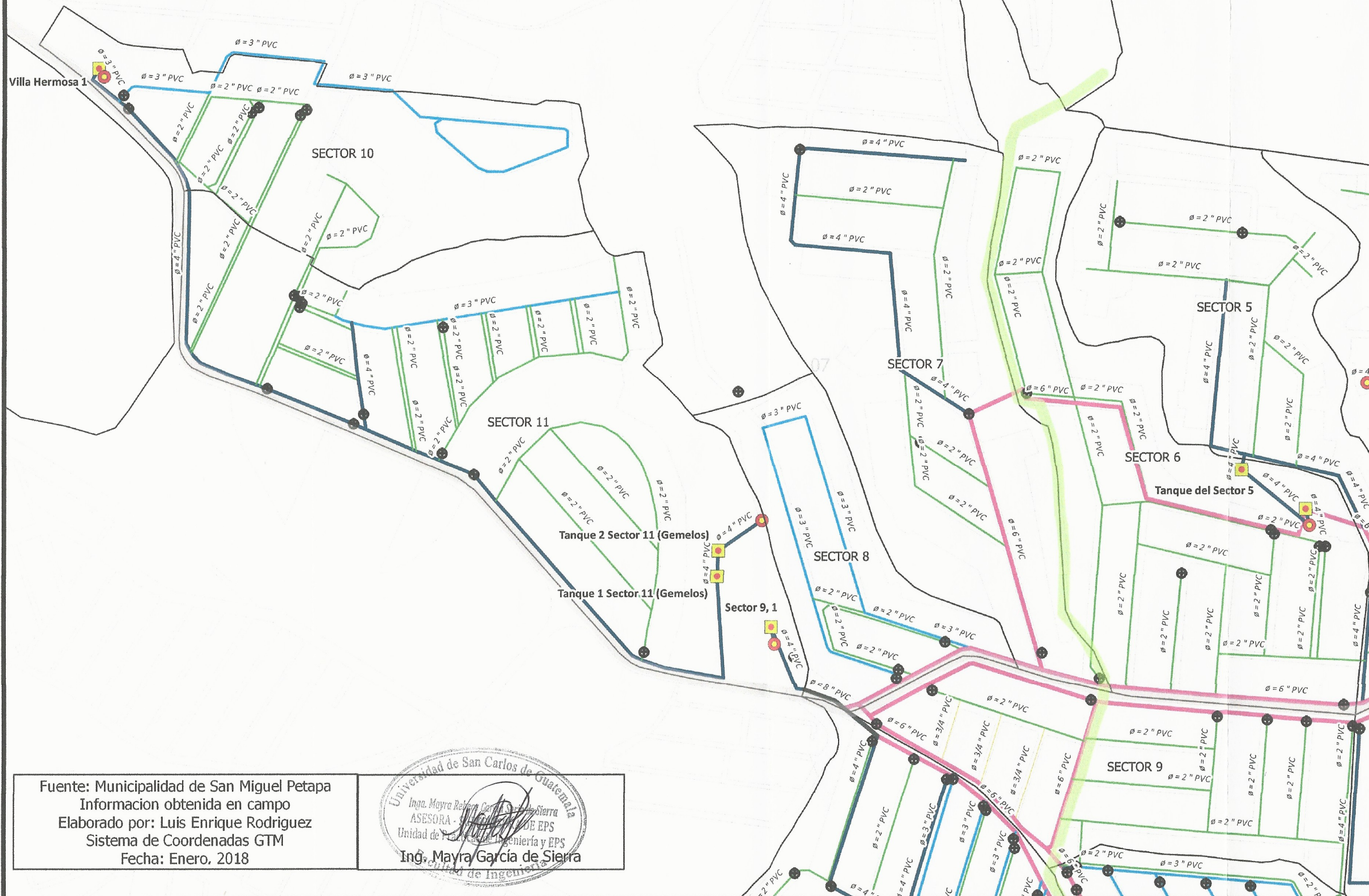
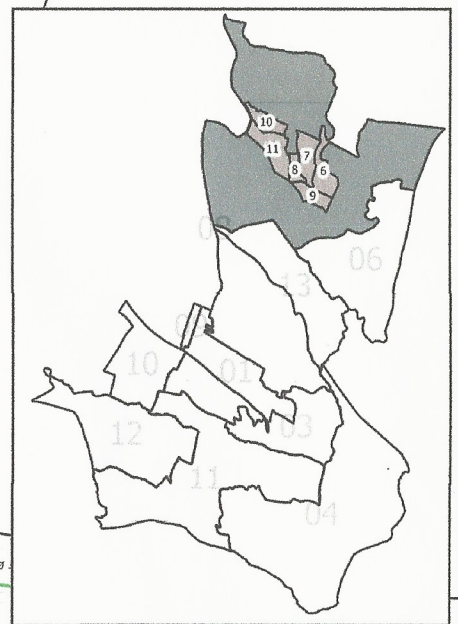


Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa
 Informacion obtenida en campo
 Elaborado por: Luis Enrique Rodriguez
 Sistema de Coordenadas GTM
 Fecha: Enero. 2018

Inga. Mayra Garcia de Sierra

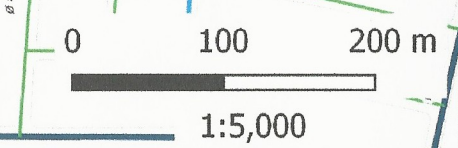


DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE ZONA 7, SECTOR 6, 7, 8, 9, 10 Y 11 DE VILLA HERMOSA I SAN MIGUEL PETAPA



SIMBOLOGIA

- Valvulas
- Pozos Mecanicos
- Tanques de distribución
- Tuberia (diametro en pulg.)**
- 1
- 1 1/2
- 1 1/4
- 1/2
- 2
- 2 1/2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 8
- Elementos Importantes**
- Calle Real
- Quinel de Villa Hermosa

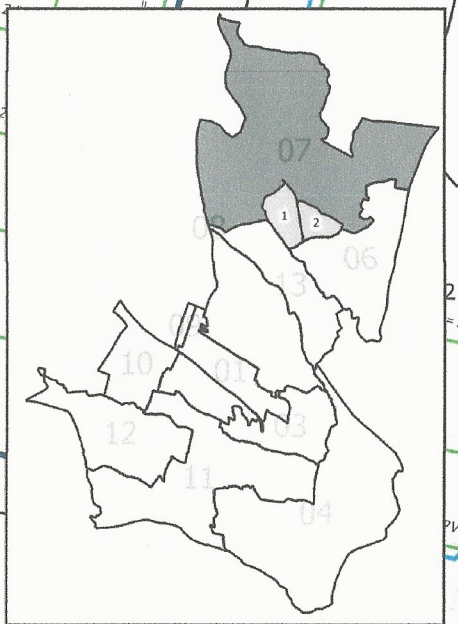
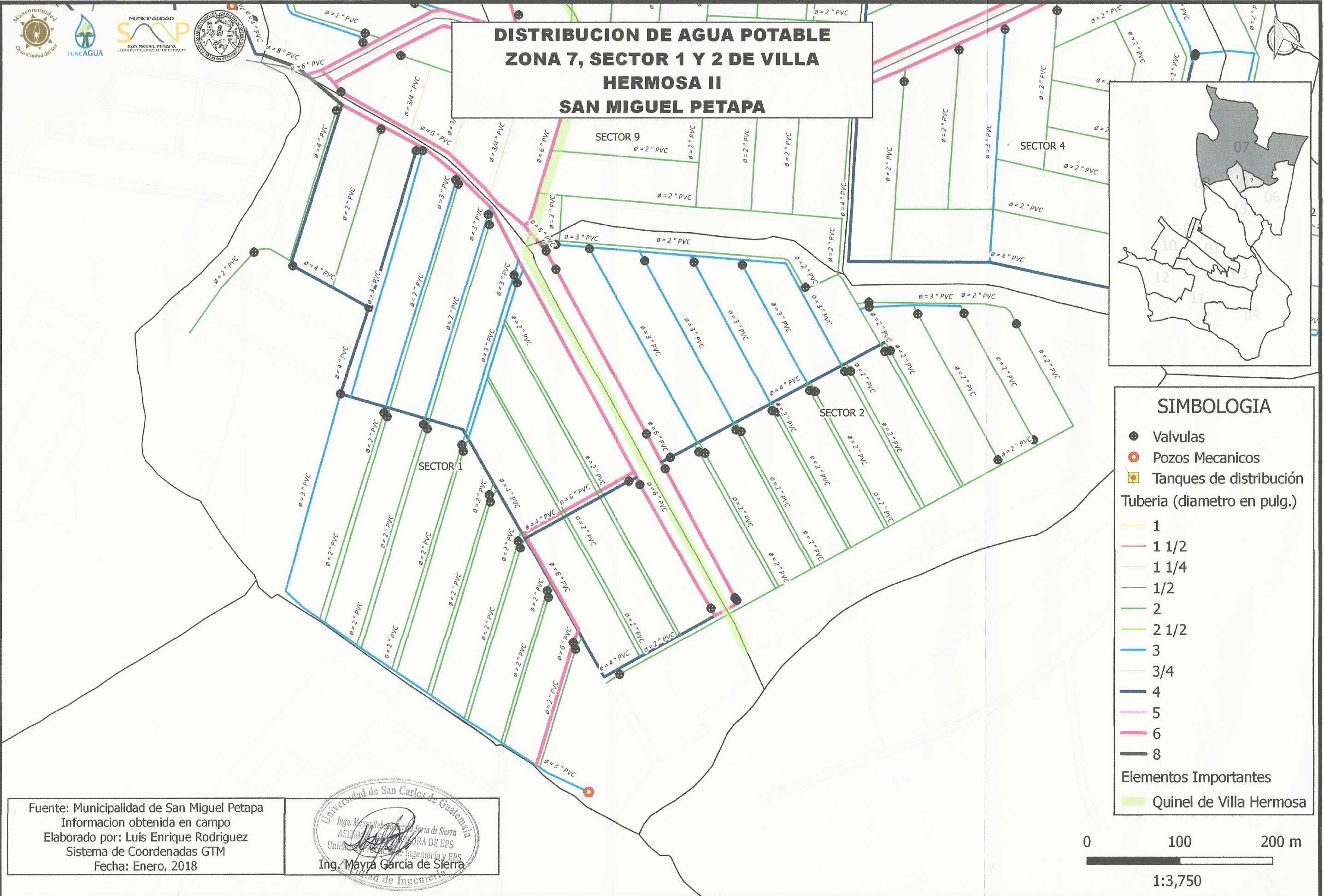


Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa
 Informacion obtenida en campo
 Elaborado por: Luis Enrique Rodriguez
 Sistema de Coordenadas GTM
 Fecha: Enero, 2018

Inga. Mayra Garcia de Sierra
 ASESORA - INGENIERA DE EPS
 Unidad de Ingeniería y EPS
 Ing. Mayra Garcia de Sierra



DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE ZONA 7, SECTOR 1 Y 2 DE VILLA HERMOSA II SAN MIGUEL PETAPA

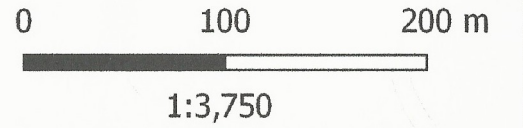


SIMBOLOGIA

- Valvulas
 - Pozos Mecanicos
 - Tanques de distribución
- Tuberia (diametro en pulg.)
- 1
 - 1 1/2
 - 1 1/4
 - 1/2
 - 2
 - 2 1/2
 - 3
 - 3/4
 - 4
 - 5
 - 6
 - 8
- Elementos Importantes
- Quinel de Villa Hermosa

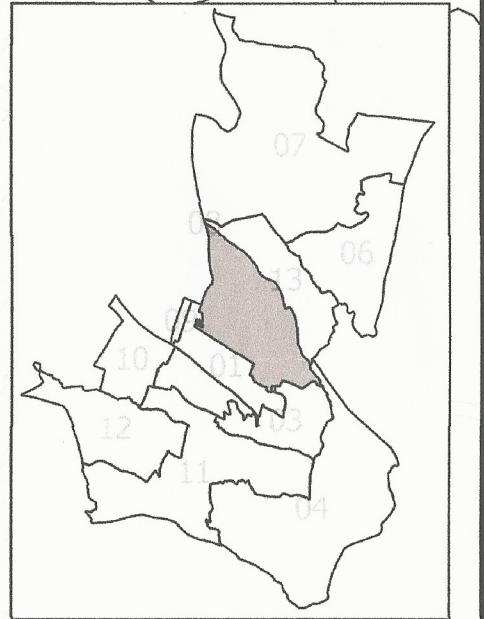
Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa
 Informacion obtenida en campo
 Elaborado por: Luis Enrique Rodriguez
 Sistema de Coordenadas GTM
 Fecha: Enero, 2018

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Inga. Mayra Rodríguez de Sierra
 ASISTENTE TECNICA DE EPS
 Unidad de Planeación de Ingeniería y EPS
 Ing. Mayra García de Sierra
 Unidad de Ingeniería





**RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
ZONA 8
MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA**



SIMBOLOGIA

- Valvulas
- Pozos Mecanicos
- Tanques de distribución

Tuberia (diámetro en pulg.)

- 1
- 1 1/2
- 1 1/4
- 1/2
- 2
- 2 1/2
- 3
- 3/4
- 4
- 5
- 6
- 8



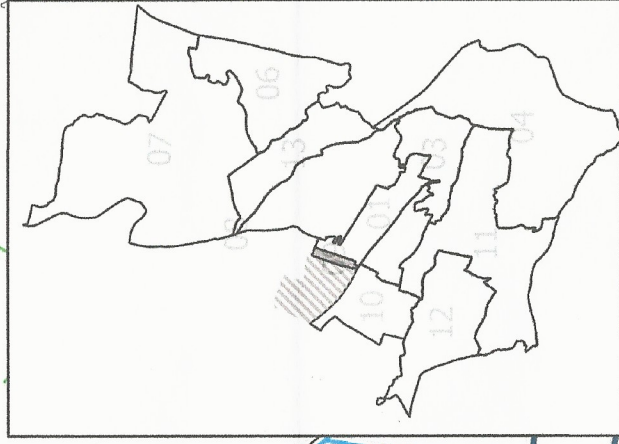
Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa
 Información obtenida en campo
 Elaborado por: Luis Enrique Rodríguez
 Sistema de Coordenadas GTM
 Fecha: Enero, 2018

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Inga. Mayra Rebeca García de Sierra
 ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
 Unidad de Proyectos de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería
 Ing. Mayra García de Sierra

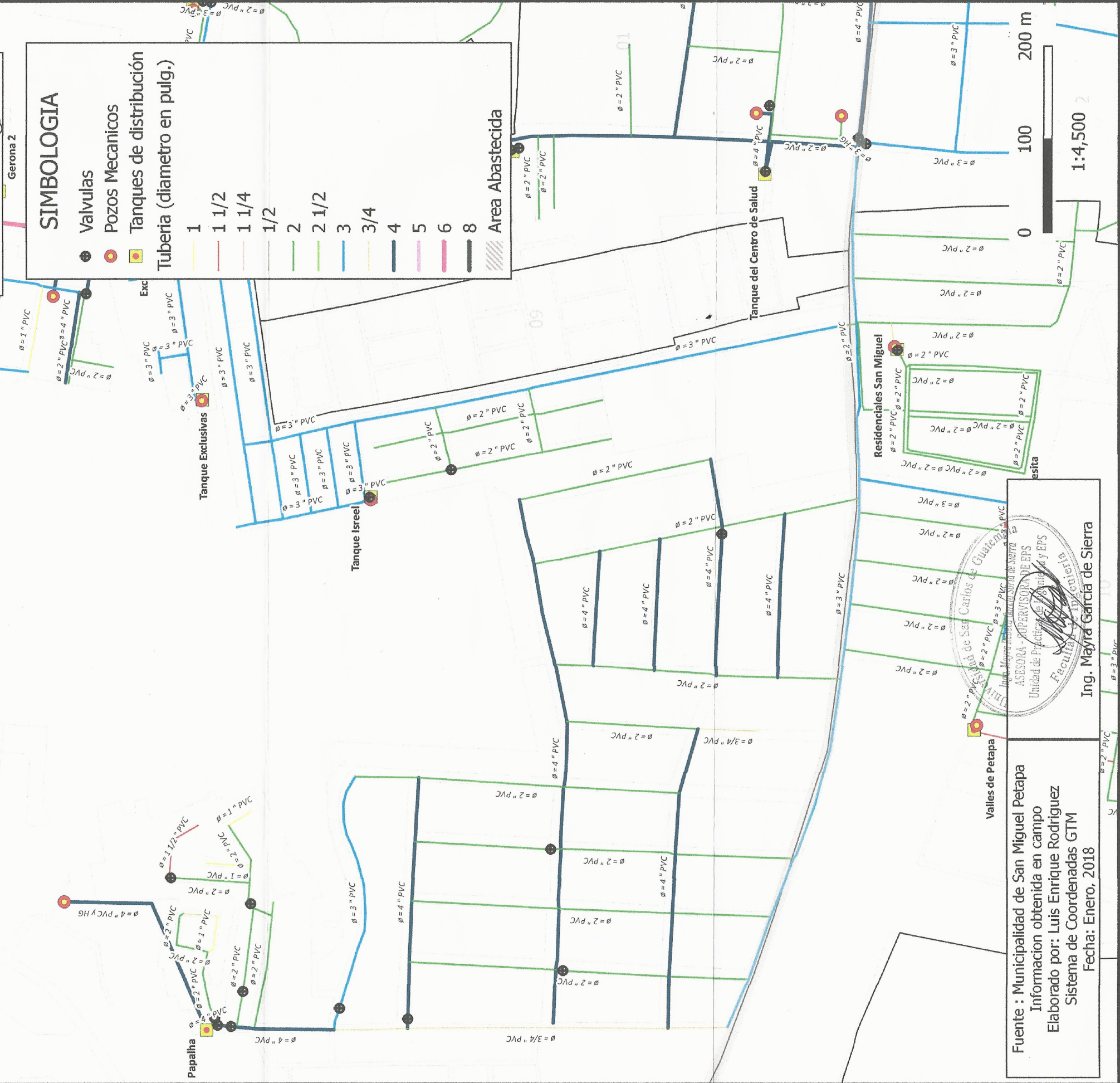
0 100 200 m
 1:6,000



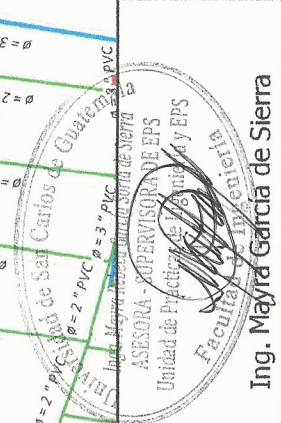
RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE ZONA 9 MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA



SIMBOLOGIA	
	Valvulas
	Pozos Mecanicos
	Tanques de distribución
Tubería (diámetro en pulg.)	
	1
	1 1/2
	1 1/4
	1/2
	2
	2 1/2
	3
	3/4
	4
	5
	6
	8
	Area Abastecida

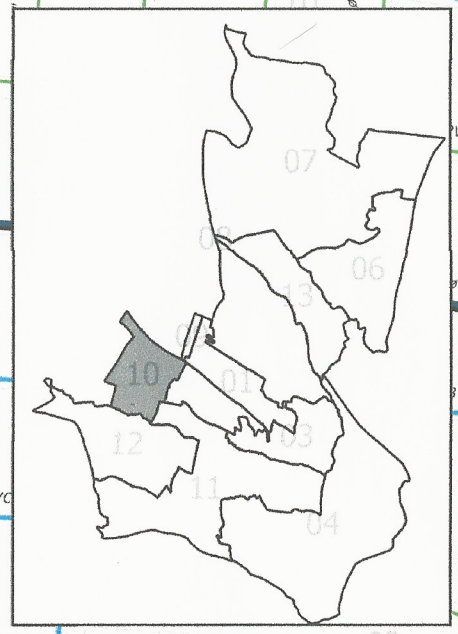
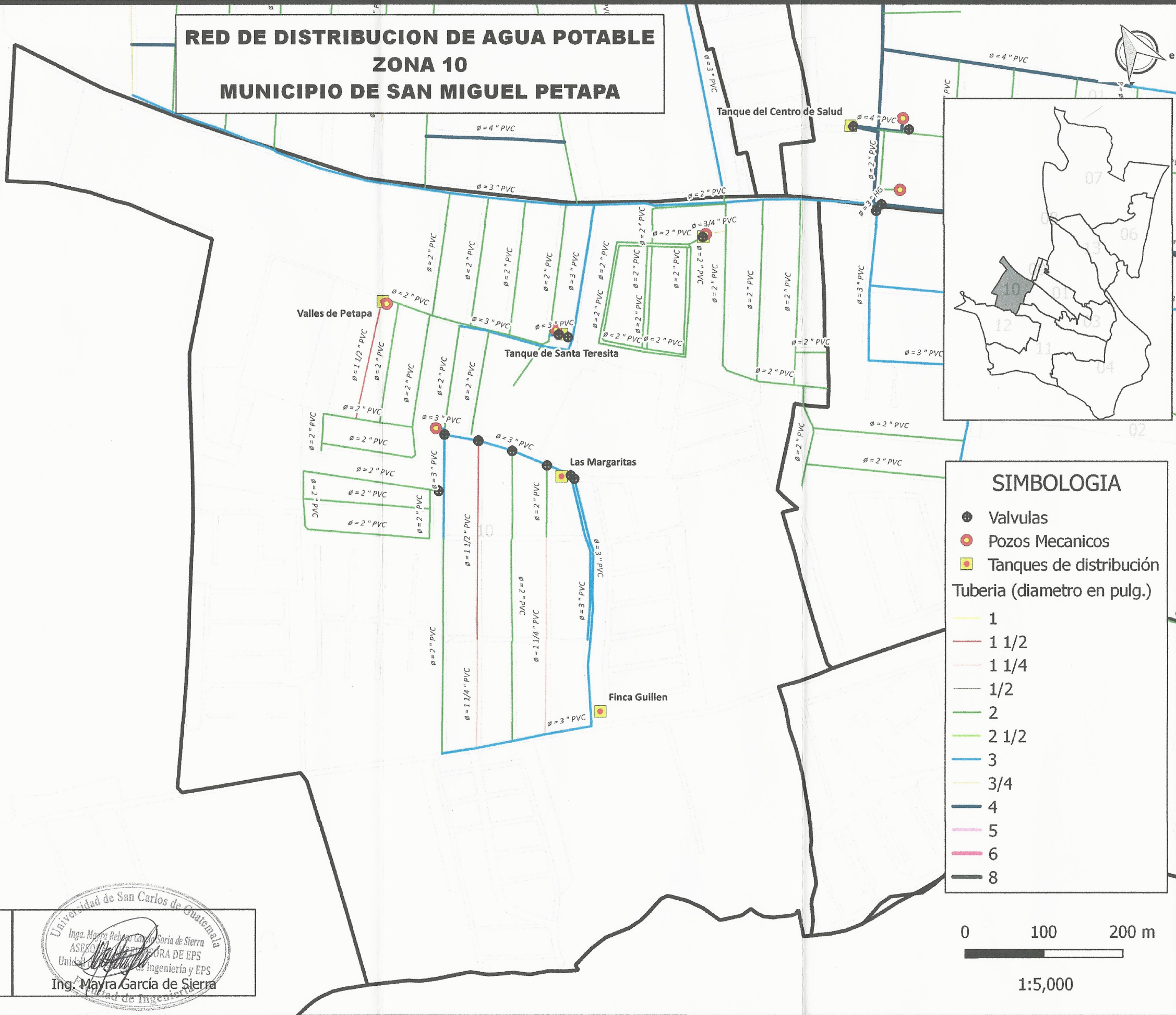


Fuente : Municipalidad de San Miguel Petapa
 Informacion obtenida en campo
 Elaborado por: Luis Enrique Rodriguez
 Sistema de Coordenadas GTM
 Fecha: Enero, 2018






Ing. Mayra García de Sierra













RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE ZONA 10 MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA

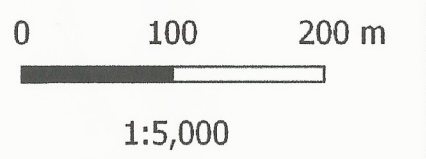


SIMBOLOGIA


-  Valvulas
-  Pozos Mecanicos
-  Tanques de distribución

Tuberia (diametro en pulg.)

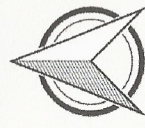
-  1
-  1 1/2
-  1 1/4
-  1/2
-  2
-  2 1/2
-  3
-  3/4
-  4
-  5
-  6
-  8



Fuente : Municipalidad de San Miguel Petapa
 Información obtenida en campo
 Elaborado por: Luis Enrique Rodríguez
 Sistema de Coordenadas GTM
 Fecha: Enero, 2018



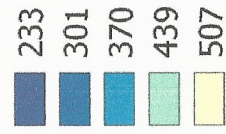
 Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Mayra Rebecca Soría de Sierra
 ASESORA EN LA EJECUCIÓN DE EPS
 Unidad de Ingeniería y EPS
 Ciudad de Ingenieros



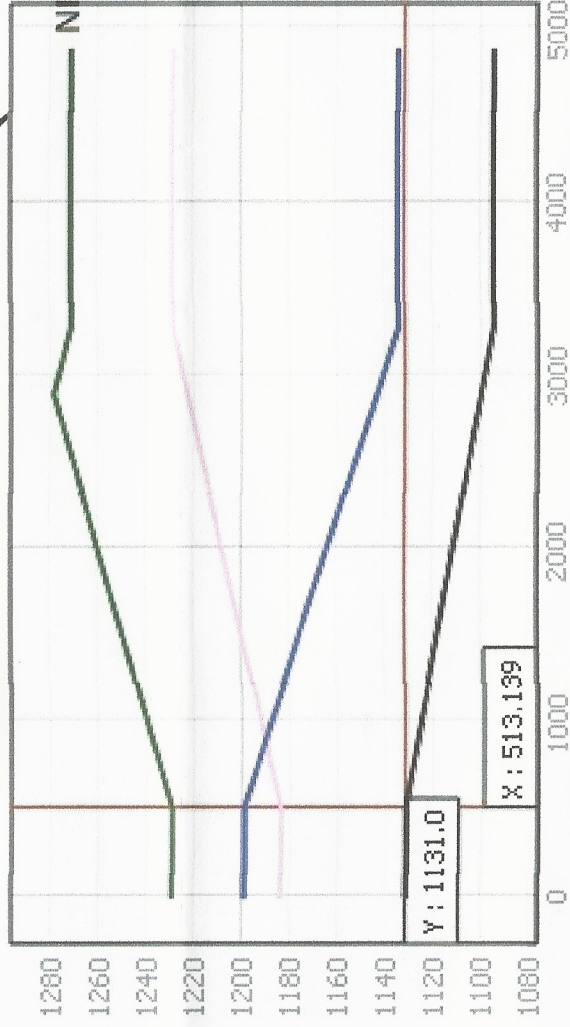
**POZOS MECANICOS - SAM MIGUEL PETAPA
NIVELES ESTATICOS, DINAMICOS Y
PROFUNDIDADES DE EQUIPO**

SIMBOLOGÍA

Pozos Mecanicos
Profundidad de Equipo (Pies)

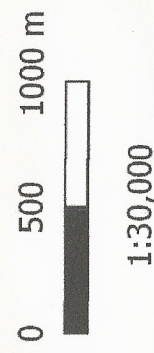
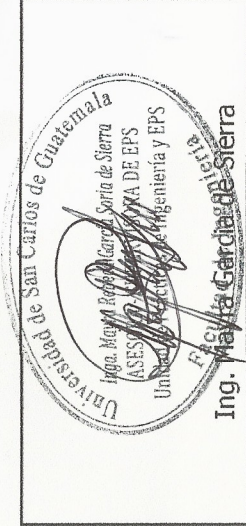


Nota: De los 28 pozos existentes actualmente, se encuentran 26 activos. Los pozos No. 25 y 28 se encuentran fuera de funcionamiento.

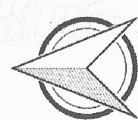


Nota: Los perfiles presentados corresponden a los pozos de la parte Central y Sur del Municipio de San Miguel Petapa, ya que solamente en este sector se cuentan con los datos correspondientes al análisis.

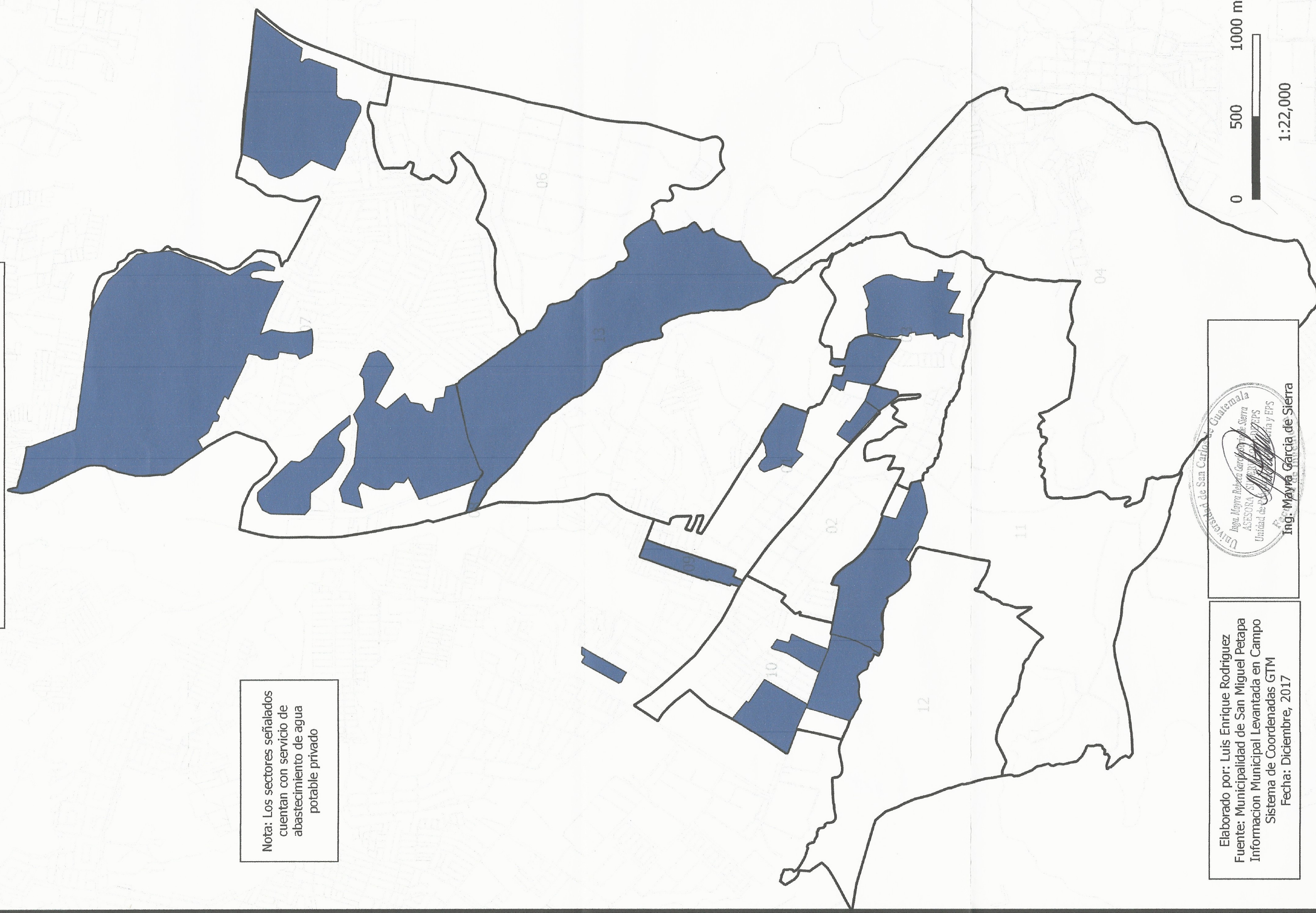
Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa
Elaborado por: Luis Enrique Rodríguez
Ejercicio Profesional Supervisado
Sistemas de Coordenadas GTM
Fecha: Noviembre, 2017



1:30,000



ZONAS NO ABASTECIDAS POR LA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA



Nota: Los sectores señalados cuentan con servicio de abastecimiento de agua potable privado

Elaborado por: Luis Enrique Rodriguez
 Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa
 Información Municipal Levantada en Campo
 Sistema de Coordenadas GTM
 Fecha: Diciembre, 2017

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Inga. Mayra Ibarra Carrillo de Sierra
 ASESORA SISTEMAS DE SIGS
 Unidad de Cartografía, Topografía y EPS
 Ing. Mayra García de Sierra

