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

DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS Y LOCALIZACIÓN PREDIAL Y USO DE SUELO DE LA ZONA 10, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

Henry Eduardo Barrios Diego
Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, mayo de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS Y LOCALIZACIÓN PREDIAL Y USO DE SUELO DE LA ZONA 10, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HENRY EDUARDO BARRIOS DIEGO
ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

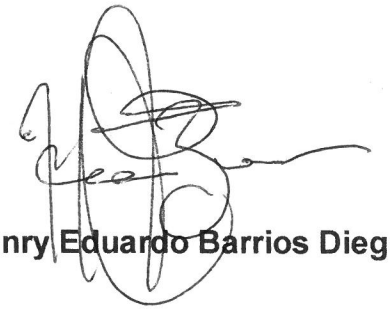
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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:

DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS Y LOCALIZACIÓN PREDIAL Y USO DE SUELO DE LA ZONA 10, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 22 de octubre de 2018.



Henry Eduardo Barrios Diego

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 12 de marzo de 2019
REF.EPS.DOC.253.03.2019

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor–Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Henry Eduardo Barrios Diego, Registro Académico 201313738** y **CUI 2418 28767 1219** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS Y LOCALIZACIÓN PREDIAL Y USO DE SUELO DE LA ZONA 10, 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"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINADOR (A) EPS
ÁREA INFRAESTRUCTURA
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo
SJRS/ra

Guatemala,
18 de marzo de 2019

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 **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS Y LOCALIZACIÓN PREDIAL Y USO DE SUELO DE LA ZONA 10, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Henry Eduardo Barrios Diego, con CUI 2418287671219 Registro Académico No. 201313738, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

ESCUELA INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

Ing. civil, Luis Manuel Sandoval Mendoza
Jefe Del Departamento de Hidráulica

/mrrm.

Guatemala,
29 de abril de 2019

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 **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS Y LOCALIZACIÓN PREDIAL Y USO DE SUELO DE LA ZONA 10, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Henry Eduardo Barrios Diego, con No. De Registro Estudiantil 201313738 quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

ESCUELA INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
PLANEAMIENTO
U S A C

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

/mrrm.

ACREDITADO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 29 de abril de 2019
REF.EPS.D.132.04.2019

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 **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS Y LOCALIZACIÓN PREDIAL Y USO DE SUELO DE LA ZONA 10, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA,** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Henry Eduardo Barrios Diego, CUI 2418 28767 1219 y Registro Académico 201313738,** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte del Asesor-Supervisor, como Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

Universidad de San Carlos de Guatemala
DIRECCIÓN
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

OAH/ra

El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y del Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación del estudiante Henry Eduardo Barrios Diego titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS Y LOCALIZACIÓN PREDIAL Y USO DE SUELO DE LA ZONA 10, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DIRECTOR
FACULTAD DE INGENIERIA

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

Guatemala, mayo 2019
/mrrm.

Universidad de San Carlos
De Guatemala

Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.252-2019

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 del trabajo de graduación titulado: **"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS Y LOCALIZACIÓN PREDIAL Y USO DE SUELO DE LA ZONA 10, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA"** presentado por el estudiante: **Henry Eduardo Barrios Diego** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANO
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, mayo de 2019

/echm

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser el guía en mí camino a lo largo de mi vida.
Mi papá	Henry Alberto Barrios Maldonado. Por todo el amor y apoyo en mi formación como hombre e hijo. Ha sido y seguirá siendo mi ejemplo para seguir
Carina	Carina Coronado de Barrios. Por su apoyo y cariño a lo largo de mi formación académica.
Mis hermanos	Andres, Ivan y Lisa Barrios, por estar ahí apoyándome siempre en mis metas trazadas.
Mis abuelos	Carmen Graciela Maldonado de Barrios, Amado Arcángel Barrios Ochoa (q. e. p. d.) quienes fueron encargados de mi formación y han dejado su legado, el cual pretendo seguir a lo largo de mi vida.
Mi familia	Tíos, tías, primos y primas porque con su ejemplo de superación me han convencido de que se puede lograr las metas trazadas.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por brindarme la sabiduría que necesitaba para poder culminar mis estudios.
Mis padres	Henry Barrios y Elena Diego, por darme la dicha de la vida, y así poder alcanzar esta meta trazada.
Mis hermanos	Andres, Ivan y Lisa Barrios, por motivarme, brindarme su apoyo y cariño incondicional en todo momento.
Mi asesor	Ing. Silvio Rodríguez, por instruirme, apoyarme y guiarme de la mejor manera posible durante la realización de mi EPS.
Mis amigos	José Rodrigo Castillo y Wilson Rolando Ajtún Bran por apoyarme, guiarme y sobre todo brindarme su sincera amistad.
Mis amigos de la Facultad y EPS	Alejandro Barrios, Jhonattan Gonzalez, Rodrigo Morales y Prince Rivas, por dame su apoyo, amistad y los mejores recuerdos de la universidad.

Mancomunidad Gran Ciudad del Sur	Por brindarme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).
Municipalidad de San Miguel Petapa	Por el apoyo necesario que me brindaron en la realización de mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).
Facultad de Ingeniería	Por darme la formación académica y profesional durante estos años.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi casa de estudios y acogerme durante los años de mi carrera universitaria

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES VII
LISTA DE SÍMBOLOS IX
GLOSARIO XI
RESUMEN XIII
OBJETIVOS XV
INTRODUCCIÓN XVII

1. FASE DE INVESTIGACIÓN 1
   1.1. Monografía del municipio de San Miguel Petapa 1
      1.1.1. Aspectos generales 1
      1.1.2. Localización 2
      1.1.3. Límites y extensión 3
      1.1.4. Clima 5
   1.2. Monografía de la colonia Las Margaritas zona 10 de San Miguel Petapa 5
      1.2.1. Aspectos generales 6
      1.2.2. Localización 6
      1.2.3. Límites y extensión 7
      1.2.4. Clima 7
      1.2.5. Vías de accesos 7

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL 9
   2.1. Diseño del sistema de agua potable, para la colonia las Margaritas 9
      2.1.1. Descripción del proyecto 9

2.1.2. Datos preliminares 9
2.1.2.1. Aforo de la fuente 10
2.1.2.2. Obras existentes 10
2.1.3. Levantamiento topográfico 11
2.1.3.1. Planimetría 11
2.1.3.2. Altimetría 11
2.1.4. Parámetros de diseño 12
2.1.4.1. Período de diseño 12
2.1.4.2. Estimación población futura 12
2.1.4.3. Dotación 13
2.1.5. Calidad del agua 13
2.1.5.1. Análisis bacteriológico 13
2.1.5.2. Análisis fisicoquímico 14
2.1.6. Cálculo de población 15
2.1.6.1. Población actual y tasa de crecimiento 15
2.1.6.2. Período de diseño 16
2.1.6.3. Población futura 17
2.1.7. Criterios de diseño 17
2.1.7.1. Dotación de agua 17
2.1.7.2. Factores de consumo 18
2.1.7.2.1. Factor día máximo 18
2.1.7.2.2. Factor hora máximo 19
2.1.7.3. Caudales de diseño 19
2.1.7.3.1. Caudal medio diario 19
2.1.7.3.2. Caudal máximo diario 20
2.1.7.3.3. Caudal máximo horario 21

2.1.7.3.4. Velocidades máximas y mínimas 22
2.1.7.4. Presiones del sistema 22
2.1.7.4.1. Presión estática 22
2.1.7.4.2. Presión dinámica 22
2.1.8. Línea de conducción 23
2.1.8.1. Tanque de distribución 32
2.1.8.2. Bases de diseño 63
2.1.8.3. Cálculo hidráulico de la red de distribución 63
2.1.8.4. Obras hidráulicas 69
2.1.8.4.1. Conexiones prediales ... 69
2.1.8.4.2. Cajas de válvulas 70
2.1.8.4.3. Anclajes de tuberías 70
2.1.9. Tuberías 70
2.1.10. Desinfección 71
2.1.11. Análisis de costos 74
2.1.11.1. Presupuesto del proyecto 74
2.1.12. Mantenimiento del sistema 75
2.1.13. Evaluación financiera 76
2.1.13.1. Valor presente neto (VPN) 76
2.1.13.2. Tasa interna de retorno (TIR) 79
2.1.14. Cronograma 79
2.1.15. Impacto ambiental 81
2.1.15.1. Importancia 81
2.1.15.2. Concepto de estudio de impacto ambiental 82
2.2. Localización predial y uso de suelo de la zona 10 del municipio de San Miguel Petapa 83

2.2.1. Descripción teórica 83
2.2.1.1. Plan Nacional K'atun 2 032 83
2.2.1.2. Plan de Ordenamiento Territorial (POT) 84
2.2.1.3. Sistema de Información Geográfica (SIG) 85
2.2.1.4. Base Inmobiliaria Georreferenciada (BIG) 86
2.2.1.5. Quantum GIS 86
2.2.1.5.1. Métodos para la georreferenciación 87
2.2.1.5.2. Tecnología y equipo de georreferenciación ... 88
2.2.1.6. Digitalización 88
2.2.1.7. Sistema de coordenadas 89
2.2.1.7.1. Coordenadas UTM (Universal Transversal Mercator) 90
2.2.1.7.2. Norma COGUANOR NTG 211001 91
2.2.1.7.3. Coordenadas GTM (Guatemala Transversal Mercator) ... 94
2.2.2. Levantamiento de información 94
2.2.2.1. Reconocimiento de la zona 95
2.2.2.2. Levantamiento de información y sus distintas alternativas 96
2.2.2.2.1. Vista en Google Earth ... 96
2.2.2.2.2. Vista en Mapillary 97

2.2.2.3. Georreferenciación predial de la zona 10 con las características del uso del suelo 98
2.2.3. Digitalización de la información levantada 102
2.2.3.1. Traslado de la información análoga al programa libre QGIS 103
2.2.3.2. Registro de tabla de atributos 103
2.2.3.3. Dibujo y asignación de geometrías: polígonos 105
2.2.4. Conformación del área espacial de la zona 10, San Miguel Petapa 106
2.2.4.1. Predios y su clasificación por uso del suelo 106

3. DIAGNÓSTICO DE SANEAMIENTO 111

CONCLUSIONES 117
RECOMENDACIONES 119
BIBLIOGRAFÍA 121
APÉNDICES 125
ANEXOS 159

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Mapa de ubicación del municipio de San Miguel Petapa 3
2. Mapa de colindancias del municipio de San Miguel Petapa..... 4
3. Mapa de ubicación de la zona 10 de San Miguel Petapa..... 6
4. Tipos de carga y energía..... 23
5. Elevación del tanque de distribución, estructura inferior 36
6. La separación entre pedestales 37
7. Conexión domiciliar..... 69
8. Artículo 8. Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente 82
9. Sistema de coordenadas geográficas 90
10. Zona UTM 91
11. Definición del sistema de referencia COGUANOR NTG 211001 92
12. Levantamiento de información SIG, mediante la aplicación Mapillary……. 95
13. Levantamiento de información móvil, mediante la aplicación Mapillary..... 97
14. Clasificación: categorías y subcategorías específicas propuestas para el contexto nacional 99
15. Asignación de información en QGIS 105
16. Gráfica de barra de la conformación del territorio de la zona 10, San Miguel Petapa 107
17. Gráfica de barras de la clasificación del espacio/suelo..... 109
18. Servicios en San Miguel Petapa 113
19. Sostenibilidad del medio ambiente..... 113

TABLAS

I. Factores de consumo FDM 18
II. Factores de consumo FHM 19
III. Costo de tubería por mes. 27
IV. Factores de capacidad de carga de las cimentaciones 52
V. Bases de diseño 63
VI. Diseño hidráulico presiones 67
VII. Diseño hidráulico diámetro 68
VIII. Presupuesto proyecto de agua potable 74
IX. Cronograma físico-financiero 80
X. Codificación gráfica de uso de suelo 102
XI. Tabla de atributos zona 10, San Miguel Petapa 104
XII. Clasificación del espacio/suelo 108

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
C	Coeficiente de rugosidad
Dist	Distancia
Est	Estación
FDM	Factor día máximo
FHM	Factor hora máximo
Hab	Habitantes
Hf	Pérdidas por fricción en la tubería
HG	Hierro galvanizado
I	Intensidad de lluvia
L/Hab./día	Litros habitante al día
L/s	Litros por segundo
m	Metros
m/s	Metros por segundo
m²	Metros cuadrados
Pa	Población actual
Pf	Población futura
Q	Caudal en litros por segundo
Qd	Caudal de diseño
Qm	Caudal medio
QMD	Caudal máximo diario
QMH	Caudal máximo horario

Qv	Caudal de vivienda
s	Segundo
S%	Pendiente del terreno
SI	Sistema Internacional
v	Velocidad del flujo del tramo
Φ	Diámetro en pulgadas

GLOSARIO

Aforo Operación que consiste en medir un caudal de agua. Es la producción de una fuente.

Agua potable Agua sanitariamente segura, que debe ser inodora, insípida, incolora y agradable a los sentidos.

Altimetría Parte de la topografía que mide las diferencias de nivel en el plano vertical.

ASTM American Society for Testing and Materials.

Bacteria Organismo microscópico sin clorofila de varias especies y patógenas.

BIG Herramienta basada en SIG, para inventarios de los servicios públicos en un municipio.

Bombeo Pendiente dada a la corona de las tangentes del alineamiento horizontal, hacia uno y otro lado del eje para evitar la acumulación del agua sobre la superficie de rodamiento.

Cota piezométrica Máxima presión dinámica en cualquier punto de línea de conducción y distribución.

Densidad de vivienda	Relación entre número el de viviendas por área.
Dotación	Estimación de la cantidad de agua que se consume en promedio por habitante diariamente.
IGN	Instituto Geográfico Nacional de Guatemala.
INFOM	Instituto Nacional de Fomento Municipal.
OMDUT	Oficina Municipal de Desarrollo Urbano y Territorial.
Ortofotografía	Fotografía aérea corregida geométricamente.
Predio	Hacienda, tierra o posesión inmueble. Lote o parcela.
QGIS	SIG de código abierto disponible para todas las plataformas informáticas.

RESUMEN

El dictamen realizado de las necesidades en el municipio de San Miguel Petapa concluyó con la planificación de dos proyectos de suma importancia para el desarrollo de la población, estos son: el diseño de un sistema de agua potable de la colonia Las Margaritas zona 10, con una longitud de 3 183 metros y la localización predial y uso del suelo, en el de la zona 10 del Municipio de San Miguel Petapa que cuenta con más de 1 600 predios.

El diseño de ambos proyectos se definió por medio de diagnósticos realizados con la Dirección de Servicios Públicos y La Dirección de Catastro del municipio y también personal de la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur. Después de esto, se realizó una solución técnica al diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable y al desarrollar la localización de los predios por medio del uso de suelo, tomando en cuenta los datos de campo recolectados y cumpliendo con reglamentos, normas y guías nacionales.

Con base en lo anterior se logró determinar un plan de trabajo, que es la esencia de este informe. Este plan está conformado por tres fases que fueron creadas mediante la metodología de un objetivo y sus diferentes acciones y medios para alcanzarlo. Las fases de trabajo son: Fase de investigación monografía y demografía de la población, visitas de campo. Fase de servicio técnico profesional. Levantamiento topográfico, diseño de la red de agua potable, elaboración de planos, presupuesto y cronogramas; trazo de predios, digitalización de usos de suelo y realización de los mapas. Fase de docencia, capacitación a miembros de las diferentes áreas de la municipalidad.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la colonia Las Margaritas y obtener la localización predial y uso de suelo de la zona 10, San Miguel Petapa, Guatemala.

Específicos

1. Reunir información de carácter monográfico y demográfico, y un diagnóstico del servicio de agua en la colonia Las Margaritas.

2. Proyectar un sistema que logre reducir el gasto del bombeo continuo que se hace actualmente para la red de distribución, y realizar el análisis del predimensionamiento de elementos para el tanque de distribución propuesto por la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur que se usará, para el nuevo diseño de la red de distribución.

3. Enlazar la información recaudada y georreferenciada del uso del suelo de la zona 10 con el departamento de Catastro de la municipalidad de San Miguel Petapa, para mayor eficiencia en su uso.

4. Investigar el tipo de impacto ambiental que generará la construcción del proyecto de la red de distribución de agua potable para la colonia Las Margaritas, zona 10, San Miguel Petapa, Guatemala, según el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), Guatemala cuenta con las condiciones naturales favorables que le permiten disponer de abundante agua para las personas, el ambiente y la productividad económica. Sin embargo, existe la problemática de la falta del servicio de agua en diversas regiones del país. En la zona 10 del municipio de San Miguel Petapa las fuentes de agua son escasas y el servicio de agua existente se da a través de pozos mecánicos, que representan un costo muy elevado tanto de construcción como de funcionamiento. Debido a esto, la probabilidad de enfermedades de tipo gastrointestinal se eleva y los niños y adultos que consumen diariamente agua recolectada en toneles sufren las consecuencias.

En el municipio de San Miguel Petapa, se ha dado un incremento poblacional en los últimos quince años debido a que es uno de los municipios dormitorio del casco urbano debido a esto, el incremento de la población se ha multiplicado y la colonia Las Margaritas no ha sido la excepción. A tal punto que el tanque de abastecimiento ha sido superado por la demanda poblacional y aunado a que el periodo de diseño de la red de distribución ha llegado a su vida útil. Debido a esto se ha solicitado el rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la colonia Las Margaritas zona 10 de Municipio de San Miguel Petapa.

El problema de crecimiento poblacional no solo se ve afectado en el ámbito de los servicios básicos, sino que también en la falta de control en la ocupación del territorio municipal y esto lleva a la necesidad de utilizar un Sistema de Información Geográfica (SIG). Esto es de gran ventaja para el municipio debido

a que se contará con información de calidad y con mayor eficiencia para la ejecución del proyecto y así alimentar la información geográfica, para un adecuado planteamiento en el ordenamiento territorial del municipio de San Miguel Petapa, que está afiliada a la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur del departamento de Guatemala. Al realizar el estudio y la evaluación en el área del municipio se pretende identificar con las comunidades precarias del municipio para así darle prioridad a la mismas, con el objeto de dar soluciones factibles y viables a aquejan a la población, así como también a los alcances, límites y plan de trabajo de trabajo, utilizando métodos de ingeniería y sistemas de cómputos respaldados por códigos, normas y reglamentos nacionales e internacionales.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de San Miguel Petapa

San Miguel Petapa estaba compuesta originalmente por una población indígena de descendencia Pokomam, situación que se ve reflejada en su nombre, que significa *lugar de esteras o petates* según Edmundo Gracias. Thomas Cage lo señala como una palabra compuesta de *pet* que significa *estera y thap* que quiere decir *agua*, surgiendo el nombre de *estera de agua o cama de agua.* Según Francisco Rubio es una palabra de origen náguatl, que significa *lugar de esteras y petates,* coincidiendo con el primero.

El escudo de San Miguel Petapa tiene una imagen del santo hermano Pedro de San José de Betancur, quien recién llegado a tierras guatemaltecas por parte de la Capitanía General de Guatemala durante la época de la colonia española, radicó por un tiempo en este lugar, residiendo en la iglesia de Nuestra Señora del Rosario antes de establecerse definitivamente en la ciudad de Santiago de los Caballeros de Guatemala, que era la capital en ese entonces.

1.1.1. Aspectos generales

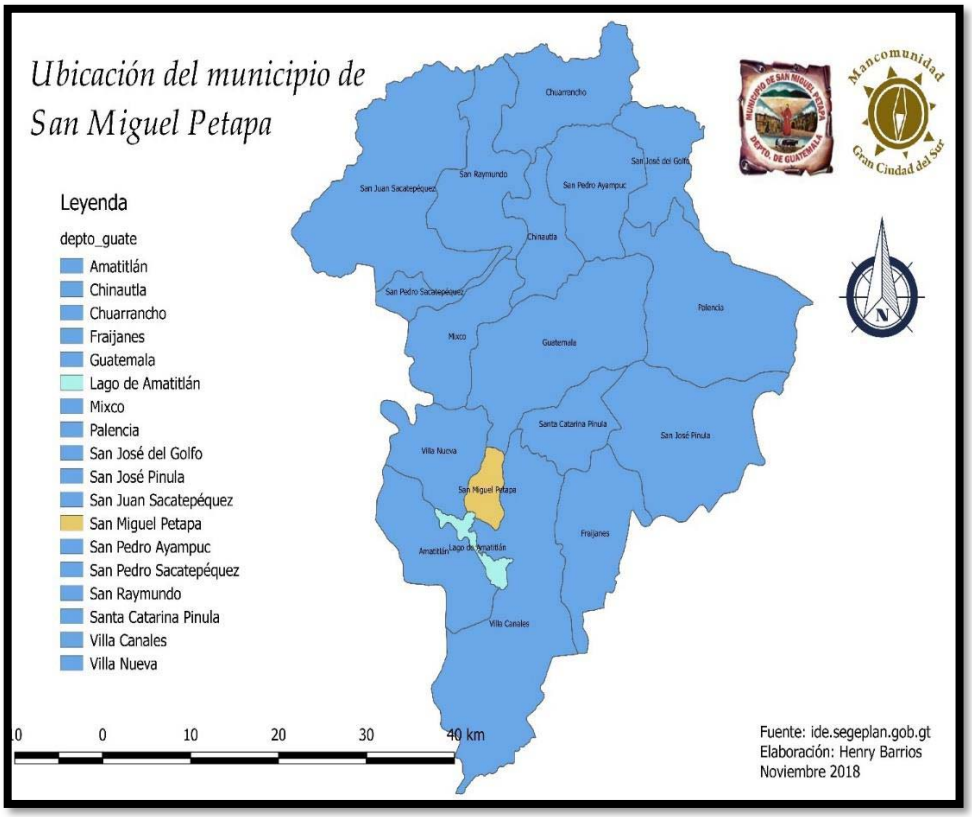
San Miguel Petapa es uno de los diecisiete municipios del departamento de Guatemala, se encuentra a una altura de 1 285 msnm, su clima es templado. Según el censo realizado por el INE en el 2013 la población era de 169 054 habitantes, en donde el 6,9 % en área rural, y un 93,1% en el área urbana, con un porcentaje de 6,3 % de población indígena.

En el municipio se reconocen oficialmente el Instituto Nacional de Estadística (INE) un total de 69 lugares poblados, en los cuales se puede mencionar que el 76,91 % del municipio está integrado por colonias (53 reconocidas oficialmente), y el porcentaje restante está compuesto por 1 pueblo, 1 aldea, 4 fincas, 2 asentamientos, 2 condominios y 1 paraje, con esta información se confirma que el territorio del municipio se concentra en la población urbana.

1.1.2. Localización

El municipio de San Miguel Petapa encuentra en la parte sur del departamento, en la Región I o región metropolitana. Se localiza en la latitud 14º30’37” y 90º33’37” de longitud. Se encuentra a una distancia de 20 kilómetros de la cabecera departamental de Guatemala.

Figura 1. **Mapa de ubicación del municipio de San Miguel Petapa**

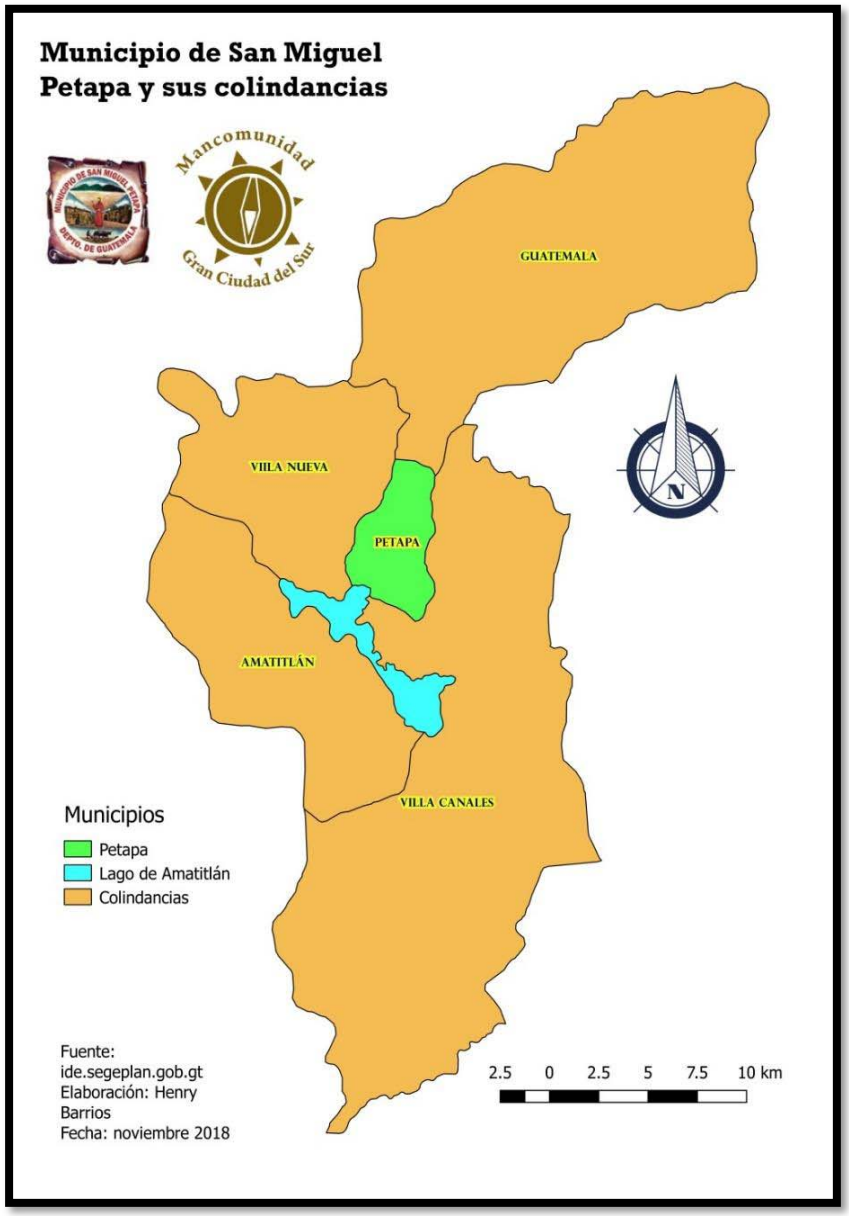


Fuente: elaboración propia, empleando QGIS 2.18.11.

1.1.3. Límites y extensión

El municipio cuenta con una extensión territorial de 24,64 kilómetros cuadrados de acuerdo con el plan de desarrollo San Miguel Petapa Guatemala diciembre 2010. Colinda al Norte con el municipio de Villa Nueva (Guatemala); al Sur con el lago de Amatitlán (Guatemala); al Este con el municipio de Villa Canales (Guatemala); y al Oeste con el municipio de Villa Nueva (Guatemala).

Figura 2. **Mapa de colindancias del municipio de San Miguel Petapa**



Fuente: elaboración propia, empleando QGIS 2.18.11.

1.1.4. Clima

Su clima es templado y agradable, se acentúan dos estaciones durante el año: invierno y verano. Según la página oficial del Insivumeh, su temperatura posee un promedio de 20º centígrados, humedad del 50 % con precipitación pluvial meda de 1000 mm / año los meses de lluvia se comprenden de junio a octubre. Está ubicado a una altura entre mil doscientos cincuenta y mil quinientos metros sobre el nivel del mar. La estación meteorológica más cercana al municipio de San Miguel Petapa es la de Amatitlán correspondiente al departamento de Guatemala, y cuenta con los siguientes datos a la fecha 16/03/2019 a las 17:10.

- Dirección del Viento (°): 39,87
- Temperatura (°C): 25,12
- Humedad Rel. (%): 31,2
- Punto de Rocío (°C): 6,86
- Radiación Global (W/m2): 68,80
- Evaporación (mm): 0
- Lluvia (mm): 0
- Batería (V): 13,64

1.2. Monografía de la colonia Las Margaritas zona 10 de San Miguel Petapa

La zona 10 del municipio de San Miguel Petapa cuenta con las mismas costumbres e historia del municipio, debido a que la extensión territorial del municipio no es significativamente grande.

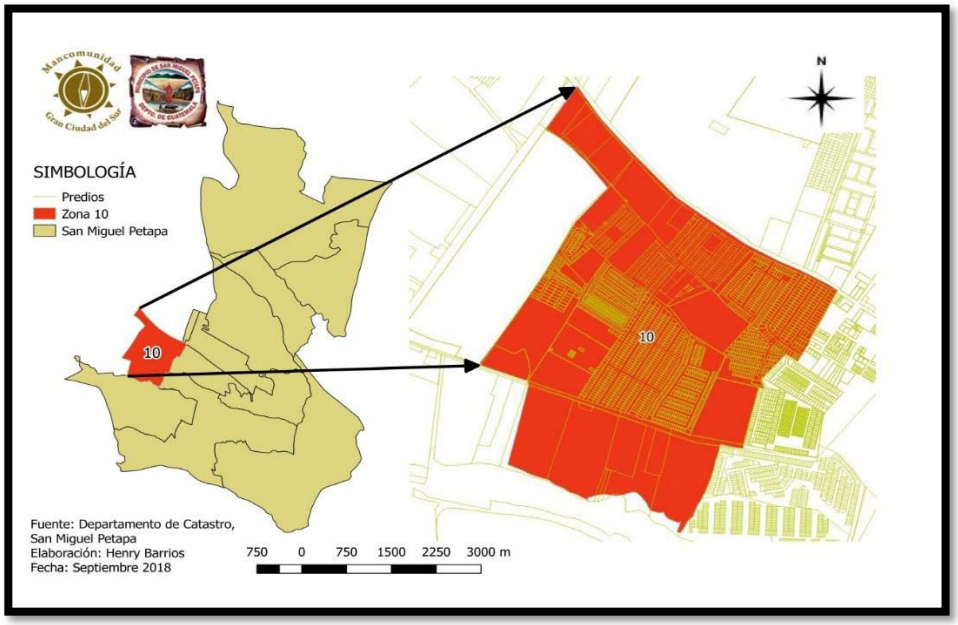
1.2.1. Aspectos generales

La zona 10 del municipio de San Miguel Petapa está compuesta por: parajes, residencial y colonias, entre las colonias, se encuentra la colonia Las Margaritas es una de las ocho colonias de la zona 10 del municipio de San Miguel Petapa. Colinda al Norte con la colonia Valles de Santiago, al Este se encuentra colonia San José, al Sur colinda con la colonia Valles de María, al Oeste colinda con la colonia el Cortijo. De acuerdo con el IGN y Google “Earth”, la colonia se encuentra a 1 285 metros SNM.

1.2.2. Localización

La zona 10 del municipio de San Miguel Petapa tiene latitud 14°29'59.50"N, longitud 90°34'4.78"O.

Figura 3. **Mapa de ubicación de la zona 10 de San Miguel Petapa**



Fuente: elaboración propia, empleando QGIS 2.18.11.

1.2.3. Límites y extensión

La zona 10 del municipio de San Miguel Petapa colinda al Norte la colonia Valles de Santiago, al Este se encuentra colonia San José, al Sur colinda con la colonia Valles de María, al Oeste colinda con la colonia El Cortijo. De acuerdo con el IGN y Google Earth, la colonia se encuentra a 1 285 metros SNM. La zona 10 cuenta con un área de 0,79 kilómetros cuadrados.

1.2.4. Clima

Su clima es templado y agradable, se acentúan dos estaciones durante el año: invierno y verano. Su temperatura posee un promedio de 20º centígrados, humedad del 50 % con precipitación pluvial meda de 1000 mm / año los meses de lluvia se comprenden de junio a octubre. La estación meteorológica de la zona 10 es la descrita en la sección 1.1.4.

1.2.5. Vías de accesos

Existen tres accesos para llegar al municipio de San Miguel Petapa: “Inicio desde el Trébol ciudad de Guatemala, RD GUA-14 conocida como la Av. Petapa; por la carretera RD GUA-1 que conecta con Villa Canales; CA-9 Sur pasando por Villa Nueva luego RD GUA-2 para llegar al municipio, y luego para zona 10 del municipio[1]”.

---

[1] Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda*. Red Vial de Guatemala año 2014*. Dirección General de Caminos. p.19.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de agua potable, para la colonia las Margaritas

Es necesario que el ingeniero civil, tome en consideración una serie de elementos y criterios, que le permitan mediante estudios y trabajos especializados satisfacer de manera efectiva y sustentable la necesidad que se tiene del servicio del agua de la colonia Las Margaritas.

2.1.1. Descripción del proyecto

La propuesta para suministrar el servicio de agua potable por gravedad a 2 490 habitantes actuales consiste en el diseño de la línea de conducción y distribución para la colonia Las Margaritas. El proyecto consta de 180 metros lineales de línea de conducción por tubería PVC y 3 183 metros lineales de línea de distribución con tubería PVC. El volumen actual de tanque es de 39 metros cúbicos, por lo que se planteó una nueva propuesta volumétrica de 125 metros cúbicos.

2.1.2. Datos preliminares

Son de suma importancia a la hora de realizar un proyecto, ya que ayudan a la toma de decisiones para realizar un proyecto más viable, también confirman hallazgos por medio de trabajos de graduación o estudios que realiza la misma municipalidad o el gobierno central mediante el Instituto Nacional de Estadística (INE).

2.1.2.1. Aforo de la fuente

Como parte de los datos es necesario obtener la cantidad de agua de las fuentes con el fin de comprobar si puede o no satisfacer la demanda de agua de la población. Esto se hace a través del aforo, que es la operación de medición de volumen de agua en un tiempo determinado. Normalmente en zonas rurales se utiliza el método volumétrico, y consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido. Para luego, dividir el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniendo así el caudal en lts/seg. Para la aplicación del método de aforo, el INFOM en la sección 3.1 pág. 29 de las normas de diseño según acuerdo gubernativo 113-2009 y su guía técnica, recomienda utilizar un recipiente de 20 lts. (Normalmente se usa las cubetas que contienen pintura) Y repetir el proceso de llenado mínimo 5 veces.

Para el presente diseño se contaba con el aforo del pozo, este dato fue proporcionado por la oficina de Servicio Públicos de la municipalidad de San Miguel Petapa. El aforo se realizó un año atrás, por lo que es aceptable dicho dato. El pozo cuenta con una producción de 190 GPM (12 lts/seg).

2.1.2.2. Obras existentes

El proyecto de agua potable ya cuenta con un tanque elevado de distribución, los cimientos son de concreto armado y el tanque como tal, es una estructura metálica. Dicho tanque tiene un volumen aproximado de 39 metros cúbicos y se logró abastecer más de treinta años a la población. Sin embargo, la cantidad de agua ya no es suficiente para la demanda actual de agua.

La red de distribución de agua potable existente en la comunidad se encuentra ya obsoleta, es decir, las tuberías y sus accesorios ya presentan

desgaste y la cantidad de agua que conducen no es suficiente para satisfacer la necesidad de la población. Por lo tanto, se presenta en este informe el diseño de un sistema que pueda cubrir la demanda de agua potable.

2.1.3. Levantamiento topográfico

La topografía es una de las ramas de la ingeniería civil más importantes debido a que la mayoría de la creación de obras y proyectos parte de acá. Los elementos para realizar el levantamiento topográfico son: los siguientes numerales.

2.1.3.1. Planimetría

La planimetría sólo tomó en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario, que se supone es la superficie de la tierra. La ubicación de los diferentes puntos sobre la superficie de la tierra se hace mediante la medición de ángulos y distancias, a partir de puntos y líneas de referencia proyectadas sobre un plano horizontal.

El levantamiento planimétrico de este proyecto se realizó por medio de una poligonal abierta, utilizando el método de conservación de azimut, el equipo utilizado fue una estación total South NTS-375R6 y los diferentes elementos complementarios para dicho levantamiento.

2.1.3.2. Altimetría

La altimetría se encarga de la medición de las diferencias de nivel entre puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia. Para el proyecto se aplicó el método taquimétrico y consiste en la obtención de ángulos y lecturas verticales.

2.1.4. Parámetros de diseño

Los parámetros de diseño son los caudales que serán utilizados para el diseño de cada componente del sistema (línea de conducción, tanque de distribución y línea de distribución).

2.1.4.1. Período de diseño

Es el tiempo para el cual se considera que el diseño será funcional y cumplirá con su cometido y así abastecer con eficiencia. Luego de haber pasado este período es necesario realizar una rehabilitación. Para el presente proyecto se asignó un periodo de 23 de años. Se consideran 3 años para los trámites de administración para llevar a cabo el proyecto.

2.1.4.2. Estimación población futura

El diseño del sistema de agua se hace con base en la población al final del período de diseño. Una de las variables para el cálculo es la tasa de crecimiento poblacional y según el informe presentado en el censo del año 2 002 por el Instituto Nacional de Estadística (INE) para el municipio de San Miguel Petapa la tasa de crecimiento poblacional es de 3,00 %. A continuación, se presenta la ecuación utilizada para el cálculo.

$$P_{futura} = P_{inicial} * (1 + i)^n$$

$Donde$:

$P_{futura} = Población\ al\ final\ del\ periodo\ de\ diseño$

$P_{inicial} = Población\ al\ inicio\ del\ diseño$

$i = Tasa\ de\ crecimiento\ poblacional$

$n = Periodo\ de\ diseño$

2.1.4.3. Dotación

Es la cantidad de agua asignada a un habitante en una población. Normalmente se expresa en litros por habitante por día: l/hab./día. Tomando en cuenta la población y que se encuentra en la zona central y casco urbano del departamento de Guatemala, para el presente diseño se estableció una dotación de $180\ lt/hab/dia$, según recomendaciones de la Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento Agua para el Consumo Humano, noviembre 2 010 INFOM-UNEPAR y Ministerio de salud. Sin embargo, debido a que únicamente son conexiones intradomiciliarias se ha dejado a criterio propio la dotación de $120lt/hab/dia$.

2.1.5. Calidad del agua

El agua de la fuente debe de ser sanitariamente segura, es decir, apta para el consumo humano. Esto se garantiza cumpliendo los límites sobre calidad establecidos por la norma COGUANOR NGO 29001.

2.1.5.1. Análisis bacteriológico

Es fundamental, determinar las condiciones bacteriológicas del agua, desde el punto de vista sanitario, ya que los gérmenes patógenos de origen entérico y parásito intestinal son los que puede transmitir enfermedades gastrointestinales, por lo tanto, el agua debe estar exento de ellos. Los exámenes bacteriológicos permiten obtener información sobre dos indicadores de presencia de microbios patógenos: la cuenta bacteriana y el índice coliforme.

- La cuenta bacteriana es el número de bacterias que se desarrollan en agar nutritivo por 24 horas a una temperatura de 37ºC.
- El índice coliforme se fundamenta en la determinación del número de bacterias de origen animal.

El análisis de calidad del agua realizado en el laboratorio de EMPAGUA – USAC, revela agua sin sabor, sin sustancias en suspensión, con aspecto claro sin presencia de cloro residual e inodora, no existe la presencia de colonias de gérmenes dado que el resultado es menor a 2,2/100 cm³ y E. Coli menor a 2,2/100 cm³, cuando lo recomendado según la norma COGUANOR 29001-99 es menor 0/100 cm³ (ver anexo 1). En la investigación de coliformes se presentan a las pruebas presuntiva y confirmativa, de formación de gas a 35ºC, que comprueba la no existencia de microorganismos patógenos por medio del signo negativo (ver anexo 1).

Se concluye entonces que la muestra de agua tomada cumple con los parámetros establecidos en la norma COGUANOR 29001-99. Por lo tanto, es bacteriológicamente potable.

2.1.5.2. Análisis fisicoquímico

Para el análisis fisicoquímico sanitario, la toma de muestras se debe hacer con recipientes limpios, de preferencia plásticos, con un volumen mínimo de 1 galón. El procedimiento de la toma de muestras es el siguiente:

- Limpiar el área de extracción de la muestra con alcohol etílico (C_2H_5OH).
- Dejar transcurrir de 5 a 10 minutos para la toma de la muestra.
- Enviar la muestra obtenida lo antes posible, con un período máximo de 72 horas de haber tomado la muestra.

Como resultado del análisis se obtendrán las propiedades físicas y químicas del agua, por parte de las características físicas: el color, olor, turbiedad, conductividad eléctrica, potencial de hidrógenos y solidos disueltos. Por otro lado, para los parámetros químicos: el cloro residual libre, cloruro (Cl), dureza total ($CaCO_3$), sulfato (SO_4), aluminio (Al), calcio (Ca), cinc (Zn), cobre (Cu), magnesio (Mn), hierro (Fe) y otras substancias inorgánicas cuya presencia en el agua son dañinas para la salud del ser humano.

Los resultados del análisis fisicoquímico sanitario de la fuente que abastecerá el sistema de la colonia Las Margaritas (anexo 1) dan como resultado la dureza en límites máximos permisibles. Las demás determinaciones se encuentran dentro los límites aceptables de normalidad. Según norma COGUANOR NTG 29001.

2.1.6. Cálculo de población

Es el punto de partida para la realización de un proyecto de agua potable o alcantarillado sanitario/pluvial.

2.1.6.1. Población actual y tasa de crecimiento

La población actual es de 2 491 habitantes y la tasa de crecimiento poblacional se calcula de la siguiente manera.

$$r = \sqrt[n]{\frac{Pf}{Po}} - 1$$

$Donde$:

$P_f = Población\ reciente\ (hab.)$

$P_o = Población\ antigua\ (hab.)$

$r = Tasa\ de\ crecimiento\ de\ la\ población\ (\%)$

$n = Población\ reciente\ (años)$

Sustituyendo datos se tiene lo siguiente:

$$r = \sqrt[2013-2002]{\frac{169\ 054}{111\ 384}} - 1$$

$$r = 0{,}03884165264$$

$$r = 3{,}88\ \%$$

La tasa de crecimiento poblacional obtenida se calculó utilizando el valor real de población de todo el municipio San Miguel Petapa al año 2 018. Sin embargo, el área habitable disponible en la colonia Las Margaritas ya ha sido utilizado en un 90%, y se estima que el aumento de población sea mínimo. Por lo tanto, se hace uso de un valor de tasa de crecimiento poblacional de 1%, y es más adecuado y específicamente para el sector de la colonia Las Margaritas.

2.1.6.2. Período de diseño

Para efecto del presente trabajo de graduación se tomarán el siguiente período de diseño que se rigen por el tipo de construcción y los componentes de este que sirven para su buen funcionamiento:

- Obras civiles y de funcionamiento natural: 20 años
- Uso de equipos mecánicos: 5 a 10 años

2.1.6.3. Población futura

A continuación, se presenta el cálculo de la población futura para el diseño del proyecto de agua potable:

$$P_{futura} = 2\,718 * (1 + 0{,}01)^{23}$$

$$P_{futura} = 3\,417\ hab.$$

2.1.7. Criterios de diseño

Proporcionan un marco para trazar un sistema eficaz para el desarrollo del proyecto que sea capaz de proteger tanto el entorno social como el ambiental, brinda seguridad para que todos reciban este importante servicio y se evitan riesgos si se toman los criterios adecuados.

2.1.7.1. Dotación de agua

Existen dotaciones ya definidas que dependen del tipo de servicio que brindará la red de distribución en la localidad del proyecto según el INFOM y Ministerio de Salud, y se presentan así:

- Servicio exclusivo para llena de cántaros = 30 a 60 L/hab/día.
- Servicio mito de llena cantaros y conexiones prediales = 60 a 90 L/hab/día.
- Servicio exclusivo para conexiones prediales = 60 a 120 L/hab/día.
- Servicio exclusivo para conexiones intradomiciliarias = 90 a 170 L/hab/día.
- Servicio por parte de un pozo hincado = 20 L/hab/día.

2.1.7.2. Factores de consumo

Brinda seguridad a que todos tengan el servicio de agua potable las veinticuatro horas del día y los siete días de la semana, podemos concluir que son factores de seguridad y nos da la certeza que las personas que consuman agua a las horas y días pico no sufran de desabasto de agua.

2.1.7.2.1. Factor día máximo

El factor de día máximo es un dato que aumenta porcentualmente el caudal medio diario y se utiliza cuando no se encuentran registros del consumo de agua de la población urbana o rural, según la Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento Agua para el Consumo Humano, noviembre 2 010 INFOM-UNEPAR y Ministerio de salud recomienda lo siguiente:

Tabla I. **Factores de consumo FDM**

Tipo de población	FDM
Área rural	1,20 a 1,80
Área urbana	1,80 a 2,00
Área metropolitana	2,00 a 3,00

Fuente: elaboración propia.

Para el sistema de abastecimiento de agua potable de la colonia Las Margaritas, el factor que se utilizó fue de 1,20, debido a que la población supera los 1 000 habitantes.

2.1.7.2.2. Factor hora máximo

El factor de hora máxima es un aumento al caudal medio diario para compensar las variaciones en el consumo de agua que existen durante diferentes horas en el transcurso de un día. Este, como el anterior, depende de la población que se esté estudiando y de sus costumbres y usos. Según la guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento agua para el consumo humano, noviembre 2 010 INFOM-UNEPAR y Ministerio de salud recomienda lo siguiente:

Tabla II. **Factores de consumo FHM**

Tipo de población	FHM
Área rural	1,80 a 2,00
Área urbana	2,00 a 3,00
Área metropolitana	3,00 a 4,00

Fuente: elaboración de propia.

Para el sistema de abastecimiento de agua de la colonia Las Margaritas, el factor que se utilizó fue de 2,00, debido a que la población supera los 1 000 habitantes.

2.1.7.3. Caudales de diseño

Es el volumen de agua que llegará a los ductos en cierto tiempo.

2.1.7.3.1. Caudal medio diario

El caudal de consumo diario es la cantidad de agua necesaria para satisfacer la demanda de una población. Se calcula mediante el producto de la

dotación adoptada por el número de habitantes que se estimen al final del período de diseño. Se define por la fórmula siguiente:

$$Q_m = \frac{dotación * P_f}{86\,400}$$

$Donde$:

$Q_m = Caudal\ medio\ diario$

$P_{final} = Población\ final\ al\ período\ de\ diseño$

$Dotación = Cantidad\ de\ agua\ por\ habitante\ día$

$$Q_m = \frac{120 * 3\,417}{86\,400}$$

$$Q_m = 4{,}75\ [lts/seg]$$

2.1.7.3.2. Caudal máximo diario

Debido a que el consumo medio diario no es igual todos los días, se propone el caudal máximo diario (QMD) para cubrir cualquier incremento posible en la demanda. El factor significa del 20 % al 50 % en el caudal necesario para un día normal, esto se hace en base a que el consumo no será el mismo en un día de verano que en uno de invierno.

Debido a que no existe un registro de este parámetro para la población específica, se considera QMD como el producto del caudal medio diario por un factor que de 1,2 para poblaciones mayores a 1 000 habitantes según la Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento Agua para el Consumo Humano, noviembre 2 010 INFOM-UNEPAR y Ministerio de salud.

$$QMD = factor * Q_m$$

$Donde$:

$Q_m = Caudal\ medio\ diario$

$QMD = Caudal\ máximo\ diario$

$Factor = 1{,}20$

$$QMD = 1{,}20 * 4{,}75$$

$$QMD = 5{,}70\ [lts/seg]$$

2.1.7.3.3. Caudal máximo horario

El consumo máximo horario se determina multiplicando el consumo medio diario por el factor de hora máxima, y debe estar en el rango de 2,0 a 3,0 para poblaciones para poblaciones menores a 1 000 habitantes y de 2 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes. El factor utilizado para este proyecto es de 2,0.

El caudal máximo horario se determina utilizando la fórmula:

$$QMH = factor * Q_m$$

$Donde$:

$QMH = Caudal\ máximo\ horario$

$Q_m = Caudal\ medio$

$factor = 2{,}0$

$$QMH = 2{,}0 * 4.75$$

$$QMH = 9{,}5\ [lts/seg]$$

2.1.7.3.4. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad máxima según la Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento Agua para el Consumo Humano, noviembre 2 010 INFOM-UNEPAR y Ministerio de salud es de 3 m/s, y la velocidad mínima será de 0.40 m/s.

2.1.7.4. Presiones del sistema

Se refiere a la carga que sufren las tuberías o ductos cuando el flujo está o no en movimiento.

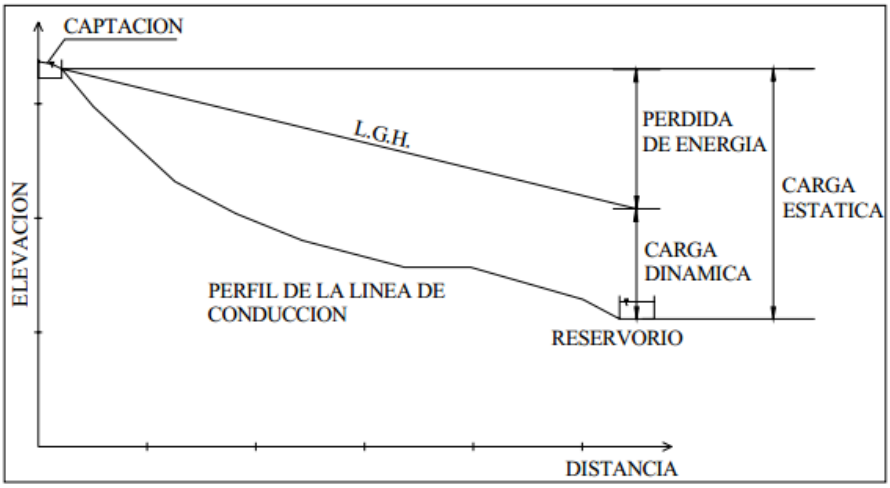
2.1.7.4.1. Presión estática

Representa la carga máxima a la que puede estar sometida una tubería en el agua cuando se interrumpe bruscamente el flujo. Eso quiere decir, que la presión ejerce un fluido cuando no existen consumos en la red, generalmente en horas de la noche.

2.1.7.4.2. Presión dinámica

En cualquier punto de la línea, representa la diferencia de la carga estática y la pérdida de carga por fricción en la tubería. Esto significa que es la presión que ejerce un flujo cuando existen consumos en la red.

Figura 4. **Tipos de carga y energía**



Fuente: Organización Panamericana de la Salud. *Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión*. p. 10.

2.1.8. Línea de conducción

Es un conjunto de tuberías forzadas a presión, que viene desde las obras de captación al tanque de almacenamiento. De acuerdo con la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento de agua, las conducciones pueden ser por bombeo o por gravedad. El diseño de la línea de conducción por gravedad deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Presión/carga disponible o diferencia de altura entre la captación y el tanque de distribución.
- La capacidad de la tubería deberá ser suficiente para transportar el caudal máximo diario de diseño.
- La selección de la clase y diámetro de la tubería a emplear deberá ajustarse a la máxima economía.

- La línea de conducción deberá dotarse de los accesorios y obras de arte necesarios para su correcto funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo específicas para la tubería, para su protección y mantenimiento.

- Tipo de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas.

Para el diseño de la línea de conducción, se aplicó la fórmula de Hazen y Williams, esta es:

$$hf = \frac{1\,743{,}811 * L * Qmd^{1{,}852}}{C^{1{,}852} * D^{4{,}87}}$$

$Donde$:

$hf = Pérdida\ de\ energía\ [m]$
$L = Longitud\ de\ tubería\ [m]$
$Q = Caudal\ de\ diseño\ [lts/seg]$
$C = 150\ para\ tubería\ de\ PVC\ y\ 100\ para\ H.G.$
$D = Diámetro\ de\ la\ tubería\ [pulg]$

- Caudal de bombeo

La colonia Las Margaritas se encuentra una zona en la que la única fuente de abastecimiento de agua potable es a través de pozos mecánicos esto debido a que las otras fuentes de agua superficial es el Río Platanitos y Lago de Amatitlán, pero estos tienen niveles altos de contaminación y no apta para el consumo humano y la municipalidad no recomienda consumirlo. Por lo tanto, el sistema se diseña con un caudal de y este se determina por el caudal de día máximo y el tiempo de bombeo se define en base en el aforo del pozo, en dado

momento no se tenga esa información se toma como criterio de 12 horas de bombeo. El caudal de día máximo se aproxima al caudal de aforo; entonces es necesario un tiempo de bombeo más extenso que no incremente el costo de energía eléctrica.

Para el cálculo del caudal de bombeo se realiza de la siguiente manera:

$$Qb = \frac{Q\ día\ maximo * 24}{tb}$$

$Donde$:

$Qb\ =\ Caudal\ de\ bombeo\ [lts/seg]$

$Qmd\ =\ Caudal\ de\ día\ máximo\ [lts/seg]$

$tb\ =\ Tiempo\ de\ bombeo\ [hora]$

Utilizando la ecuación y los datos de la Colonia Las Margaritas, se obtiene:

$$Qb = \frac{5{,}70 * 24}{12} = 11{,}40\ lts/seg$$

- Cálculo de diámetro

Se usarán los rangos de velocidades de 0,4 m/s mínimo y 3 m/s máximo; y usando la fórmula derivada de continuidad. $(Q = VA)$.

$$d = \sqrt{\frac{1.974 * Qb}{V}}$$

$Donde$:

$d = Diámetro\ de\ tubería$

$V = Velocidad\ de\ flujo\ de\ agua$

$Qb = Caudal\ de\ bombeo$

$$d(0{,}4\ m/s) = \sqrt{\frac{1{,}974 * 9{,}88}{0{,}4}} = 6{,}94"$$

$$d(3\ m/s) = \sqrt{\frac{1{,}974 * 9{,}88}{3}} = 2{,}55"$$

Los diámetros comerciales que se encuentran dentro del rango de 2.55” y 6.94” son: 3”, 4” y 6”.

- Cálculo de amortización y tubos a utilizar

Basados en la fórmula de amortización mensual para una tasa de interés de 10 % anual y un periodo de diseño de 23 años.

$$A = \frac{i * (i_o + 1)^n}{(ii_o + 1)^n - 1}$$

$Donde$:

$A = amortización$

$Io = tasa\ de\ interés$

$N = tiempo\ en\ meses$

$$A = \frac{0{,}010 * (0{,}010 + 1)^{276}}{(0{,}010 + 1)^{276} - 1} = 0{,}0106$$

$$L = 192{,}64\ m$$

$$Cantidad\ de\ tubos = \frac{192.64\ m}{6m/tubo} = 33\ tubos$$

Basados en los precios de tubos de 6 metros de PVC de 4 y 6 pulgadas.

Tabla III. **Costo de tubería por mes**

Diámetro	Amortización	Costo de tubería	Cantidad de tubos	Costo por mes
3,00	0,0106	Q462,30	33	Q161,71
4,00	0,0106	Q747,50	33	Q261,48
6,00	0,0106	Q1 601,20	33	Q560,10

Fuente: elaboración propia.

Por criterio propio se escogerá tubería de 4” debido a que se encuentra en el punto intermedio del rango.

- Cálculo de carga dinámica total

La carga dinámica total, también llamada altura dinámica total, es la carga que debe suministrar la bomba para mover el caudal requerido; desde la bomba al brocal. La CDT se determina mediante la siguiente fórmula:

La carga dinámica total se analizará con el diámetro ya seleccionado, siendo este de 4” de PVC.

$$CDT = H + Hf + Hfv + Hfm + Hme + Hd$$

$Donde$:

$CDT = carga\ dinámica\ total$

$H = altura$

$Hf = pérdida\ de\ carga$

$Hfv = pérdida\ de\ carga\ por\ velocidad$

$Hfm = pérdidas\ menores$

- Altura (H)

Es la diferencia de alturas que tiene que superar la bomba, desde el brocal al tanque, considerando que es vertical.

$$Altura = Cota\ tanque - Cota\ broca$$

$$Altura = 1\,095{,}10\ m - 1\,066{,}83\ m = 28{,}27\ m$$

- Pérdida de carga (Hf)

Los cálculos de las pérdidas se realizarán con la fórmula de Hazen & Williams, esta es:

$$Hf = \frac{1\,743{,}811 * L * Q^{1{,}852}}{150^{1{,}852} * D^{4{,}87}}$$

$Donde$:

$Hf = pérdida\ de\ carga\ por\ fricción\ en\ metros$

$L = longitud\ del\ tramo\ en\ metros$

$Q = caudal\ conducido\ en\ litros/segundos - Caudal\ de\ bombeo$

$C = coeficiente\ de\ fricción\ de\ Hazen\ Williams.\ (150\ PVC)$

$D = diámetro\ interno\ de\ la\ tubería\ en\ pulgadas$

$$Hf(4") = \frac{1\,743{,}811 * 192{,}64 * 10{,}42^{1{,}852}}{150^{1{,}852} * 4^{4{,}87}} = 2{,}81\ m$$

- Pérdida de carga por velocidad

Las pérdidas por velocidad se deben principalmente por la velocidad y la gravedad que actúa sobre el líquido, utilizando el diámetro seleccionado se calculará de la bomba al brocal.

Primero se debe calcular la velocidad de la siguiente manera:

$$V = \frac{1{,}974 * Qb}{(Ø2")^2}$$

$Donde$:

$Qb = \ pérdida\ de\ carga\ por\ fricción\ en\ metros$

$Ø2 \ = \ diámetro\ interno\ de\ la\ tubería$

$$V = \frac{1{,}974 * 11{,}40}{3{,}97^2} = 1{,}43\ m/s$$

Posterior a ello se determina la pérdida de carga por velocidad:

$$Hfv = \frac{V^2}{2 * \mathrm{g}}$$

$Donde$:

$Hfv = \ pérdida\ de\ velocidad$

$\mathrm{V}^2 = \ velocidad\ al\ cuadrado$

$\mathrm{g} = \ gravedad$

$$Hfv = \frac{1{,}43^2}{2 * 9{,}81} = 0{,}104225m$$

- Pérdidas menores (Hfm)

Representan el 10 % de las pérdidas de carga de la bomba al brocal de la tubería.

$$Hfm = 0{,}10 * Hf$$

$Donde$:

$Hfm = pérdidas\ menores$

$Hf = Pérdidas\ de\ carga\ de\ la\ tubería$

$Hfm = 0{,}10 * 2{,}81 = 0{,}281m$

- Pérdidas en conjunto (Hme)

Es la pérdida de carga en conjunto columna eje (motor externo), en este caso se asume un factor de 4 para la bomba.

Se calcula de la siguiente manera:

$$Hme = \frac{\text{Cota}_{broca} * 4}{1000}$$

$$Hme = \frac{1067{,}93m * 4}{1000} = 4{,}27\ m$$

- Hd

Es la altura del nivel dinámico a la boca del pozo, y es de 115,66m.

Al sustituir todos los datos, se obtiene el siguiente resultado de carga dinámica total:

$$CDT = 28{,}27m + 2{,}81m + 1{,}43m + 0{,}10422m + 0{,}281m + 4{,}27m + 115{,}66$$

$$CDT = 152{,}82m$$

- Cálculo potencia de la bomba

La potencia de la bomba debe garantizar el buen funcionamiento del sistema, ya que es parte esencial de este. Para obtener la potencia de la bomba se utiliza la fórmula siguiente:

$$Pot = \frac{(\mathrm{CDT} * \mathrm{Q}_b)}{(76 * \mathrm{e})}$$

$Donde$:
$Pot = potencia\ de\ la\ bomba$
$Qb = caudal\ de\ bombeo$
$E = eficiencia\ de\ la\ bomba\ (70\ \%)$
$CDT = carga\ dinámica\ total$

Sustituyendo se obtiene:

$$Pot = \frac{(152{,}82 * 10{,}42)}{(76 * 0{,}70)}$$

$$Pot = 29,90\ hp$$

$$Bomba\ comercial\ =\ 30\ Hp.$$

2.1.8.1. Tanque de distribución

Para satisfacer las demandas de agua de la población el tanque de distribución debe capaz de compensar el volumen de agua requerido respecto a las variaciones horarias, además de proveer almacenamiento contra incendio, entre otras cosas. Si no existen informes acerca de esto, el volumen del tanque tomará un valor del 25 % al 40 % para calcular el volumen del tanque de distribución.

$$Vt = Qmd * 86\ 400 * P$$

$Donde$:
$Vt = Volumen\ del\ tanque\ [m^3]$
$Qmd = Caudal\ medio\ diario\ [lts/seg]$

$$P = Porcentaje\ [\%]$$
$$Vt = 4.75 * 86\ 400 * 0{,}30$$
$$Vt = 123\ 120\ [lts]$$
$$Vt = 123{,}12\ [m^3]$$
$$Vt = 125\ [m^3]$$

Actualmente el tanque de distribución construido en la colonia Las Margaritas es de 39 metros cúbicos, pero debido que ha sido superado por la demanda. Se necesita la construcción del nuevo tanque de distribución que tendrá un volumen total de 125 metros cúbicos.

- Especificaciones para el tanque elevado

Los tanques de distribución juegan un papel importante para el diseño del sistema de distribución de agua, tanto del punto de vista económico, como su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema.

El tanque de distribución tiene 3 funciones básicas:

- Cubrir la demanda de agua en horas pico
- Regular la presión en la red de distribución
- Atender emergencias

Para el diseño deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

- Que el nivel mínimo de agua en el tanque sea suficiente para conseguir una presión mínima de 10 m.c.a.
- Que la tubería de salida hacia el servicio sea reentrante como mínimo 20 centímetros.
- Debe tener un tubo de desagüe con su respectiva válvula de compuerta que permita vaciar el tanque.

Los requisitos sanitarios son los siguientes:

- Cubierta hermética, que impida la penetración de aves, agua del exterior, polvo, con pendiente para drenar el agua de lluvia.
- Evitar la entrada de luz para que no nazcan algas ni ningún otro tipo de plantas.

- Dimensionamiento

  - Cuerpo del tanque

Las paredes del cilindro y el fondo del tanque deben soportar la presión del agua.

$$Vol\ Cil = \pi * r^2 * H$$

Utilizando un radio de, r= 2,40 m

$$h_{cuerpo} = \frac{Vol\ Cil}{\pi * r^2}$$

$$h_{cuerpo} = \frac{120{,}34}{\pi * 2{,}40^2} = 6{,}65\ m$$

$$1 \leq C \leq 1{,}4$$

$$h_{cuerpo}/D_{cuerpo} = C$$

$$\frac{6{,}65m}{4{,}80m} = C = 1{,}385 \qquad Si\ Cumple$$

Se utilizará un cilindro con radio 2,40 m. y una altura de 6,65 m.

- Techo

Techo se dimensionará asumiendo una altura de techo ($\boldsymbol{h_{techo}}$) que deberá encontrarse en el rango de:

$$1 \text{ pie} = 0{,}3048\text{m} \leq h_{techo} \leq D_{cuerpo}/6$$

$$0{,}3048\text{m} \leq 0{,}60\text{m} \leq 4{,}80 \text{ m}/6 = 0{,}8 \text{ m}$$

$$Si\ Cumple$$

El techo o cubierta tendrá una altura de 0,60m

- Fondo

El fondo se dimensionará asumiendo una altura de fondo (h_{fondo}) que deberá encontrarse en el rango de:

$$2\ pies = 0{,}6096m \ \leq \ h_{fondo} \ \leq \ D_{cuerpo}/4$$

$$0{,}6096m \ \leq \ 0{,}90m \ \leq \ 4{,}80\ m/4 = \ 1\ m$$

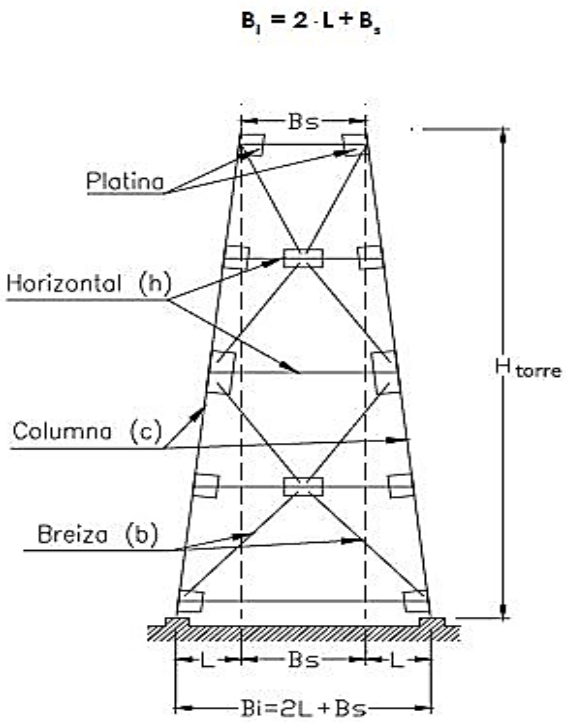
$$Si\ Cumple$$

El fondo tendrá una altura de 0,90m.

- Torre de soporte

La torre de soporte está constituida por 4 columnas con una inclinación respecto al eje vertical del 25% como se indica a continuación:

Figura 5. **Elevación del tanque de distribución, estructura inferior**



Fuente: RUANO PAZ, Marco Antonio. *Manual para diseño Estructural de Tanques Metálicos Elevados en la República de Guatemala.* p.19.

H_{torre} = 19,8 m

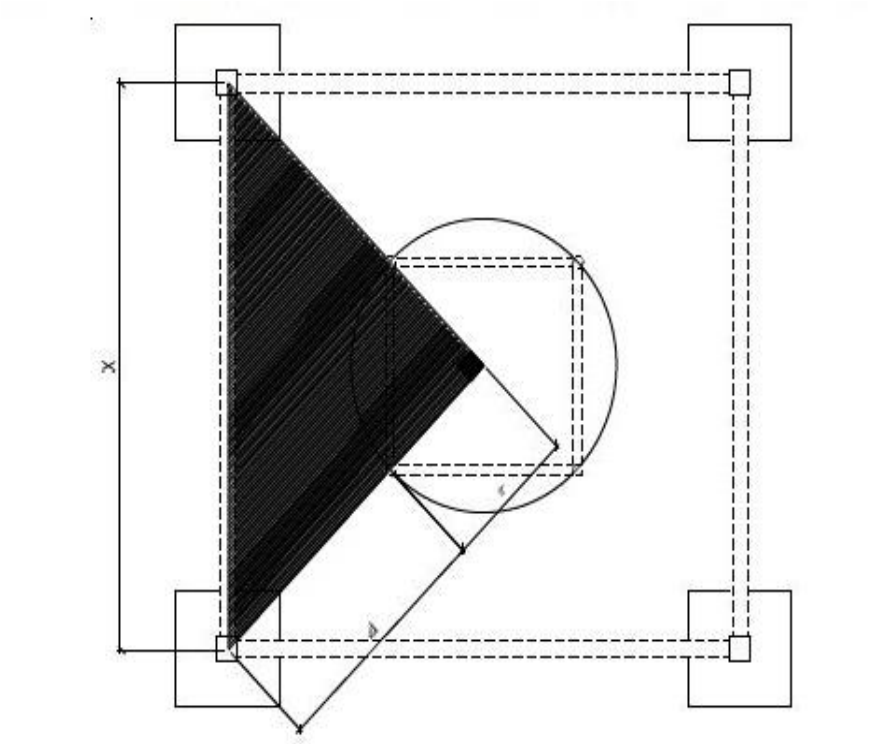
% de inclinación = 25%

$$Distancia\ de\ inclinación\ (d) = Htorre * 25\% = 19{,}8 * 0{,}25 = 4{,}95\ m$$

- Separación pedestales

La separación entre pedestales se calcula con una relación de triángulos.

Figura 6. **La separación entre pedestales**



Fuente: HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, Manglio Heriberto. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, para la colonia Tierra Verde, Siquinalá, Escuintla.* p.51.

$$x = \sqrt{(r+d)^2 + (r+d)^2}$$

$Donde$:

$x = distancia\ entre\ pedestales$

$r = radio\ del\ cuerpo\ del\ tanque$

$d = distancia\ de\ inclinación$

$$x = \sqrt{(2{,}40 + 4{,}95)^2 + (2{,}40 + 4{,}95)^2} = 10{,}84\ m$$

- Separación entre arriostres

La separación del 1er arriostre debe estar entre 0,50 y 1,00 mts,

se utilizará de 0,6 mts., los siguientes se calcularán según el número para la altura restante, y no deberá sobrepasar los 4,50 mts. La separación obtenida es de 3,84 mts.

- Espesor de la lámina

El espesor no puede ser menor a 3/16", se calcula mediante las siguientes ecuaciones:

$Fy = 36000\ psi$

$P = \gamma_{agua} * hcil$

$P = 1000\ kg/m3 * 6{,}65m = 6650\ kg/m2$

$Fs = 0{,}75Fy = 27000\ psi = 1898{,}73\ kg/m2$

- Espesor del cilindro

Se calcula la fuerza que el agua ejerce sobre el cilindro.

$$F = \frac{(\gamma_{agua} * h * l * d\ )}{2}$$

$Donde$:

$F = fuerza\ del\ agua\ sobre\ el\ cilindro\ en\ kg$

$h = altura\ del\ agua\ en\ metros$

$d = distancia\ del\ depósito\ en\ metro$

$\gamma_{agua} = densidad\ del\ agua\ en\ kg/m3$

$l = altura\ del\ depósito\ en\ metros$

$$F = \frac{(1000 * 6{,}45 * 6{,}65 * 4{,}80\ )}{2} = 102\ 942\ kg$$

La presión resultante es:

$$P = \frac{F}{A}$$

$F = fuerza\ resultante$

$A = \text{área}\ lateral\ del\ tanque$

$$P = \frac{102\ 942}{\pi * 4{,}80 * 6{,}65} = 1\ 026{,}55 = \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 1{,}46\ \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2}$$

El espesor entonces se calcula mediante la siguiente fórmula, tomada del AISC:

$$t = \sqrt{\frac{(3 * P * n^2)}{Fs}}$$

$Donde$:

$t = espesor\ de\ lámina\ en\ pulg.$

$P = presión\ sobre\ la\ lámina\ en\ lbs/pulg.$

$n = (B/2) - 6$

$B = diferencial\ de\ la\ lámina = 1\ m = 39{,}36\ pulg.$

$Fs = esfuerzo\ permisible\ de\ flexión\ en\ la\ lámina\ lb/pulg2.$

$$t = \sqrt{\frac{\left(3 * 1{,}46 * \left(\frac{39{,}36}{2} - 6\right)^2\right)}{27000}} = 0{,}17\ pulg, \qquad utilizar\ \frac{3}{16} pulg$$

- Espesor en el fondo cónico

Se calcula la fuerza que el agua ejerce sobre el fondo y su presión

$$F = \gamma_{agua} * V_{total}$$

$Donde$:

$F = fuerza\ en\ el\ fondo$

$Vtotal = volumen\ del\ cilindro\ y\ del\ cono$

$\gamma_{agua} = densidad\ del\ agua\ en\ kg/m3$

$$Vtotal = Vcilindro + Vcono$$

$$Vtotal = \frac{1}{3} * \pi * (2{,}4\ m)^2 * 0{,}90\ m + \pi * (2{,}4\ m)^2 * 6{,}45\ m$$

$$Vtotal = 122{,}15\ m3$$

$$F = 1000 * 122{,}5 = 122\ 150$$

$$P = \frac{F}{\frac{\pi * Ø * \sqrt{r^2 + h_{cono}{}^2}}{2}}$$

$$P = \frac{122\ 150}{\frac{\pi * 4{,}80 * \sqrt{(2{,}40^2 + 0{,}90^2)}}{2}} = 6320{,}47 = \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 8{,}99\ \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2}$$

Finalmente se calcula el espesor:

$$t = \sqrt{\frac{(3 * P * n^2)}{Fs}}$$

$Donde$:

$t = espesor\ de\ lámina\ en\ pulg.$

$P = presión\ sobre\ la\ lámina\ en\ lbs/pulg.$

$n = (B/2) - 6$

$B = diferencial\ de\ la\ lámina = 1m = 39{,}36\ pulg.$

$Fs = esfuerzo\ permisible\ de\ flexión\ en\ la\ lámina\ lb/pulg2.$

$$t = \sqrt{\frac{\left(3 * 8{,}99 * \left(\frac{39{,}36}{2} - 6\right)^2\right)}{27000}} = 0{,}43\ pulg,$$

$$utilizar\ \frac{7}{16} pulg = 0{,}4375 \text{ pulg.}$$

- Diseño de columnas

  Cargas:

  - $Peso\ del\ agua\ (W) = \gamma_{agua} * V = 1000 * 122{,}15 = 122\,150\ kg$
  - $Peso\ específico\ del\ acero\ (\gamma_{acero}) = 7\,800\ kg/m3$
  - $Peso\ del\ cilindro = Acilindro * t * \gamma_{acero} = (2 * 3{,}14 * 2{,}40 * 6{,}65) * (3/16 * 0{,}0254) * (7\,800) = 3\,723{,}25kg.$
  - $Peso\ del\ cono\ inferior = Acono * t * \gamma_{acero} = \frac{(2{,}402+0{,}902)1}{2} * (3{,}14 * 2{,}40) * \left(\frac{3}{8} * 0{,}0254\right) * (7\,800) = 1\,435{,}10kg.$
  - $Peso\ del\ cono\ superior = Acubierta * t * \gamma_{acero} = (2{,}402 + 0{,}602)1/2 * (3{,}14 * 2{,}40) * (3/16 * 0{,}0254) * (7\,800) = 692{,}54kg.$
  - $Carga\ total\ (CT) = Wagua + Wcil + Wcono + Wcubierta = 122\,150 + 3723{,}25 + 1435{,}10 + 692{,}50 = 128\,000{,}85\ kg.$
  - $Carga\ por\ columna = 128\,000{,}85\ kg\ /\ 4 = 32\,000{,}21\ kg = 32\ Ton = 70{,}55\ Kips.$

- $Carga\ resultante\ =\ Carga/\ Sen\theta\ = 32/Sen(75{,}96°)\ =$ $32{,}85\ Ton.$

La fuerza del sismo (FS) se considera como el 20% del peso total y se divide en las columnas que actúan en el mismo eje.

$$FS = 20\% * CT$$
$$FS = 0{,}20 * 128 = 25{,}6\ Ton$$

$$Ps = \frac{FS}{2} = \frac{25{,}6}{2} = 12{,}8\ Ton = 28{,}22\ Kips$$

Se realiza sumatoria de momentos en una de sus bases y se obtiene:

$$\sum M0\ =\ 0$$
$$12{,}8\ *\ 19{,}8m - T\ *\ 10{,}84m\ =\ 0$$
$$T\ =\ 23{,}38\ Ton$$

Sumatoria de fuerzas verticales

$$\sum Fy0\ =\ 0 +\uparrow$$

$$Pd\ =\ 32{,}85\ +\ 23{,}38\ =\ 56{,}23\ Ton\ =\ 123{,}97\ Kips$$

- Columnas

Utilizando un tubo redondo Ø 8” de acero laminado A-36 cedula 40 y de las tablas del AISC se obtiene:

$Donde$:

$\acute{A}rea\ =\ 8{,}399\ pulg2$

$Radio\ de\ giro\ =\ 2{,}94\ pulg$

$Se\ tiene\ una\ longitud\ entre\ arriostres\ o\ breizas\ de\ 3{,}84\ m\ =\ 151{,}18\ pulg$

Calculando la relación de esbeltez, donde K=1

$$\frac{Kl}{r} = \frac{1 * 151{,}18}{2{,}94} = 52$$

Según el manual AISC para una relación de esbeltez de 48 se obtiene un esfuerzo permisible: Fa = 18,17 ksi.

Calculando la carga permisible P, se obtiene:

P_p = Fa * Área = 18,17 * 8.399 = 152,61 Kips

Comprobando cargas:

152,61 Kips > 123,97 Kips **Si chequea**

- Diseño de tensores

Los tensores son piezas sujetas a tensión, al no existir peligro de pandeo el cálculo resulta de la división de la carga entre el esfuerzo de trabajo de tensión del acero que resulta en el área neta de la sección transversal necesaria. El tipo de pieza dependerá del tipo de conexión en el extremo, el perfil será de tipo angular tipo “L” de lados iguales, utilizando las propiedades del manual AISC Acero laminado A-36 Cedula 40:

$Dimensiones$: 3" x 3" x 1/2".

$Área\ =\ 2{,}75\ pulg2\ =\ 17{,}74\ cm2$

$Peso\ por\ pie\ lineal\ =\ 7{,}05\ lb.$

$Radio\ de\ giro\ en\ X\ y\ Y\ =\ 1{,}22\ pulg.$

$$Areq = \frac{T}{FS} = 56\ cm^2$$

$$T = \frac{Pc}{Cos\alpha} = \frac{12{,}8}{Cos 24{,}25°} = 14{,}04\ Ton$$

$$Fs = 60\%\ Fy = 0{,}60 * 36000 = 21600\ psi = 1{,}52\ Ton/m^2$$

$$Areq = \frac{T}{FS} = \frac{14{,}04}{1{,}52} = 9{,}24\ cm^2$$

Para comprobar la sección:

$$Área\ sección\ >\ Área\ requerida$$

$$17{,}74\ cm^2 >\ 9{,}24\ cm^2 \qquad \textbf{Si chequea}$$

- Diseño de pieza horizontal (arriostres)

Se debe analizar por esfuerzos a compresión y flexión, aplicando la fórmula de combinación de esfuerzos:

$$-\frac{\frac{Ps}{A}}{Fa} \pm -\frac{\frac{MC}{I}}{Fb} \leq 1$$

$Donde$:

$Ps = carga\ de\ sismo\ en\ cada\ columna\ del\ mismo\ eje$

$A = área\ de\ la\ sección$

$Fa = esfuerzo\ unitario\ permisible$

$M = Momento\ actuante$

$C = distancia\ del\ centroide\ a\ la\ fibra\ extrema\ o\ radio\ externo$

$I = momento\ de\ inercia$

$C = esfuerzo\ de\ trabajo\ en\ flexión$

Utilizando un angular de lados iguales con las siguientes características tabuladas en el manual AISC

$Donde$:

$Dimensiones = Angular\ 6"\ x\ 6"\ x\ ½"$

$Cedula = 40\ Acero\ laminado\ A-36$

$Área = 5{,}75\ pulg2$

$Peso\ por\ pie\ lineal = 16{,}6\ lb$

$Radio\ de\ giro = 1{,}86\ pulg$

$Fibra\ extrema = 1{,}68\ pulg$

$Longitud\ (1er\ Arriostre) = 10{,}18\ m = 400{,}77\ pulg = 33{,}40\ pies$

$Momento\ de\ inercia = 19{,}9\ pulg2$

La carga de diseño resulta del análisis de carga sísmica

Ps = 12,8 Ton = 28,22 Kips

Calculando la relación de esbeltez, donde K=1

$$\frac{Kl}{r} = \frac{1 * 400{,}77}{1{,}86} = 215$$

Según el manual AISC para una relación de esbeltez de 215 no se cuenta en la tabla por lo tanto se usará las más grande que es de 200 se obtiene un esfuerzo permisible: Fa = 6,22 ksi.

Calculando la carga permisible P, se obtiene:

$$Pp = Fa * Área = 6{,}22 * 5{,}75 = 35{,}76\ Kips$$

Comprobando cargas:

$$Pp > Ps$$

$$35{,}75\ kips > 28{,}22\ kips \qquad \textbf{Si chequea}$$

Análisis por combinación de esfuerzos:

Momento actuante:

$$M = Mcarga\ puntual + Mcarga\ distribuida$$

$$M = \frac{PL}{4} = \frac{WL^2}{8}$$

$$M = \frac{200 * 33{,}40}{4} + \frac{19{,}6 * 33{,}40^2}{8} =$$

$$M = 4403{,}12\ lbs - pie = 4{,}40\ kips - pie = 52{,}84\ kips - pulg$$

Aplicando la fórmula de combinación de esfuerzos

$$-\frac{\frac{28{,}22}{5{,}75}}{6{,}22} \pm -\frac{\frac{52{,}84 * 1{,}68}{19{,}9}}{22} \leq 1$$

$$-0{,}78 \pm 0{,}21 \leq 1 \qquad -0{,}57 \leq 1 \quad \textbf{Si chequea}$$

$$-0{,}99 \leq 1 \quad \textbf{Si chequea}$$

- Diseño de soldadura

La soldadura resiste aproximadamente 2000 lb/pulg, para calcular la longitud de soldadura de un miembro se debe relacionar esta resistencia con la carga actuante en el miembro y a longitud disponible para la soldadura.

Ejemplo: Soldadura para sujeción del tanque

$$f = \frac{W_{H2O}}{perímetro}$$

$$f = \frac{122\ 150}{2\pi * 2{,}40} = 8100{,}32\ \frac{kg}{ml} = 452{,}65\frac{lb}{pulg}$$

$$2000\frac{lb}{pulg} > 452{,}65\frac{lb}{pulg} \qquad \textbf{Si chequea}$$

- Diseño de pernos

La resistencia del acero en corte es aproximadamente 10,000 lb/plg2, para calcular la resistencia de los pernos de un diámetro determinado, los cálculos se reducen a la división de la carga actuante en el miembro y la resistencia máxima del acero en corte.

- Pernos para tensores

$$Areq = \frac{T}{FC}$$

$Donde$:

$Areq =$ área neta necesaria

$Fc = esfuerzo\ permisible\ de\ corte\ 10\ 000\ lb/pulg2$

$T = carga\ actuante$

$$Areq = \frac{14{,}04 * 2{,}204}{10} = 3{,}09\ pulg2$$

Según el manual de AISC, un perno de 1 3/8” tiene un área de 1,48 pulg2, por lo tanto:

$$No.tornillos = \frac{Areq}{Atornillo} = \frac{3{,}09}{1{,}48} = 2\ tornillos\ \ de\ \ 1\ 3/8"$$

- Placa base para las columnas

El área de la placa base resulta de la división de la carga en la columna entre el esfuerzo unitario de compresión permisible del concreto.

$$Areq = Pt/Fp$$

$Donde$:

$Areq =$ área de la placa en $pulg2$.

$Pt = carga\ total\ de\ la\ columna\ en\ lbs.$

$Fp = esfuerzo\ permisible\ de\ compresión\ en\ el\ pedestal\ de\ concreto\ (lbs/pulg2)$.

La carga que cada columna ejerce sobre la placa se calcula sumando la carga total del tanque en cada columna más el peso de la torre en cada columna, este último se calcula multiplicando el peso por pie lineal de acero por la longitud del elemento.

Calculando:

- $Pt = peso\ del\ tanque\ lleno\ por\ columna + peso\ de\ la\ torre\ por\ columna$.
- $Ptorre = (Peso\ de\ columnas + Peso\ de\ arriostres + Peso\ de\ tensores)$.
- $Peso\ de\ columnas = Longitud * Peso\ lineal = 4 * 64{,}94 pies * 28{,}55\ lbs/pie = 7\ 416{,}14\ lbs$.
- $Peso\ de\ arriostres = Longitud * Peso\ lineal = 370{,}20\ pies * 20\ lbs/pie = 7\ 404{,}00\ lbs$.
- $Peso\ de\ tensores = Longitud * Peso\ lineal = 894{,}55\ pies * 11{,}4\ lbs/pie = 10\ 197{,}87\ lbs$.
- $Ptorre = 7\ 416{,}78 + 7\ 404{,}00 + 10\ 197{,}87 = 25\ 018{,}65\ lbs = 25{,}02\ kips$.
- $Pt = 123{,}97 + 25{,}02/4 = 130{,}23\ Kips = 130\ 230{,}25\ lbs$.

$$Areq = \frac{124\ 510{,}46}{0{,}25 * 3000} = 173{,}64\ pulg^2$$

Lado de la placa = $\sqrt{Areq} = \sqrt{173{,}64} = 13{,}18\ pulg = 14\ pulg$

Para determinar el espesor de la placa se utilizará la siguiente fórmula:

$$t = \sqrt{\frac{3pm^2}{Fb}}$$

$Donde$:

$t = espesor\ de\ la\ placa\ en\ pulgadas$

$p = presión\ real\ sobre\ el\ pedestal\ de\ concreto$

$m = proyección\ de\ la\ placa, por\ fuera\ de\ la\ columna\ en\ pulgadas$

$Fb = esfuerzo\ permisible\ en\ la\ fibra\ extrema\ de\ la\ placa\ de\ apoyo$

$$p = \frac{Pt}{B * C} = \frac{130\ 230{,}25}{12 * 12} = 904{,}38\ lbs/pulg^2$$

$$m = \frac{C - \varphi}{2} = \frac{12" - 8"}{2} = 2\ pulg$$

Fb: según especificaciones del manual AISC el valor de Fb será de 0,75 Fy para acero A-36. Por tanto, el valor de Fb es igual a 27 000 lb/pulg^2.

$$t = \sqrt{\frac{3pm^2}{Fb}} = \sqrt{\frac{3 * 904{,}38 * 2^2}{27000}} = 0{,}64\ pulg,$$

$$se\ utilizá\ 6/8"\ comercial$$

- Cimentación

  - Valor soporte del suelo

Para encontrar el valor soporte del suelo se deben de tomar muestras en el lugar donde se va a colocar el tanque elevado para luego evaluarlas en el laboratorio, la evaluación entregada por el laboratorio se puede encontrar en el apéndice de este trabajo.

Del análisis de laboratorio se obtuvo:

Angulo de fricción interna (Ø): 25,72º
Cohesión (c): 3,22 Ton/m

Por la ecuación de Terzaghi se obtiene el valor soporte del suelo:

$$q_{max} = c * N_c + q * N_q + \frac{\gamma * B * N_\gamma}{2}$$

$Donde$:
$c = cohesión\ del\ suelo$
$q = presión\ de\ sobrecarga\ a\ nivel\ de\ base\ del\ cimiento\ (Df * \gamma)$
$\gamma = peso\ unitario\ del\ suelo$
$B = anchura\ supuesta\ del\ cimiento$
$Nc, Nq, N\gamma = factores\ de\ capacidad\ soporte.$

Tabla IV. **Factores de capacidad de carga de las cimentaciones**

Forma de cimentación	Factor de corrección		
	Nc	**Nq**	**Nγ**
Corrido	1	1	1
Rectangular	1+(B/L)(Nq/Nc)	1+(B/L)tanØ	1-0.4(B/L)
Circular y cuadrado	1+(Nq/Nc)	1+tanØ	0.6

Fuente: CABRERA, Jadenon. *Guía teórica y práctica de cimentaciones.* p.87.

De la tabla anterior se obtiene:

$$Nq = 1 + tan\emptyset = 1 + \tan(25{,}72)$$

$$N\gamma = 0{,}35$$

$$N\mathrm{c} = 1 + \frac{Nq}{N\gamma} = 1 + \frac{1{,}482}{0{,}35} = 5{,}23$$

Por la ecuación de Terzaghi se obtiene el valor soporte del suelo:

$$q_{max} = c * N_c + q * N_q + \frac{\gamma * \mathrm{B} * N_\gamma}{2}$$

$$q_{max} = 3{,}22 * 5{,}23 + 1{,}13 * 1{,}482 + \frac{1{,}26 * 2{,}80 * 0{,}35}{2}$$

$$q_{max} = Valor\ soporte\ del\ suelo\ 19{,}13\ Ton/m$$

- Diseño de pedestal

Para encontrar el valor soporte del suelo se deben de tomar muestras en el lugar donde se va a colocar el tanque elevado para luego evaluarlas en el

laboratorio, la evaluación entregada por el laboratorio se puede encontrar en el apéndice de este trabajo.

El pedestal es un elemento de transición entre la columna metálica y la zapata, este permite distribuir la carga en el parte superior de la zapata, aliviando la intensidad de presión de apoyo directo, permitiendo una zapata más delgada o con menos esfuerzo. Permite también que la columna esté elevada sobre el suelo y no tenga contacto directo con el mismo evitando así la corrosión.

- Dimensionamiento del pedestal

Considerando las dimensiones de la placa, se dará un ancho de 0,40 m y una altura de 3*a, donde a es el ancho, entonces h= 1,20

- Refuerzo

Se debe determinar si la columna (pedestal) es corta, intermedia o larga, mediante la relación de esbeltez. El manual ACI señala los siguientes parámetros

$$Si\ E\ <\ 21\ Columna\ corta$$
$$21 <\ E\ <\ 100\ Columna\ intermedia$$
$$E > 100\ Columna\ larga$$

La relación de esbeltez resulta del cálculo mediante la fórmula:

$$E = \frac{K * Lu}{r}$$

$Donde$:

$K\ =\ factor\ de\ pandeo, se\ tomará\ K = 1$

$Lu\ =\ longitud\ libre\ entre\ apoyos$

$R = radio\ de\ giro\ de\ la\ sección.$

En el manual ACI se especifica: r = 0,3b para columnas cuadradas o rectangulares y r = 0,25Ø para columnas circulares.

$$E = \frac{1 * 1{,}60}{(0{,}3 * 0{,}4)}\ 10 <\ 21, \qquad \text{es columna corta}$$

- Armado del pedestal

El diseño del pedestal se obtiene mediante la fórmula del ACI para el cálculo de la resistencia última a compresión pura en la columna, que es:

$$Pu = \phi * (0{,}85 * f'c\ (Ag - As) + Fy * As)$$

$Donde$:

$Pu\ =\ resistencia\ última\ de\ la\ columna\ (kg)$

$\Phi\ =\ factor\ de\ compresión\ igual\ a\ 0{,}70$

$Ag\ =\ área\ de\ la\ sección\ de\ la\ columna\ (cm2)$

$As\ =\ factor\ de\ compresión\ igual\ a\ 0{,}70$

$f'c\ =\ área\ de\ la\ sección\ de\ la\ columna\ (cm2)$

$Fy\ =\ área\ de\ la\ sección\ de\ la\ columna\ (cm2)$

Se probará con el As_{min}, y el manual de ACI indica el 1% del área de la sección de la columna

$$Pu = 0{,}70 * (0{,}85 *\ 210(1\ 600 - 16) + 2\ 800 * 16) = 265\ 650\ kg$$

$$Pu = 584\,430\ lb$$

Para comprobar la carga última:

$$Pu\ > Pt\ (sobre\ la\ placa\ base)$$

$$584{,}43\ kips\ > 120{,}604\ kips \qquad \textbf{Si chequea}$$

Para el refuerzo por corte, el manual ACI señala un espaciamiento mínimo, igual o menor a la mitad del diámetro efectivo, con un recubrimiento mínimo de 5 cms.

$$S > d/2$$

$$S > \frac{40 - 2{,}5 * 2}{2} = 17{,}5$$

Se propone un espaciamiento igual o menor a 15 cm.

El armado propuesto para cada pedestal es:
8 No. 5 + Est. No. 3 @ 0,10.

- Diseño de la zapata

Para el refuerzo por corte, el manual ACI señala un espaciamiento mínimo, igual o menor a la mitad del diámetro efectivo, con un recubrimiento mínimo de 5 cms.

Se calcula el peso total de la estructura:

$$Pt\ =\ peso\ del\ cuerpo\ del\ tanque\ +\ peso\ de\ la\ torre\ +\ Peso\ del\ pedestal$$

El peso del pedestal es el volumen del pedestal por el peso específico del concreto (2400 kg/m3) y es: 483,27 kg = 0,48 Ton.

$$Pt = 128\ Ton + \frac{13.72\ Kips}{2.2} Ton + 0.48\ Ton$$
$$Pt\ = 139.85\ Ton$$

- Estabilidad de la zapata

  La estabilidad del conjunto está asegurada cuando se cumplen las siguientes 2 condiciones:

$$Xu < L * \frac{1}{6}$$

$$CE = \frac{Me}{MV} > \ 1$$

$Donde$:

$Xu\ = \ dist.de\ desplazamiento\ del\ peso\ de\ la\ estructura\ del\ eje\ de\ soporte.$

$L\ \ = \ diámetro\ a\ centro\ de\ columnas\ (m).$

$CE\ = \ coeficiente\ de\ estabilidad.$

$MV\ = \ momento\ de\ volteo\ (Ton - m).$

$Me\ = \ momento\ estabilizante\ (Ton - m).$

$$Xu = \frac{MV}{PT}$$
$$MV = \mathrm{FS} * \mathrm{H}$$
$$Me = \mathrm{PT} * \mathrm{l}$$

$Donde$:

$FS\ = \ fuerza\ del\ sismo\ (Ton).$

$H = altura\ desde\ la\ base\ del\ pedestal\ hasta\ la\ mitad\ del\ depósito\ (m).$

$PT = peso\ total\ de\ la\ estructura\ (Ton).$

$MV = la\ mitad\ entre\ la\ separación\ de\ dos\ columnas\ consecutivas\ (m).$

$$FS = 10\% * \text{PT} = 0{,}10 * 139{,}85 = 13{,}98\ \text{Ton}$$

$$H = 1{,}80 + 15 + \frac{6{,}65}{2} = 20{,}125\ \text{m}$$

$$MV = 13{,}98 * 20{,}125 = 281{,}35\ \text{Ton} - \text{m}$$

$$Me = 139{,}85 * \frac{10{,}84}{2} = 757{,}99\ \text{Ton} - \text{m}$$

$$Xu = \frac{281{,}35}{139{,}85} = 2{,}011\ m$$

$$\text{L} * \frac{1}{6} = \frac{\sqrt{10{,}84^2 + 10{,}84^2}}{6} = 2{,}55m$$

$$2{,}011\ m < 2{,}55\ m \qquad \textbf{Si chequea}$$

$$CE = \frac{757{,}99}{281{,}35} = 2{,}69\ > 1{,}5 \qquad \textbf{Si chequea}$$

- Dimensionamiento de la zapata

Para dimensionar la zapata, área y espesor, se debe chequear la presión sobre el suelo, el corte simple, el corte punzonante y el esfuerzo a flexión.

El valor soporte del suelo es de 19,13 Ton/m^2, por seguridad para el diseño se tomará un valor soporte de 16 Ton/m2.

El área de la zapata se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Az = \frac{F_{if} * P'}{Vs}$$

$Donde$:

$Az \ = \ área\ de\ la\ zapata\ (m2)$

$Fif \ = \ factor\ de\ incremento\ por\ flexión \ = 1{,}5.$

$P' \ = \ carga\ de\ trabajo\ (Ton), PT/4$

$Vs \ = \ valor\ soporte\ del\ suelo$

Por seguridad se consideró un valor soporte menor a la información dada por la Municipalidad en estudio de suelos, el valor soporte para el diseño de la zapata es 15 Ton/m2.

$$Az = \frac{1{,}5 * \frac{139{,}85}{4}}{15} = 3{,}49\ metros\ cuadrados$$

Si se utiliza una zapata de 1,86 * 1,86 el q_{dis}. excede el valor soporte de diseño por lo que se propone una zapata de 2 m * 2 m.

La carga sobre el suelo se obtiene de sumar la carga última más el peso del suelo sobre la zapata más el peso de la zapata (desplante = 0,90 m) y suponiendo un espesor (t) igual a 0,30 mts., se obtiene:

$$P = P' * 1{,}5 + \text{Psuelo} + \text{Pzapata}$$

$$P = 33{,}68 * 1{,}5 + 5{,}22 + 2{,}88 = 60{,}46\ \text{Ton}$$

$$q_{dis\mu} = \frac{1{,}5 * P}{Az}$$

$$q_{dis\mu} = \frac{60{,}46}{4} = 15{,}11\ Ton/m^2$$

$$Vs\ > q_{dis\mu}$$

$$16\ Ton/m^2\ > 15{,}115\ Ton/m^2 \qquad \textbf{Si chequea}$$

- Espesor de la zapata

La zapata debe resistir el corte simple y el corte punzonante, y estará determinado por su espesor, este espesor se obtiene a partir de tanteos utilizando las fórmulas que a continuación se presentan para cada corte.

Chequeo de corte simple o flexionante.

$$Vc = 0{,}85 * 0{,}53 * \sqrt{\mathrm{f'c}} * \mathrm{b} * \mathrm{d}/1000$$
$$Vact = q_{dis\mu} * área$$

$Donde$:

$Vc\ =\ resistencia\ última\ del\ concreto\ a\ corte$

$Vact\ =\ esfuerzo\ de\ corte\ actuante$

$b\ =\ base\ o\ lado\ de\ la\ zapata$

$d\ =\ peralte\ efectivo\ (m), t\ -\ recubrimiento\ -\ Ø/2$

$d\ =\ 0{,}30 * 100 - 7{,}5 - 1{,}91/2\ =\ 21{,}50\ cm$

$$Vc = \frac{0{,}85 * 0{,}53 * \sqrt{210} * 200 * 21{,}50}{1000} = 28{,}13\ Ton$$

$$Vact = 15{,}115 * (2 * ((2 - 0{,}4)/2 - 0{,}215)) = 16{,}62\ Ton$$

$$Vc > Vact$$

$$28{,}13 > 16{,}62 \qquad \textbf{Si chequea}$$

Chequeo de corte por punzonamiento.

$$Vact = (Az - Ap) * q_{dis\mu}$$

$$Vc = 0{,}85 * 1{,}06 * \sqrt{\mathrm{f'c}} * \mathrm{b}_o * \mathrm{d}/1000$$

$Donde$:

$Az = \text{área de la zapata}$

$Ap = \text{área punzonante}$

$bo = base\ o\ lado\ de\ la\ zapata$

$$Ap = (ladodecolumna + d/100)^2$$

$$Ap = \left(\frac{40 + 21{,}5}{100}\right)^2 = 0{,}38\ m^2$$

$$b_0 = 4 * (ladodecolumna + d)$$

$$b_0 = 4 * (40 + 21{,}5) = 246\ cm$$

$$Vact = (4 - 0{,}38) * 14{,}64 = 53\ Ton$$

$$Vc = \frac{0{,}85 * 1{,}06 * \sqrt{210} * 246 * 21{,}5}{1000} = 69{,}25$$

$$Vc > Vact$$

$$69{,}25\ Ton > 53\ Ton \qquad \textbf{Si chequea}$$

- Refuerzo

La zapata debe resistir el corte simple y el corte punzonante, y estará determinado por su espesor, este espesor se obtiene a partir de tanteos utilizando las fórmulas que a continuación se presentan para cada corte.

$$Mu = \frac{W * l^2}{2}$$

$$W = q_{disμ} * 1metro$$

$$l = \frac{ladozapata * ladocolumna}{2}$$

$$Mr = 0{,}90 * As * fy * \left(d - \frac{As * fy}{1{,}7 * f'c * b}\right)$$

$Donde$:

$Mu = momento\ último\ (Ton - m)$

$W = carga\ última\ de\ diseño\ en\ un\ metro\ lineal$

$I = longitud\ del\ momento\ (m)$

$Mr = momento\ resistente\ de\ donde\ se\ despeja\ As$

$$l = \frac{2 * 0{,}40}{2} = 0{,}40$$

$$Mu = \frac{15{,}115 * 0{,}80^2}{2} = 4{,}84\ Ton - m = 4\ 836{,}8\ kg - m$$

$$Mr = 0{,}90 * As * fy * \left(d - \frac{As * fy}{1{,}7 * f'c * b}\right)$$

$$Mr \geq Mu$$

Despejando As de Mr, se obtiene:

$$As_1 = 8{,}43\ cm2$$
$$As_2 = 266{,}28\ cm2$$

Chequeando As_{min}, por la norma ACI:

$$As_{min} = 0{,}002 * b * d$$
$$As_{min} = 0{,}002 * 100 * 21{,}5 = 4{,}31\ cm^2$$

La zapata debe resistir el corte simple y el corte punzonante, y estará determinado por su espesor, este espesor se obtiene a partir de tanteos utilizando las fórmulas que a continuación se presentan para cada corte.

El As requerido (As_1) = 8,43 cm^2 es mayor que (As_{min}) = 4,31 cm^2, entonces se utilizará el As_1, que se cubre con 10 varillas No.4 (1/2")

Entonces el armado final para cada una de las 4 zapatas de cimentación para el tanque elevado será:

8 No.4 @ 0,25 en ambos sentidos.

2.1.8.2. Bases de diseño

Las bases de diseño estarán contempladas en la siguiente tabla:

Tabla V. **Bases de diseño**

Tipo de fuente	Pozo mecánico
Aforo de la fuente	12 lts/seg
Tipo de sistema	Impulsión y gravedad
Red de distribución	Ramales cerrados
Climas	Templado
Viviendas actuales	453 viviendas
Densidad de población	6 hab/viv
Población actual	2 718 habitantes
Población futura	3 417 habitantes
Tasa de crecimiento	1,00 %
Período de diseño	23 años
Dotación	120 lts/seg
Factor de día máximo	1,2
Factor de hora máximo	2,0
Caudal medio diario	4,75 lts/seg
Caudal máximo diario	5,70 lts/seg
Caudal máximo horario	9,50 lts/seg
Caudal unitario de vivienda	0,0209 lts/seg/viv
Volumen del tanque	125 $\boldsymbol{m^3}$
Tubería a utilizar	PVC
Constante de fricción del PVC	150
Constante k del caudal instantáneo	0,20

Fuente: elaboración propia.

2.1.8.3. Cálculo hidráulico de la red de distribución

La red de distribución comprende: tuberías que van desde el tanque a las líneas que conforman las conexiones domiciliares. Para el diseño se consideran los siguientes factores:

- El diseño se hará para el caudal de hora máxima, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el periodo de diseño.

- La distribución de gastos debe hacerse mediante cálculo acorde al consumo real de la localidad.

- Se debe dotar a las redes de distribución, de los accesorios y obras de arte necesarias, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento, dentro de las normas establecidas.

Para el predimensionamiento de las tuberías, en función de las pérdidas de carga, se utilizó la fórmula de Hazen – Williams, cuya expresión es:

$$D = \sqrt{\frac{1\,743{,}811 * L * Q^{1{,}852}}{Hf * C^{1{,}852}}}$$

Los tipos de sistemas de distribución más comunes son: abiertos y cerrados o mallas.

Los circuitos de distribución son utilizados cuando el circuito no se puede cerrar, debido a condiciones topográficas o por la economía del proyecto.

Las redes de circuito cerrado están compuestas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de distribución es él más conveniente ya que permite un servicio más eficiente y permanente. En el dimensionado de una red de circuitos cerrados se trata de encontrar los gastos de circulación de cada tramo.

Método de analizar los circuitos cerrados:

- Definir los puntos de consumo con sus respectivos gastos
- Suponer los caudales iniciales para cada tramo, tomando en cuenta el principio de continuidad en cada nudo.
- Estableces las distancias en cada tramo.
- Asumir los diámetros, considerando la velocidad máxima de las tuberías, las presiones disponibles y la pérdida de carga permitida en la red.
- Para cada tramo se calculan las pérdidas de carga.
- Se suman las pérdidas de carga en cada circuito en el sentido de las agujas del reloj, teniendo en cuenta la colocación correcta de los signos (sí la suma de las pérdidas de carga fuera nula, o casi nula, los caudales que provocan esta situación son los correctos).
- La red fue analizada por el programa WaterCAD Bentley.
- El modelo de simulación hidráulica de WaterCAD calcula las alturas piezométricas en los nudos y los caudales en las líneas, dado los niveles iniciales en el tanque de almacenamiento, y la sucesión en el tiempo de las demandas aplicadas en los nudos.

De un instante al siguiente se actualizan los niveles en los depósitos conforme a los caudales calculando que entran o salen de los mismos, y las demandas en los nudos y niveles en los embalses conforme a sus curvas de

modulación. Para obtener las alturas y caudales en un determinado instante se resuelven simultáneamente las ecuaciones de conservación del caudal en los nudos y las ecuaciones de pérdidas en todos los tramos de la red. Este proceso, conocido como “equilibrado hidráulico”, requiere el uso de métodos iterativos para resolver las ecuaciones de tipo no lineal involucradas. WaterCAD emplea el algoritmo del Gradiente Hidráulico.

Se fijaron los flujos en los distintos ramales, sobre la base de las demandas de cada tramo para balancear los distintos puntos críticos en la red. Estableciéndose presiones mínimas de 10 mca en los lotes más distantes y calculando las pérdidas de carga en los diferentes tramos de la tubería y sumando éstas se determinó la presión en los distintos puntos, para luego balancear la tubería central. Logrando con esto determinar los diámetros comerciales necesarios. Así como la altura necesaria del tanque elevado que resulto ser de 19.8 metros sobre la cota de terreno.

Tabla VI. **Diseño hidráulico presiones**

PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE

Colonia: Las Margaritas, San Miguel Petapa, Guatemala, Guatemala.

ID	Etiqueta	Elevación (m)	Demanda (L/s)	Cota Piezométrica (m)	Presión (mca)
1	N-1	1 065,62	0,27	1 085,88	20,22
2	N-2	1 064,44	0,36	1 083,36	18,89
3	N-3	1 066,18	1,01	1 079,77	13,56
4	N-4	1 066,74	0,88	1 083,41	16,64
5	N-5	1 066,98	0	1 082,14	15,13
6	N-6	1 067,13	0,25	1 081,57	14,41
7	N-7	1 068,60	0,65	1 078,86	10,24
8	N-8	1 067,58	0,63	1 079,65	12,04
9	N-9	1 067,47	0,25	1 080,83	13,34
10	N-10	1 065,82	0,71	1 085,18	19,32
11	N-11	1 065,25	0,82	1 081,86	16,58
12	N-12	1 065,97	0,86	1 084,40	18,4
13	N-13	1 065,73	0,94	1 080,94	15,18
14	N-14	1 066,43	0,92	1 083,95	17,49
15	N-15	1 066,49	0,94	1 080,42	13,9

Fuente: elaboración propia, empleando WaterCAD Bentley.

Tabla VII. **Diseño hidráulico diámetro**

PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE

Colonia: Las Margaritas, San Miguel Petapa, Guatemala, Guatemala.

ID	Etique-ta	Dist. H. (m)	Nudo inicial	Nudo final	Diáme-tro C. (pulg)	Diáme-tro Interior (mm)	Mate rial	Hazen-William s (C)	Cau-dal (L/s)	Velo cidad (m/s)	Pérdida del gradient e (m/m)
1	P-1	8	TANQ -1	N-1	4	105,5 2	PVC	150	9,49	1,09	0,010
2	P-2	326	N-1	N-2	2	55,71	PVC	150	1,52	0,62	0,008
3	P-3	55	N-2	N-11	1 1/4	38,92	PVC	150	1,17	0,98	0,027
4	P-4	43	N-11	N-13	1 1/4	38,92	PVC	150	1,02	0,86	0,021
5	P-5	45	N-13	N-15	1 1/4	38,92	PVC	150	0,74	0,62	0,012
6	P-6	44	N-15	N-3	1	30,36	PVC	150	0,44	0,61	0,015
7	P-7	334	N-3	N-5	1 1/4	38,92	PVC	150	-0,57	0,48	0,007
8	P-8	73	N-5	N-4	2	55,71	PVC	150	-2,35	0,96	0,017
9	P-9	30	N-10	N-1	3	82,04	PVC	150	-7,69	1,46	0,024
10	P-10	48	N-12	N-10	3	82,04	PVC	150	-6,31	1,19	0,016
11	P-11	46	N-14	N-12	3	82,04	PVC	150	-4,80	0,91	0,010
12	P-12	44	N-4	N-14	2 1/2	67,45	PVC	150	-3,23	0,90	0,012
13	P-13	19	N-5	N-6	1 1/2	44,56	PVC	150	1,78	1,14	0,031
14	P-14	166	N-6	N-7	1	30,36	PVC	150	0,46	0,64	0,016
15	P-15	72	N-8	N-7	3/4	23,53	PVC	150	0,19	0,44	0,011
16	P-16	163	N-8	N-9	1 1/2	44,56	PVC	150	-0,82	0,52	0,007
17	P-17	61	N-9	N-6	1 1/2	44,56	PVC	150	-1,07	0,69	0,012
18	P-18	342	N-11	N-10	1 1/4	38,92	PVC	150	-0,67	0,56	0,010
19	P-19	368	N-13	N-12	1 1/4	38,92	PVC	150	-0,66	0,55	0,009
20	P-20	391	N-15	N-14	1 1/4	38,92	PVC	150	-0,64	0,54	0,009

Fuente: elaboración propia, empleando WaterCAD Bentley.

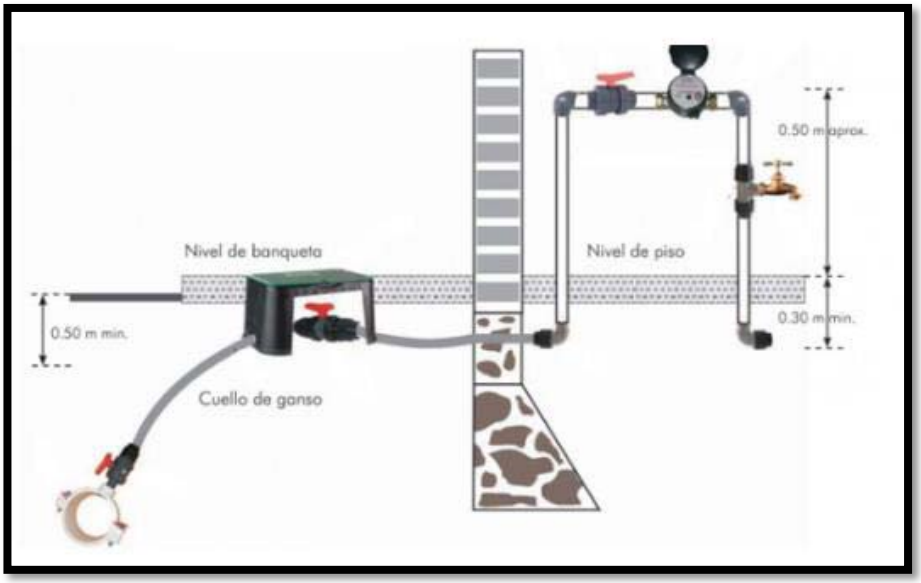
2.1.8.4. Obras hidráulicas

Son un conjunto de componentes del sistema las cuales hacen que se pueda prestar un servicio eficiente a la población.

2.1.8.4.1. Conexiones prediales

Por medio de este conjunto de componentes los habitantes tendrán acceso al servicio de agua potable en sus viviendas, utilizando para ello un grifo, instalado dentro del lote o predio.

Figura 7. **Conexión domiciliar**



Fuente: Grupo Kuroda. *Conexión domiciliar, Arabuko*. http://arabuko.mx/tomas-domiciliarias/. Consulta: 11 de febrero de 2019.

2.1.8.4.2. Cajas de válvulas

Estas se utilizan para poder controlar el caudal que circula en las tuberías del sistema, y así poder aislar cualquier sector cuando se dañe o requiera mantenimiento. Las cajas podrán variar su tamaño dependiendo del tamaño de la válvula, pero siempre deben poder facilitar su operación y mantenimiento.

En la red se utilizarán válvulas de compuerta de 1 ¼", 1 ½" y 4" por lo que se requerirán seis de un cuarto, una de un medio y una de cuatro pulgadas.

2.1.8.4.3. Anclajes de tuberías

Los anclajes pueden construirse de concreto simple o armado y su función es sujetar la tubería y absorber los esfuerzos que se producen por la presión interna. Los anclajes se suelen colocar en todos los puntos donde la tubería sufre un cambio brusco de dirección respecto a su eje principal.

2.1.9. Tuberías

La tubería es considerada la parte más importante en un diseño de red, debido a que se tiene que considerar varios aspectos: diámetro, clase y tipo.

- Diámetro

Se puede decir que es un valor nominal comercial, ya que suele ser diferente al diámetro interno.

- Clase

La clase de tubería generalmente se refiere a la norma de fabricación, y va relacionada directamente con la presión de trabajo de la tubería, para nuestro proyecto se basó en la norma Cédula 40 ASTM D2466 para tuberías PVC. Las presiones de trabajo que se utilizarán serán de 160 psi y 250 psi.

- Tipo

En cuanto al tipo de tubería se puede mencionar que se refiere al material de fabricación, se puede indicar que en este proyecto el tipo de tuberías a utilizar serán de cloruro de polivinilo (PVC) y tubería de hierro galvanizado (HG).

A las tuberías se les someterán a ensayos a presión con agua, aplicándoles antes de rellenar las zanjas. En esta prueba hay que llenar de agua completamente la tubería hasta expulsar todo el aire, posterior a esto se le aplica presión, utilizando comúnmente para esto una bomba manual, con esto se verificará que no existan fugas de agua.

Para el presente proyecto las que se utilizarán las tuberías de tipo PVC.

2.1.10. Desinfección

La cloración es el método más común para la desinfección del agua en sistema de abastecimiento público. El cloro y sus compuestos son activos desinfectantes para la destrucción de la flora bacteriana que se encuentra en el agua, y en especial, las de origen entérico.

Es el método que permite la destrucción de los agentes patógenos mediante la aplicación directa de medios químicos o físicos.

Siendo la cloración de fácil aplicación, bajo costo, efecto inocuo par el hombre en las dosis utilizadas en la desinfección del agua, facilidad para mantener un cloro residual en la red de distribución y su efectiva acción, hace que éste sea el sistema de mayor uso en los sistemas de abastecimiento de agua potable y es el que se propone para se seguirá aplicando para la red en el proyecto.

El cloro es utilizado como gas o compuesto clorados. El compuesto de mayor uso son los hipocloritos de calcio. La aplicación de cloro se hace mediante equipos especiales. Dentro de los equipos más utilizados en el medio se pueden mencionar el clorador de inyección directa, el de solución y el hipoclorador.

- Clorador de inyección directa

Este tipo de cloración se emplea en sistemas que trabajan por gravedad, se utiliza cuando se trabaja con presiones menores de 9,50 m.c.a., colocando el clorador cerca del tanque de distribución, debido a que a este punto, la presión es baja o casi nula.

- Hipoclorador

Los hipocloradores pueden ser mecánicos o por gravedad, este tipo se basa en el uso de hipoclorito de calcio, mezclado con agua para dar solución líquida, y se vierte al tanque de distribución, bajo un caudal que depende del caudal que produzca en la fuente de abastecimiento.

La alimentación de cloro se hará con tabletas de hipoclorito de calcio al 90 % de ingrediente activo y con las siguientes dimensiones para cada tableta:

- Diámetro: tres pulgadas
- Espesor: una pulgada
- Peso: 200 gramos

Para determinar la cantidad de tabletas al mes para clorar el caudal de conducción se hace mediante la fórmula para hipocloritos, y ésta es:

$$G = \frac{C * M * D}{\% \, CL}$$

$Donde$:

$G = \ gramos \ de \ tricloro$

$C = miligramos \ por \ litro \ deseados$

$M = \ litros \ de \ agua \ a \ tratarse \ por \ día$

$D = número \ de \ días$

$\%CL = concentración \ de \ cloro$

$$G = \frac{0{,}0007 * 125\ 000 * 30}{0{,}9}$$

$$G = \ 2\ 916{,}67 \ gramos$$

Por lo que al mes se necesitarán 14,58 tabletas, aproximado será un valor de 15 tabletas al mes.

2.1.11. Análisis de costos

Los costos del proyecto se resumen en el presupuesto final, el cual se elaboró basándose en precios de materiales del departamento de Guatemala y mano de obra del municipio y lugares cercanos.

2.1.11.1. Presupuesto del proyecto

Comprende la suma total de dinero asignado con el propósito de cubrir todos los gastos del proyecto durante un periodo de tiempo específico.

Tabla VIII. **Presupuesto proyecto de agua potable**

No.	RENGLON	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITAR	COSTO TOTAL
1	TOPOGRAFÍA	3,13	Km	Q2175,90	Q6806,22
2	EXCAVACIÓN DE ZANJA	1120,00	M3	Q78,82	Q88278,40
3	**Línea de Conducción**	**184,00**	**M**		Q,
3,1	Tuberia PVC Ø 4" 250 PSI	184,00	M	Q160,08	Q29455,33
4	**Línea de distribución**	**1624,00**	**M**		Q,
4,1	Tuberia PVC Ø 3/4" 250 PSI	16,00	M	Q8,780	Q140,48
4,2	Tuberia PVC Ø 1" 160 PSI	132,00	M	Q11,30	Q1491,60
4,3	Tuberia PVC Ø 1¼" 160 PSI	966,00	M	Q17,43	Q16837,38
4,4	Tuberia PVC Ø 1½" 160 PSI	150,00	M	Q20,46	Q3069,00
4,5	Tuberia PVC Ø 2" 160 PSI	246,00	M	Q30,89	Q7598,94
4,6	Tuberia PVC Ø 2½" 160 PSI	30,00	M	Q46,66	Q1399,80
4,7	Tuberia PVC Ø 3" 160 PSI	72,00	M	Q68,94	Q4963,68
4,8	Tuberia PVC Ø 4" 160 PSI	12,00	M	Q113,22	Q1358,64
5	ACCESORIOS	1,00	GLOBAL	Q5675,08	Q5675,08
6	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 1 1/2"	1,00	U	Q3022,00	Q3022,00
7	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 1 1/4"	6,00	U	Q2419,20	Q14515,20
8	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 4"	1,00	U	Q4852,57	Q4852,57
9	CIMENTACIÓN TANQUE DE 125 M³ METÁL	1,00	U	Q45722,93	Q45722,93
10	TANQUE DE 125 M³ METÁLICO	1,00	U	Q297632,18	Q297632,18
11	RELLENO DE ZANJA	784,00	M3	Q906,10	Q710382,40
12	CONEXIÓN PREDIAL	453,00	U	Q1043,57	Q472738,54
TOTAL					**Q1715940,37**

UN MILLÓN SETECIENTOS QUINCE MIL NOVECIENTOS CUARENTA CON TREINTA Y SIETE CENTAVOS

Fuente: elaboración propia.

2.1.12. Mantenimiento del sistema

Para que el sistema de agua potable preste un servicio eficiente durante el período de diseño es necesario revisar periódicamente todos sus componentes para verificar que sigan en buen estado, caso contrario se deben realizar las reparaciones y sustituciones pertinentes. Los costos del mantenimiento y la mano de obra para cubrir los gastos del mismo, lo cubrirá la municipalidad de San Miguel Petapa.

- Mantenimiento preventivo

Tal y como su nombre lo indica son las acciones que se toman anticipadamente con el fin de prevenir daños a los componentes del sistema. Y si por cualquier razón se presentan las averías, sus efectos serán mínimos.

Algunas de las acciones que se deberían de tomar en cuenta:

  - Verificar la existencia de derrumbes o hundimientos del suelo por donde pasa la tubería.
  - Revisar si en el trayecto de las tuberías existen áreas húmedas, esto es, frecuentemente un indicador de fugas.
  - Revisar periódicamente el buen estado de las válvulas y verificar la existencia de fugas.

- Mantenimiento correctivo

El correctivo se debe realizar cuando los componentes del sistema ya han sufrido algún daño y es necesario repararlos o cambiarlos por otro en buen estado.

Entre las acciones a tomar en el mantenimiento correctivo se puede mencionar algunas de las más importantes en la red de distribución.

- Reparación de tuberías debido a la existencia de fugas visibles
- Cambio de candados si el deterioro es demasiado
- Cambio de válvula debido al deterioro o la existencia de fugas

2.1.13. Evaluación financiera

El proyecto tiene que ser rentable, se requiere que no existan pérdidas de capital respecto a la inversión que se hará. Para conocer si una inversión es rentable o no, se necesita analizar dicha inversión por medio de evaluaciones económicas que garantizarán las ganancias deseadas. Este proyecto será analizado económicamente por medio del valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR) pero como este es de carácter social, es imposible obtener la tasa interna de retorno atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio.

2.1.13.1. Valor presente neto (VPN)

Con este método se analiza el dinero en un tiempo establecido, en nuestro caso será el período de diseño del proyecto (23 años). La metodología se basa en que todos los ingresos y egresos que se hagan en el futuro se transforman a cantidades de dinero del presente. Cuando el VPN es menor que cero indica que será una mala inversión y existirán pérdidas de capital; por el contrario, si el VPN da mayor a cero, existirán ganancias. Para ello se utilizará la siguiente formula:

$$VPN = Vpb - Vpc$$

$Donde$:

$VPN = Valor\ presente\ neto$

$VPb = Valor\ presente\ de\ beneficios$

$VPc = Valor\ presente\ de\ costos$

A continuación, se procede a determinar el valor presente neto para este proyecto con los siguientes datos:

$n = 23\ años$

$i = 13\%$

$ejecución\ de\ la\ obra = Q\ 1\ 265\ 029{,}19$

$personal\ de\ operación\ y\ sueldo = (5)\ (Q\ 3\ 600{,}00\ c/u)\ /\ mes$

$Personal\ de\ mantenimiento = (2)\ (Q\ 2\ 900{,}00)\ /\ mes$

$Insumos, pago\ de\ servicios = Q\ 7500\ /\ mes$

$Tarifa = 96{,}50/\ mes$

Se procede a calcular el VP beneficios con la siguiente ecuación:

$$VP_B = \mathrm{F} * \left(\frac{1}{(1+i)^n - 1}\right)$$

Donde:

VP_B= valor presente de beneficios.

F = valor de pago único al final del periodo de la operación o valor de pago futuro

i = tasa de interés de cobre por la operación o tasa de utilidad por la inversión a una solución.

n = Periodo de tiempo que pretenda la duración de operación.

El cálculo se muestra a continuación:

$$VP_B = 1\,265\,029{,}19 * \left(\frac{1}{(1+13\%)^{23}-1}\right)$$

$$VP_B = 80\,953{,}43$$

Se procede a calcular el VP_C costos con la siguiente ecuación:

$$VP_C = \mathrm{A} * \left(\frac{1}{(1+i)^{n}-1}\right)$$

Donde:

VP_C= valor presente de costos.

A = valor de pago uniforme en un periodo determinado o valor de pago constante o renta, de ingreso o egreso

i = tasa de interés de cobre por la operación o tasa de utilidad por la inversión a una solución.

n = Periodo de tiempo que pretenda la duración de operación.

El cálculo se muestra a continuación:

$$VP_C = 375\,600{,}00 * \left(\frac{1}{(1+13\%)^{25}-1}\right)$$

$$VP_C = \mathrm{Q}.\,18\,565{,}98$$

Teniendo el VP tanto de los beneficios y de los costos se calcula el VPN con la formula antes descrita, el cálculo se muestra a continuación:

$$VPN = 80\,953{,}43 - 18\,565{,}98$$

$$VPN = Q.62\ 387{,}45$$

2.1.13.2. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa máxima de utilidad que podrá obtenerse o pagarse. En otras palabras, la TIR será la tasa de interés que hará que los costos sean iguales o equivalentes a los ingresos. Para este proyecto se utilizará costo/beneficio, éste se determina de la siguiente manera:

$$Costo = Inversón\ inicial - VPN$$

$$Costo = 1\ 264\ 511{,}78 - 62\ 387{,}45 = Q.1\ 202\ 124{,}33$$

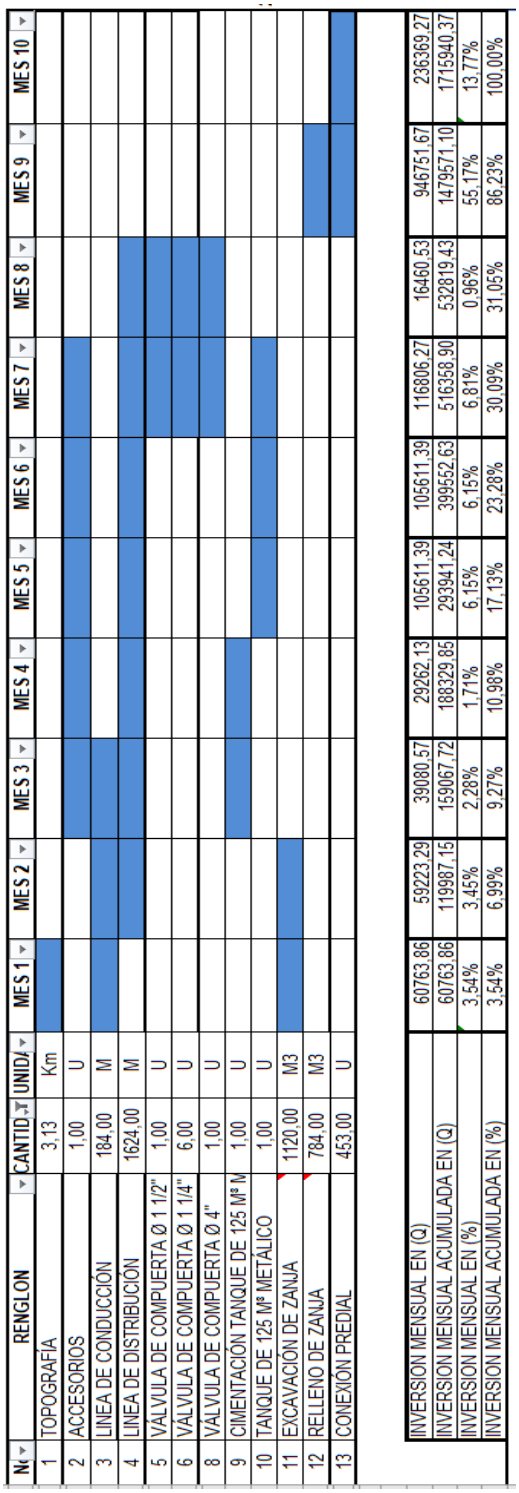
$$\frac{Costo}{Beneficio} = \frac{Q.1\ 202\ 124{,}33}{3\ 417} = Q.351{,}81$$

Las instituciones de inversión social toman las decisiones con base al valor anteriormente obtenido y las disposiciones económicas que posean.

2.1.14. Cronograma

Representa una gráfica o tabla de un conjunto de trabajos o hechos en función del tiempo.

Tabla IX. **Cronograma físico-financiero**



Nº	RENGLON	CANTID.	UNID.	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
1	TOPOGRAFÍA	3,13	Km										
2	ACCESORIOS	1,00	U										
3	LINEA DE CONDUCCIÓN	184,00	M										
4	LINEA DE DISTRIBUCIÓN	1624,00	M										
5	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 1 1/2"	1,00	U										
6	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 1 1/4"	6,00	U										
8	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 4"	1,00	U										
9	CIMENTACIÓN TANQUE DE 125 Mª M	1,00	U										
10	TANQUE DE 125 Mª METÁLICO	1,00	U										
11	EXCAVACIÓN DE ZANJA	1120,00	M3										
12	RELLENO DE ZANJA	784,00	M3										
13	CONEXIÓN PREDIAL	453,00	U										
	INVERSION MENSUAL EN (Q)			60763,86	59223,29	39080,57	29262,13	105611,39	105611,39	116806,27	16460,53	946751,67	236369,27
	INVERSION MENSUAL ACUMULADA EN (Q)			60763,86	119987,15	159067,72	188329,85	293941,24	399552,63	516358,90	532819,43	1479571,10	1715940,37
	INVERSION MENSUAL EN (%)			3,54%	3,45%	2,28%	1,71%	6,15%	6,15%	6,81%	0,96%	55,17%	13,77%
	INVERSION MENSUAL ACUMULADA EN (%)			3,54%	6,99%	9,27%	10,98%	17,13%	23,28%	30,09%	31,05%	86,23%	100,00%

Fuente: elaboración propia.

2.1.15. Impacto ambiental

Es la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada, en términos simples el impacto ambiental es la modificación del ambiente ocasionada por el hombre o naturaleza.

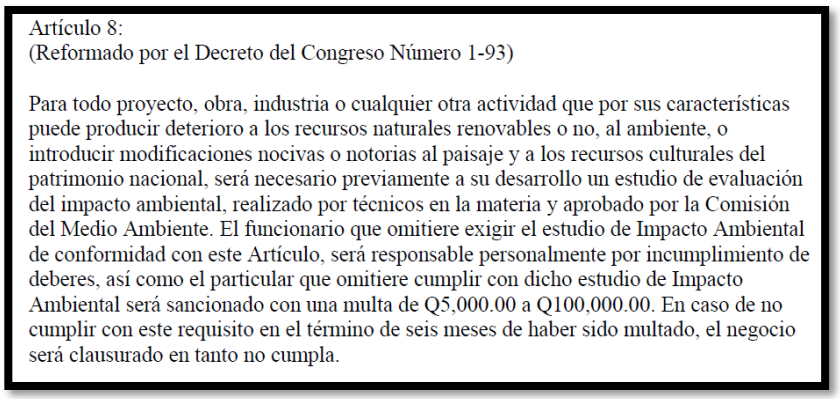
2.1.15.1. Importancia

Según el acuerdo gubernativo 199-2016 con nombre “Listado Taxativo de Proyecto, Obras, Industrias o Actividades” el proyecto es de bajo impacto, por lo tanto, entra en la categoría C del acuerdo ya mencionado.

Uno de los casos con deficiencia en Guatemala es la gestión ambiental, debido a que aún está en formulación, análisis y aprobación de los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), las cuales la operatividad en un principio de prevención del país, uno de los principios rectores del Derecho Ambiental Internacional. Sin embargo, Los EIA en Guatemala parecen ser una mera formalidad, carente de cualquier rigor científico.

A pesar de ser una parte medular del sistema de administración ambiental del país, solo sirven para cumplir con un trámite administrativo. Las implicaciones de una gestión ambiental deficiente son bastante serias: Contaminación de cuerpos de agua, destrucción de bosques y otros ecosistemas, pérdida de recursos genéticos, conflictividad social entre otros.

Figura 8. **Artículo 8. Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente**



Artículo 8:
(Reformado por el Decreto del Congreso Número 1-93)

Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente. El funcionario que omitiere exigir el estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este Artículo, será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa de Q5,000.00 a Q100,000.00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.

Fuente: Congreso de la República de Guatemala. *Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente 5 de diciembre de 1896*. Artículo 8. p. 3.

2.1.15.2. Concepto de estudio de impacto ambiental

La evaluación de un impacto ambiental es un instrumento de política ambiental adoptado en numerosas jurisdicciones (países, regiones o gobiernos locales, así como por organizaciones internacionales entre lo que se encuentran los bancos de desarrollo sustentable y entidades privadas). El principio de actuar de forma preventiva en el campo ambiental, al ser incorporado a las legislaciones nacionales, modificó radicalmente a los procesos, tanto públicos como privados, de toma de decisiones entonces existentes.

2.2. Localización predial y uso de suelo de la zona 10 del municipio de San Miguel Petapa

Guatemala en sus municipios necesita un ordenamiento territorial y para eso, se necesita una asignación de uso de suelo pues este trabajo de graduación es uno de los cimientos para ese extenso trabajo en el municipio de San Miguel Petapa.

2.2.1. Descripción teórica

La localización y georreferenciación comprende la delimitación de un lugar o cosa en un sistema de coordenadas, en este caso la asignación de información predial, esto brinda un mejor manejo de información.

2.2.1.1. Plan Nacional K'atun 2 032

El Plan Nacional K'atun propone una visión común de país, El Plan de Desarrollo K'atun, Nuestra Guatemala 2 032 constituye la política nacional de desarrollo de largo plazo que articula las políticas, planes, programas, proyectos e inversiones; es decir, el ciclo de gestión de desarrollo.

Este planteamiento surge de la necesidad de revertir las condiciones de vida de grandes sectores de la población, los cuales han visto, durante lapsos de tiempo prolongados, obstaculizando el ejercicio ciudadano, principalmente como consecuencia de esquemas de diferenciación social, desigualdad y exclusión, sobre todo de los indígenas, las mujeres y de quienes viven en el área rural.

- Metas estratégicas de Desarrollo (MED)

En el punto resolutivo se aprobaron también cambios en los nombres de algunas prioridades, para que sean más fáciles de comprender y asimilar por toda la población:

- Reducción de la pobreza y proyección social
- Acceso a Servicios de salud
- Acceso al agua y gestión de los recursos naturales
- Seguridad alimentaria y nutricional
- Impulso de la inversión y el empleo
- Valor económico de los recursos naturales
- Fortalecimiento institucional
- Seguridad y justicia
- Educación
- Reforma fiscal integral
- Ordenamiento Territorial

2.2.1.2. Plan de Ordenamiento Territorial (POT)

El POT es un cuerpo normativo básico de planificación y regulación urbana conformado por normas técnicas, legales y administrativas que se establecen para regular y orientar el desarrollo de su territorio.

Es una herramienta indispensable para hacer realidad las políticas territoriales de la municipalidad, cuyo fin primordial es simplificar y la normativa existente, buscando dar más calidad de la información, más certeza a los vecinos residentes e inversionistas, y proveyendo principalmente calidad de vida a sus habitantes.

El POT se basa en la categorización del territorio en zonas generales que van de lo rural a lo urbano, tomando en consideración la oferta de transporte para determinar las intensidades de construcción y reduciendo la misma en zonas ambientales y valiosas y de alto riesgo.

En San Miguel Petapa no se cuenta con un plan de ordenamiento territorial, por lo tanto, se ha trabajado con las bases para la generación de información sobre el territorio. Se está trabajando en la identificación y delimitación predial con la oficina de Catastro de la municipalidad para esto se auxilia del *software* QGIS para el levantamiento de información geográfica, previamente se han realizado esfuerzos dentro de la municipalidad para realizar la división territorial, así como la división de zonas y subdivisión territorial.

2.2.1.3. Sistema de Información Geográfica (SIG)

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) consiste en la unión de información en formato digital y herramientas informáticas (programas) para su análisis con unos objetivos concretos dentro de una organización. Un SIG es un caso particular de un Sistema de Información en el que la información aparece georreferenciada es decir incluye su posición en el espacio utilizando un sistema de coordenadas estandarizado resultado de una proyección cartográfica (generalmente UTM).

Un SIG en una región, contendrá información ambiental y socioeconómica de manera que se pueda consultar las características de un determinado espacio o cuales son las áreas que cumplen con el conjunto de criterios recomendables para, por ejemplo, instalaciones de parques o gimnasios al aire libre para así evitar en organizaciones delincuentes absorban a los jóvenes

Cuando se habla de Sistema de Información (SI), suele pensarse en grandes sistemas informáticos que prestan apoyo a empresas u organismos de cierta envergadura. Este apoyo implica lo siguiente:

- El almacenamiento de la información de algún lugar en específico, desde los servicios de una vivienda, hasta un país como tal.
- Permitir la consulta de datos particulares con cierta facilidad y desde diferentes puntos.
- Analizar estos datos para obtener un mejor conocimiento de la vicisitud que atraviesa el lugar.
- Ayudar en la toma de decisiones importantes.

2.2.1.4. Base Inmobiliaria Georreferenciada (BIG)

La Base Inmobiliaria Georreferenciada (BIG), es un conjunto de acciones que involucra el uso de herramientas y sistemas operativos SIG que permite ubicar y definir el conjunto de propiedades que conforman el territorio para diversos usos de beneficio municipal, IUSI, diseño de servicios, zonificación, censo, entre otros. Además de proveer información para fortalecer el catastro municipal y así poder identificar zonas de riesgo y hacer eficiente el uso de los servicios públicos a los usuarios.

2.2.1.5. Quantum GIS

Es un sistema de información geográfica basado en *software* de código abierto, es uno de los primeros proyectos de fundación OSGeo, permite la manipulación de formatos tipos ráster y vectoriales a través de las bibliotecas GDAL y OGR, así como base de datos. Algunas características:

- Manejo de archivos espaciales *shape* files (líneas, puntos y polígonos)
- Soporte de extensión espacial PostGis
- Soporte para una importante cantidad de números de tipos de archivos

2.2.1.5.1. Métodos para la georreferenciación

La buena georreferenciación consiste al identificar los puntos en la capa ráster obtenida de forma digital (Google Maps, Street View, entre otros), o ya sea de forma escaneada. La búsqueda de pixeles en la capa ráster dará una buena georreferenciación de lugar, para luego proceder a dibujar sobre la imagen ráster y así poder transformarla en una capa *shape*, para obtener un mejor manejo de la información que se le asignará posteriormente.

Regularmente los parámetros de las transformaciones más sencillas suelen ser suficientes de dos a cinco puntos homólogos; se sabe que a más puntos permite obtener menor incertidumbre para la georreferenciación.

Algunos de los nombres que se pueden mencionar con estas transformaciones son los siguientes:

- Transformación polinómica o de grado superior a dos: permite corregir distorsiones y errores de manera más precisa a cambio de distorsionar la imagen del documento para encajar mejor a la geometría.
- Transformación conforme: está compuesta por una traslación según el eje X, otra en el eje de las Y, un giro y un cambio de escala.
- Transformación afín: permite calcular los mismos parámetros que la transformación conforme, pero aplicando un cambio de escala diferente en el eje X y en el eje de las Y.

2.2.1.5.2. Tecnología y equipo de georreferenciación

La importancia de la tecnología en el siglo XXI es de carácter obligatorio para la investigación y el desarrollo de un país, por eso como estudiantes se ven obligados al uso de esta.

Para la asignación de uso de suelo a un nivel predial, se realizó un levantamiento de información mediante la aplicación Mapillary, es un software satelital conectado mediante la red de internet. Para así geoposicionar en cualquier parte del mundo esto con el fin de obtener información fotográficamente mediante el teléfono celular, que posteriormente servirán para la asignación de información en el software Quantum GIS. A continuación, se enlistará la tecnología y equipo:

- Teléfono celular (con cámara y acceso a internet)
- Aplicación Mapillary
- Computadora
- Software QGIS (gratuito)
- Transporte, apoyados por la municipalidad de San Miguel Petapa (vehículo, motocicleta o bicicleta).

2.2.1.6. Digitalización

Al concluir la recolección de información por medio de las fotografías tomadas por el teléfono mediante la aplicación Mapillary, se es necesario procesarla al software QGIS, y tener un respaldo digital y así contar con la información de forma rápida y segura.

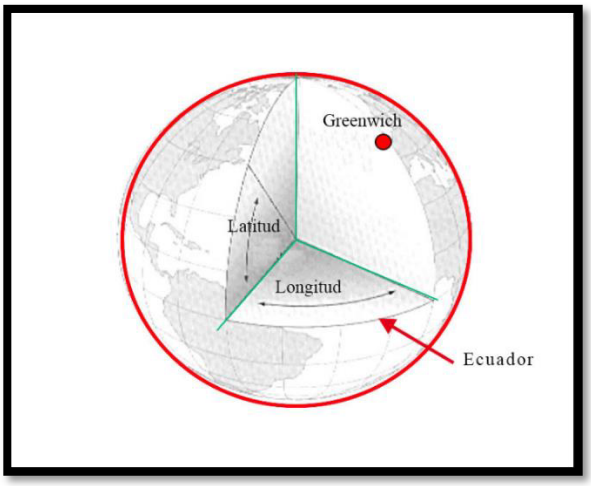
La digitalización consistió en la conversión de líneas a polígonos de los predios de la zona 10 del municipio. La oficina de catastro contaba con la capa de los predios de la zona en AutoCAD, ya solo se realizó la digitalización de polígonos para así transportar la capa de líneas a QGIS para su posterior conversión a polígonos en el programa y así obtener el manejo y asignación de información.

2.2.1.7. Sistema de coordenadas

Un sistema de coordenadas geográficas (GCS) se utiliza una superficie esférica de tres dimensiones para definir ubicaciones en la Tierra, a los GCS, Sistema de Coordenadas Geográficas (*Geographic Coordinate System)* Se los llama incorrectamente datum, pero un datum es solo una parte de un GCS. Un GCS incluye una unidad angular de mediad, un meridiano base y un datum (basado en un esferoide).

Para hacer referencia a un punto se utilizan sus valores de latitud y longitud. La longitud y latitud son ángulos medidos desde el centro de la Tierra hasta un punto de la superficie de la Tierra.

Figura 9. **Sistema de coordenadas geográficas**



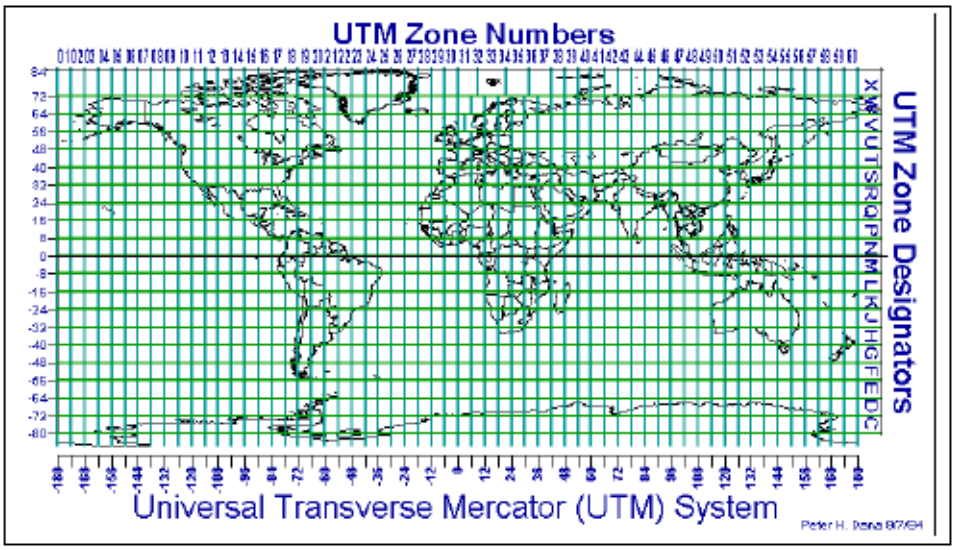
Fuente: Esri ArcMap, 2019, http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/databases/databases-and-arcgis.htm. Consultado septiembre 2018

2.2.1.7.1. Coordenadas UTM (Universal Transversal Mercator)

Se refiere a una proyección cilíndrica transversa, la tierra se divide en husos, con una anchura de 6 grados de longitud, empezando desde el meridiano de Greenwich. Cada zona consta con su propio meridiano central, las zonas 1 Norte y 1 Sur comienzas en los 180 grados Oeste. Los límites de cada zona se sitúan en los 84 grados Norte y 80 grados Sur, apareciendo la división entre las zonas norte y sur en el Ecuador.

En cada uno de los husos el meridiano central tiene siempre un valor X = 500 000 metros disminuyendo hacia el Oeste (hasta 0) y aumentando hacia el Este (1000 Km). En el Ecuador Y = 0 metros, incrementándose el valor hacia el Norte y hacia el Sur. Los valores de la coordenada X en los bordes del huso dependen de la latitud.

Figura 10. **Zona UTM**



Fuente: SARRÍA, Francisco Alonso. *Sistema de Información Geográfica*. p. 19.

2.2.1.7.2. Norma COGUANOR NTG 211001

La siguiente norma hace referencia a información geográfica – Sistema de proyección para la información geoespacial para Guatemala (GTM).

Trata sobre normalizar un sistema de coordenadas planas único en Guatemala que sea la referencia para los trabajos cartográficos, geodésicos, catastrales, así como para los sistemas de información geográfica (SIG).

El principal objetivo es fijar los parámetros del sistema de referencia de coordenadas planas oficial: Guatemala Transversa de Mercator (GTM), en base a los requerimientos de la norma internacional ISO 19111:2007. Adicionalmente, describe la información y procedimientos requeridos para cambiar valores de coordenadas referidas en el sistema NAD 27 al sistema WGS 84.

También se puede mencionar su aplicación a datos geográficos tales como posiciones de puntos aislados, mapas, tablas y documentos de texto tanto en formato análogo como digital y debe ser respetada por productores y usuarios de información geográfica.

Figura 11. **Definición del sistema de referencia COGUANOR NTG 211001**

Cuadro 1: Parámetros que definen la "Proyección Guatemala Transversa de Mercator"

Nombre del elemento	Entrada	Comentario
Código de la clase del sistema de referencia de coordenadas	1	El número 1 se refiere a un sistema de referencia de coordenadas con todos los datos de definición dados al completo
Identificador del sistema de referencia de coordenadas	GTM	
Identificador del datum	WGS84	
Tipo de datum	Geodésico	
Punto de anclaje del datum	Centro de la tierra	
Notas sobre el datum		
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 del 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 del sistema de coordenadas	m	
Nombre del eje del sistema de coordenadas	E	Estos parámetros se refieren al valor *x* de las

Continuación figura 11.

Dirección del eje del sistema de coordenadas	este	coordenadas proyectadas
identificador de unidades del eje del sistema de coordenadas	m	
identificador de la operación de coordenadas	Mercator Transversa	
Fórmula del método de operación de coordenadas	Ver capítulo 6	En este capítulo se indican las normas para la transformación de coordenadas
Número de parámetros del método de operación de coordenadas	5	Estos parámetros son los valores que se deben usar para definir la 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: Comisión Guatemalteca de Normas. Ministerio de Economía. *Norma Nacional para Sistemas de Proyección para Información Geoespacial para Guatemala, GTM COGUANOR NTG 211001*. p. 6 - 7.

2.2.1.7.3. Coordenadas GTM (Guatemala Transversal Mercator)

El territorio de Guatemala se ubica en dos zonas UTM, la 15 norte y la 16 norte, razón por la cual se creó una proyección única para Guatemala, Guatemala *Transverse Mercator* (GTM) en donde el territorio nacional se encuentra ubicado dentro de una sola zona. La proyección GTM es una adaptación de la proyección UTM en la que se modificó únicamente el origen de las coordenadas X (meridiano central) y el factor de escala es el mismo meridiano, de manera que se mejore la precisión para toda la cartografía en general.

2.2.2. Levantamiento de información

El uso de información es de suma importancia en cualquier campo de la ingeniería. Estos sistemas son necesario para la creación de una base de datos por medio de una capa predial tipo polígono en ella se almacena información sobre número de predio, categoría general, uso de suelo por medio de una tabla de atributos correspondientes a inmuebles (tipo descriptivo).

Para la digitalización y localización predial se han utilizado ortofotos de año 2006 proporcionadas por la Municipalidad de San Miguel Petapa, las cuales de gran ayuda para la delimitación de predios desde vista área.

Se ha hecho un levantamiento por medio de la aplicación Mapillary (fotografías georreferenciadas), estas se hacen en campo debido a que la visualización es a nivel de calle, con esto el levantamiento de información es mucho más sencillo para posteriormente obtener la creación de mapas con información predial.

2.2.2.1. Reconocimiento de la zona

Se hicieron varias visitas para el levantamiento de la información del reconocimiento de la zona 10 del Municipio de San Miguel Petapa, con el propósito de realizar de iniciar con la asignación de información al programa Quantum GIS.

Figura 12. **Levantamiento de información SIG, mediante la aplicación Mapillary**



Fuente: elaboración propia, visita de campo, zona 10, San Miguel Petapa.

2.2.2.2. Levantamiento de información y sus distintas alternativas

Para el proceso de la obtención de información es realizado por medio de tres herramientas, cada una de ellas es auxiliar de la otra; estas herramientas son: visitas de campo mediante la aplicación Mapillary, ortofotos que brindó la municipalidad y el programa Google Earth.

Cuando se tenía algún problema con la visualización de la foto desde Mapillary (vista de calle), se recurría a Google Earth siempre y cuando esté disponible en las calles dado que no todas las calles están disponibles. En la figura 12, se muestra el tipo de levantamiento que se realizaba por medio de la aplicación.

Se puede mencionar sobre el uso que se les dio a las ortofotos, cuando una imagen no contaba con buena resolución y la vista de calle tampoco se lograba visualizar se recurría a las ortofotos, del año 2 006 contaban con muy buena resolución. Por eso se concluye que las tres herramientas se complementaban perfectamente.

2.2.2.2.1. Vista en Google Earth

La siguiente herramienta brinda una visualización en planta del globo terráqueo, así como también en algunas partes la vista de calle en 360 grados (*Street view)*. El recorrido y recolección de datos inicia mediante automotores o bien recorridos a pie que poseen dispositivos especializados. Entre las que se puede mencionar cámaras fotográficas de alta definición que a la vez también contienen GPS, sensores y discos de almacenamientos de los datos.

2.2.2.2.2. Vista en Mapillary

Mapillary es una herramienta que ayuda al levantamiento de fotografías georreferenciadas, Mapillary ofrece varias modalidades de captura de fotos, vía caminata, movilidad (bicicleta o vehículo) y así formar un *street view* o secuencia fotográfica. Se puede mencionar que el usuario puede hacer configuraciones pertinentes antes del inicio de la recolección de datos entre las que se mencionarán a continuación:

- Calidad de fotografía
- Tipo de captura (distancia o tiempo) (cada 5 metros)
- Distancia de la captura
- Periodo de tiempo

Para posteriormente subir las fotografías tomadas por el usuario a la plataforma de Mapillary y así desarrollar un levantamiento de información.

Figura 13. **Levantamiento de información móvil, mediante la aplicación Mapillary**



Fuente: elaboración propia, zona 10, San Miguel Petapa.

2.2.2.3. Georreferenciación predial de la zona 10 con las características del uso del suelo

La zona 10 cuenta con colonias, residenciales y parajes delimitadas cada una por lotificaciones, estas litificaciones son las subdivisiones físicas de los sectores delimitados bien será por vías de tránsito vehicular o peatonal.

La delimitación y la numeración de las manzanas son proporcionadas por la oficina de Catastro de la Municipalidad de San Miguel Petapa quienes, con base a las imágenes satelitales y ortofotos que se encuentran cargadas en las coordenadas de trabajo, delimitaron y numeraron cada una de ellas.

La oficina de catastro ya tenía digitalizado el mapa del municipio en una capa de líneas, el trabajo fue digitalizar las capas en polígonos mediante el programa de CAD, para su posterior traslado al programa Quantum GIS. Una vez llena la información general en la tabla de atributos se visualiza que no haya ningún problema en los polígonos de los predios trazados, se utiliza la herramienta vista de calle de la aplicación Mapillary, con ella se completa la clasificación del suelo en categoría y subcategoría específica.

Para la realización de la clasificación de uso de suelo, se ha tomado como base el documento de SEGEPLAN del año 2 011; debido que la actual carece de información específica con respecto a la subclasificación (“¿Cómo elaborar un Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial en Guatemala?” 2018.

Las categorías de clasificación del suelo para Guatemala son los siguientes:

- Espacios con predominancia urbana
- Espacios con escasa predominancia mixta
- Espacios con predominancia comercial

- Espacio comercial industrial
- Espacios especiales

Figura 14. **Clasificación: categorías y subcategorías específicas propuestas para el contexto nacional**

Clasificación del espacio/suelo		
Carácter general	Categorías (1:50000-1:25000)	Sub-categorías específicas (1:25000-1:5000)
Urbano	Residencial RES	Residencial baja densidad RES-BD Incluye: vivienda individual y/o unifamiliar, comercios aislados asociados, instalaciones públicas pequeñas, zonas verdes.
		Residencial alta densidad RES-AD Incluye: vivienda uni- y/o multifamiliar, comercio, instalaciones públicas, talleres no-perturbadores, zonas verdes.
		Zona Mixta RES-MX Incluye: Vivienda, comercios, industria, talleres, instalaciones públicas, transporte, zonas verdes.
	Comercial COM	Comercio COM-CO Incluye: comercio, servicios, institucional, gobierno, turismo, equipamientos públicos, transporte, viviendas aisladas, talleres, zonas verdes.
		Industria COM-IN Incluye: industria, equipamientos públicos, usos asociados, comercio aislado.

Continuación figura 14.

Rural	Núcleo rural - NUR	Zona Rural Residencial NUR-RE Incluye: vivienda, comercios pequeños asociados, instalaciones públicas/comerciales, zonas verdes, huertos familiares, ganado menor.
		Zona Rural Mixto NUR-MX Incluye: vivienda, comercios pequeños asociados, instalaciones públicas/comerciales, zonas verdes, huertos familiares, ganado menor, industria, comercio, equipamientos públicos.
	Agricultura: AGR	Agricultura campesina AGR-CA Incluye: agricultura, uso residencial familiar, artesanía, comercios pequeños.
		Agricultura comercial extensiva AGR-EX Aptitud agricultura extensiva, aptitud agroforestal, aptitud pecuaria, manejo especial, extracción extensiva familiar.
		Agricultura comercial intensiva AGR-IN Aptitud agricultura intensiva, aptitud agroforestal, aptitud pecuaria, manejo especial.
	Forestal: FOR	Bosques y vegetación natural, Bosques de coníferas, bosques mixtos, selvas tropicales, bosque secundario y pastizales naturales.
		Plantaciones forestales
	Zona de Producción sin predominancia agrícola PRO	Extracción PRO-EX Extracción intensa, Minería, Petróleo.
		Zona Rural Productivo PRO-PR Artesanía, comercio, equipamientos públicos, industria pequeña, producción con carácter especial.

Continuación figura 14.

Especial	Zona Especial ESP	Zona Especial Urbano ESP-UR (+definición) Zonas de uso especial (definición municipal p.ej. aeropuertos, terminal de buses, parques, instalaciones grandes, zona franca, educación/universidad, salud/hospital o de zonas mixtas de industria/comercio, centro comercial en la periferia etc.
		Zona Especial Rural ESP-RU (+definición) Tierras comunales, Ejidos municipales, Bosques comunales, Instalaciones públicas (salud/educación/casa comunitaria, iglesia etc.) .
		Gestión de Riesgo ESP-RI Zonas de recuperación y/o adaptación, áreas donde se aplican medidas de mitigación y/o reducción de vulnerabilidades.
		Transformación ESP-TR cambio de uso.
		Aprovechamiento Sostenible ESP-AS Uso de recursos naturales que no exceda su capacidad de regeneración (p. ej. agro forestaría sostenible.
Protección	Área de protección PTE	Protección espacial Zonas naturales, Zonas vulnerables (Barrancos, riveras, etc.),Reservas del Estado.
		Protección de estructuras Equipamientos, Complejo arquitectónico protegido o histórico (Ej. Calvario), Lugar sagrado, Protección vial.
		Protección del uso Acceso protegido (a…) por ejemplo acceso a fuentes de agua (servidumbre/derecho de paso) Zonas vulnerables (Barrancos, riveras, etc.).

Fuente: SEGEPLAN. *Guía para la elaboración del Plan de Ordenamiento Territorial Municipal*. p. 97-99.

En la siguiente tabla se muestran la codificación de colores, como una propuesta que se dio origen en la Mancomunidad Gran Ciudad de Sur pretende que la información sea sistematizada y manejada en algún software de información geográfica.

Tabla X. **Codificación gráfica de uso de suelo**

Subcategoría (Segeplan)	Descripción	Color	Código de color		
			R	G	B
Residencial baja densidad (RES-BD)	Viviendas de uno y dos niveles.		247	255	7
Residencial alta densidad (RES-AD)	Vivienda de 3 niveles o más (multifamiliares).		255	127	0
Zona Mixta (RES-MX)	La combinación de viviendas con comercio. Tiendas, farmacias etc.		250	0	171
Zona Comercial (COM-CO)	Comercio puro		232	139	229
Zona Comercial Industria (COM-IN)	Comercio industrial se puede mencionar: Maquilas o fábricas de cualquier índole.		135	7	167
Zona especial urbano (ESP-UR)	Terminales de buses, espacios municipales, iglesias, centros educativos, zonas francas.		129	152	195

Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Digitalización de la información levantada

Consiste en la transformación de la información que se tiene en papel o análoga, para su posterior transformación a forma digital apta para ser tratada o manipulada con mayor facilidad.

2.2.3.1. Traslado de la información análoga al programa libre QGIS

La información que se obtuvo por medio de las herramientas ya descritas (ref. 2.2.2.2.) es posible la digitalización directamente en el programa QGIS, utilizando cada una de las herramientas y aplicando criterios unificados.

Las capas que son posibles trabajar en QGIS, son:

- Capa ráster: trata una matriz de pixeles organizadas en forma de cuadrícula en la que cada celda contiene un valor que representa información. A estas capas se le conocen como imágenes satelitales, ya que pertenecen a los rásteres en forma de mapa base que contiene tres fuentes principales: ortografías de fotografías aéreas, imágenes satelitales y mapas escaneados.
- Capa vectorial o *shapefile*: es un formato sencillo no topológico que se utiliza para almacenar la ubicación geométrica y la información de atributos de objetos espaciales. Los objetos espaciales en esta pueden ser de tipo: punto, línea o polígono.

2.2.3.2. Registro de tabla de atributos

La tabla de atributos es la base un levantamiento de información SIG, debido a que toda la información que se tiene, también la recolectada irá en esta tabla. La tabla está constituida por filas y columnas, las filas reciben el nombre de valores o registros y las columnas el nombre de campos; cada una de estas tablas contiene información sobre la geometría de cada uno de los objetos dibujados o trasladados, dependiendo del caso.

Cada levantamiento de información es distinto uno de otro, esto varía dependiendo que tipo de información se requiere por la entidad, por consiguiente, la tabla de atributos es totalmente distinta.

Tabla XI. **Tabla de atributos zona 10, San Miguel Petapa**

No.	Descripción de los campos	Abreviatura	Tipo	Longitud
1	Código del departamento	COD_DEP	Entero	5
2	Nombre del departamento	NOM_DEP	Texto	30
3	Código del municipio	COD_MUN	Entero	5
4	Nombre del municipio	NOM_MUN	Texto	30
5	Número de la manzana	NUM_MZN	Entero	10
6	Número de predio	NUM_PRE	Entero	10
7	División territorial	DIV_TER	Texto	30
8	Nombre de división territorial	NOM_TER	Texto	30
9	Subdivisión territorial	SUB_TER	Texto	50
10	Nombre de subdivisión territorial	NOM_SUB	Texto	40
11	Nombre de digitador	NOM_DIG	Texto	40
12	Categoría de clasificación de suelo	CAT_SUE	Texto	30
13	Subcategoría específica de clasificación de suelo	SCA_SUE	Texto	50
14	Uso específico	USO_ESP	Texto	40
15	Nombre del uso específico	NOM_USO	Texto	30
16	Número de zona	NUM_ZON	Entero	2
17	Observaciones	OBS_GNRL	Texto	50

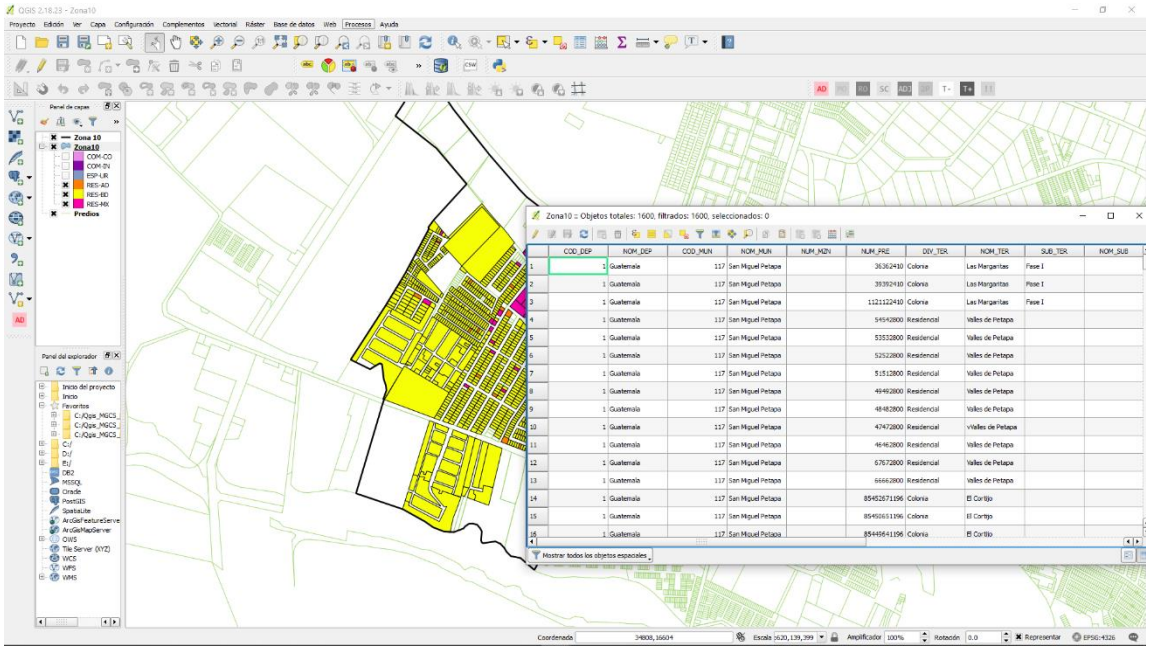
Fuente: elaboración propia.

2.2.3.3. Dibujo y asignación de geometrías: polígonos

Por medio del programa AutoCAD 2016 se realizó la creación de una capa que se le nombró polígonos, esta se trabajó en conjunto con imágenes satelitales para después trasladará la información al programa QGIS.

Con los elementos unificados y cargados en el programa se procede a la asignación de información en la tabla de atributos predio por predio, una vez teniendo la capa *shape* del predio se procede la utilización de la herramienta Mapillary (vista de calle) y con la herramienta de visualización se llenan los campos creado con los valores correspondientes. (ref. Tabla XV).

Figura 15. **Asignación de información en QGIS**



Fuente: elaboración propia, empleando QGIS.

2.2.4. Conformación del área espacial de la zona 10, San Miguel Petapa

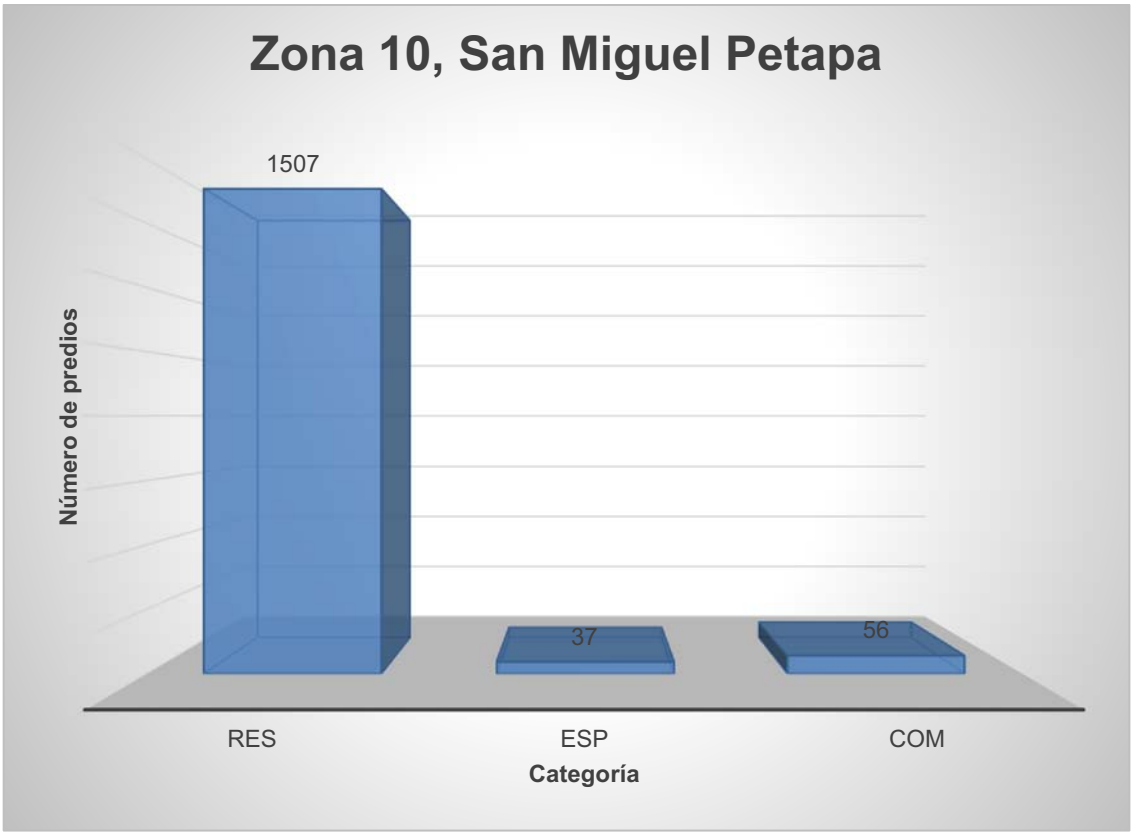
A continuación, se presenta información en forma gráfica que es de importancia para las autoridades de las distintas áreas en la Municipalidad de San Miguel Petapa.

2.2.4.1. Predios y su clasificación por uso del suelo

Para obtener información territorial del municipio se apoya a las municipalidades asociadas de la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur, en levantar información y completar la información predial municipal con la finalidad de fortalecer las oficinas municipales en la mejor prestación de sus servicios públicos municipales, catastro, agua potable, saneamiento, basura y mantener las estadísticas actualizadas.

- Predios: son clasificados como predios todos los lotes en donde se realiza cualquier actividad humana, entre las que se puede mencionar de tipo: residencial, comercial y especial.

Figura 16. **Gráfica de barra de la conformación del territorio de la zona 10, San Miguel Petapa**



Fuente: elaboración propia, número de predios según su categoría.

Uso de suelo: la zona 10 por pertenecer al área urbana del municipio, cuenta con diversas actividades aparte de ser una zona residencial, cuenta con mucho comercio esto debido a que se encuentra muy cerca del casco urbano. Además, cuenta con una zona Industrial, no muy grande pero significativa, para la generación de empleo. Todo esto es necesario para la clasificación de los predios con el objeto de proporcionar información a las autoridades municipales con el objeto primordial de promover una mejor calidad de vida.

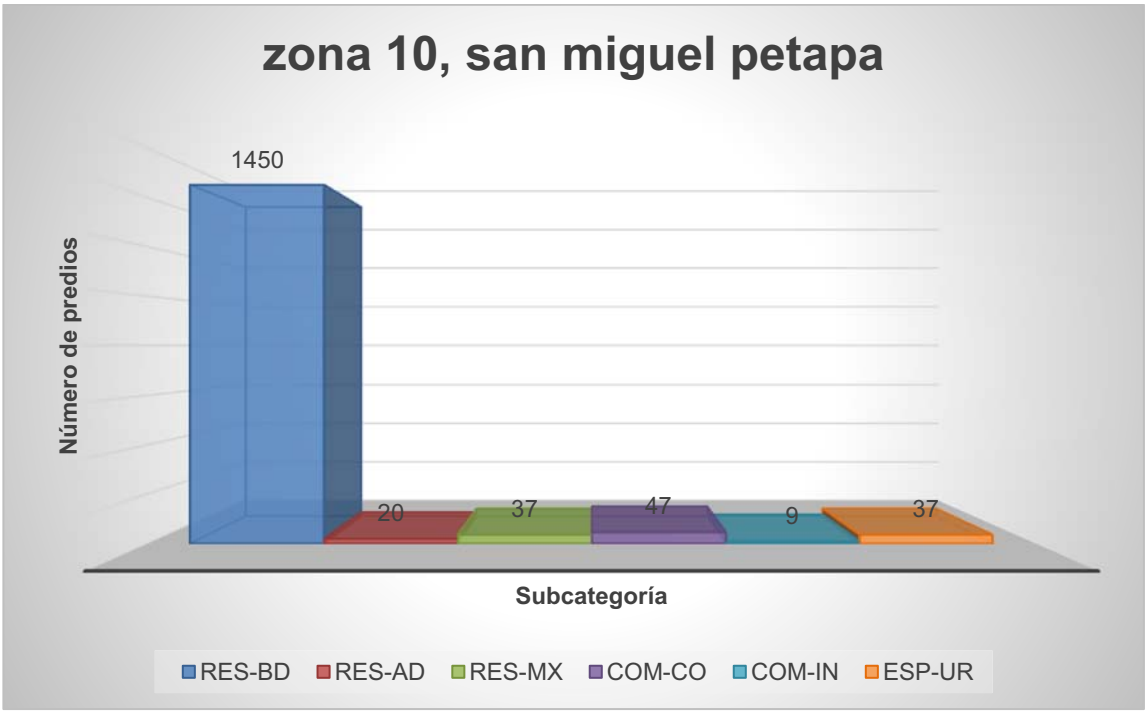
Tabla XII. **Clasificación del espacio/suelo**

Categoría	Predios	Porcentaje
RES-BD	1 450	90,63 %
RES-AD	20	1,25 %
RES-MX	37	2,31 %
COM-CO	47	2,94 %
COM-IN	9	0,56 %
ESP-UR	37	2,31 %
TOTAL	1 600	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar el uso que se le da a los predios de la zona 10 de San Miguel Petapa, es de tipo residencial de baja densidad, con algunos comercios y residencia mixtas (tiendas, panaderías, pinchazos, talleres). La parte Noreste del municipio cuenta con zona industrial con el 0,56 % (ref. tabla VII). También los centros educativos, parques municipales, iglesias etc. Con el 2,31 % como dato interesante estas entidades están exentas de impuestos, este es uno de muchos ejemplos que se pueden mencionar.

Figura 17. **Gráfica de barras de la clasificación del espacio/suelo**



Fuente: elaboración propia, número de predios según su subcategoría.

Con la información que se muestra en la gráfica de la figura 17 se le puede dar un gran uso con respecto a futuros proyectos tipo residencial como, por ejemplo: drenaje sanitario, agua potable y pavimentación entre otros.

3. DIAGNÓSTICO DE SANEAMIENTO

Guatemala es un país en vías de desarrollo, por lo tanto, como nación se tienen muchas cosas que mejorar y ahí es donde uno entra como ciudadano guatemalteco con una educación superior, realizando estudios y diagnósticos para generar un impacto positivo hacia las personas e inculcarles buenos hábitos de limpieza en áreas públicas y así contribuir con el desarrollo debido a que el cambio empieza en uno mismo. Los padres juegan un papel importante en esto, al enseñarle a sus hijos y generaciones futuras el no tirar basura en la vía pública o bien de forma directa ayudar a la limpieza de nuestro municipio o vecindario.

San Miguel Petapa es un municipio dormitorio, esto quiere decir que la mayoría de las personas duermen ahí, pero trabajan en la ciudad de Guatemala. A continuación, se mencionarán los servicios con que cuenta el municipio con información obtenida del Plan de Desarrollo, San Miguel Petapa, Guatemala diciembre 2 011 – 2 025.

- Servicio de agua potable

En el municipio un total de 19 018 viviendas hacen uso del servicio de agua suministrada por chorro con uso exclusivo y equivale al 83,56 %. La utilización de chorro suministrado para varios hogares lo constituye un total de 1 319 hogares y equivale al 5,80%. Mientras la utilización de chorro público fuera del local tiene un total de 538 hogares equivalente al 2,64 %.

El uso de agua abastecida mediante pozo se utiliza en 345 hogares y equivale al 1,52 %, con camión o tonel 284 hogares registrados equivalente a un 1,25 %, por medio de río, lago o manantial 395 y equivale a un 1,74 %. De alguna

manera la población les llega el servicio de agua a un 100 % se tiene que mencionar que no todo el servicio es de calidad, algunas familias reciben el servicio de agua potable por medio de pipas y llenan sus toneles y casos para poder contar con el servicio.

En la zona 10 del municipio cuentan agua potable la mayoría de la población.

- Servicio sanitario

En San Miguel Petapa actualmente (segundo semestre 2018 y 2019), se siguen realizando proyectos de drenaje esto quiere decir que se ha avanzado bastante según el informe del PDM en el 2010. Existen 21 902 hogares que cuentan con servicio sanitario de un total de 22 760 hogares que existen en el municipio, esto constituye un 96,23 %. Se registra un total de 20 398 que hacen uso exclusivo para un mismo hogar por ejemplo se pueden mencionar algunas maneras:

En cuanto al servicio sanitario de 12 295 hogares cuentan con inodoro conectado a red de drenaje y equivale a un 56,13 % del total, y los inodoros conectados a la fosa sética son 4 998 hogares equivalente a un 22,82 %, con excusado lavable existen 1 218 y corresponde a un 5,56 %, letrina o pozo ciego 1 887 equivalente a un 8,62 %. Mientras los servicios sanitarios que son compartidos por varios hogares son 1 504; de los cuales 620 están conectados a red drenajes equivalente a un 2,33 % y 41 con excusado lavable y equivale a un 0,20 %. Con lo anterior se deduce que casi el 50 % no cuenta con una red de drenaje. Por lo tanto, la contaminación aumenta al no contar con el servicio de drenaje. Se espera que para finales del 2019 se cubra en 75 % el servicio de drenaje sanitario.

Figura 18. **Servicios en San Miguel Petapa**

Total de viviendas con acceso agua intradomiciliar y servicios de saneamiento mejorados	
Total de viviendas	26,721
Viviendas con servicio de agua potable	78.12%
Viviendas con servicio de saneamiento básico	81.97%

Fuente: SEGEPLAN. Plan de Desarrollo San Miguel Petapa, Guatemala. *Acceso al agua potable y saneamiento básico INE 2002*. p. 34.

Figura 19. **Sostenibilidad del medio ambiente**

ODM 7: Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente

Meta 7C: Reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento.

Meta de país 83% de viviendas con acceso al agua potable y 67.5 % con acceso a servicios de saneamiento básico.

Agua potable: año base 1994, dato municipio= 93.9%
Meta de municipio 2015= 97.0%

Saneamiento básico: año base 1994, dato municipio = 73.5%
Meta de municipio 2015= 86.8%.

La proporción de las viviendas con acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico de acuerdo con la última medición (2002) fue de 78.12% y 81.97%, lo que indica una brecha para contribuir con el ODM al año 2015 de 18.88% y 4.83% respectivamente.

Fuente: SEGEPLAN. Plan de Desarrollo San Miguel Petapa, Guatemala. *Acceso al agua potable y saneamiento básico SEGEPLAN, 2010 / DMP 2011*. p. 34.

- Drenaje sanitario

El municipio de San Miguel Petapa cuenta con sistemas de alcantarillado pluvial 349 tuberías de concreto que conducen el agua proveniente de la lluvia hacia 344 pozos dentro del área municipal y hacia ríos. El sistema que es usado en municipio es un sistema combinado.

Cabe mencionar que el municipio de San Miguel Petapa cuenta con 128 pozos de absorción que trabajan como sistemas combinados, siendo sanitario y pluvial.

Cabe mencionar que la municipalidad de San Miguel Petapa no cuenta actualmente con Plantas de tratamiento de carácter municipal para tratar sus aguas, las existentes son de uso privado.

- Desechos sólidos

En el municipio hay diferentes maneras del trato de la basura, el mayor porcentaje de la población cuenta con un servicio privado, el porcentaje restante cuenta con un servicio municipal, unos pocos la tiran en cualquier lugar; otros la entierran.

La municipalidad mediante la Dirección de Gestión Ambiental y Forestal, cuenta con trenes de aseo, y se encarga de realizar limpieza en las calles y avenidas del municipio, este se realiza diariamente, pero en diferentes sectores del municipio, y el área de servicios públicos realiza limpieza y remoción de desechos sólidos que se encuentra en los drenajes.

Debido a la problemática de desechos sólidos en los drenajes sanitarios y siendo estos provocados en su mayoría por productos de material plástico, y debido a que gran parte de los mismos es transportada por los ríos Pinula, Villalobos y Platanitos hacia el lago Amatitlán, la Dirección de Gestión Ambiental y Forestal de la municipalidad de San Miguel Petapa, junto a Concejo Municipal, aprobaron el acuerdo 050-2018, que prohíbe el uso de la bolsa plástica, productos de un solo uso y demás, siendo como alternativa el uso de productos biodegradables. Este entro en vigor en diciembre 2018 habiendo informado previamente a la población de que se harían estos cambios para el bien común.

CONCLUSIONES

1. El diseño de la red de distribución de agua potable para la colonia Las Margaritas, zona 10, municipio San Miguel Petapa, departamento de Guatemala, mejorará el servicio de agua prestado a una comunidad de 3 417 habitantes futuros, brindándoles el servicio de una forma más continúa y equitativa.

2. El proyecto de localización predial y uso de suelo proveerá una base y guía para la realización del Plan de Ordenamiento Territorial en la zona 10 del municipio de San Miguel Petapa, y así cumplir con la ley del Código Municipal artículo 142 Formulación y Ejecución de Planes contribuyendo a la población de forma directa o indirectamente.

3. Se logrará reducir en un 50 % el costo que realiza la municipalidad para brindar el servicio de agua potable a la colonia Las Margaritas debido a que el bombeo actual es de veinte cuatro horas (24 horas), y la propuesta del presente proyecto es de doce horas (12 horas), esto viene en beneficio para la administración para poder usar ese recurso en brindar un servicio a otras colonias o residencial que así lo requieran.

4. Se ha realizado el análisis, predimensionamiento del tanque proporcionado por la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur de 125 metros cúbicos, debido a que el actual ha sido superado por la demanda de la población.

5. Los predios actualmente de la zona 10 del municipio de San Miguel Petapa, departamento de Guatemala se les realizó una georreferenciación, que permitió el análisis del uso de suelo en la zona,

determinando que el 94,19 % de los predios son utilizados para residencia de diferente tipo, existe el tipo comercial que se divide en comercial puro con un 2,94 % y comercial industrial siendo este de 0,56 % y un 2,31 % es de uso especial urbano. Esta información fue enlazada con el departamento de Catastro para un uso más eficiente en el momento de cobro del IUSI u otro uso en particular.

6. El proyecto de agua potable está en la categoría de proyecto de bajo impacto ambiental C-1 según el Acuerdo Gubernativo número 137-2016 del Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental Ministerio de Ambiente Recursos Naturales y el Listado Taxativo de Proyectos, Obras, Industrias o Actividades Acuerdo Ministerial número 199-2016, para la ejecución de este tipo de proyectos, porque al inicio del proyecto solo se harán movimientos de tierra, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación e instalación de las tuberías.

RECOMENDACIONES

1. La ejecución del proyecto de agua potable es preferible realizarse en época de no lluvia con el fin de evitar inconvenientes de inundaciones en las zanjas para la instalación de las tuberías, o en el traslado del material de relleno.

2. Iniciar el proyecto de la nueva red de distribución con prontitud debido a que las tuberías han cumplido su período para el que fueron diseñadas, y esto puede ocasionar problemas de fugas en la red y el desabasto en la población.

3. La Municipalidad de San Miguel Petapa debe de realizar un nuevo estudio (niveles estáticos y dinámicos), sobre el pozo existente de la colonia Las Margaritas, para que se tenga un análisis más reciente, esto debido a que el pozo se puede secar en algún momento.

4. Realizar el mantenimiento por parte de las autoridades municipales con respecto a la línea de impulsión y la red de distribución de agua potable, y las cajas de compuertas y accesorios en la red, para garantizar el mejor funcionamiento del sistema.

5. A las autoridades de la Municipalidad de San Miguel Petapa se les hace la recomendación, que previo a la ejecución del proyecto de agua potable, se contrate a una empresa que se dedique al diseño de tanques elevados tipo metálico, para que se realice el diseño estructural con su respectiva validación y construcción de dicho depósito. Debido a que lo expuesto en el informe de graduación corresponde a un

predimensionamiento y diseño brindado por Mancomunidad Gran Ciudad del Sur.

6. Crear una oficina de ordenamiento territorial para el desarrollo del municipio y que tengan que ver todas las áreas de la municipalidad, debido a que la información que se generará es para uso interno de la administración y no se pierda cuando venga una nueva administración, debido a que las administraciones pasadas se han llevado la información recaudada.

7. A la administración actual y las futuras, se les hace la recomendación puntual de continuar con el levantamiento de información, ya sea que con la oficina de ordenamiento territorial o estudiantes realizando su ejercicio profesional supervisado, esto es con el objetivo de crear las bases para la creación del Plan de Ordenamiento Territorial (POT).

8. De acuerdo con el diagnóstico de saneamiento, se recomienda a la Municipalidad de San Miguel Petapa la construcción del sistema de drenajes en las comunidades o colonias que así lo requieran, de no ser posible implementar letrinas o pozos sumideros para la disposición de excretas y aguas residuales, para el desarrollo del municipio.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 169 p.

2. CHÁVEZ ROCA, Pedro Antonio. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en aldea los cubes y sistema de alcantarillado sanitario para cantones rincón de piedra, agua tibia y Caserío el Encinón, cabecera municipal, municipio de Palencia, Departamento de Guatemala.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2017. 66 p.

3. Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) y Ministerio de Economía. *Norma COGUANOR NGO 29 001. Agua Potable Especificaciones.* Publicación en el Diario Oficial de Guatemala, 1985. 14 p.

4. ALONSO SARRÍA, Francisco. *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid, España. Editorial Rialp. Bosque Sendra, J. 2 000. 441 p.

5. GAITÁN, Pedro Pablo. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el Caserío el Chajil, Aldea El Durazno y localización predial y uso de suelo del Barrio Ingenio, Amatitlán, Guatemala.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2017. 136 p.

6. Instituto de Fomento Municipal. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: INFOM, 1997. 66 p.

7. Instituto Nacional de Estadística (INE). *Características de la población y de los locales de habitación censados.* Guatemala: INE 2003. 278 p.

8. Congreso de la República de Guatemala. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, *Decreto número 68-86. Reformado por el Decreto número 1-93. Artículo 8.* 1993. 14 p.

9. LÓPEZ ENRÍQUEZ, Gerber Iván. *Diseño de alcantarillado sanitario para la comunidad agraria San Roque y puente vehicular en el sector Méndez, municipio de Génova Costa Cuca, departamento de Quetzaltenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009. 163 p.

10. MARTÍNEZ, Billy Roger. *Diseño de la red de distribución de agua potable para la Aldea Yolwitz del Municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 116 p.

11. MAYORGA ROUGE, Roberto. *Diseño de abastecimientos rurales de agua potable*, Guatemala: Editorial Servicios Educativos Rurales (SER)., 1999. 24 p.

12. Municipalidad de Guatemala, GT. *POT, plan de ordenamiento territorial para el municipio de Guatemala.* [en línea].<http://pot.muniguate.com/guia_aplicacion/download/guia_de_aplicacion_down.php>. [Consulta: diciembre de 2018].

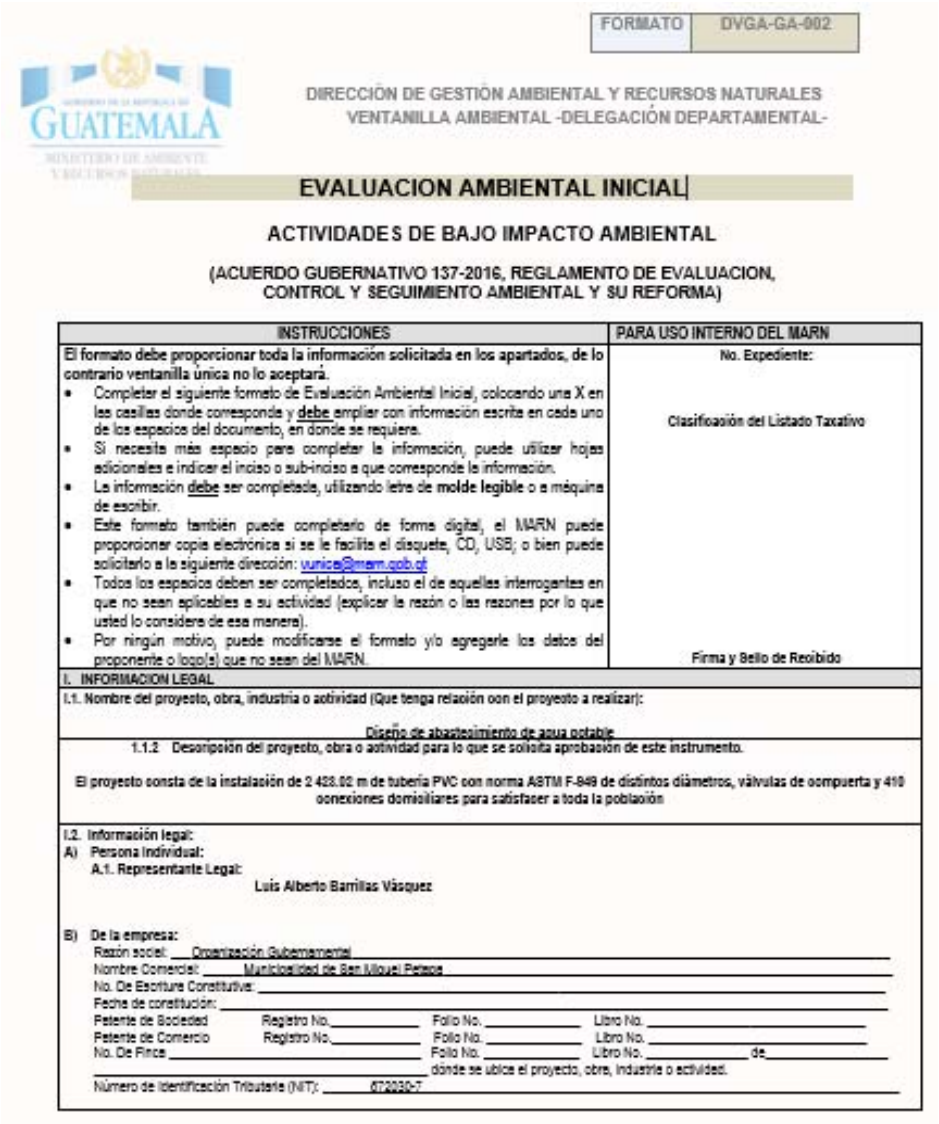
13. SEGEPLAN. Plan de Desarrollo 2011-2025, San Miguel Petapa, Guatemala. [en línea]. <www.segeplan.gob.gt/2.0/index.php?option=com_kw&view.pdf.>. [Consulta: diciembre de 2018].

14. _____. *Guía para la elaboración de un Plan de Ordenamiento Territorial Municipal.* Guatemala, 2016. 92 p.

15. UAN, G., SALDARRIGA, V. *Hidráulica de Tuberías.* 1a ed. Colombia: McGraw-Hill, 1998. 296 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Evaluación ambiental inicial del proyecto de diseño de sistema de abastecimiento de agua potable, colonia Las Margaritas, zona 10, San Miguel Petapa**



FORMATO DVGA-GA-002

GUATEMALA
MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

EVALUACION AMBIENTAL INICIAL

ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACION, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario ventanilla única no lo aceptará. • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial, colocando una X en las casillas donde corresponde y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de **molde legible** o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: unica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considere de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN.	**No. Expediente:** **Clasificación del Listado Taxativo** **Firma y Sello de Recibido**

I. INFORMACION LEGAL

I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (Que tenga relación con el proyecto a realizar):

Diseño de abastecimiento de agua potable

1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento.

El proyecto consta de la instalación de 2 423.02 m de tubería PVC con norma ASTM F-849 de distintos diámetros, válvulas de compuerta y 410 conexiones domiciliares para satisfacer a toda la población

I.2. Información legal:

A) Persona Individual:

A.1. Representante Legal:

Luis Alberto Barrillas Vásquez

B) De la empresa:

Razón social: Organización Gubernamental

Nombre Comercial: Municipalidad de San Miguel Petapa

No. De Escritura Constitutiva: _____

Fecha de constitución: _____

Patente de Sociedad Registro No._____ Folio No. _____ Libro No. _____

Patente de Comercio Registro No._____ Folio No. _____ Libro No. _____

No. De Finca _____ Folio No. _____ Libro No. _____ de_____

_____ donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.

Número de Identificación Tributaria (NIT): 672030-7

Continuación apéndice 1.

FORMATO	DVGA-GA-002

GUATEMALA
MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN

I.3 Teléfono 66921111 Correo electrónico: alcaldia@municipalidadpetapa.gob.gt

I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)

Colonia Villa hermosa 1, sector 10, zona 7 San Miguel Petapa, Guatemala

Especificar Coordenadas UTM o Geográficas

Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84	*Coordenadas Geográficas Datum WGS84*
INICIO 16 P 768881.8 m E 1608134.6 m N	INICIO LAT 14°32'0.409" N LONG 90° 33' 21.642" O
INICIO 16 P 764018.1 m E 1607879.9 m N	INICIO LAT 14°31'46.406 N LONG 90° 33' 0.612" O

I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)

1ª. Calle 1-68 zona 1, San Miguel Petapa, Guatemala

I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo

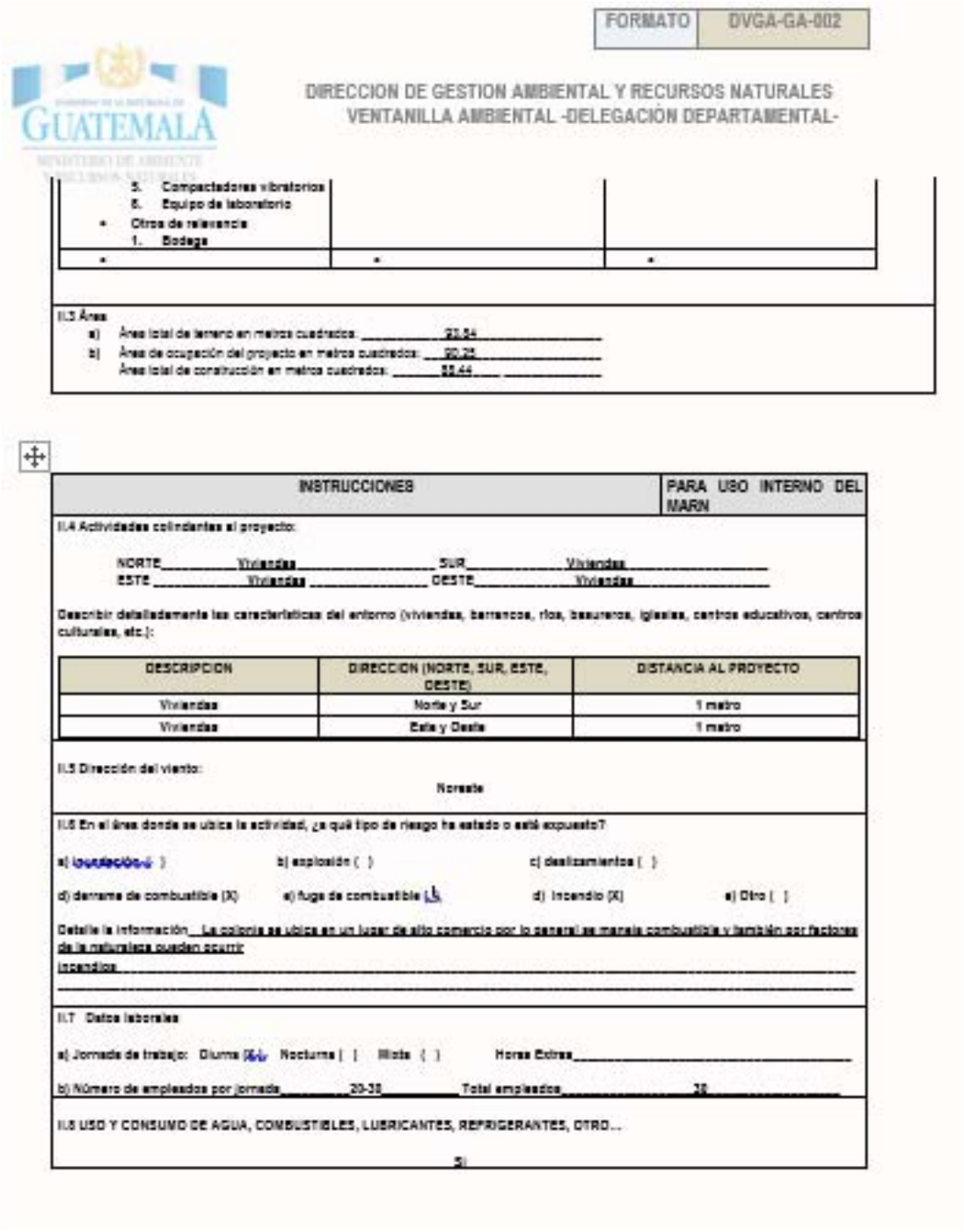
MSc.Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa

II. INFORMACION GENERAL

Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:

II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono
• Actividades a realizar 1. Trazo y taqueo 2. Zanjeo 3. Retiro de material 4. Colocación de tubería 5. Relleno lateral, inicial y final en tubería 6. Compactación 7. Retiro de material sobrante • Insumos necesarios 1. Agua potable 2. Energía eléctrica 3. Combustibles 4. Aceites 5. Refrigerantes • Maquinaria 1. Retroexcavadora 2. Camiones de volteo 3. Compactadores de mano 4. Rodos vibratorios	• Actividades o procesos 1. Topografía 2. Limpieza de tuberías 3. Mantenimiento de tuberías 4. Prohibir conexiones ilícitas • Materia prima e insumos 1. Agua Potable 2. Energía Eléctrica • Maquinaria 1. Camiones • Productos y Subproductos (bienes y servicios) 1. Bomba de agua potable 2. Servicios de limpieza municipal • Horario de Trabajo 1. 8 horas • Otros de relevancia	• Acciones a tomar en caso de cierre 1. Entrega de planos hidráulicos a la colonia 2. Reunión con autoridades locales y municipales 3. Diseño de nueva red de distribución de agua potable.

Continuación apéndice 1.



FORMATO | DVGA-GA-002

DIRECCION DE GESTION AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

5. Compactadores vibratorios 6. Equipo de laboratorio • Otros de relevancia 1. Bodega		
•	•	•

II.3 Área:
a) Área total de terreno en metros cuadrados: 99.84
b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: 99.84
Área total de construcción en metros cuadrados: 88.44

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN

II.4 Actividades colindantes al proyecto:

NORTE Viviendas SUR Viviendas
ESTE Viviendas OESTE Viviendas

Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):

DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO
Viviendas	Norte y Sur	1 metro
Viviendas	Este y Oeste	1 metro

II.5 Dirección del viento:
Noreste

II.6 En el área donde se ubica la actividad, ¿a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?

a) Inundación ( ) b) explosión ( ) c) deslizamientos ( )
d) derrame de combustible (X) e) fuga de combustible (X) d) Incendio (X) e) Otro ( )

Detalle la información La colonia se ubica en un lugar de alto comercio por lo general se maneja combustible y también por factores de la naturaleza pueden ocurrir incendios

II.7 Datos laborales

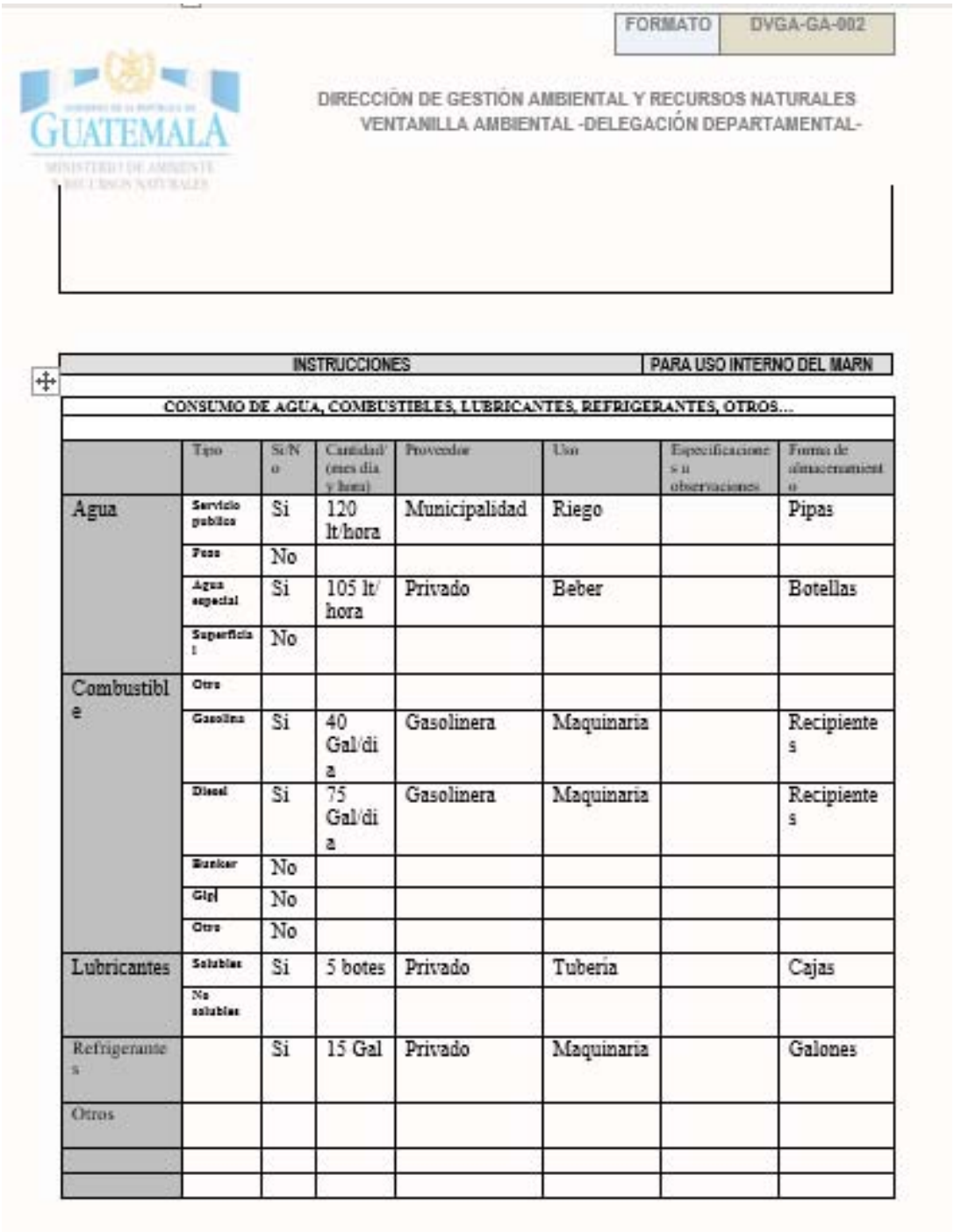
a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna ( ) Mixta ( ) Horas Extras

b) Número de empleados por jornada 20-30 Total empleados 30

II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...

a)

Continuación apéndice 1.



FORMATO | DVGA-GA-002

GUATEMALA

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...

	Tipo	Si/No	Cantidad/ (mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio publico	Si	120 lt/hora	Municipalidad	Riego		Pipas
	Pozo	No					
	Agua especial	Si	105 lt/ hora	Privado	Beber		Botellas
	Superficial	No					
Combustible	Otro						
	Gasolina	Si	40 Gal/dia	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Diesel	Si	75 Gal/dia	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Bunker	No					
	Glp	No					
	Otro	No					
Lubricantes	Solubles	Si	5 botes	Privado	Tubería		Cajas
	No solubles						
Refrigerantes		Si	15 Gal	Privado	Maquinaria		Galones
Otros							

Continuación apéndice 1.

FORMATO	DVGA-GA-002

GUATEMALA
MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia
III. IMPACTO AL AIRE
GASES Y PARTICULAS **III.1 Las acciones o operaciones de la Actividad, producen gases o particulas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material articulado, etc.) que se dispersan en el aire? ¿Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?** **MITIGACION** **III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o particulas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?**

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES III.3 ¿Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? No III.4 En donde se genere el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehiculos, etc.) Maquinaria, equipo, vehiculos III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores? Se generarán ruidos no mayores a los 70 Db, por lo que se recomienda la utilización de protección para los oidos de los trabajadores con sentido del oido muy fino	
OLORES III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o caracteristicas del o los olores: No III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente? No aplica	
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan? a) Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas) b) Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agricolas, pecuarias, hospitalarias) c) Mezcla de las anteriores d) Otro:	

Continuación apéndice 1.

FORMATO	DVGA-GA-002

GUATEMALA
MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

Cualquiera que fuere el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado. No aplica debido que se utilizaran inodoros portátiles los cuales serán limpiados tres veces por semana durante la ejecución del proyecto a cargo de un servicio privado

V.2 Indicar el número de servicios sanitarios
5 inodoros portátiles

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)
a) sistema de tratamiento
b) Capacidad
c) Operación y mantenimiento
d) Caudal a tratar
e) Etc.

DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES

IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo, en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior
Planta de tratamiento Granjas de Gerona

AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)
IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (ravines, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)
Los drenajes con los que cuenta la colonia

V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y físico)

DESECHOS SÓLIDOS
VOLUMEN DE DESECHOS
V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:

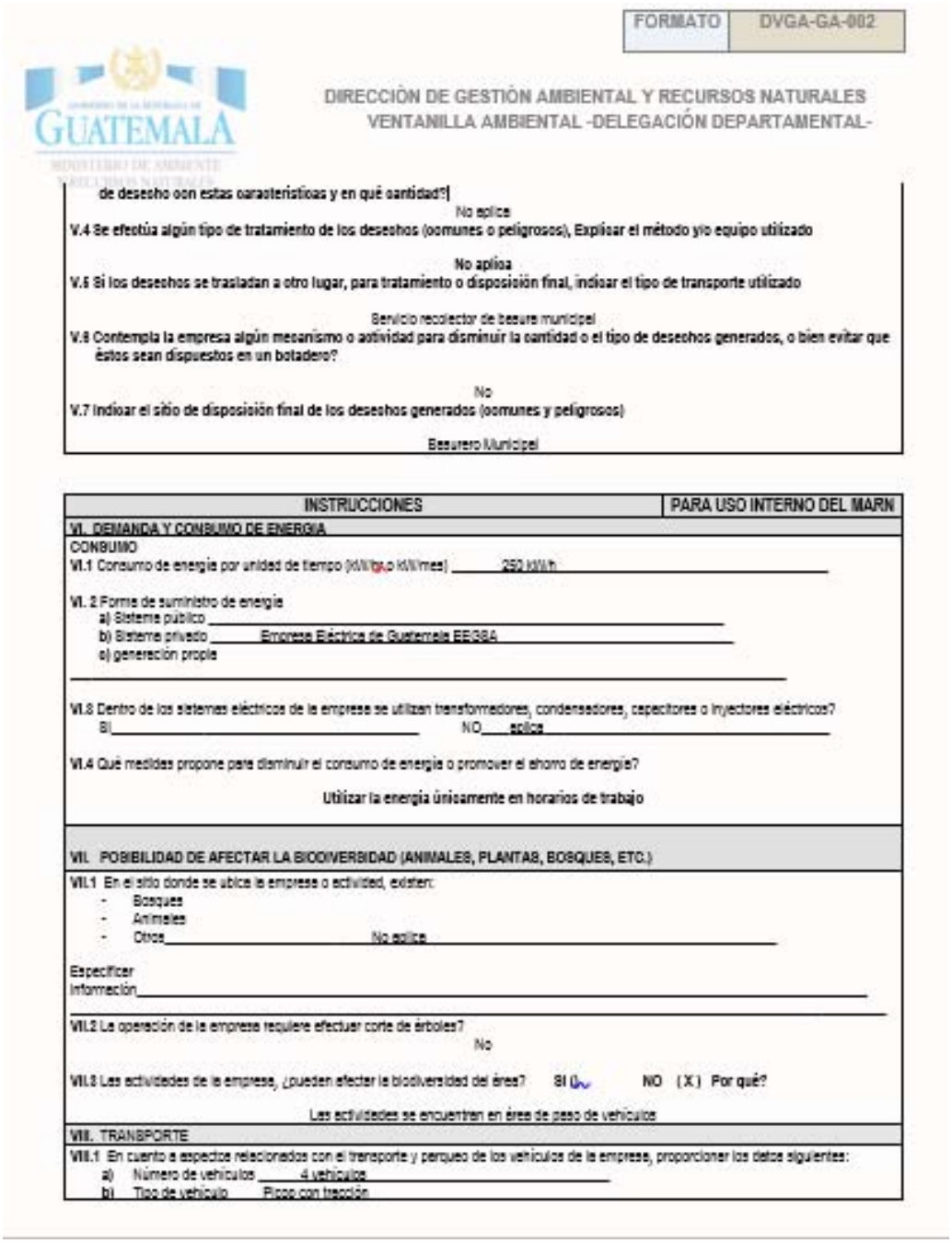
- [x] a) Similar al de una residencia 11 libras/día
- [ ] b) Generación entre 11 a 222 libras/día
- [ ] c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día
- [ ] d) Generación mayor a 1000 libras por día

V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.):

Plásticos, papel, orgánicos

V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo

Continuación apéndice 1.



FORMATO	DVGA-GA-002

GUATEMALA
MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

de desecho con estas caracteristicas y en qué cantidad?

No aplica

V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado

No aplica

V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado

Servicio recolector de basura municipal

V.6 Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?

No

V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)

Basurero Municipal

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN

VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA

CONSUMO

VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) 252 kW/h

VI. 2 Forma de suministro de energía

a) Sistema público

b) Sistema privado Empresa Eléctrica de Guatemala EEGSA

c) generación propia

VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?

SI NO aplica

VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?

Utilizar la energía únicamente en horarios de trabajo

VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERBIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)

VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:

- Bosques
- Animales
- Otros No aplica

Especificar
Información

VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles?

No

VII.3 Las actividades de la empresa, ¿pueden afectar la biodiversidad del área? SI ( ) NO (X) Por qué?

Las actividades se encuentran en área de paso de vehículos

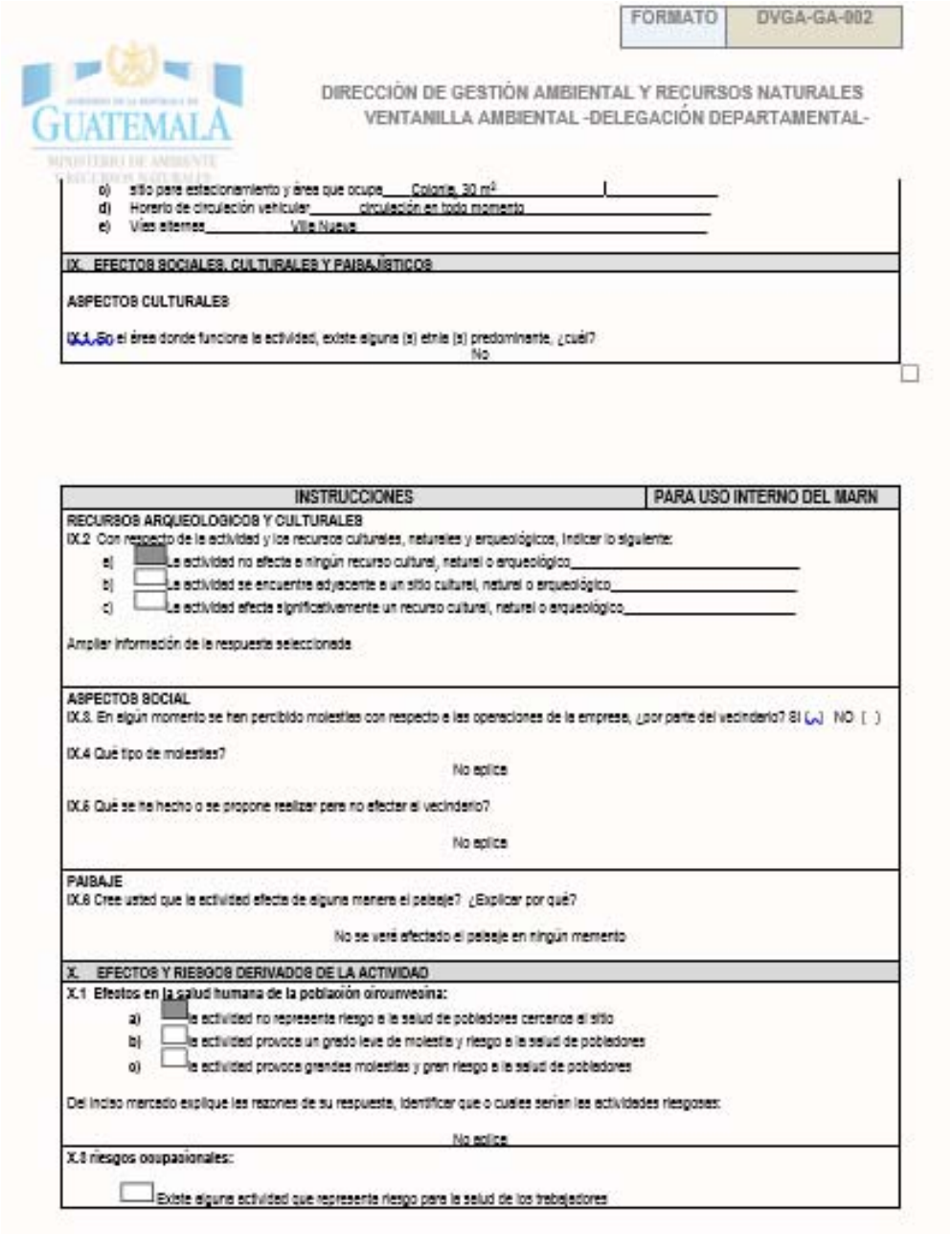
VIII. TRANSPORTE

VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:

a) Número de vehículos 4 vehículos

b) Tipo de vehículo Pickup con tracción

Continuación apéndice 1.



FORMATO	DVGA-GA-002

GUATEMALA
MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

c) sitio para estacionamiento y área que ocupe Colonia, 30 m²
d) Horario de circulación vehicular circulación en todo momento
e) Vías aferres Vía Nueva

IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS

ASPECTOS CULTURALES

IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, ¿cuál?
No

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN

RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES

IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, indicar lo siguiente:

a) [■] La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico
b) [ ] La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico
c) [ ] La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico

Ampliar información de la respuesta seleccionada

ASPECTOS SOCIAL

IX.3. En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, ¿por parte del vecindario? SI [x] NO [ ]

IX.4 Qué tipo de molestias?
No aplica

IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario?
No aplica

PAISAJE

IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? ¿Explicar por qué?
No se verá afectado el paisaje en ningún momento

X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD

X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:

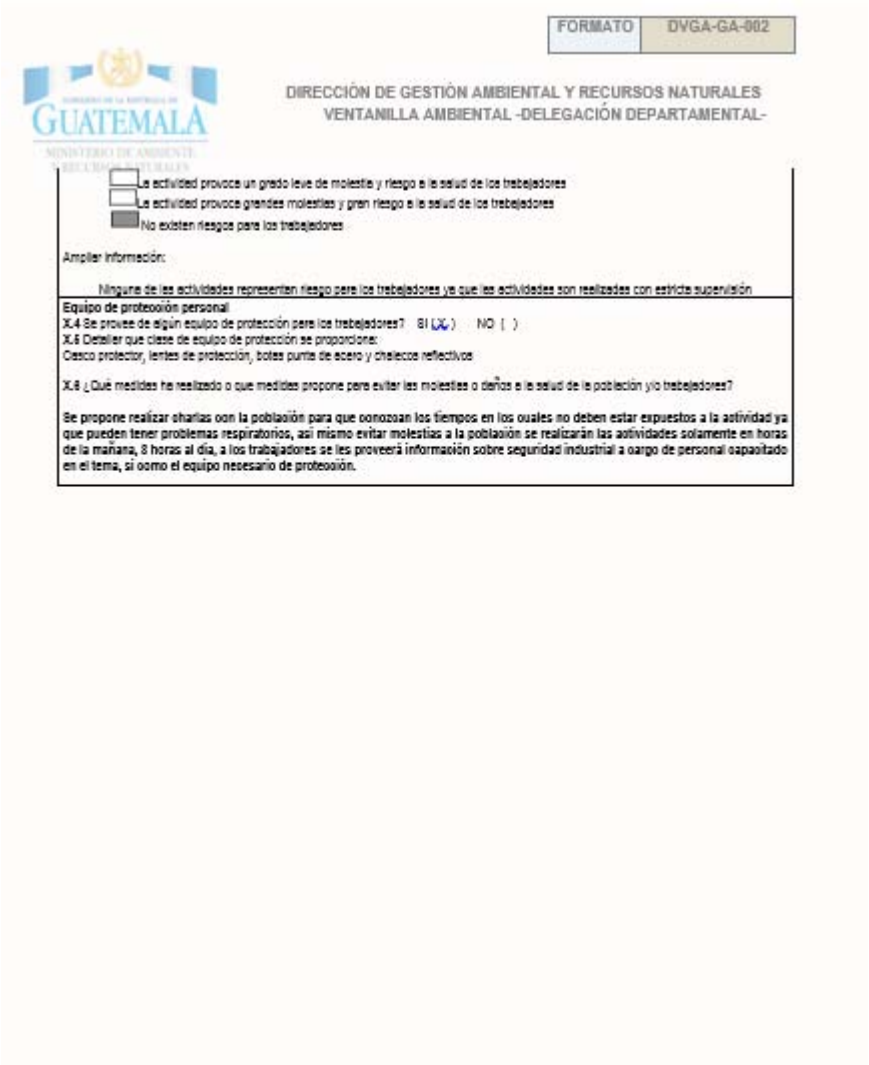
a) [■] La actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio
b) [ ] La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores
c) [ ] La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores

Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:
No aplica

X.2 riesgos ocupacionales:

[ ] Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores

Continuación apéndice 1.



FORMATO	DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

☐ La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores
☐ La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores
■ No existen riesgos para los trabajadores

Ampliar información:

Ninguna de las actividades representan riesgo para los trabajadores ya que las actividades son realizadas con estricta supervisión

Equipo de protección personal
X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ( )
X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:
Casco protector, lentes de protección, botas punta de acero y chalecos reflectivos

X.6 ¿Qué medidas ha realizado o que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?

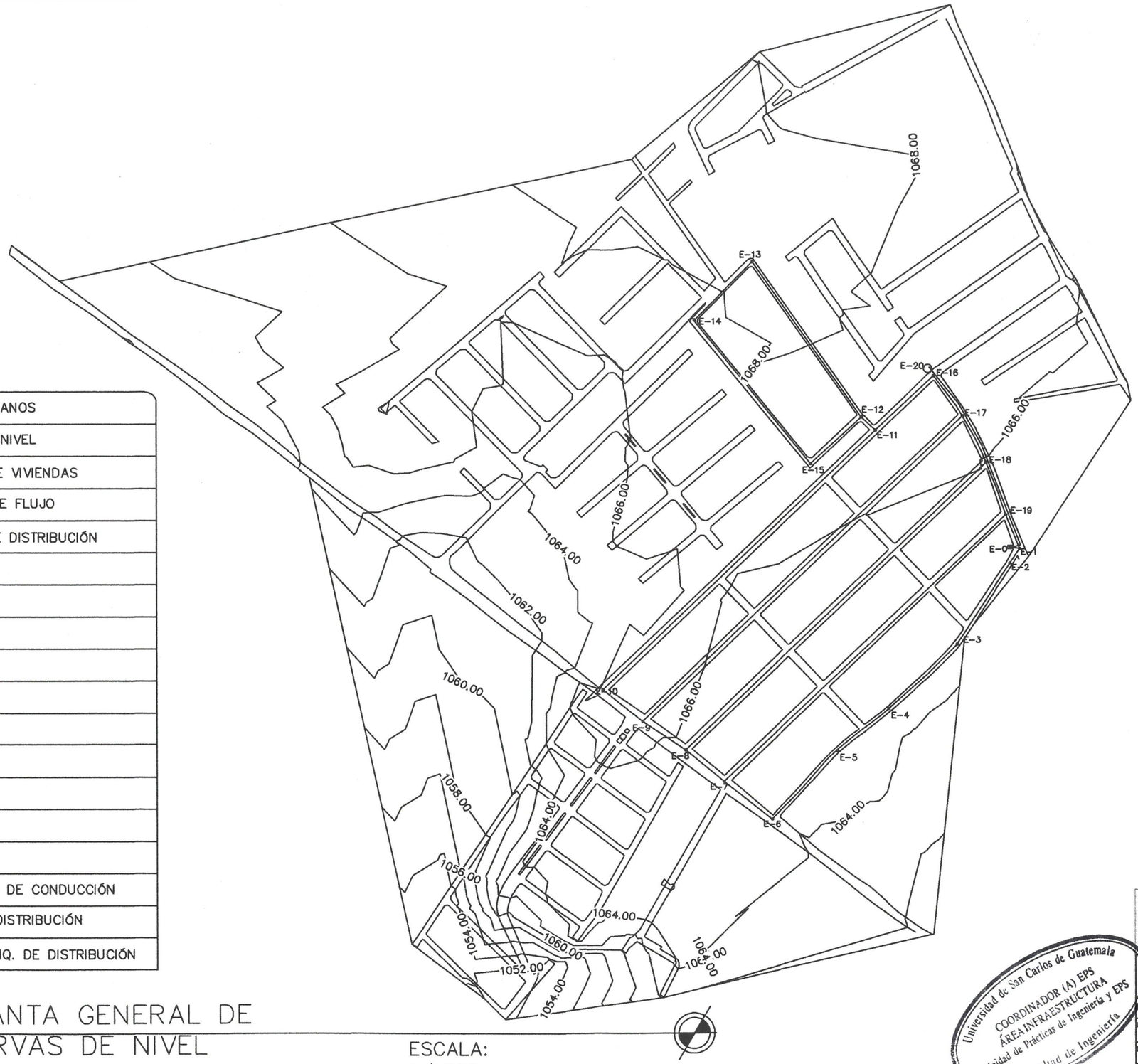
Se propone realizar charlas con la población para que conozcan los tiempos en los cuales no deben estar expuestos a la actividad ya que pueden tener problemas respiratorios, así mismo evitar molestias a la población se realizarán las actividades solamente en horas de la mañana, 8 horas al día, a los trabajadores se les proveerá información sobre seguridad industrial a cargo de personal capacitado en el tema, si como el equipo necesario de protección.

Fuente: elaboración propia, con base en el formulario DVGA-GA-R-002 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Apéndice 2. **Juego de planos del sistema de la red de distribución del sistema de abastecimiento de agua potable para la colonia Las Margaritas, zona 10, San Miguel Petapa**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

PLANOS	
1	CURVAS DE NIVEL
2	DENSIDAD DE VIVIENDAS
3	DIAGRAMA DE FLUJO
4	DET. RED DE DISTRIBUCIÓN
5	DETALLES
6	DETALLES
7	PERFILES
8	PERFILES
9	PERFILES
10	PERFILES
11	PERFILES
12	PERFILES
13	PERFILES
14	PERFILES
15	PERFIL LINEA DE CONDUCCIÓN
16	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
17	DETALLE TANQ. DE DISTRIBUCIÓN



PLANTA GENERAL DE CURVAS DE NIVEL

ESCALA:
1/1700

Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINADOR (A) EPS
ÁREA INFRAESTRUCTURA
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

MANCOMUNIDAD
GRAN CIUDAD DEL SUR
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA
GUATEMALA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA LAS MARGARITAS, ZONA 10

PLANO DE :
CURVAS DE NIVEL

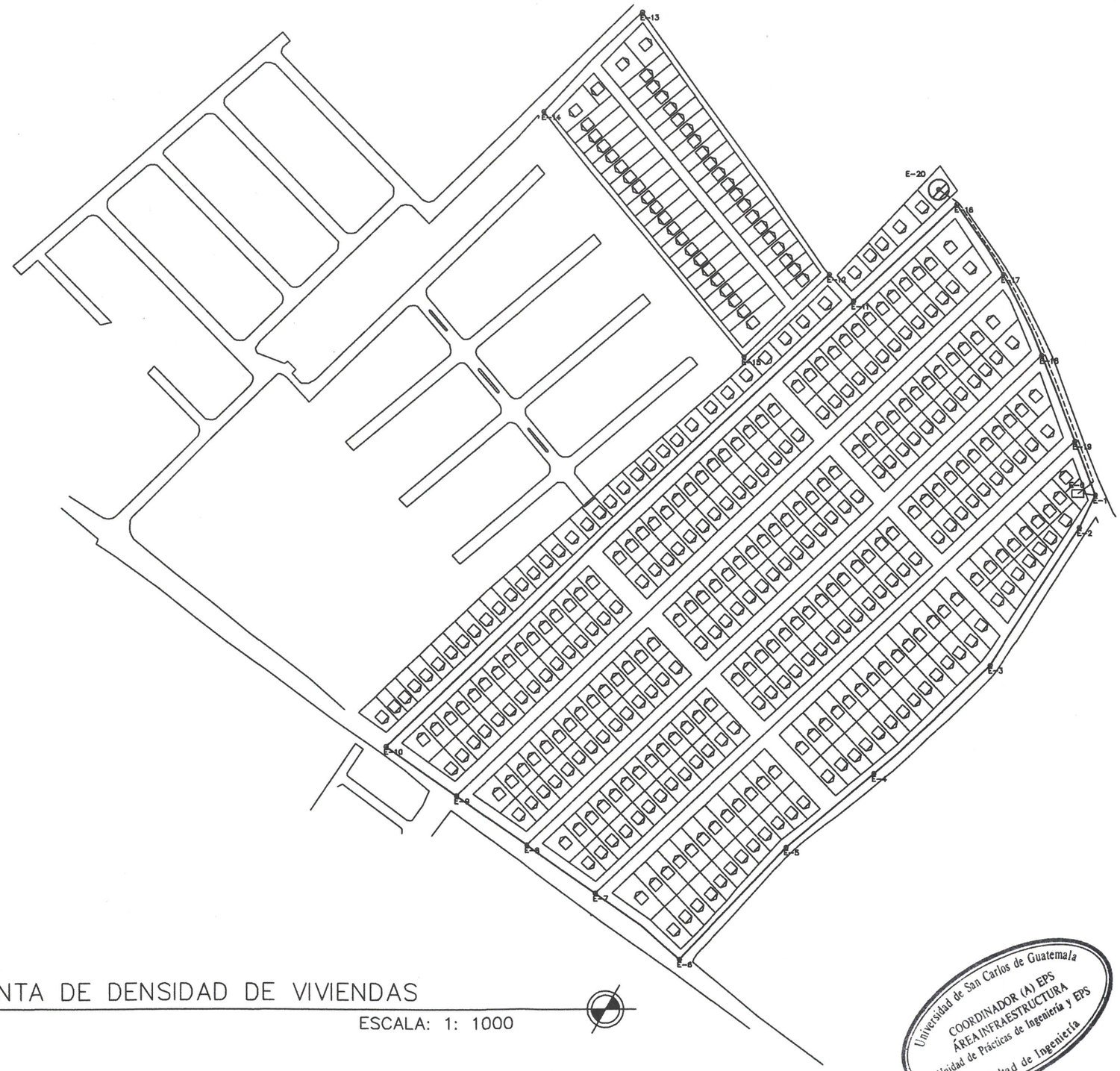
PROGRAMA
EPS USAC – 2018

ESCALA :
INDICADA

FECHA :
ENERO 2019

HOJA No.
1/17

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO HENRY BARRIOS	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO HENRY BARRIOS
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO HENRY BARRIOS	SUPERVISOR INGA. SILVIA RODRIGUEZ
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	



SIMBOLOGÍA	
	POZO MECÁNICO
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	RED DE DISTRIBUCIÓN
	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
	CASAS
E-XXXX	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA

PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDAS

ESCALA: 1: 1000

Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINADOR (A) EPS
ÁREA INFRAESTRUCTURA
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

MANCOMUNIDAD
GRAN CIUDAD DEL SUR
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA
GUATEMALA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA LAS MARGARITAS, ZONA 10

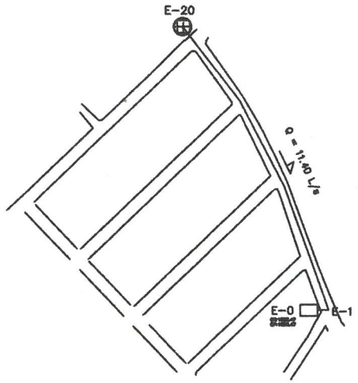
PLANO DE :

DENSIDAD DE VIVIENDA

PROGRAMA EPS USAC – 2018
ESCALA : INDICADA
FECHA : ENERO 2019

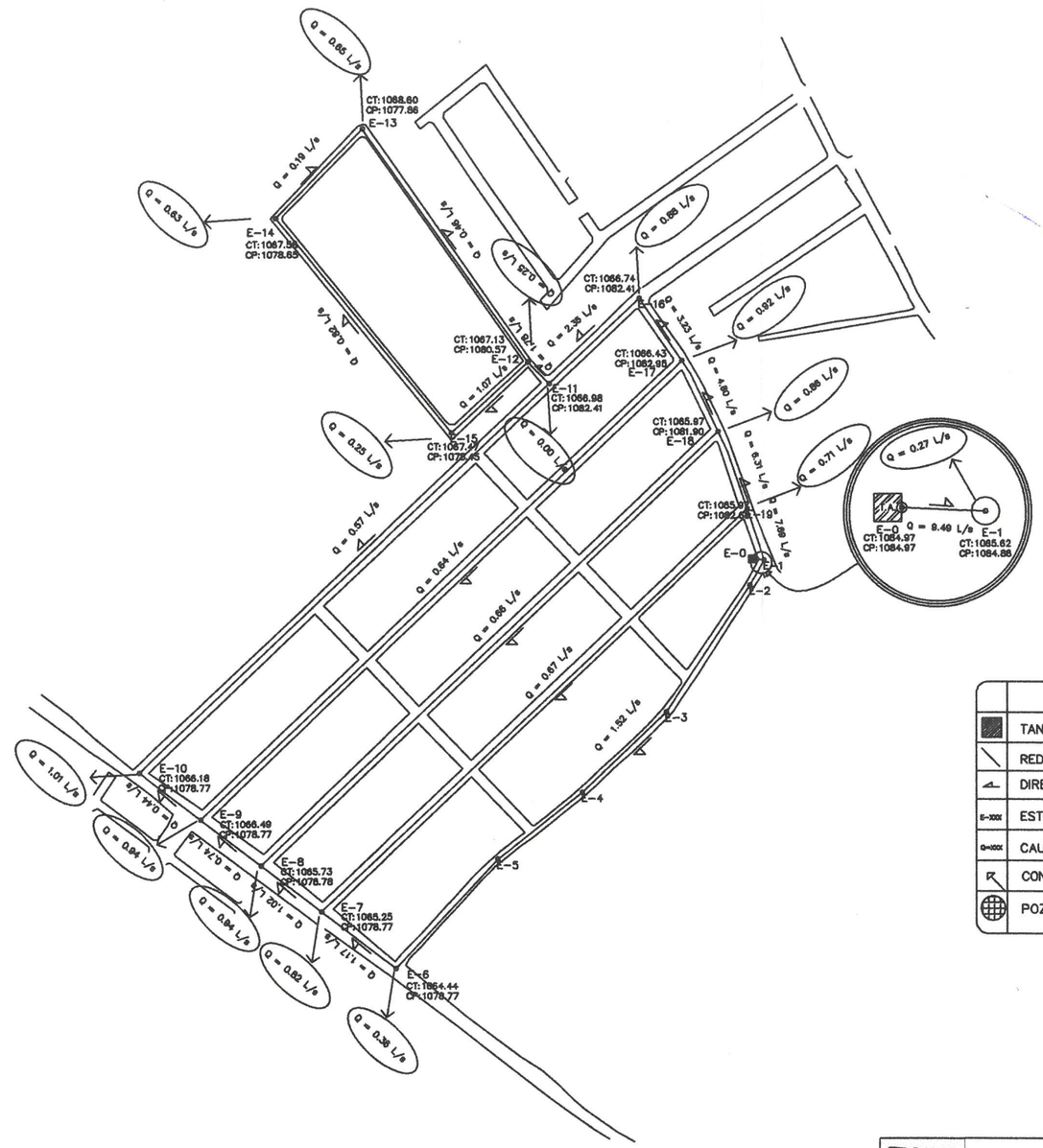
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO HENRY BARRIOS
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO HENRY BARRIOS
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR
DIBUJO Y CALCULO HIDRÁULICO HENRY BARRIOS
SUPERVISOR: [illegible]
Vo. Bo.

HOJA No. 2/17



PLANTA DIAGRAMAS DE FLUJO CONDUCCIÓN

ESCALA: 1: 1000



SIMBOLOGÍA	
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	RED DE DISTRIBUCIÓN
	DIRECCIÓN DEL CAUDAL
E-XXX	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
Q=XXX	CAUDAL EN TRAMO DE TUBERÍA
	CONSUMO DE CAUDAL
	POZO MECÁNICO

PLANTA DIAGRAMAS DE FLUJO DISTRIBUCIÓN

ESCALA: 1: 1000

Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINADOR (A) EPS
ÁREA INFRAESTRUCTURA
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

MANCOMUNIDAD
GRAN CIUDAD DEL SUR
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA
GUATEMALA, GUATEMALA

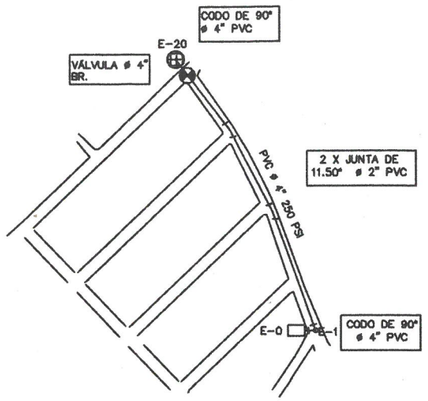
PROYECTO: DISEÑO RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA LAS MARGARITAS, ZONA 10

PLANO DE :
DIAGRAMA DE FLUJO

PROGRAMA EPS USAC - 2018
ESCALA : INDICADA
FECHA : ENERO 2018

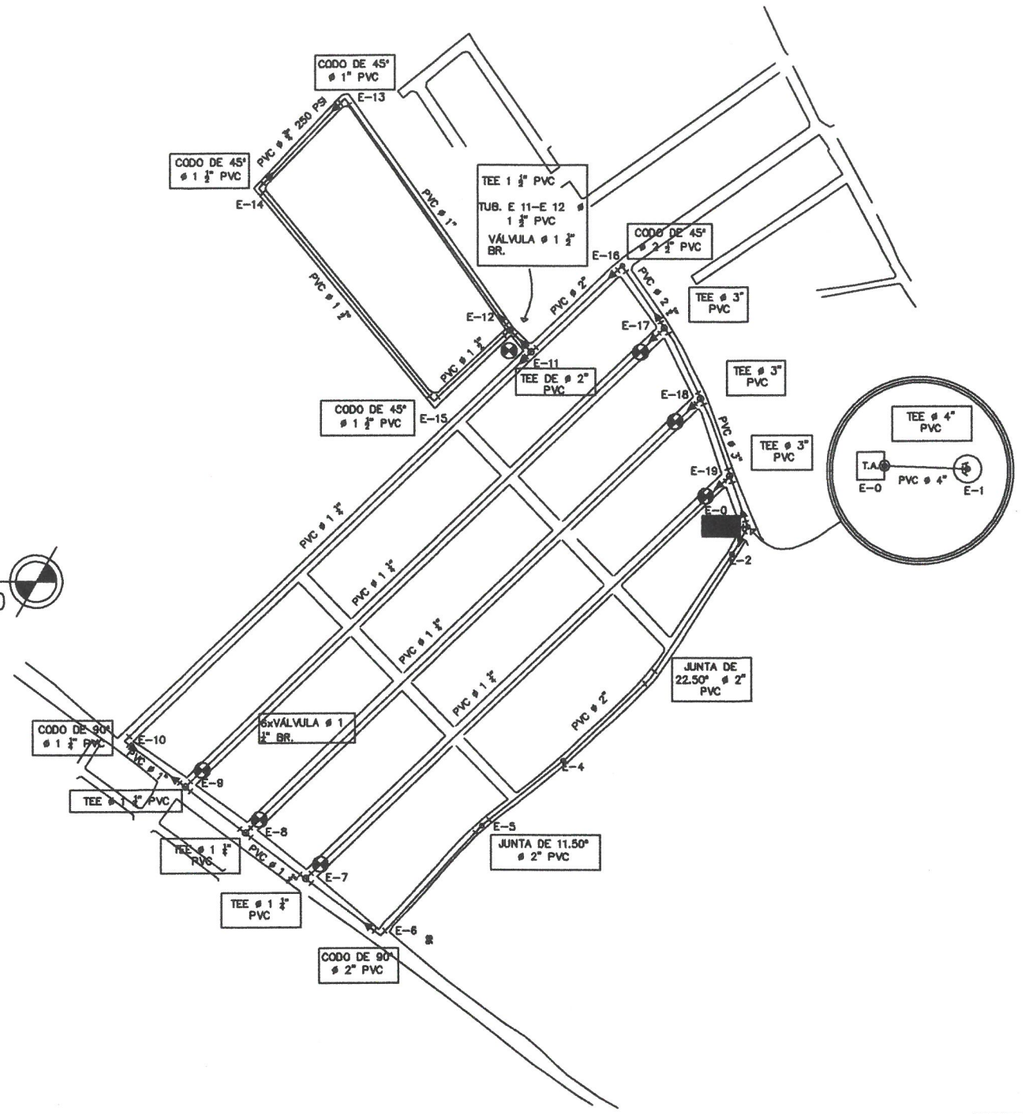
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: HENRY BARRIOS
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: HENRY BARRIOS
DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: HENRY BARRIOS
SUPERVISOR: ING. SILVIO RODRIGUEZ
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR

HOJA No. 3/17



PLANTA DE CONJUNTO HIDRÁULICO
CONDUCCIÓN

ESCALA: 1: 1000



SIMBOLOGÍA	
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	CASAS
	DIRECCIÓN DEL CAUDAL
	RED DE DISTRIBUCIÓN
E-1000	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
0.00	CAUDAL EN TRAMO DE TUBERÍA
	JUNTAS DE PVC DE 11.5° Y 22.5°
	VÁLVULA DE LIMPIEZA.
	TEE
	REDUCTOR BUSHING
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	CONSUMO DE CAUDAL
	POZO MECÁNICO

PLANTA DE CONJUNTO HIDRÁULICO
DISTRIBUCIÓN

ESCALA: 1: 1000

Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINADOR (A) EPS
ÁREA INFRAESTRUCTURA
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

MANCOMUNIDAD
GRAN CIUDAD DEL SUR
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA
GUATEMALA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA VILLA HERMOSA 1, SECTOR 10, ZONA 7

PLANO DE :
DETALLE DE LA
RED DE DISTRIBUCION

PROGRAMA
EPS USAC - 2018
ESCALA :
INDICADA
FECHA :
ENERO 2018
HOJA No.
4/17

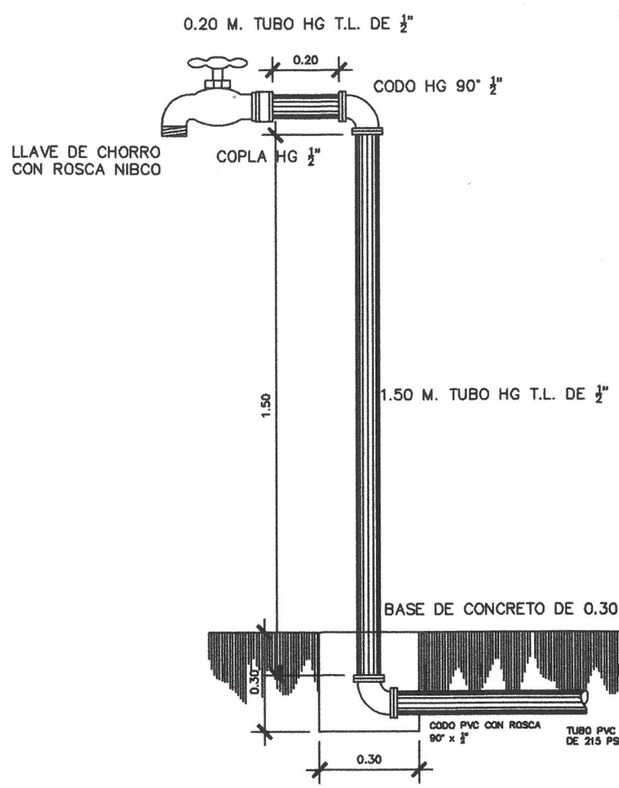
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO HENRY BARRIOS	DISEÑO Y CÁLCULO HIDRÁULICO HENRY BARRIOS
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO HENRY BARRIOS	SUPERVISOR INGA. OLIVIA RODRIGUEZ
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	

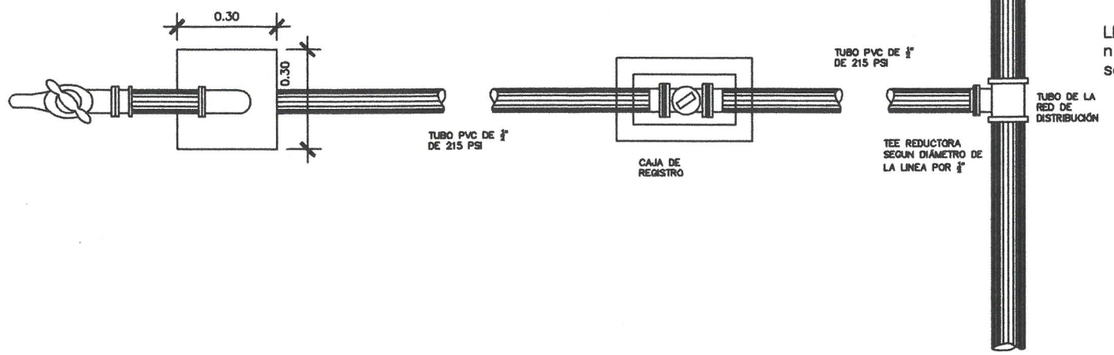
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tubería y accesorios de cloruro de polivinilo (PVC) deberá cumplir con todo los especificado para esta clase de tubería, deberán tener una presión mínima de trabajo de 350 PSI.

Llave de Paso: deberá ser de bronce, para una presión de trabajo de 315 PSI, el tipo de unión con la tubería será con rosca hembra, teniendo en el cuerpo impreso la marca de fábrica

Llave de chorro: será de bronce, norteamericana, con rosca en el extremo de salida y para una presión mínima de 70 psi (40 mca)





CONEXION DOMICILIAR ESTÁNDAR

SIN ESCALA

LISTA DE MATERIALES

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
TEE REDUCTORA PVC ø DE LINEA ø ½"	1 UNIDAD
ADAPTADOR MACHO PVC ø 1/2"	2 UNIDADES
VÁLVULA DE PASO ø 1/2"	1 UNIDAD
CODO DE 90° ø 1/2" HG	1 UNIDAD
COPLA ø 1/2" HG	1 UNIDAD
LLAVE DE GRIJO DE ø 1/2" CON ROSCA	1 UNIDAD
TUBERÍA ø 1/2" T.L.	2.00 M.
TUBERÍA ø 1/2" 315 PSI PVC	SEGÚN TOPOGRAFÍA
CODO DE 90° ø 1/2" PVC	1 UNIDAD

CONEXION DOMICILIAR ESTÁNDAR

SIN ESCALA

Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINADOR (A) EPS
ÁREA INFRAESTRUCTURA
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

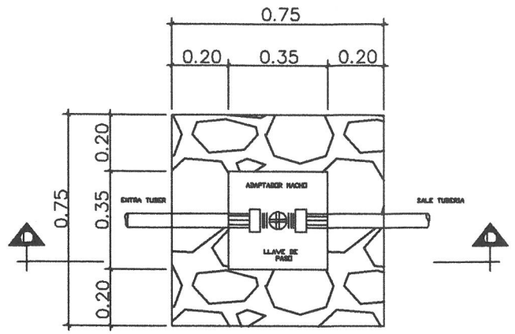
MANCOMUNIDAD
GRAN CIUDAD DEL SUR
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA
GUATEMALA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA LAS MARGARITAS, ZONA 10

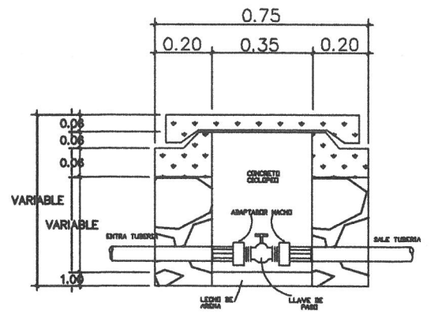
PLANO DE : DETALLES

PROGRAMA EPS USAC – 2018
ESCALA : INDICADA
FECHA : ENERO 2018
HOJA No. 5/17

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: HENRY BARRIOS
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: HENRY BARRIOS
DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: HENRY BARRIOS
SUPERVISOR: ING. [illegible]
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR



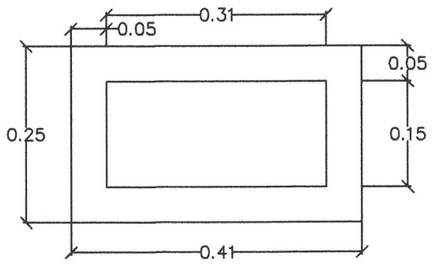
PLANTA



SECCIÓN L–L'

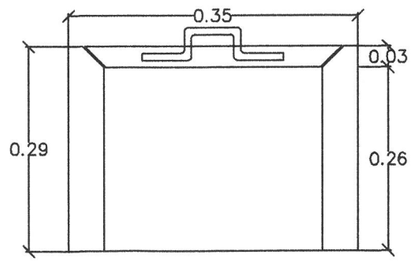
CAJA DE VÁLCULA DE COMPUERTA

ASA DE HIERRO DE $\frac{1}{4}$"



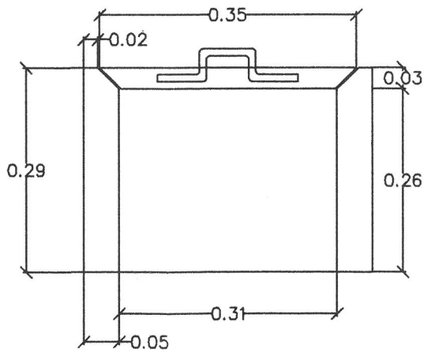
PLANTA DE CAJA DE REGISTRO

SIN
ESCALA



PERFIL DE CAJA DE REGISTRO

SIN
ESCALA



DETALLE DE TAPADERA Y ASA

SIN
ESCALA

MANCOMUNIDAD
GRAN CIUDAD DEL SUR
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA
GUATEMALA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA LAS MARGARITAS, ZONA 10

PLANO DE : DETALLES

PROGRAMA EPS USAC – 2015

ESCALA : INDICADA

FECHA : ENERO 2016

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: HENRY BARRIOS

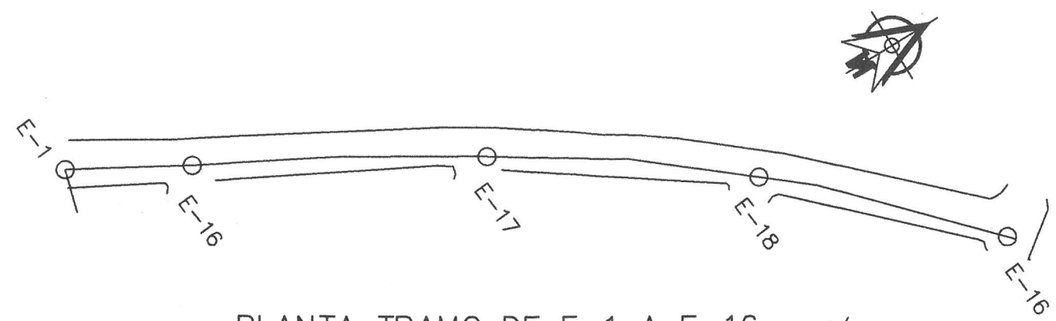
DISEÑO Y CALCULO TOPOGRAFICO: HENRY BARRIOS

DISEÑO Y CALCULO HIDRAULICO: HENRY BARRIOS

SUPERVISOR: ING. SILVIO RODRIGUEZ

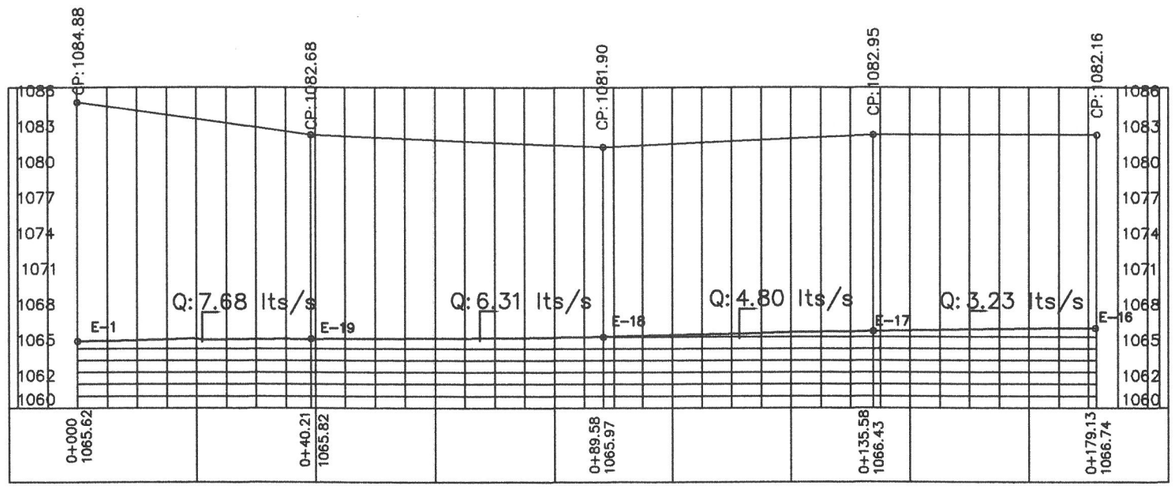
HOJA No. 16/17

Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINADOR (A) EPS
ÁREA INFRAESTRUCTURA Y EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



PLANTA TRAMO DE E-1 A E-16

ESCALA: 1:500



PERFIL TRAMO DE E-1 A E-16

ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 1:250

Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINADOR(A) EPS
ÁREA INFRAESTRUCTURA
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

MANCOMUNIDAD
GRAN CIUDAD DEL SUR
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA
GUATEMALA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA LAS MARGARITAS, ZONA 10

PLANO DE :

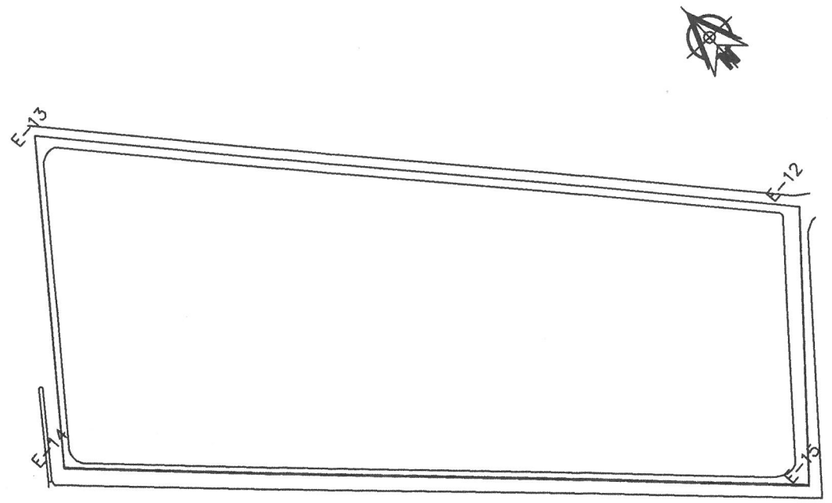
PERFILES

PROGRAMA
EPS USAC - 2018

ESCALA :
INDICADA

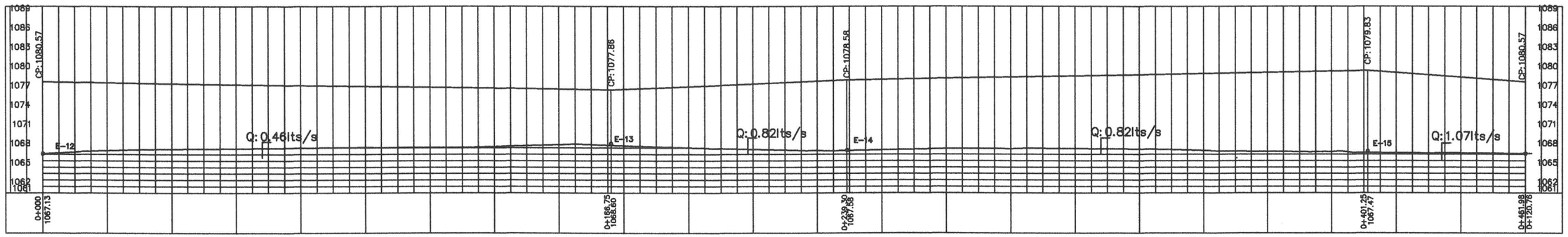
FECHA :
ENERO 2019

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO HENRY BARRIOS	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO HENRY BARRIOS	HOJA No. 7 / 17
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRAFICO HENRY BARRIOS	SUPERVISOR ING. SILVIO RODRIGUEZ	
ASESOR MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		



PLANTA TRAMO DE E-12 A E-12

ESCALA: 1:500

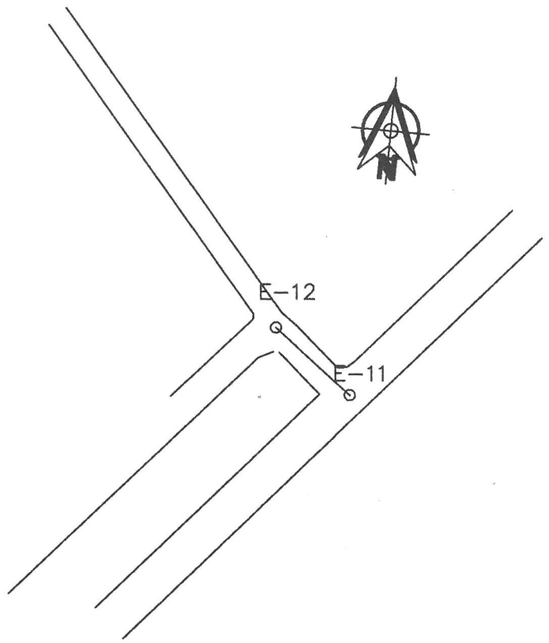


PERFIL TRAMO DE E-12 A E-12

ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 1:250

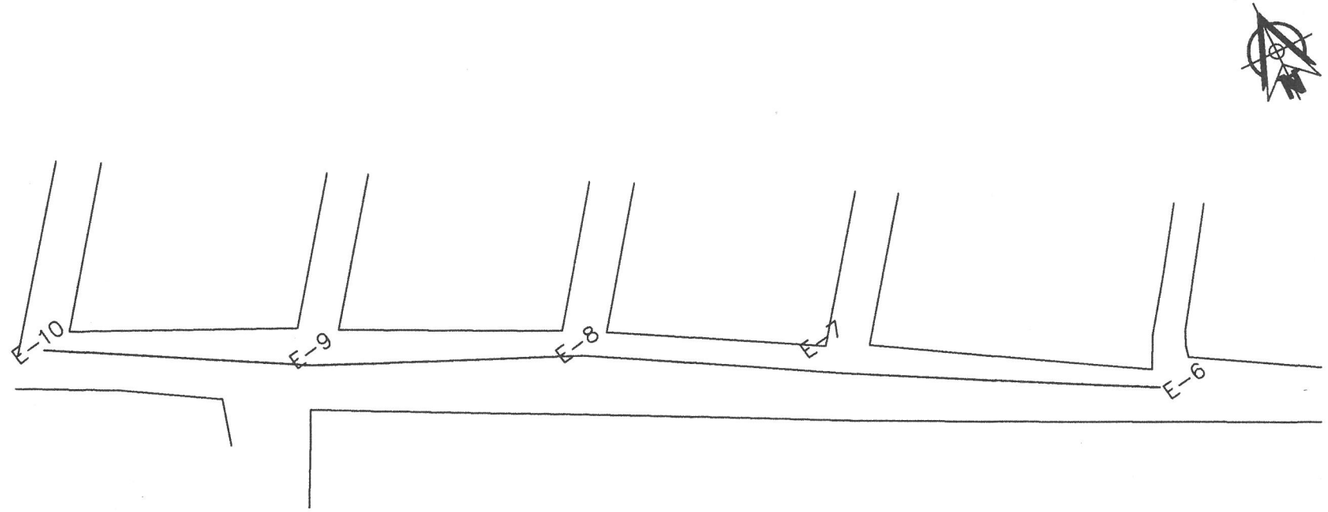
Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINADOR ÁREA INFRAESTRUCTURA
Unidad de Prácticas de Ingeniería
Facultad de Ingeniería

MANCOMUNIDAD GRAN CUIDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA GUATEMALA, GUATEMALA	
PROYECTO: DISEÑO RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA LAS MARGARITAS, ZONA 10	
PLANO DE : PERFILES	PROGRAMA EPS USAC – 2018 ESCALA : INDICADA FECHA : ENERO 2019
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO HENRY BARRIOS	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO HENRY BARRIOS
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRAFICO HENRY BARRIOS	SUPERVISOR ING. SILVIO RODRÍGUEZ
ASESOR MANCOMUNIDAD GRAN CUIDAD DEL SUR	Vo. Bo. HOJA No. 8 / 17



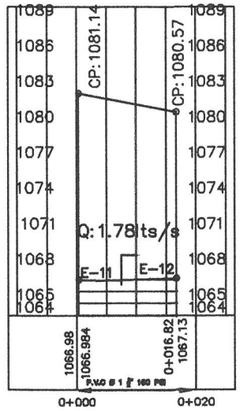
PLANTA TRAMO DE E-11 A E-12

ESCALA: 1:500



PLANTA TRAMO DE E-6 A E-10

ESCALA: 1:500



PERFIL TRAMO DE E-11 A E-12

ESCALA HORIZONTAL: 1:500

ESCALA VERTICAL: 1:250

PERFIL TRAMO DE E-6 A E-10

ESCALA HORIZONTAL: 1:500

ESCALA VERTICAL: 1:250

MANCOMUNIDAD
GRAN CUIDAD DEL SUR

MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA
GUATEMALA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA LAS MARGARITAS, ZONA 10

PLANO DE :

PERFILES

PROGRAMA
EPS USAC – 2018

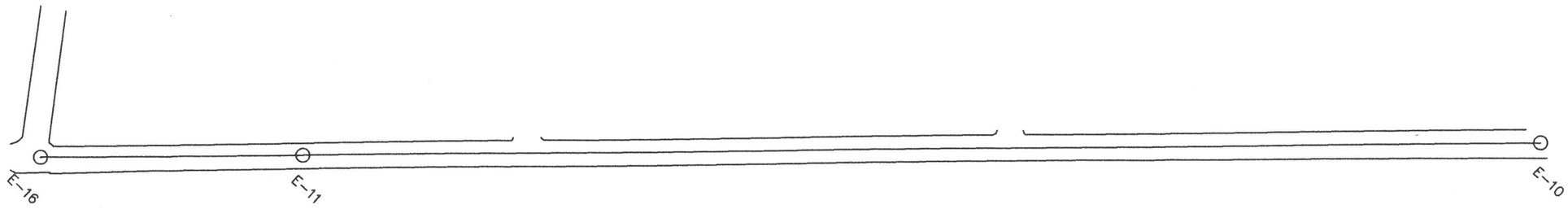
ESCALA :
INDICADA

FECHA :
ENERO 2019

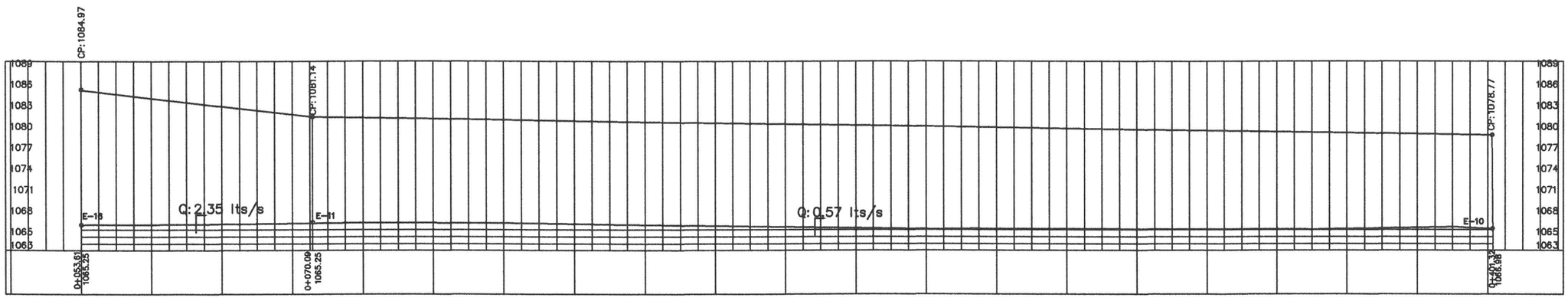
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: (3) EPS HENRY BARRIOS	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: HENRY BARRIOS
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: HENRY BARRIOS	SUPERVISOR: ING. SILVIO RODRIGUEZ
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CUIDAD DEL SUR	Vo. Bo.

HOJA No. 9/17

Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINADOR (A) EPS
ÁREA INFRAESTRUCTURA
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



PLANTA TRAMO DE E-16 A E-10
ESCALA: 1:500



PERFIL TRAMO DE E-16 A E-10
ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 1:250

MANCOMUNIDAD
GRAN CUIDAD DEL SUR
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA
GUATEMALA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA LAS MARGARITAS, ZONA 10

PLANO DE :

PERFILES

PROGRAMA
EPS USAC – 2018

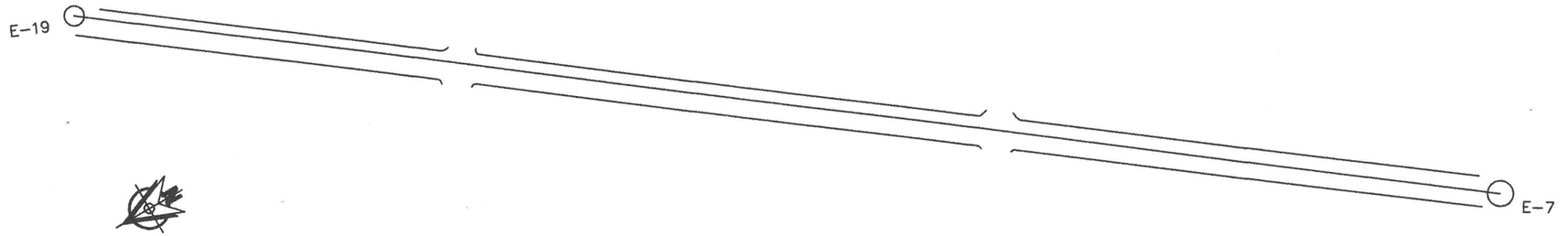
ESCALA :
INDICADA

FECHA :
ENERO 2019

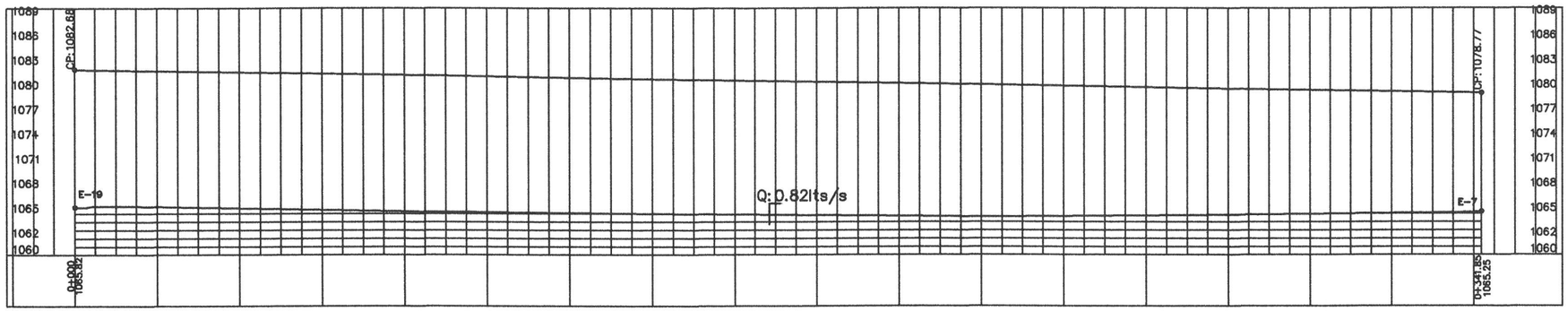
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO HENRY BARRIOS	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO HENRY BARRIOS
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRAFICO HENRY BARRIOS	SUPERVISOR ING. SILVIO RODRIGUEZ
ASESOR MANCOMUNIDAD GRAN CUIDAD DEL SUR	Vo. Bo.

HOJA No. 19/17

Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINADOR (A) EPS
ÁREA INFRAESTRUCTURA
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



PLANTA TRAMO DE E-19 A E-7
ESCALA: 1:500



P.V.C Ø 1 ½" 160 PSI

PERFIL TRAMO DE E-19 A E-7
ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 1:250

MANCOMUNIDAD
GRAN CUIDAD DEL SUR
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA
GUATEMALA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA LAS MARGARITAS, ZONA 10

PLANO DE :

PERFILES

PROGRAMA
EPS USAC – 2018

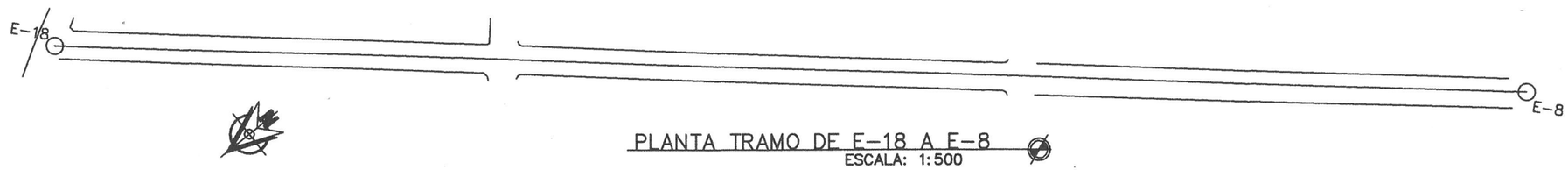
ESCALA :
INDICADA

FECHA :
ENERO 2019

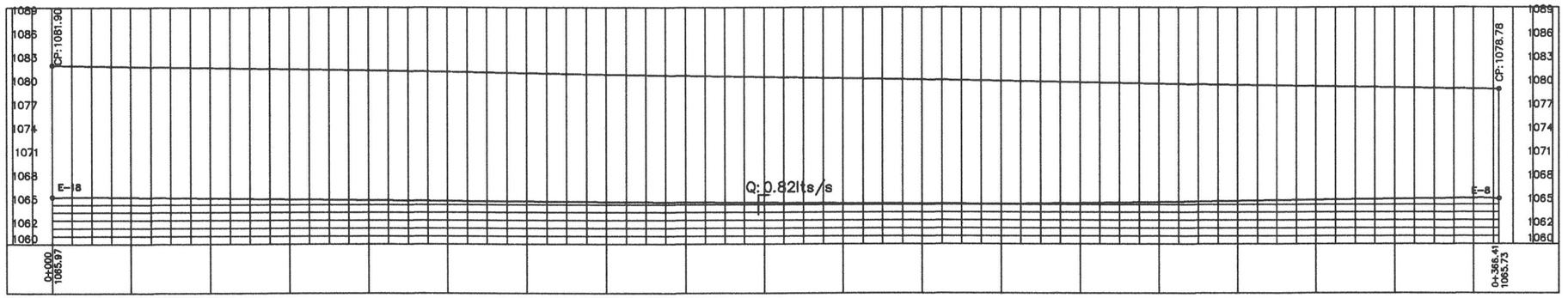
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO HENRY BARRIOS	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO HENRY BARRIOS
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO HENRY BARRIOS	SUPERVISOR ING. SILVIO RODRIGUEZ
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CUIDAD DEL SUR	Vo. Bo.

HOJA No. 11/17

Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINADOR (A) EPS
ÁREA INFRAESTRUCTURA
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



PLANTA TRAMO DE E-18 A E-8
ESCALA: 1:500



PERFIL TRAMO DE E-18 A E-8
ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 1:250

MANCOMUNIDAD
GRAN CUIDAD DEL SUR
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA
GUATEMALA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA LAS MARGARITAS, ZONA 10

PLANO DE :

PERFILES

PROGRAMA
EPS USAC – 2018

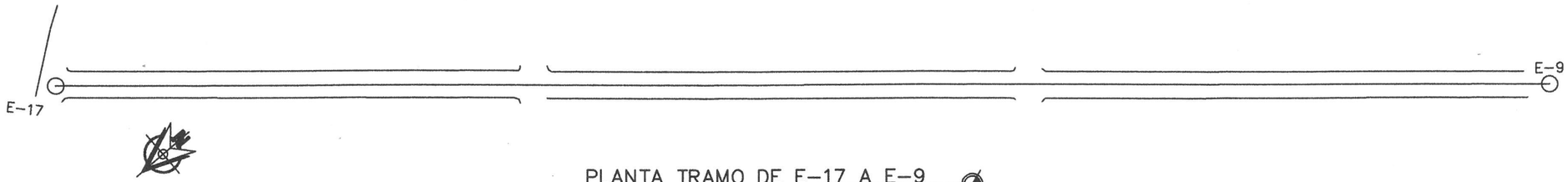
ESCALA :
INDICADA

FECHA :
ENERO 2019

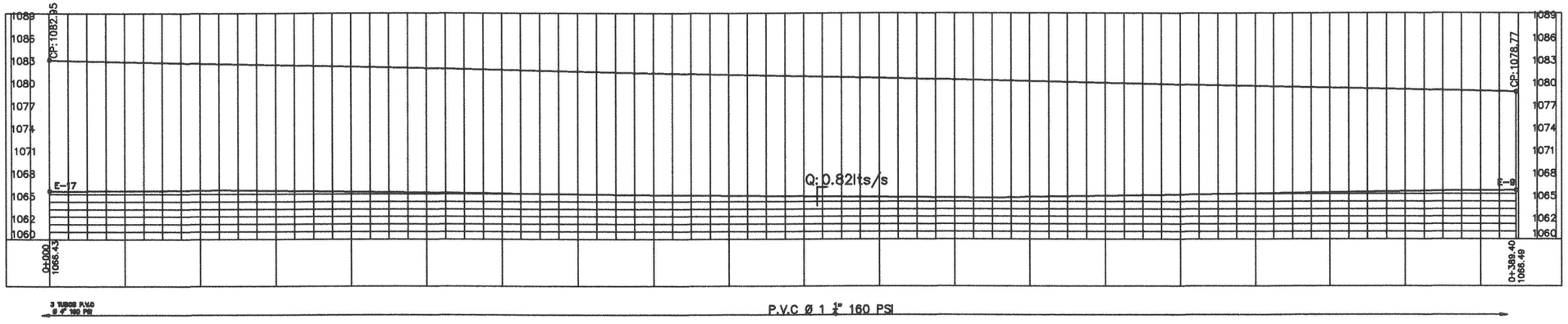
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO HENRY BARRIOS	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRAULICO HENRY BARRIOS
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRAFICO HENRY BARRIOS	SUPERVISOR ING. SILVIO RODRIGUEZ
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CUIDAD DEL SUR	Vo. Bo.

HOJA No. 12/17

Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINADOR (A) EPS
ÁREA INFRAESTRUCTURA
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



PLANTA TRAMO DE E-17 A E-9
ESCALA: 1:500



PERFIL TRAMO DE E-17 A E-9
ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 1:250

MANCOMUNIDAD
GRAN CUIDAD DEL SUR

MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA
GUATEMALA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA LAS MARGARITAS, ZONA 10

PLANO DE :

PERFILES

PROGRAMA
EPS USAC – 2018

ESCALA :
INDICADA

FECHA :
ENERO 2019

HOJA No.
13
17

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
HENRY BARRIOS

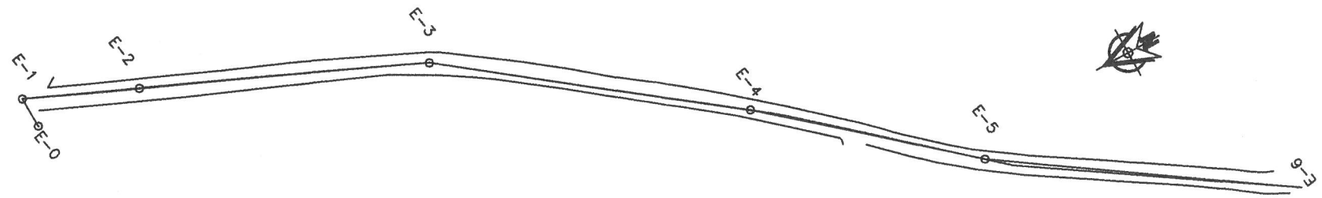
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO
HENRY BARRIOS

DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO
HENRY BARRIOS

ASESOR:
MANCOMUNIDAD GRAN CUIDAD DEL SUR

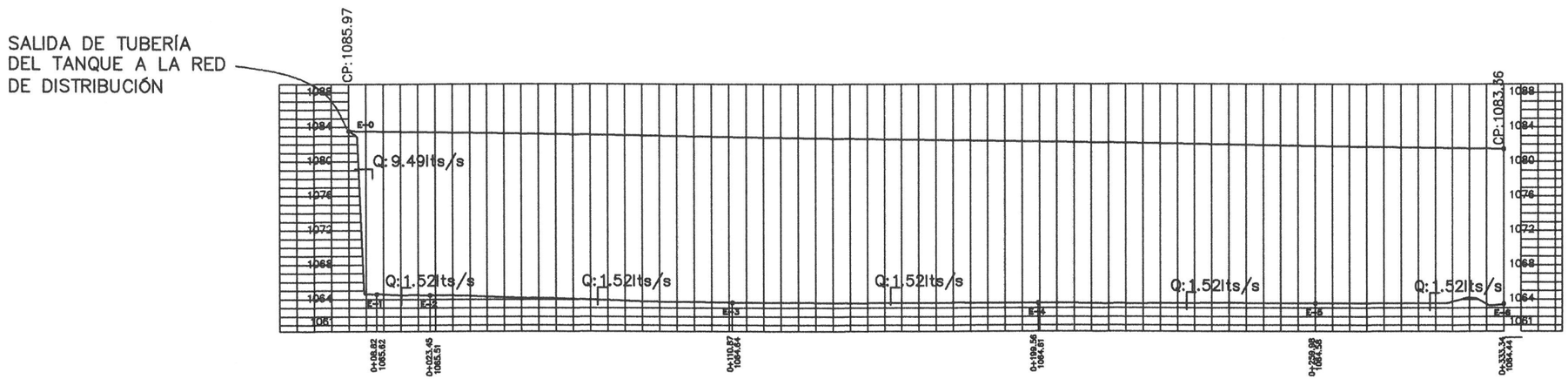
SUPERVISOR
ING. SILVIO RODRIGUEZ

Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINADOR AREA SUPRAESTRUCTURA
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



PLANTA TRAMO DE E-0 A E-6

ESCALA: 1:1000



PERFIL TRAMO DE E-0 A E-6

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:500

MANCOMUNIDAD
GRAN CUIDAD DEL SUR

MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA
GUATEMALA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA LAS MARGARITAS ZONA 10

PLANO DE :

PERFILES

PROGRAMA
EPS USAC – 2018

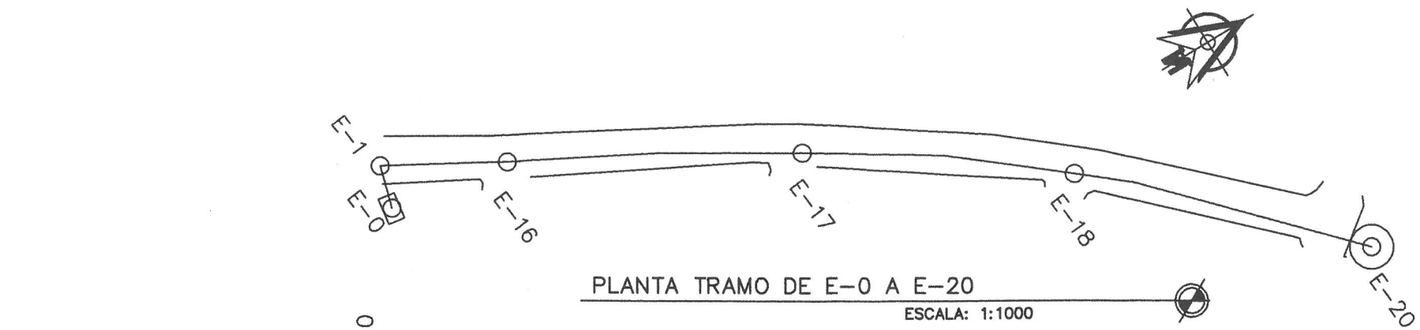
ESCALA :
INDICADA

FECHA :
ENERO 2019

HOJA No.
14/17

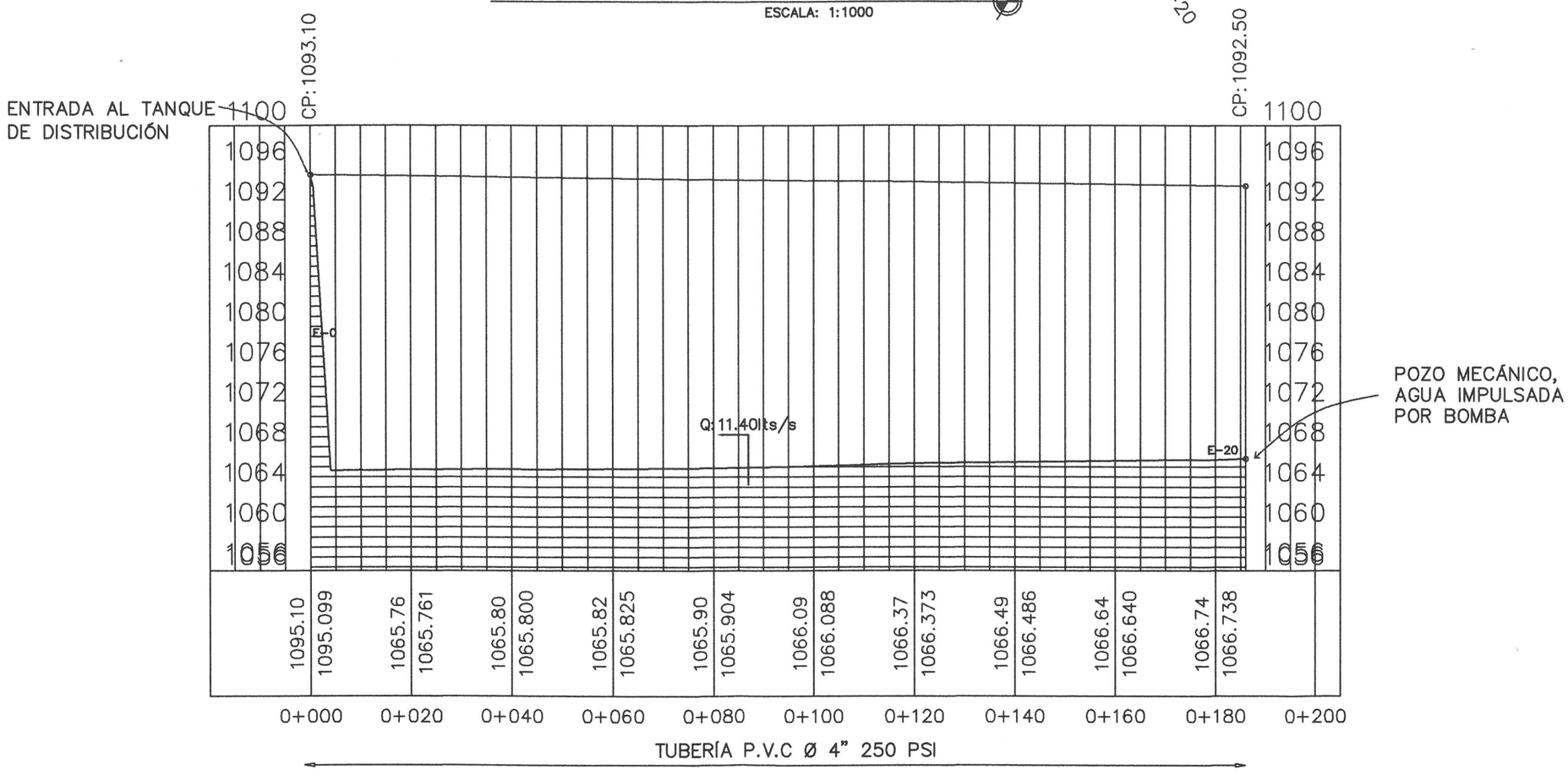
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO HENRY BARRIOS	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO HENRY BARRIOS
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO HENRY BARRIOS	SUPERVISOR de Prácticas Profesional y EPS ING. ALVARO RODRIGUEZ
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CUIDAD DEL SUR	

Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINACIÓN
Facultad de Ingeniería



PLANTA TRAMO DE E-0 A E-20

ESCALA: 1:1000



PERFIL TRAMO DE E-0 A E-20

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000

ESCALA VERTICAL: 1:500

MANCOMUNIDAD
GRAN CIUDAD DEL SUR
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA
GUATEMALA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA LAS MARGARITAS, ZONA 10

PLANO DE :

PERFILES

PROGRAMA EPS USAC - 2018

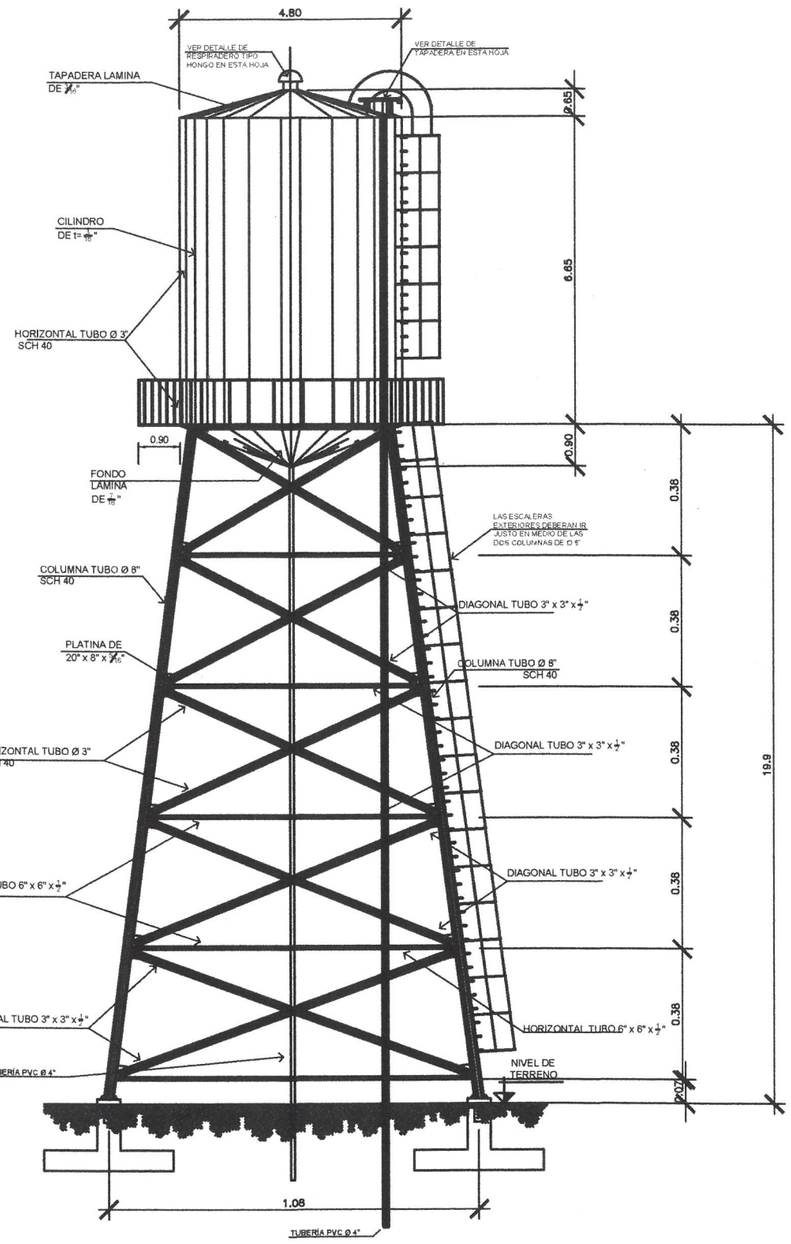
ESCALA : INDICADA

FECHA : ENERO 2018

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO HENRY BARRIOS	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO HENRY BARRIOS
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO HENRY BARRIOS	SUPERVISOR ING. SILVIO RODRIGUEZ
ASESOR EPS MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	

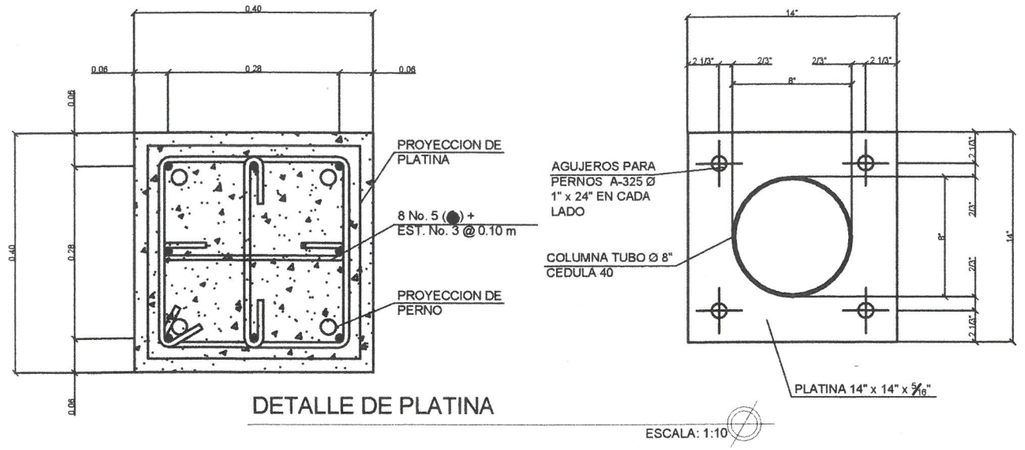
HOJA No. 15 / 17

Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINADOR (A) EPS
ÁREA INFRAESTRUCTURA
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



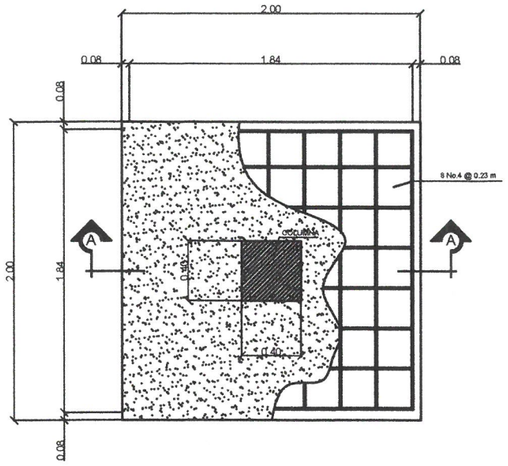
TANQUE ELEVADO METÁLICO 125.00 m³

ESCALA: 1:75



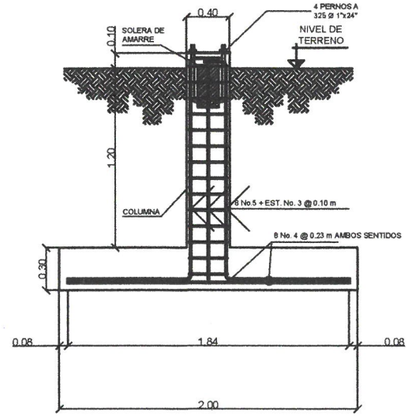
DETALLE DE PLATINA

ESCALA: 1:10



PLANTA

ESCALA: 1:10

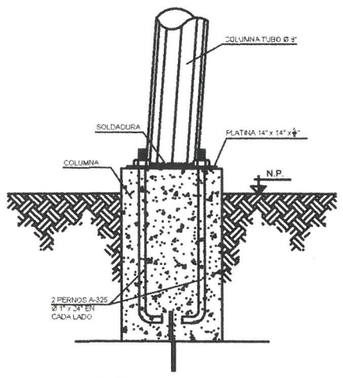


PERFIL A-A'

ESCALA: 1:10

DETALLE DE ZAPATA

ESCALA: INDICADA



DETALLE DE ANCLAJE EN PEDESTAL

ESCALA: 1:10

Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINADOR (A) EPS
ÁREA INFRAESTRUCTURA
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

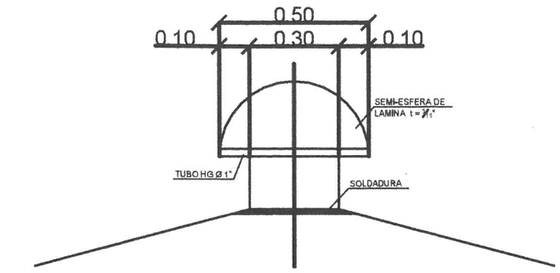
MANCOMUNIDAD
GRAN CUIDAD DEL SUR
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA
GUATEMALA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DE LA COLONIA LAS MARGARITAS, ZONA 10

PLANO DE: DETALLE DE TANQUE

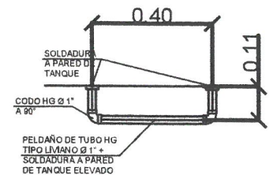
PROGRAMA: EPS USAC - 2018
ESCALA: INDICADA
FECHA: ENERO 2019
HOJA No: 16 17

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: HENRY BARRIOS, MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: HENRY BARRIOS
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: HENRY BARRIOS	SUPERVISOR: ING. [illegible]
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CUIDAD DEL SUR	Vo. Bo. [illegible]



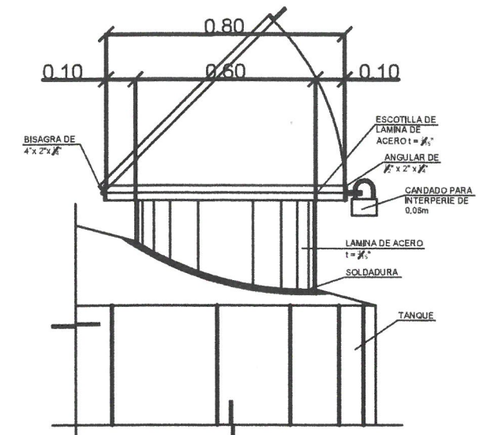
RESPIRADERA TIPO HONGO 12"

ESCALA: 1:10



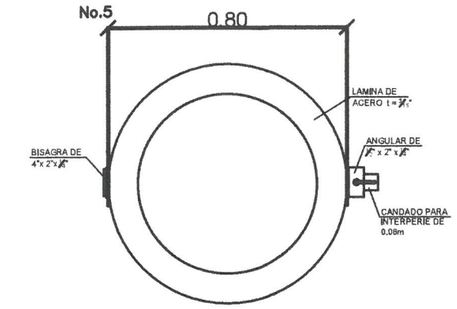
DETALLE DE PELDAÑOS DE ENTRADA DE TANQUE

ESCALA: 1:10



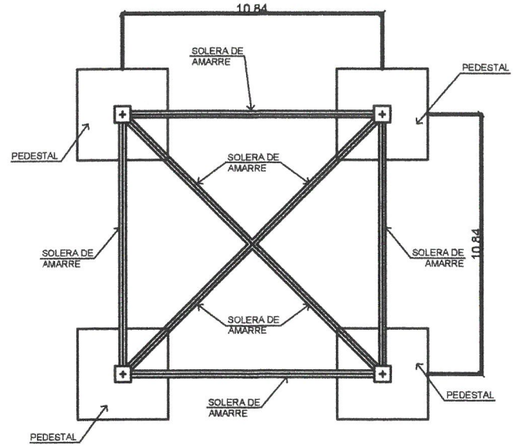
DETALLE DE ENTRADA DE TANQUE

ESCALA: 1:10



ESCOTILLA DE ENTRADA

ESCALA: 1:10



PLANTA DE CIMENTACIÓN

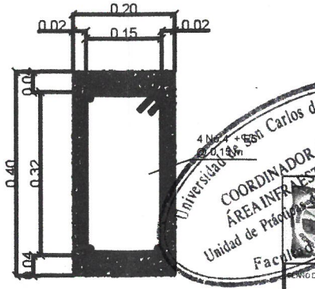
ESCALA: 1:100

DETALLE DE ANCLAJE DE PLATINA

ESCALA: 1:20

DETALLE DE ESCALERA

ESCALA: 1:10



DETALLE DE SOLERA DE AMARRE

ESCALA: 1:7

Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINADOR (A) EPS
ÁREA INFRAESTRUCTURA
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

MANCOMUNIDAD
GRAN CUIDAD DEL SUR

MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA
GUATEMALA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DE LA COLONIA LAS MARGARITAS, ZONA 16.

CONTIENE:

DETALLE DE TANQUE

PROGRAMA: EPS USAC - 2018

ESCALA: INDICADA

FECHA: ENERO 2018

HOJA No. 17 / 17

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: HENRY BARRIOS, MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	DIBUJO Y CALCULO HIDRÁULICO: HENRY BARRIOS
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: HENRY BARRIOS	SUPERVISOR: ING. [illegible]
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CUIDAD DEL SUR	

Apéndice 3. **Mapas temáticos de la zona 10, San Miguel Petapa**

Fuente: elaboración propia, empleando QGIS.

DIVISIÓN TERRITORIAL ZONA10, SAN MIGUEL PETAPA

SIMBOLOGÍA

Zona10

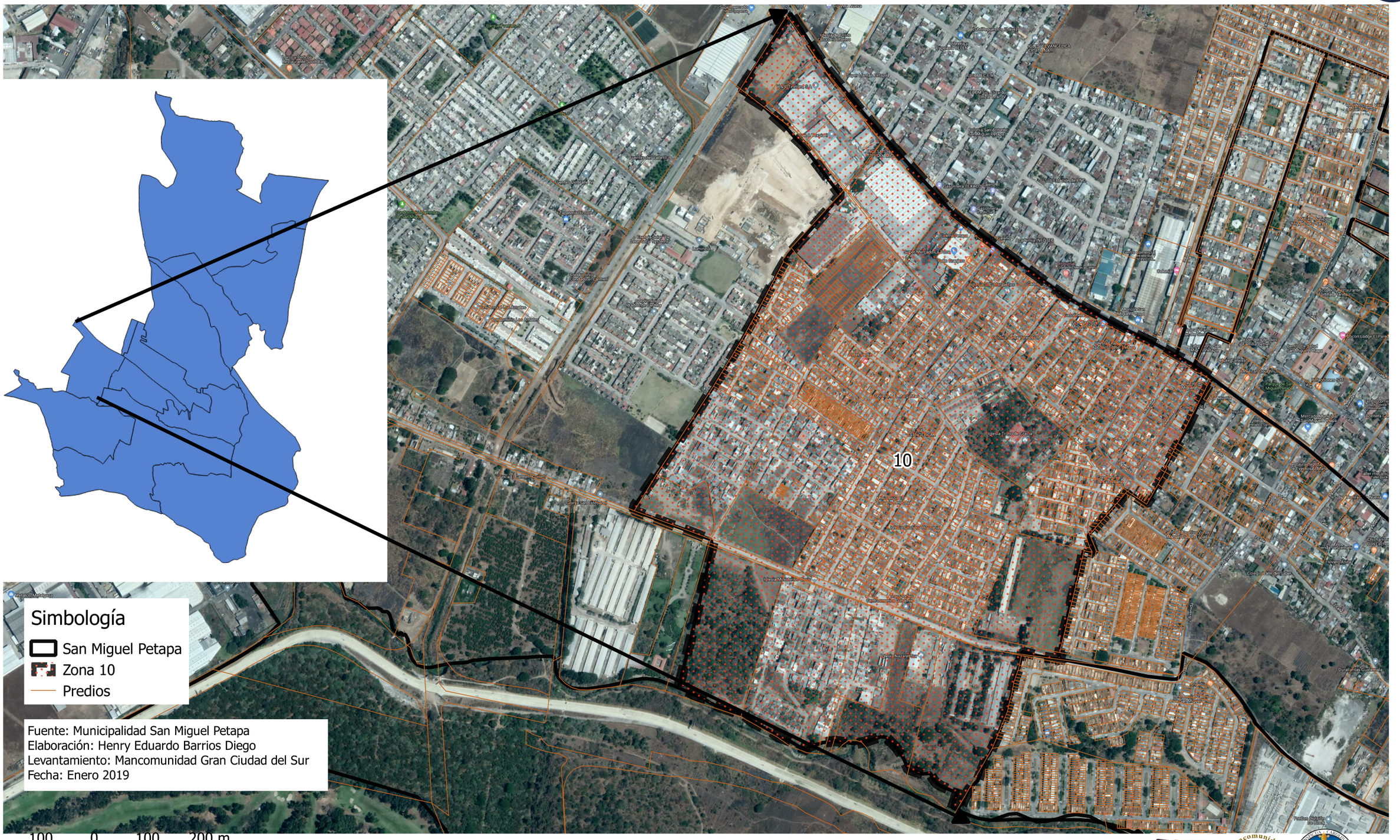
- El Cortijo (143)
- El Rosario (62)
- La Castellana (140)
- Las Margaritas (353)
- Luisa Alejandra (41)
- San José (120)
- San Miguel (136)
- Santa Teresita II (128)
- Taltic (1)
- Tal-Tique (12)
- Valles de María (18)
- Valles de Petapa (147)
- Villas de Guillen (216)
- Villas de Santiago (1)
- Zamora (60)
- Otros (22)
- Zona 10
- Predios

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa
Elaboración: Henry Eduardo Barrios Diego
Levantamiento: Mancomunidad Gran Ciudad del Sur
Fecha: Diciembre 2018

0 250 500 m

1: 12,500

Localización Zona 10, San Miguel Petapa



CLASIFICACIÓN DEL ESPACIO/SUELO ZONA10, SAN MIGUEL PETAPA

SIMBOLOGÍA

- Zona 10
- Predios

Categoría de Clasificación de Suelo

COM (56)

Subcategoría de Clasificación de suelo

- COM-CO (47)
- COM-IN (9)

0 250 500 m

1:12,500

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa
Elaboración: Henry Eduardo Barrios Diego
Levantamiento: Mancomunidad Gran Ciudad del Sur
Fecha: Diciembre 2018

CLASIFICACIÓN DEL USO DE SUELO ZONA10, SAN MIGUEL PETAPA



CLASIFICACIÓN DEL ESPACIO/SUELO ZONA10, SAN MIGUEL PETAPA

SIMBOLOGÍA

Zona 10

Predios

Categoria de Clasificación de suelo

RES (1507)

Subcategoria de Clasificación de suelo

- Residencial de alta densidad (RES-AD) (20)
- Residencial de baja densidad (RES-BD) (1450)
- Residencial de zona mixta (RES-MX) (37)

Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa
Elaboración: Henry Eduardo Barrios Diego
Levantamiento: Mancomunidad Gran Ciudad del Sur
Fecha: Diciembre 2018

0 250 500 m

1:12,500

Apéndice 4. **Renglones unitarios de sistema de abastecimiento de agua potable para la colonia Las Margaritas, zona 10, municipio de San Miguel Petapa, Guatemala**

RENGLON:	TOPOGRAFÍA
MEDIDA:	KM
COSTO UNITARIO:	Q2175,9
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA	

MATERIALES Y EQUIPO				
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**COSTO**	**TOTAL**
PINTURA ESMALTE	0,11	Gal	Q 75,00	Q 8,25
LIBRETA DE CAMPO	1	UNIDAD	Q 30,00	Q 30,00
EQUIPO DE TOPOGRAFÍA Rendimiento 1.75 Km/día	1	DÍA	Q 280,00	Q 280,00
SUB TOTAL				**Q 318,25**
TOTAL MATERIALES				**Q 318,25**

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**COSTO**	**TOTAL**
TOPOGRAFO	1	DIA	Q 300,00	Q 300,00
CADENEROS	2	DIA	Q 95,00	Q 190,00
PEONES	2	DIA	Q 90,00	Q 180,00
HERRAMIENTA	1	GLOBAL	Q 33,50	Q 33,50
SUB TOTAL				**Q 703,50**
PRESTACIONES LABORALES	83,87%		Q 703,50	Q 590,03
SUB TOTAL				**Q 590,03**
TOTAL MANO DE OBRA				1293,53

TOTAL DIRECTO	**Q1611,78**

ADMINISTRACIÓN	5%			Q 80,59
FIANZAS E IMPUESTOS	10%			Q 161,18
IMPREVISTOS	3%			Q 48,35
DIRECCION TECNICA	5%			Q 80,59
UTILIDAD	12%			Q 193,41
TOTAL INDIRECTO				**Q 564,12**

TOTAL UNITARIO	**Q 2,175,90**

Continuación apéndice 4.

RENGLON:	ACCESORIOS
MEDIDA:	GLOBAL
COSTO UNITARIO:	Q 5,675,08
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA	

MATERIALES					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL	
ACCESORIOS					
CODO DE 90° DIAMETRO 4" PVC	1,00	UNIDAD	Q64,70	Q	64,70
TEE DE DIAMETRO 4" PVC	1,00	UNIDAD	Q109,30	Q	109,30
TEE DE DIAMETRO 3" PVC	3,00	UNIDAD	Q64,00	Q	192,00
TEE DE DIAMETRO 2" PVC	1,00	UNIDAD	Q12,20	Q	12,20
TEE DE DIAMETRO 1 1/2" PVC	1,00	UNIDAD	Q10,70	Q	10,70
TEE DE DIAMETRO 1 1/4" PVC	3,00	UNIDAD	Q9,70	Q	29,10
REDUCIDOR BUSHING LISO DE 4" X 3" PVC	1,00	UNIDAD	Q59,70	Q	59,70
REDUCIDOR BUSHING LISO DE 4" X 2" PVC	1,00	UNIDAD	Q59,70	Q	59,70
REDUCIDOR BUSHING LISO DE 3" X 2 1/2" PVC	1,00	UNIDAD	Q35,80	Q	35,80
REDUCIDOR BUSHING LISO DE 3" X 1 1/4" PVC	3,00	UNIDAD	Q35,80	Q	107,40
REDUCIDOR BUSHING LISO DE 2 1/2" X 2" PVC	1,00	UNIDAD	Q23,90	Q	23,90
REDUCIDOR BUSHING LISO DE 2" X 1 1/2" PVC	1,00	UNIDAD	Q4,30	Q	4,30
REDUCIDOR BUSHING LISO DE 2" X 1 1/4" PVC	2,00	UNIDAD	Q4,30	Q	8,60
REDUCIDOR BUSHING LISO DE 2 1/2" X 1 1/4" PVC	1,00	UNIDAD	Q23,90	Q	23,90
REDUCIDOR BUSHING LISO DE 1 1/2" X 3/4" PVC	1,00	UNIDAD	Q2,00	Q	2,00
REDUCIDOR BUSHING LISO DE 1 1/4" X 1" PVC	2,00	UNIDAD	Q5,40	Q	10,80
REDUCIDOR BUSHING LISO DE 1" X 3/4" PVC	1,00	UNIDAD	Q3,70	Q	3,70
COPLA PVC 4"	2,00	UNIDAD	Q44,20	Q	88,40
COPLA PVC 3"	6,00	UNIDAD	Q36,50	Q	219,00
COPLA PVC 2 1/2"	3,00	UNIDAD	Q35,70	Q	107,10
COPLA PVC 2"	21,00	UNIDAD	Q5,30	Q	111,30
COPLA PVC 1 1/2"	13,00	UNIDAD	Q2,10	Q	27,30
COPLA PVC 1 1/4"	81,00	UNIDAD	Q4,30	Q	348,30
COPLA PVC 1"	11,00	UNIDAD	Q3,10	Q	34,10
COPLA PVC 3/4"	4,00	UNIDAD	Q2,00	Q	8,00
CEMENTO SOLVENTE PVC	3,00	UNIDAD	Q403,50	Q	1,210,50
JUNTAS 22.5° 2"	1,00	UNIDAD	Q88,10	Q	88,10
JUNTAS 11.5° 2"	1,00	UNIDAD	Q88,10	Q	88,10
SUB TOTAL					3088,00
TOTAL MATERIALES					Q3088,00

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL	
INSTALACION ACCESORIOS PVC	168,00	unidad	Q 1,72	Q	288,96
PEGADO DE ACCESORIOS PVC	168,00	unidad	Q 1,72	Q	288,96
HERRAMIENTA	1,00	Global	Q 28,90	Q	28,90
SUB TOTAL				Q	606,82
PRESTACIONES LABORALES	83,87%		Q 606,82	Q	508,94
SUB TOTAL				Q	508,94
TOTAL MANO DE OBRA					Q1116,76

TOTAL DIRECTO	Q4203,76

ADMINISTRACIÓN	5%			Q	210,19
FIANZAS E IMPUESTOS	10%			Q	420,38
IMPREVISTOS	3%			Q	126,11
DIRECCION TECNICA	5%			Q	210,19
UTILIDAD	12%			Q	504,45
TOTAL INDIRECTO					Q1471,32
TOTAL UNITARIO					Q5675,08

Continuación apéndice 4.

RENGLON:	Tuberia PVC Ø 3/4" 250 PSI	
MEDIDA:	m	
COSTO UNITARIO:	Q 8,78	
METROS DE INSTALACION	6,00	
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA		

MATERIALES				
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**COSTO**	**TOTAL**
Tuberia PVC Ø 3/4" 250 PSI	1,00	tubo	Q 30,47	Q 30,47
CEMENTO SOLVENTE	0,002	galon	Q 457,55	Q 0,71
WIPPE	0,05	Lb	Q 6,95	Q 0,35
LIJA DE AGUA	0,25	pliego	Q 3,40	Q 0,85
SUB TOTAL				**Q 32,38**
TOTAL MATERIALES				Q 32,38

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**COSTO**	**TOTAL**
INSTALACION TUBERIA PVC	1,00	unidad	Q 1,72	Q 1,72
PEGADO DE TUBERIA PVC	1,00	unidad	Q 1,72	Q 1,72
HERRAMIENTA	1,00	Global	Q 0,17	Q 0,17
SUB TOTAL				**Q 3,61**
PRESTACIONES LABORALES	83,87%		Q 3,61	Q 3,03
SUB TOTAL				**Q 3,03**
TOTAL MANO DE OBRA				Q 6,64

TOTAL DIRECTO	Q 39,02

ADMINISTRACIÓN	5%			Q 1,95
FIANZAS E IMPUESTOS	10%			Q 3,90
IMPREVISTOS	3%			Q 1,17
DIRECCION TECNICA	5%			Q 1,95
UTILIDAD	12%			Q 4,68
TOTAL INDIRECTO				Q 13,65
TOTAL				Q 52,67
TOTAL UNITARIO				Q 8,78

Continuación apéndice 4.

RENGLON:	Tuberia PVC Ø 1" 160 PSI	
MEDIDA:	m	
COSTO UNITARIO:	Q 11,30	
METROS DE INSTALACION	6,00	
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA		

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Tuberia PVC Ø 1" 160 PSI	1,00	tubo	Q 41,49	Q 41,49
CEMENTO SOLVENTE	0,002	galon	Q 457,55	Q 0,95
WIPPE	0,05	Lb	Q 5,45	Q 0,27
LIJA DE AGUA	0,25	pliego	Q 3,40	Q 0,85
SUB TOTAL				**Q 43,56**
TOTAL MATERIALES				Q 43,56

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
INSTALACION TUBERIA PVC	1,00	unidad	Q 1,72	Q 1,72
PEGADO DE TUBERIA PVC	1,00	unidad	Q 1,72	Q 1,72
HERRAMIENTA	1,00	Global	Q 0,17	Q 0,17
SUB TOTAL				**Q 3,61**
PRESTACIONES LABORALES	83,87%		Q 3,61	Q 3,03
SUB TOTAL				**Q 3,03**
TOTAL MANO DE OBRA				Q 6,64

TOTAL DIRECTO	Q 50,20

ADMINISTRACIÓN	5%			Q 2,51
FIANZAS E IMPUESTOS	10%			Q 5,02
IMPREVISTOS	3%			Q 1,51
DIRECCION TECNICA	5%			Q 2,51
UTILIDAD	12%			Q 6,02
TOTAL INDIRECTO				Q 17,57
TOTAL				Q 67,77
TOTAL UNITARIO				Q 11,30

Continuación apéndice 4.

RENGLON:	Tuberia PVC Ø 1¼" 160 PSI
MEDIDA:	m
COSTO UNITARIO:	Q 17,43
METROS DE INSTALACION	6,00
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA	

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Tuberia PVC Ø 1¼" 160 PSI	1,00	tubo	Q 68,30	Q 68,30
CEMENTO SOLVENTE	0,003	galon	Q 462,05	Q 1,16
WIPPE	0,05	Lb	Q 9,95	Q 0,50
LIJA DE AGUA	0,25	pliego	Q 3,40	Q 0,85
SUB TOTAL				**Q 70,81**
TOTAL MATERIALES				Q 70,81

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
INSTALACION TUBERIA PVC	1,00	unidad	Q 1,72	Q 1,72
PEGADO DE TUBERIA PVC	1,00	unidad	Q 1,72	Q 1,72
HERRAMIENTA	1,00	Global	Q 0,17	Q 0,17
SUB TOTAL				**Q 3,61**
PRESTACIONES LABORALES	83,87%		Q 3,61	Q 3,03
SUB TOTAL				**Q 3,03**
TOTAL MANO DE OBRA				Q 6,64

TOTAL DIRECTO				Q 77,45
ADMINISTRACIÓN	5%			Q 3,87
FIANZAS E IMPUESTOS	10%			Q 7,75
IMPREVISTOS	3%			Q 2,32
DIRECCION TECNICA	5%			Q 3,87
UTILIDAD	12%			Q 9,29
TOTAL INDIRECTO				Q 27,10
TOTAL				Q 104,55
TOTAL UNITARIO				Q 17,43

Continuación apéndice 4.

RENGLON:	Tuberia PVC Ø 1½" 160 PSI
MEDIDA:	m
COSTO UNITARIO:	Q 20,46
METROS DE INSTALACION	6,00
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA	

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Tuberia PVC Ø 1½" 160 PSI	1,00	tubo	Q 81,49	Q 81,49
CEMENTO SOLVENTE	0,003	galon	Q 462,05	Q 1,44
WIPPE	0,05	Lb	Q 9,95	Q 0,50
LIJA DE AGUA	0,25	pliego	Q 3,40	Q 0,85
SUB TOTAL				**Q 84,28**
TOTAL MATERIALES				Q 84,28

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
INSTALACION TUBERIA PVC	1,00	unidad	Q 1,72	Q 1,72
PEGADO DE TUBERIA PVC	1,00	unidad	Q 1,72	Q 1,72
HERRAMIENTA	1,00	Global	Q 0,17	Q 0,17
SUB TOTAL				**Q 3,61**
PRESTACIONES LABORALES	83,87%		Q 3,61	Q 3,03
SUB TOTAL				**Q 3,03**
TOTAL MANO DE OBRA				Q 6,64

TOTAL DIRECTO				Q 90,92
ADMINISTRACIÓN	5%			Q 4,55
FIANZAS E IMPUESTOS	10%			Q 9,09
IMPREVISTOS	3%			Q 2,73
DIRECCION TECNICA	5%			Q 4,55
UTILIDAD	12%			Q 10,91
TOTAL INDIRECTO				Q 31,83
TOTAL				Q 122,75
TOTAL UNITARIO				Q 20,46

Continuación apéndice 4.

RENGLON:	Tuberia PVC Ø 2" 160 PSI
MEDIDA:	m
COSTO UNITARIO:	Q 30,89
METROS DE INSTALACION	6,00
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA	

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Tuberia PVC Ø 2" 160 PSI	1,00	tubo	Q 126,98	Q 126,98
CEMENTO SOLVENTE	0,005	galon	Q 462,05	Q 2,31
WIPPE	0,05	Lb	Q 9,95	Q 0,50
LIJA DE AGUA	0,25	pliego	Q 3,40	Q 0,85
SUB TOTAL				**Q 130,64**
TOTAL MATERIALES				Q 130,64

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
INSTALACION TUBERIA PVC	1,00	unidad	Q 1,72	Q 1,72
PEGADO DE TUBERIA PVC	1,00	unidad	Q 1,72	Q 1,72
HERRAMIENTA	1,00	Global	Q 0,17	Q 0,17
SUB TOTAL				**Q 3,61**
PRESTACIONES LABORALES	83,87%		Q 3,61	Q 3,03
SUB TOTAL				**Q 3,03**
TOTAL MANO DE OBRA				Q 6,64

TOTAL DIRECTO	Q 137,28

ADMINISTRACIÓN	5%			Q 6,86
FIANZAS E IMPUESTOS	10%			Q 13,73
IMPREVISTOS	3%			Q 4,12
DIRECCION TECNICA	5%			Q 6,86
UTILIDAD	12%			Q 16,47
TOTAL INDIRECTO				Q 48,04
TOTAL				Q 185,32
TOTAL UNITARIO				Q 30,89

Continuación apéndice 4.

RENGLON:	Tuberia PVC Ø 2½" 160 PSI
MEDIDA:	m
COSTO UNITARIO:	Q 46,66
METROS DE INSTALACION	6,00
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA	

MATERIALES				
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**COSTO**	**TOTAL**
Tuberia PVC Ø 2½" 160 PSI	1,00	tubo	Q 196,10	Q 196,10
CEMENTO SOLVENTE	0,007	galon	Q 462,05	Q 3,30
WIPPE	0,05	Lb	Q 9,95	Q 0,50
LIJA DE AGUA	0,25	pliego	Q 3,40	Q 0,85
SUB TOTAL				**Q 200,75**
TOTAL MATERIALES				Q 200,75

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**COSTO**	**TOTAL**
INSTALACION TUBERIA PVC	1,00	unidad	Q 1,72	Q 1,72
PEGADO DE TUBERIA PVC	1,00	unidad	Q 1,72	Q 1,72
HERRAMIENTA	1,00	Global	Q 0,17	Q 0,17
SUB TOTAL				**Q 3,61**
PRESTACIONES LABORALES	83,87%		Q 3,61	Q 3,03
SUB TOTAL				**Q 3,03**
TOTAL MANO DE OBRA				Q 6,64

TOTAL DIRECTO				Q 207,39
ADMINISTRACIÓN	5%			Q 10,37
FIANZAS E IMPUESTOS	10%			Q 20,74
IMPREVISTOS	3%			Q 6,22
DIRECCION TECNICA	5%			Q 10,37
UTILIDAD	12%			Q 24,89
TOTAL INDIRECTO				Q 72,59
TOTAL				Q 279,98
TOTAL UNITARIO				Q 46,66

Continuación apéndice 4.

RENGLON:	Tuberia PVC Ø 3" 160 PSI
MEDIDA:	m
COSTO UNITARIO:	Q 68,94
METROS DE INSTALACION	6,00
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA	

MATERIALES				
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**COSTO**	**TOTAL**
Tuberia PVC Ø 3" 160 PSI	1,00	tubo	Q 293,27	Q 293,27
CEMENTO SOLVENTE	0,010	galon	Q 462,05	Q 4,62
WIPPE	0,10	Lb	Q 9,95	Q 1,00
LIJA DE AGUA	0,25	pliego	Q 3,40	Q 0,85
SUB TOTAL				**Q 299,74**
TOTAL MATERIALES				Q 299,74

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**COSTO**	**TOTAL**
INSTALACION TUBERIA PVC	1,00	unidad	Q 1,72	Q 1,72
PEGADO DE TUBERIA PVC	1,00	unidad	Q 1,72	Q 1,72
HERRAMIENTA	1,00	Global	Q 0,17	Q 0,17
SUB TOTAL				**Q 3,61**
PRESTACIONES LABORALES	83,87%		Q 3,61	Q 3,03
SUB TOTAL				**Q 3,03**
TOTAL MANO DE OBRA				Q 6,64

TOTAL DIRECTO				Q 306,38
ADMINISTRACIÓN	5%			Q 15,32
FIANZAS E IMPUESTOS	10%			Q 30,64
IMPREVISTOS	3%			Q 9,19
DIRECCION TECNICA	5%			Q 15,32
UTILIDAD	12%			Q 36,77
TOTAL INDIRECTO				Q 107,24
TOTAL				Q 413,62
TOTAL UNITARIO				Q 68,94

Continuación apéndice 4.

RENGLON:	Tuberia PVC Ø 4" 160 PSI
MEDIDA:	m
COSTO UNITARIO:	Q 113,22
METROS DE INSTALACION	6,00
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA	

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Tuberia PVC Ø 4" 160 PSI	1,00	tubo	Q 482,30	Q 482,30
CEMENTO SOLVENTE	0,013	galon	Q 462,05	Q 5,78
WIPPE	0,10	Lb	Q 9,95	Q 1,00
LIJA DE AGUA	0,25	pliego	Q 3,40	Q 0,85
SUB TOTAL				**Q 489,93**
TOTAL MATERIALES				Q 489,93

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
INSTALACION TUBERIA PVC.	1,00	unidad	Q 3,44	Q 3,44
PEGADO DE TUBERIA PVC.	1,00	unidad	Q 3,44	Q 3,44
HERRAMIENTA	1,00	Global	Q 0,34	Q 0,34
SUB TOTAL				**Q 7,22**
PRESTACIONES LABORALES	83,87%		Q 7,22	Q 6,06
SUB TOTAL				**Q 6,06**
TOTAL MANO DE OBRA				Q 13,28

TOTAL DIRECTO				Q 503,21
ADMINISTRACIÓN	5%			Q 25,16
FIANZAS E IMPUESTOS	10%			Q 50,32
IMPREVISTOS	3%			Q 15,10
DIRECCION TECNICA	5%			Q 25,16
UTILIDAD	12%			Q 60,39
TOTAL INDIRECTO				Q 176,13
TOTAL				Q 679,34
TOTAL UNITARIO				Q 113,22

Continuación apéndice 4.

RENGLON:	Tuberia PVC Ø 4" 250 PSI
MEDIDA:	m
COSTO UNITARIO:	Q 160,08
METROS DE INSTALACION	6,00
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA	

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Tuberia PVC Ø 4" 250 PSI	1,00	tubo	Q 747,50	Q 747,50
CEMENTO SOLVENTE	0,013	galon	Q 462,05	Q 5,78
WIPPE	0,10	Lb	Q 9,95	Q 1,00
LIJA DE AGUA	0,25	pliego	Q 3,40	Q 0,85
SUB TOTAL				**Q 755,12**
TOTAL MATERIALES				**Q 755,12**

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
INSTALACION TUBERIA PVC.	1,00	unidad	Q 3,44	Q 3,44
PEGADO DE TUBERIA PVC.	1,00	unidad	Q 3,44	Q 3,44
HERRAMIENTA	1,00	Global	Q 0,34	Q 0,34
SUB TOTAL				**Q 7,22**
PRESTACIONES LABORALES	83,87%		Q 7,22	Q 6,06
SUB TOTAL				**Q 6,06**
TOTAL MANO DE OBRA				**Q 13,28**

TOTAL DIRECTO				**Q 768,40**
ADMINISTRACION	5%			Q 38,42
IMPREVISTOS	3%			Q 23,05
DIRECCION TECNICA	5%			Q 38,42
UTILIDAD	12%			Q 92,21
	25%			
TOTAL INDIRECTO				**Q 192,10**
TOTAL				**Q 960,50**
TOTAL UNITARIO				**Q 160,08**

Continuación apéndice 4.

RENGLON:	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 1 1/4"
MEDIDA:	UNIDAD
COSTO UNITARIO:	Q2419,20
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA	

MATERIALES				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
CEMENTO	2,5	saco	Q 74,90	Q 187,25
ARENA DE RIO	0,16	m³	Q 123,05	Q 19,69
PIEDRIN	0,2	m³	Q 192,60	Q 38,52
HIERRO DE 3/8"	4,5	varilla	Q 41,33	Q 186,00
HIERRO DE 1/4"	2	varilla	Q 13,73	Q 27,46
ALAMBRE DE AMARRE	3	lb.	Q 6,00	Q 18,00
MADERA	50	pt.	Q 5,46	Q 273,00
CLAVO	3	lb.	Q 6,00	Q 18,00
CANDADO	1	u	Q 125,00	Q 125,00
TEE PVC Ø 2½"	1	u	Q 67,58	Q 67,58
VALVULA DE COMPUERTA Ø 1 1/4" BR	1	u	Q 150,00	Q 150,00
ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1 1/4"	2	u	Q 4,60	Q 9,20
TUBERIA PVC Ø 1 1/4" 160 PSI	1	u	Q 68,30	Q 68,30
CEMENTO SOLVENTE	0,011	galon	Q 462,05	Q 4,95
TEFLON	2	U	Q 2,25	Q 4,50
HERRAMIENTA	1	Global	Q 59,87	Q 59,87
SUB TOTAL				Q1257,321
TOTAL MATERIALES				Q1257,321

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
HECHURA DE TAPADERA	1	UNIDAD	Q 31,00	Q 31,00
HECHURA DE BATIENTE	1	UNIDAD	Q 31,00	Q 31,00
ARMADO DE BLOCK	34	UNIDAD	Q 3,15	Q 107,10
PICADO Y ALISADO	2,56	M2	Q 9,45	Q 24,19
Colocación de valvula y artefactos	1	GLOBAL	Q 97,50	Q 97,50
SUB TOTAL				Q 290,79
PRESTACIONES LABORALES	83,87%		Q 290,79	Q 243,89
SUB TOTAL				Q 243,89
TOTAL MANO DE OBRA				Q 534,68

TOTAL DIRECTO	Q1792,0

ADMINISTRACIÓN	5%			Q 89,60
FIANZAS E IMPUESTOS	10%			Q 179,20
IMPREVISTOS	3%			Q 53,76
DIRECCION TECNICA	5%			Q 89,60
UTILIDAD	12%			Q 215,04
TOTAL INDIRECTO				Q 627,20
TOTAL UNITARIO				Q2419,20

Continuación apéndice 4.

RENGLON:	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 1 1/4"
MEDIDA:	UNIDAD
COSTO UNITARIO:	Q 3,454.67
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA	

MATERIALES				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
CEMENTO	2.5	saco	Q 74.90	Q 187.25
ARENA DE RIO	0.16	m³	Q 123.05	Q 19.69
PIEDRIN	0.2	m³	Q 192.60	Q 38.52
BLOCK 0.19X0.19X0.39	192	u	Q 4.10	Q 787.20
HIERRO DE 3/8"	4.5	varilla	Q 41.33	Q 186.00
HIERRO DE 1/4"	2	varilla	Q 13.73	Q 27.46
ALAMBRE DE AMARRE	3	lb.	Q 6.00	Q 18.00
MADERA	50	pt.	Q 5.46	Q 273.00
CLAVO	3	lb.	Q 6.00	Q 18.00
CANDADO	1	u	Q 125.00	Q 125.00
TEE PVC Ø 2½"	1	u	Q 67.58	Q 67.58
VALVULA DE COMPUERTA Ø 1 1/4" BR	1	u	Q 150.00	Q 150.00
ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1 1/4"	2	u	Q 4.60	Q 9.20
TUBERIA PVC Ø 1 1/4" 160 PSI	1	u	Q 68.30	Q 68.30
CEMENTO SOLVENTE	0.011	galon	Q 462.05	Q 4.95
TEFLON	2	U	Q 2.25	Q 4.50
HERRAMIENTA	1	Global	Q 39.69	Q 39.69
SUB TOTAL				Q 2,024.34
TOTAL MATERIALES				Q 2,024.34

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
HECHURA DE TAPADERA	1	UNIDAD	Q 31.00	Q 31.00
HECHURA DE BATIENTE	1	UNIDAD	Q 31.00	Q 31.00
ARMADO DE BLOCK	34	UNIDAD	Q 3.15	Q 107.10
PICADO Y ALISADO	2.56	M2	Q 9.45	Q 24.19
Colocación de valvula y artefactos	1	GLOBAL	Q 97.50	Q 97.50
SUB TOTAL				Q 290.79
PRESTACIONES LABORALES	84%		Q 290.79	Q 243.89
SUB TOTAL				Q 243.89
TOTAL MANO DE OBRA				Q 534.68

TOTAL DIRECTO				Q 2,559.02
ADMINISTRACIÓN	3%			
FIANZAS E IMPUESTOS	20%			
IMPREVISTOS	2%			
DIRECCION TECNICA	2%			
UTILIDAD	8%			
TOTAL INDIRECTO				Q 895.65
TOTAL UNITARIO				Q 3,454.67

Continuación apéndice 4.

RENGLON:	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 1 1/2"
MEDIDA:	UNIDAD
COSTO UNITARIO:	Q3022,00
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA	

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
CEMENTO	4	saco	Q 74,90	Q 299,60
ARENA DE RIO	1	m³	Q 123,05	Q 123,05
PIEDRIN	1	m³	Q 192,60	Q 192,60
HIERRO DE 3/8"	5	varilla	Q 41,33	Q 206,67
HIERRO DE 1/4"	2,5	varilla	Q 13,73	Q 34,32
ALAMBRE DE AMARRE	5	lb.	Q 6,00	Q 30,00
MADERA	50	pt.	Q 5,46	Q 273,00
CLAVO	3	lb.	Q 6,00	Q 18,00
CANDADO	1	u	Q 125,00	Q 125,00
TEE PVC Ø 1 ½"	1	u	Q 15,20	Q 15,20
VALVULA DE COMPUERTA Ø 1 1/2" BR	1	u	Q 190,00	Q 190,00
ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1 1/2"	2	u	Q 5,80	Q 11,60
TUBERIA PVC Ø 1 1/2" 160 PSI	1	u	Q 94,20	Q 94,20
CEMENTO SOLVENTE	0,011	galon	Q 462,05	Q 4,95
TEFLON	2	U	Q 2,25	Q 4,50
HERRAMIENTA	1	Global	Q 81,13	Q 81,13
SUB TOTAL				Q1703,826
TOTAL MATERIALES				Q1703,826

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
HECHURA DE TAPADERA	1	UNIDAD	Q 31,00	Q 31,00
HECHURA DE BATIENTE	1	UNIDAD	Q 31,00	Q 31,00
ARMADO DE BLOCK	34	UNIDAD	Q 3,15	Q 107,10
PICADO Y ALISADO	2,56	M2	Q 9,45	Q 24,19
Colocación de valvula y artefactos	1	GLOBAL	Q 97,50	Q 97,50
SUB TOTAL				Q 290,79
PRESTACIONES LABORALES	83,87%		Q 290,79	Q 243,89
SUB TOTAL				Q 243,89
TOTAL MANO DE OBRA				Q 534,68

TOTAL DIRECTO	Q2238,51

ADMINISTRACION	5%			Q 111,93
FIANZAS E IMPUESTOS	10%			Q 223,85
IMPREVISTOS	3%			Q 67,16
DIRECCION TECNICA	5%			Q 111,93
UTILIDAD	12%			Q 268,62
TOTAL INDIRECTO				Q 783,49
TOTAL UNITARIO				Q3021,995

Continuación apéndice 4.

RENGLON:	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 4"
MEDIDA:	UNIDAD
COSTO UNITARIO:	Q4852,57
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA	

MATERIALES				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
CEMENTO	4	saco	Q 74,90	Q 299,60
ARENA DE RIO	1	m³	Q 123,05	Q 123,05
PIEDRIN	1	m³	Q 192,60	Q 192,60
HIERRO DE 3/8"	5	varilla	Q 41,33	Q 206,67
HIERRO DE 1/4"	2,5	varilla	Q 13,73	Q 34,32
ALAMBRE DE AMARRE	3	lb.	Q 6,00	Q 18,00
MADERA	50	pt.	Q 5,46	Q 273,00
CLAVO	3	lb.	Q 6,00	Q 18,00
CANDADO	1	u	Q 125,00	Q 125,00
TEE PVC Ø 4"	1	u	Q 143,15	Q 143,15
VALVULA DE COMPUERTA Ø 4" E	1	u	Q 957,00	Q 957,00
ADAPTADOR MACHO PVC Ø 4"	2	u	Q 54,87	Q 109,74
TUBERIA PVC Ø 4" 250 PSI	1	tubo	Q 675,63	Q 675,63
CEMENTO SOLVENTE	0,017	galon	Q 462,05	Q 7,72
TEFLON	2	U	Q 2,25	Q 4,50
HERRAMIENTA	1	Global	Q 159,40	Q 159,40
SUB TOTAL				Q3347,383
TOTAL MATERIALES				Q3347,383

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
HECHURA DE TAPADERA	1	UNIDAD	Q 31,00	Q 31,00
HECHURA DE BATIENTE	1	UNIDAD	Q 31,00	Q 31,00
ARMADO DE BLOCK	34	UNIDAD	Q 3,15	Q 107,10
PICADO Y ALISADO	2,56	M2	Q 9,45	Q 24,19
Colocación de valvula y artefactos	1	GLOBAL	Q 97,50	Q 97,50
SUB TOTAL				Q 280,79
PRESTACIONES LABORALES	83,87%		Q 290,79	Q 243,89
SUB TOTAL				Q 243,89
TOTAL MANO DE OBRA				Q 534,68

TOTAL DIRECTO				Q3882,06
ADMINISTRACION	5%			Q 194,10
IMPREVISTOS	3%			Q 116,46
DIRECCION TECNICA	5%			Q 194,10
UTILIDAD	12%			Q 465,85
	25%			
TOTAL INDIRECTO				Q 970,51
TOTAL UNITARIO				Q4852,572

Continuación apéndice 4.

RENGLON:	CIMENTACION
MEDIDA:	TANQUE DE 125 M³ METÁLICO
COSTO UNITARIO:	Q45722,93
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	

MATERIALES				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
CEMENTO	180,00	saco	Q 74,90	Q13482,
ARENA DE RIO	10,15	m³	Q 123,05	Q1248,96
PIEDRIN	10,15	m³	Q 192,60	Q1954,89
ALAMBRE DE AMARRE	12,00	lb.	Q 6,00	Q72,00
CANDADO	2,00	u	Q 125,00	Q250,00
CLAVO	20,00	lb.	Q 6,00	Q120,00
HIERRO DE 1/4"	66,00	varilla	Q 13,73	Q906,05
HIERRO DE 3/8"	20,00	varilla	Q 41,33	Q826,68
HIERRO DE 1/2"	50,00	varilla	Q 73,30	Q3664,75
HIERRO DE 5/8"	7,00	varilla	Q 114,52	Q801,65
Herramienta	1,00	GLOBAL	Q 1,166,35	Q1166,35
SUB TOTAL				Q24493,34
TOTAL MATERIALES				Q24493,34

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
TRAZO Y ESTAQUEADO	100,00	ml	Q 1,25	Q125,00
HECHURA DE ARMADO	100,00	ml	Q 1,75	Q175,00
EXCAVACIÓN	30,00	m³	Q 30,20	Q906,00
RELLENOS	18,50	m³	Q 82,00	Q1517,00
FUNDICIÓN	21,60	m³	Q 110,00	Q2376,00
SUB TOTAL				Q5099,00
PRESTACIONES LABORALES	83,87%		Q 5,099,00	Q4276,53
SUB TOTAL				Q4276,53
TOTAL MANO DE OBRA				Q9375,53

TOTAL DIRECTO				Q33868,87
ADMINISTRACIÓN	5%			Q1693,44
FIANZAS E IMPUESTOS	10%			Q3386,89
IMPREVISTOS	3%			Q1016,07
DIRECCION TECNICA	5%			Q1693,45
UTILIDAD	12%			Q4064,21
TOTAL INDIRECTO				Q11854,06
TOTAL UNITARIO				Q45722,93

Continuación apéndice 4.

RENGLON:	TANQUE DE 125 M³ METÁLICO
MEDIDA:	UNIDAD
COSTO UNITARIO:	Q297632,18
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA	

MATERIALES				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
TANQUE (torre y cilindro de almacenamiento)	1,00	GLOBAL	Q 240,802,74	Q240802,74
Estudio Diseño Estructural de Torre y Cilindro	1,00	U	Q 7,224,08	Q7224,08
SUB TOTAL				Q248026,82
TOTAL MATERIALES				Q248026,82

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
SUB COTRATO	0,00	m³	Q -	Q -
SUB TOTAL				Q -
PRESTACIONES LABORALES	83,87%		Q -	Q -
SUB TOTAL				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q -

TOTAL DIRECTO	Q248026,82

ADMINISTRACIÓN	5%			Q12401,34
FIANZAS E IMPUESTOS	0%			
IMPREVISTOS	5%			Q12401,34
DIRECCION TECNICA	5%			Q12401,34
UTILIDAD	5%			Q12401,34
TOTAL INDIRECTO				Q49605,36
TOTAL UNITARIO				Q297632,18

Continuación apéndice 4.

RENGLON:	EXCAVACION DE ZANJA	
MEDIDA:	M3	
COSTO UNITARIO:	Q 78,82	
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA		

MATERIALES				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
HERRAMIENTA	1	GLOBAL	Q 2,78	Q 2,78
SUB TOTAL				Q 2,78
TOTAL MATERIALES				Q 2,78

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Excavación de Zanja	1	M3	Q 30,24	Q 30,24
SUB TOTAL				Q 30,24
PRESTACIONES LABORALES	83,87%		Q 30,24	Q 25,36
SUB TOTAL				Q 25,36
TOTAL MANO DE OBRA				Q 55,60

TOTAL DIRECTO	Q 58,38

ADMINISTRACIÓN	5%			Q 2,92
FIANZAS E IMPUESTOS	10%			Q 5,84
IMPREVISTOS	3%			Q 1,75
DIRECCION TECNICA	5%			Q 2,92
UTILIDAD	12%			Q 7,01
TOTAL INDIRECTO				Q 20,44
TOTAL UNITARIO				Q 78,82

Continuación apéndice 4.

RENGLON:	RELLENO DE ZANJA
MEDIDA:	M3
COSTO UNITARIO:	Q 906,10
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA	

MATERIALES				
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**COSTO**	**TOTAL**
SELECTO	1	**M3**	Q 475,00	Q 475,00
REPOSICIÓN DE PAVIMIENTO	1	**M3**	Q 90,00	Q 90,00
HERRAMIENTA	1	GLOBAL	Q 5,06	Q 5,06
SUB TOTAL				**Q 570,06**
TOTAL MATERIALES				Q 570,06

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**COSTO**	**TOTAL**
Relleno de Zanja	1	M3	Q 55,00	Q 55,00
SUB TOTAL				**Q 55,00**
PRESTACIONES LABORALES	83,87%		Q 55,00	Q 46,13
SUB TOTAL				**Q 46,13**
TOTAL MANO DE OBRA				Q 101,13

TOTAL DIRECTO				Q 671,18
ADMINISTRACIÓN	5%			Q 33,56
FIANZAS E IMPUESTOS	10%			Q 67,12
IMPREVISTOS	3%			Q 20,14
DIRECCION TECNICA	5%			Q 33,56
UTILIDAD	12%			Q 80,54
TOTAL INDIRECTO				Q 234,92
TOTAL UNITARIO				Q 906,10

Continuación apéndice 4.

RENGLON:	CONEXIÓN PREDIAL
MEDIDA:	UNIDAD
COSTO UNITARIO:	Q1043,57
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
MUNICIPALIDAD SAN MIGUEL PETAPA	

MATERIALES						
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO		TOTAL	
CEMENTO	0,07	saco	Q	74,90	Q	5,13
ARENA DE RIO	0,01	m³	Q	123,05	Q	0,64
PIEDRIN	0,01	m³	Q	192,60	Q	1,32
CEMENTO SOLVENTE	0,01	galon	Q	462,05	Q	2,64
CAJA DE REGISTRO CONCRETO	1,00	u	Q	60,00	Q	60,00
CODO HG Ø 1/2" x 90°	1,00	u	Q	6,18	Q	6,18
TUBERIA PVC Ø 1/2" 315 PSI	6,00	tubo	Q	27,56	Q	165,36
NIPLE HG Ø 1/2" x 1.50 MTS	1,00	u	Q	35,00	Q	35,00
NIPLE HG Ø 1/2" x 0.30 MTS	1,00	u	Q	15,30	Q	15,30
COPLA HG Ø 1/2"	1,00	u	Q	6,24	Q	6,24
LLAVE DE PASO Ø 1/2" BRONCE	1,00	u	Q	48,00	Q	48,00
LLAVE DE CHORRO Ø 1/2" BRONCE ROSCA	1,00	u	Q	32,00	Q	32,00
TEFLON	1,50	U	Q	2,25	Q	3,38
HERRAMIENTA	1	GLOBAL	Q	19,06	Q	19,06
SUB TOTAL					Q	400,25
TOTAL MATERIALES					Q	400,25

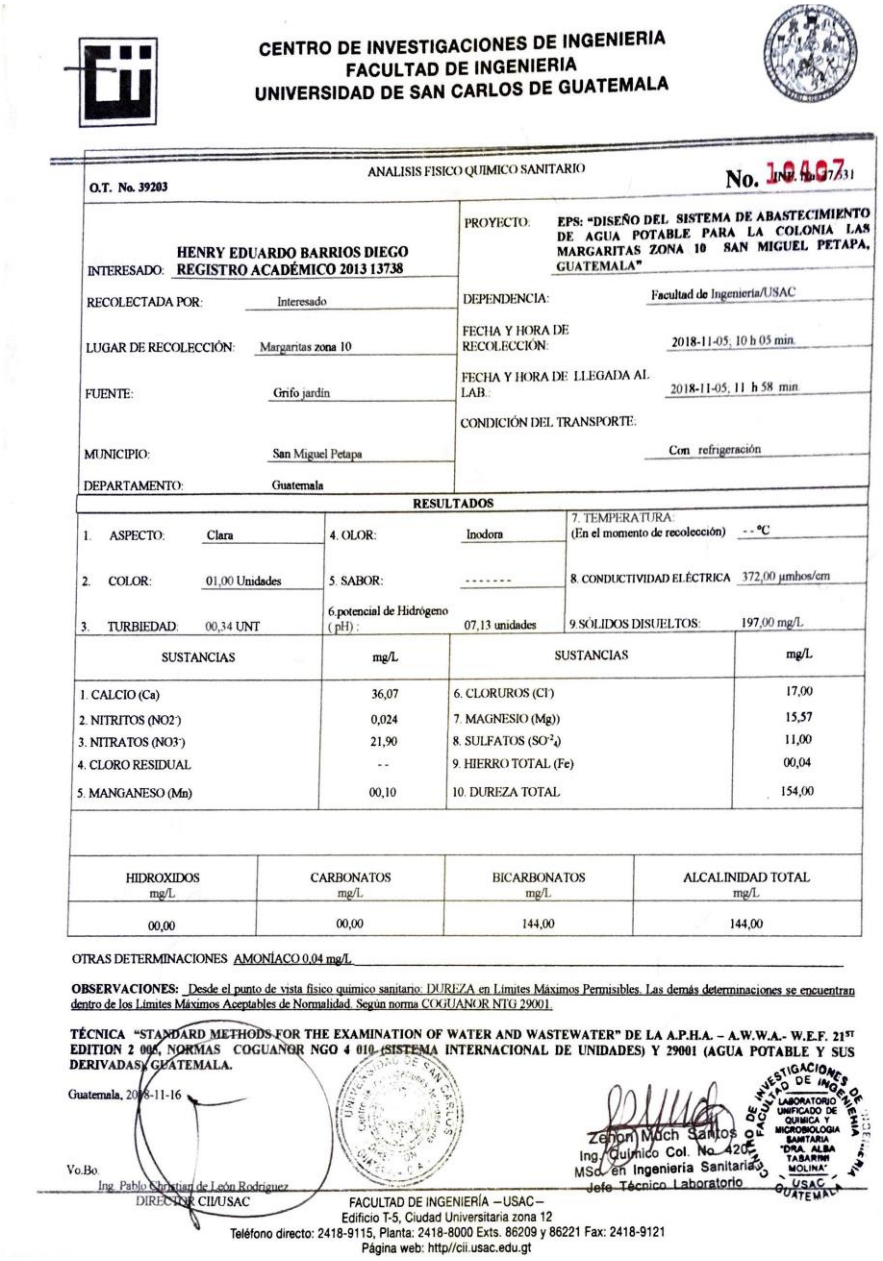
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO		TOTAL	
Fundicion concreto de 3000 PSI	0,02	M3	Q	121,75	Q	2,44
Instalación de Accesorios y TUBERIA	1	GLOBAL	Q	200,30	Q	200,30
SUB TOTAL					Q	202,74
PRESTACIONES LABORALES	83,87%		Q	202,74	Q	170,03
SUB TOTAL					Q	170,03
TOTAL MANO DE OBRA					Q	372,77

TOTAL DIRECTO					Q	773,02
ADMINISTRACIÓN	5%				Q	38,65
FIANZAS E IMPUESTOS	10%				Q	77,30
IMPREVISTOS	3%				Q	23,19
DIRECCION TECNICA	5%				Q	38,65
UTILIDAD	12%				Q	92,76
TOTAL INDIRECTO					Q	270,55
TOTAL UNITARIO						Q1043,57

Fuente: Elaboración propia, mediante Excel.

ANEXOS

Anexo 1. **Análisis fisicoquímico sanitario**



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

ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO

O.T. No. 39203 — No. 10407 — INF. No. 37/531

INTERESADO:	HENRY EDUARDO BARRIOS DIEGO REGISTRO ACADÉMICO 2013 13738	PROYECTO:	EPS: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS ZONA 10 SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA"
RECOLECTADA POR:	Interesado	DEPENDENCIA:	Facultad de Ingeniería/USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Margaritas zona 10	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2018-11-05; 10 h 05 min.
FUENTE:	Grifo jardín	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2018-11-05; 11 h 58 min.
MUNICIPIO:	San Miguel Petapa	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Con refrigeración
DEPARTAMENTO:	Guatemala		

RESULTADOS

1. ASPECTO:	Clara	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	- - °C
2. COLOR:	01,00 Unidades	5. SABOR:	- - - - - - -	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	372,00 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	00,34 UNT	6.potencial de Hidrógeno (pH):	07,13 unidades	9.SÓLIDOS DISUELTOS:	197,00 mg/L

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. CALCIO (Ca)	36,07	6. CLORUROS (Cl^-)	17,00
2. NITRITOS ($NO2^-$)	0,024	7. MAGNESIO (Mg))	15,57
3. NITRATOS ($NO3^-$)	21,90	8. SULFATOS (SO^{-2}_4)	11,00
4. CLORO RESIDUAL	- -	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,04
5. MANGANESO (Mn)	00,10	10. DUREZA TOTAL	154,00

HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	144,00	144,00

OTRAS DETERMINACIONES AMONÍACO 0,04 mg/L

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario: DUREZA en Límites Máximos Permisibles. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NTG 29001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – A.W.W.A.- W.E.F. 21ST EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS) GUATEMALA.

Guatemala, 2018-11-16

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

Vo.Bo.
Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
DIRECTOR CII/USAC

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

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 2. **Análisis bacteriológico**

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

EXAMEN BACTERIOLOGICO **No. 10382**

O.T. No. 39203 **INF. No. A –365172**

INTERESADO	HENRY EDUARDO BARRIOS DIEGO REGISTRO ACADÉMICO 2013 13738	PROYECTO:	EPS: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS ZONA 10, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA"
MUESTRA RECOLECTADA POR	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERÍA /USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	Margaritas zona 10	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2018-11-05; 10 h05 min.
FUENTE:	Grifo jardín	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2018-11-05; 11 h58 min.
MUNICIPIO:	San Miguel Petapa	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	En refrigeración
DEPARTAMENTO:	Guatemala		
SABOR:	-----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	No hay
ASPECTO:	Claro	CLORO RESIDUAL	---
OLOR:	Inodora		

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm^3	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm^3	-----	Innecesaria	Innecesaria
0,10 cm^3	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm^3		< 2,2	< 2,2

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

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

Guatemala, 2018-11-16

Vo.Bo.
Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
DIRECTOR CII/USAC

Zeida Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSC. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA LABORATORIO UNIFICADO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA "DRA. ALBA TABARINI MOLINA" USAC GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA –USAC–
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.