

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA CIVIL



DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA CHANMAGUA, MUNICIPIO
DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA

PAOLA STHEFANY RODRÍGUEZ

CHIQUIMULA, GUATEMALA, NOVIEMBRE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA CHANMAGUA, MUNICIPIO
DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

PAOLA STHEFANY RODRÍGUEZ

Al conferírsele el título de

INGENIERA CIVIL

En el grado académico de

LICENCIADA

CHIQUIMULA, GUATEMALA, NOVIEMBRE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA CIVIL



RECTOR

M.Sc. Ing. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Representante de profesores:	M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso
Representante de profesores:	M.Sc. Gildardo Guadalupe Arriola Mairén
Representante de graduandos:	Inga. Evelin Dee Dee Sumalé Arenas
Representante de estudiantes:	A.T. Estefany Rosibel Cerna Aceituno
Representante de estudiantes:	P.C. Elder Alberto Masters Cerritos
Secretaría:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	M. A. Edwin Rolando Rivera Roque
Coordinador de carrera:	MBA. Carlos Enrique Aguilar Rosales

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Presidente:	MBA. Carlos Enrique Aguilar Rosales
Secretario:	MBA. René Estuardo Alvarado González
Vocal:	Ing. Elder Avildo Rivera López

TERNA EVALUADORA

Presidente:	M.Sc. Luis Fernando Quijada Beza
Secretario:	Ing. Luis Antonio Ambrocio Santos
Vocal:	Ing. Elder Avildo Rivera López



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERAS DE INGENIERÍA



LAAS.03.19

Chiquimula, 12 de abril de 2019.

Ingeniero Civil

Elder Avildo Rivera López

Coordinador de EPS de la Carrera de Ingeniería Civil

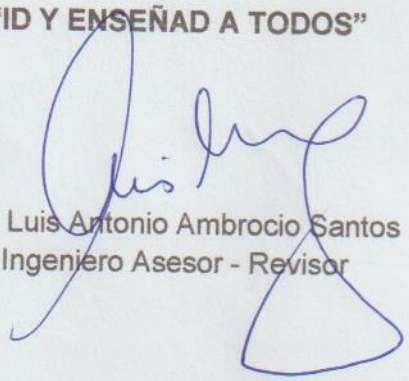
CUNORI – USAC

Respetable Ingeniero:

Atentamente me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que he revisado y efectuado las correcciones del caso al trabajo de graduación titulado: **“DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA CHANMAGUA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA”**, presentado por la estudiante Paola Sthefany Rodríguez.

Habiendo llenado dicho trabajo los requisitos, me permito aprobarlo en calidad de Asesor - Revisor del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Luis Antonio Ambrocio Santos
Ingeniero Asesor - Revisor

C.c. archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERAS DE INGENIERÍA



CEPSIC.03.2019

Chiquimula, 26 de agosto de 2019.

Ing. Carlos Enrique Aguilar Rosales
Coordinador Carreras de Ingeniería
CUNORI - USAC

Respetable Ing. Aguilar Rosales:

Atentamente me dirijo a usted para informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado: **"DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA CHANMAGUA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA"**, elaborado por la estudiante Paola Sthefany Rodríguez, quien contó con la asesoría del Ingeniero Civil Luis Antonio Ambrocio Santos.

Considero que el trabajo desarrollado por la estudiante Paola Sthefany Rodríguez, satisface los requisitos exigidos, por lo cual recomiendo su aprobación.

Agradezco a usted la atención a la presente, atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Elder Avildo Rivera López
Coordinador del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S)
Carrera de Ingeniería Civil

C.c. archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERAS DE INGENIERÍA



ALTG.8.19

Chiquimula, 15 de octubre de 2019.

Ingeniero

Carlos Enrique Aguilar Rosales

Coordinador Carreras de Ingenierías

CUNORI-USAC

Estimado Ing. Aguilar Rosales:

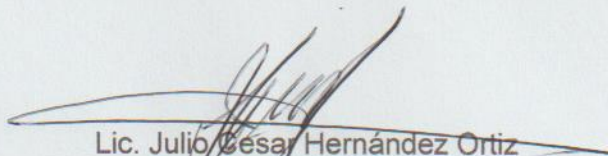
El propósito de la presente es para informarle que he procedido a revisar la parte lingüística, del trabajo de investigación titulado **“DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA CHANMAGUA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA”**; elaborado por la estudiante **Paola Sthefany Rodríguez**.

El informe cumple con los requisitos exigidos, por la carrera de Ingeniería Civil, por lo tanto, recomiendo su aprobación para seguir con los trámites correspondientes.

Agradeciendo su atención a la presente,

Deferentemente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Lic. Julio César Hernández Ortiz
Revisor Área Lingüística

C.c. archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERAS DE INGENIERÍA



TGIC.03-2019

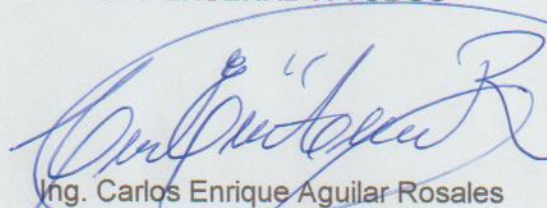
Chiquimula, 22 de octubre de 2019.

Ingeniero Agrónomo
Edwin Filiberto Coy Cordón
Director
CUNORI - USAC

Respetable Ing. Agr. Coy Cordón:

El coordinador de las Carreras de Ingeniería del Centro Universitario de Oriente CUNORI, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor-revisor Ingeniero Luis Antonio Ambrocio Santos y del Coordinador del Ejercicio Profesional Supervisado de la Carrera de Ingeniería Civil Ingeniero Elder Avildo Rivera López, y luego de la revisión y aprobación del Lic. Julio Cesar Hernández Ortiz, revisor del área de Lingüística, al trabajo de graduación de la estudiante Paola Sthefany Rodríguez, titulado: **“DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA CHANMAGUA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA”**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo de investigación y recomendando la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”


Ing. Carlos Enrique Aguilar Rosales
Coordinador Carreras de Ingeniería
CUNORI - USAC



C.c. archivo

D-TG-IC-221/2019

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó la estudiante **PAOLA STHEFANY RODRÍGUEZ** titulado **"DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA CHANMAGUA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA"**, trabajo que cuenta con el aval del Revisor y Coordinador de Trabajos de Graduación, de la carrera de Ingeniería Civil. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como **Trabajo de Graduación** a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **INGENIERA CIVIL**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, el quince de noviembre de dos mil diecinueve.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Córdón

**DIRECTOR
CUNORI - USAC**



AGRADECIMIENTO A:

DIOS

Por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza y por brindarme una vida llena de aprendizajes y experiencias.

MI MAMÁ

Por ser mi mejor amiga, mi aliada, mi ejemplo, gracias por todo el apoyo en el transcurso de mis estudios y en mi vida. La amo, es una mujer que simplemente me hace llenar de orgullo, y no va haber manera de devolverle tanto que me ha ofrecido.

MI NOVIO

Gracias por su paciencia, por su compañía y su apoyo. Gracias por compartir mi vida y mis logros.

MIS ASESORES

Ing. Luis Antonio Ambrocio Santos – Ing. Elder Avildo Rivera López, le agradezco la confianza, apoyo y dedicación de tiempo, por haber compartido conmigo sus conocimientos y sobre todo su amistad.

MIS COMPAÑEROS

Por confiar en mí y haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencias que nunca olvidaré.

MI FAMILIA

Por su apoyo y ayuda, durante mi carrera y mi vida.

**CENTRO
UNIVERSITARIO DE
ORIENTE**

Por compartir sus instalaciones durante la formación profesional.

**MUNICIPALIDAD DE
ESQUIPULAS**

Por permitir realizar mi EPS en sus instalaciones y formar parte de su equipo, por darme la oportunidad de desenvolverme como profesional.

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Se la dedico al forjador de mi camino, el que me acompaña siempre y me levanta de mi continuo tropiezo.

VIRGEN SANTÍSIMA

Por interceder por mí ante su hijo, iluminando mi camino.

MI MADRE

Es un logro más que llevo a cabo, y sin lugar a duda ha sido gran parte a usted, no sé dónde me encontraría de no ser por su ayuda.

MI NOVIO

Su ayuda ha sido fundamental, ha estado conmigo en los momentos más difíciles. Este proyecto no fue fácil, pero estuvo motivándome y ayudándome.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. MONOGRAFÍA DE LA ALDEA CHANMAGUA	1
1.1. Antecedentes históricos	1
1.2. Aspectos físicos	1
1.2.1. Ubicación y localización	1
1.2.2. Población actual	3
1.2.3. Topografía	4
1.2.4. Clima	4
1.2.5. Límites y colindancias	5
1.2.6. Idioma	6
1.3. Aspectos de infraestructura	7
1.3.1. Vías de acceso	8
1.3.2. Servicios públicos	8
1.3.2.1. Educación	8
1.3.2.2. Salud	9

1.3.2.3.	Transporte	10
1.3.2.4.	Alcantarillado sanitario	10
1.3.2.5.	Agua entubada	11
1.4.	Aspectos socioeconómicos	11
1.4.1.	Origen de la comunidad	12
1.4.2.	Actividades económicas	12
1.4.3.	Etnia, religión y costumbre	14
2.	DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA CHANMAGUA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA	17
2.1.	Descripción del proyecto	17
2.2.	Levantamiento topográfico	18
2.2.1.	Altimetría	18
2.2.2.	Planimetría	19
2.3.	Población actual	19
2.4.	Descripción del sistema a utilizar	20
2.5.	Diseño del sistema	21
2.5.1.	Período de diseño	21
2.5.2.	Población de diseño	22
2.5.3.	Dotación	23
2.5.4.	Caudal sanitario	24
2.5.4.1.	Caudal domiciliar	24
2.5.4.1.1.	Factor de retorno	24

2.5.4.2.	Caudal comercial	26
2.5.4.3.	Caudal industrial	32
2.5.4.4.	Caudal por infiltración	37
2.5.4.5.	Caudal por conexiones ilícitas	39
2.5.4.5.1.	Método racional	39
2.5.4.6.	Caudal medio	48
2.5.4.7.	Factor de caudal medio	48
2.5.4.8.	Factor de Harmon	50
2.5.4.9.	Factor de caudal máximo	51
2.5.4.10.	Caudal de diseño	52
2.5.4.11.	Caudal unitario	53
2.5.5.	Velocidades máximas y mínimas	54
2.5.6.	Diámetro de tuberías	56
2.5.6.1.	Tipo de tubería	56
2.5.6.2.	Profundidad de la tubería	57
2.5.7.	Pozos de visita	60
2.5.8.	Ancho de zanja	61
2.5.9.	Volumen de excavación	63
2.5.11.	Conexiones domiciliarias	66
2.5.12.	Desfogue	69
2.5.13.	Fundamentos hidráulicos	69
2.5.14.	Ejemplo del diseño de un tramo	73
2.5.15.	Ejemplo de fundamentos hidráulicos	75

2.6. Presupuesto	77
2.6.1. Integración de costos unitarios	77
2.6.3. Cronograma de ejecución físico y financiero	99
2.7. Evaluación de impacto ambiental	100
2.8. Evaluación socio-económico	102
2.8.1. Valor presente neto	103
2.8.2. Tasa interna de retorno	105
2.9. Especificaciones técnicas	106
2.10. Planos constructivos	114
CONCLUSIONES	115
RECOMENDACIONES	117
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
APÉNDICES	123
ANEXOS	161

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización del municipio de Esquipulas	2
2.	Localización de la aldea Chanmagua, del municipio de Esquipulas	3
3.	Colindancias y aldeas del municipio de Esquipulas	6
4.	Profundidad mínima de colectores	59
5.	Sección típica, pozo de visita	61
6.	Planta típica, conexión domiciliar	68
7.	Vista frontal de conexión domiciliar	69

TABLAS

1.	Distribución de habitantes de la aldea Chanmagua	4
2.	Distribución del idioma hablado en el departamento de Chiquimula	7
3.	Dotación para edificaciones comerciales	26
4.	Número de comercios actuales en la aldea Chanmagua	28
5.	Número de comercios futuros en la aldea Chanmagua	29
6.	Caudal comercial aldea Chanmagua	31

7.	Dotación para edificaciones industriales	32
8.	Número de industrias actuales en la aldea Chanmagua	33
9.	Número de industrias futuras en la aldea Chanmagua	35
10.	Caudal industrial aldea Chanmagua	36
11.	Coeficiente de escorrentía	42
12.	Parámetros a, b y n; estación meteorológica de Esquipulas	45
13.	Profundidad mínima para colectores de tuberías de concreto	58
14.	Ancho libre de zanjas para tubería de PVC	62
15.	Trabajos preliminares	78
16.	Bodega	79
17.	Replanteo topográfico	80
18.	Excavación	81
19.	Instalación tubería PVC 6"	82
20.	Instalación tubería PVC 8"	83
21.	Instalación tubería PVC 10"	84
22.	Instalación tubería PVC 12"	85
23.	Conexiones domiciliarias	86
24.	Pozos de visita (1.27 m de altura promedio)	87
25.	Pozos de visita (1.74 m de altura promedio)	88
26.	Pozos de visita (2.93 m de altura promedio)	89

27. Pozos de visita (3.80 m de altura promedio)	90
28. Relleno y compactación	91
29. Retiro y reposición de adoquín	92
30. Retiro y reposición de asfalto	93
31. Limpieza final	94
32. Resumen de materiales	95
33. Resumen de presupuesto	96
34. Gastos administrativos	97
35. Desglose de impuestos	98
36. Cronograma de ejecución físico y financiero	99

CUADROS

1. Evaluación de impacto ambiental para alcantarillado	100
--	-----

LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área
A_{patios}	Área de patios
A_{techos}	Área de techos
A_{total}	Área total
$ASTM$	American Society of Testing Materials (Asociación Americana de Ensayo de Materiales)
$Q_{comercial}$	Caudal comercial
$Q_{domiciliar}$	Caudal domiciliar
$Q_{conexiones\ ilicitas}$	Caudal de conexiones ilícitas
$Q_{diseño}$	Caudal de diseño
$Q_{infiltración}$	Caudal de infiltración
$Q_{industrial}$	Caudal industrial
q_i	Caudal unitario
cm	Centímetro
C	Coeficiente de escorrentía
C_{patios}	Coeficiente de patios

<i>C_{techos}</i>	Coeficiente de techos
<i>CT</i>	Cota de terreno
<i>CIE</i>	Cota Invert de Entrada
<i>CIS</i>	Cota Invert de Salida
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas
<i>Dp</i>	Densidad poblacional
<i>Dot</i>	Dotación
<i>Dot. comercial</i>	Dotación comercial
<i>Dot. industrial</i>	Dotación industrial
<i>f_{infiltración}</i>	Factor de infiltración
<i>Fac. retorno</i>	Factor de retorno
GTM	Guatemala Transversa Mercator
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
INE	Instituto Nacional de Estadística
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
<i>I</i>	Intensidad de lluvia
<i>L</i>	Litros

<i>L/comercio / día</i>	Litro por comercio por día
<i>L/industria / día</i>	Litro por industria por día
<i>L/km / día</i>	Litro por kilómetro por día
<i>L/s</i>	Litros por segundo
<i>Long. tubería</i>	Longitud de tubería
<i>m</i>	Metro
<i>mm/h</i>	Milímetro por hora
<i>m²</i>	Metro cuadrado
<i>m³/s</i>	Metro cúbico por segundo
<i>a.b, N</i>	Parámetro de ajuste que depende de las condiciones meteorológicas del lugar.
<i>S</i>	Pendiente
<i>n</i>	Período de diseño
<i>P_o</i>	Población actual
<i>P_f</i>	Población futura
<i>%</i>	Porcentaje
<i>Pv</i>	Pozo de visita
<i>RN</i>	Ruta Nacional

a/A	Relación hidráulica de área
d/D	Relación hidráulica de tirante
r	Tasa de crecimiento
TIR	Tasa Interna de Retorno
t_c	Tiempo de concentración
t_e	Tiempo de entrada
t_f	Tiempo de flujo o corriente
PVC	Polyvinyl chloride (Policloruro de Vinilo)
VPN	Valor Presente Neto
V	Velocidad
<i>Viv. actuales</i>	Viviendas actuales
<i>Viv. futuras</i>	Viviendas futuras

GLOSARIO

Aguas negras	También llamadas aguas residuales, caudal del requerimiento diario de agua que se desecha habiendo sido utilizada, puede ser domiciliar, comercial o industrial.
Alcantarillado	Conjunto de tuberías y construcciones usado para la recogida y transporte de las aguas residuales, comerciales e industriales.
Caudal	Cantidad de fluido que circula por unidad de tiempo en determinado sistema o elemento.
Colector	conducto del alcantarillado público en el que vierten sus aguas diversos ramales de una alcantarilla
Cota	Distancia vertical que existe entre un punto de terreno y un plano de referencia horizontal determinado.
Cota de terreno	Altura de un punto de terreno, haciendo referencia a un nivel determinado.
Densidad de vivienda	Relación existente entre el número de vivienda por unidad de área.

Escorrentía	Agua de lluvia que circula libremente sobre la superficie de un terreno.
Estación total	Aparato electro-óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica.
Infiltración	Proceso por el cual el agua penetra en el suelo, a través de la superficie de la tierra, y queda retenida en ella.
Monografía	Breve descripción sobre las características físicas, económicas, sociales y culturales de una región o pueblo.
Pendiente	Inclinación de un elemento lineal, natural o constructivo respecto de la horizontal.
Pozo de visita	Estructura que permite la inspección, ventilación y limpieza de la red de alcantarillado.

RESUMEN

La unidad de Ejercicio profesional supervisado –EPS- permite conocer las necesidades y carencias que el municipio de Esquipulas cuenta, respecto a los servicios básicos y de infraestructura, siguiendo estos aspectos y con respaldo de las autoridades de la municipalidad, se procede a un diagnostico que permite percibir las obras con más interés, priorizando se selecciona el proyecto de alcantarillado sanitario para la aldea Chanmagua, el concierna a el área de investigación de hidráulica, establecida por la carrera de ingeniería civil.

Luego de plantear la necesidad, se procedió a realizar el levantamiento topográfico con estación total, utilizando la conservación del azimut, por ser un polígono irregular, realizado en calles principales y secundarias de la comunidad de Chanmagua.

El diseño, se encuentra dentro de las áreas de aplicación de la hidráulica y topografía, establecidas por la carrera de Ingeniería Civil del Centro Universitario de Oriente –CUNORI-, regidas bajo las normas ASTM F949 y las normas que establece la dirección general de obras públicas, normas utilizadas y actualizadas por el Instituto de Fomento Municipal -INFOM-, llevándose a cabo bajo un enfoque cualitativo. Obteniendo la información necesaria bajo observaciones, entrevistas, revisión de documentos existentes en la municipalidad de Esquipulas, lo que permitió describir la situación actual de la aldea.

El proyecto del alcantarillado sanitario, consiste en el diseño y planificación de líneas colectoras de las aguas residuales, comerciales e industriales de la

aldea Chanmagua, ya que el actual presenta deficiencias en el funcionamiento y debido a su crecimiento territorial ciertos sectores no cuentan con este servicio básico, evacuando las aguas negras para las calles, exponiendo a todos los habitantes a enfermedades. Por lo que el diseño del alcantarillado, al ser ejecutado, brindará una mejor calidad de vida a los habitantes y visitantes del lugar, preservando un ambiente sano.

El diseño realizado, aporta una propuesta de solución técnica al problema identificado en la comunidad de Chanmagua y brindan a la municipalidad de Esquipulas y COCODE del sector un medio para gestionar los recursos financieros necesarios para la realización del proyecto.

OBJETIVOS

GENERAL

Desarrollar el diseño de ampliación y mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario, en la aldea Chanmagua, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula, aplicando los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería civil del Centro Universitario de Oriente -CUNORI-.

ESPECÍFICOS

- Efectuar el diagnóstico del sistema de alcantarillado sanitario actual de la aldea Chanmagua.
- Elaborar el diseño de ampliación y mejoramiento de alcantarillado sanitario, bajo las normas establecidas que rigen actualmente en el país de Guatemala.
- Realizar el presupuesto del proyecto del diseño y ampliación del sistema de alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

El Centro Universitario de Oriente –CUNORI- de la universidad de San Carlos de Guatemala, a través del Ejercicio Profesional Supervisado –EPS- permite al alumno contribuir con la región nor-oriente, con actividades de servicio profesional, brindando apoyo técnico a las comunidades y desarrollando proyectos de beneficio común.

La primera fase del –EPS- fue realizar un diagnóstico comunitario para determinar las necesidades más prioritarias de la comunidad, realizado este procedimiento, se le planteó al director de la Dirección Municipal de Planificación –DMP- y al supervisor del Ejercicio Profesional Supervisado –EPS-, para determinar si el proyecto era factible y viable.

El EPS se realizó en la Dirección municipal de planificación DMP de la municipalidad de Esquipulas, departamento de Chiquimula, el cual beneficia a una comunidad, con el aporte del siguiente proyecto “diseño de ampliación y mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario, aldea Chanmagua, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula”.

El documento está conformado por dos capítulos, con el fin abarcar los acontecimientos y procedimientos necesarios para desarrollar el proyecto; el capítulo uno, describe la monografía de la aldea Chanmagua, detallando antecedentes históricos, aspectos físicos, de infraestructura y socioeconómicos, brindando los detalles necesarios para elaborar el proyecto de acuerdo a las necesidades de la comunidad.

El capítulo dos, lo integra el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, tipo de levantamiento topográfico, sistema y diseño utilizado para el desarrollo del proyecto, pautas utilizadas para la elaboración del mismo, presupuesto y cronograma físico financiero.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones, resultado de la ejecución del ejercicio profesional supervisado, realizado en la municipalidad de Esquipulas, departamento de Chiquimula.

1. MONOGRAFÍA DE LA ALDEA CHANMAGUA

1.1. Antecedentes históricos

La aldea Chanmagua fue fundada alrededor de los años 1770 a 1800, por un grupo de familias entre ellas apellido Erazo y Bautista, que hasta el día de hoy sus descendencias están asentadas en la comunidad.

Chanmagua formaba parte de las comunidades menos habitadas de la ciudad de Esquipulas, sus vecinos asentados eran familias que se unían entre sí, para no perder la linealidad de los apellidos, en el año 1992 aproximadamente según relatos de ancianos, la comunidad fue creciendo y poblándose con personas que no pertenecían a esas áreas.

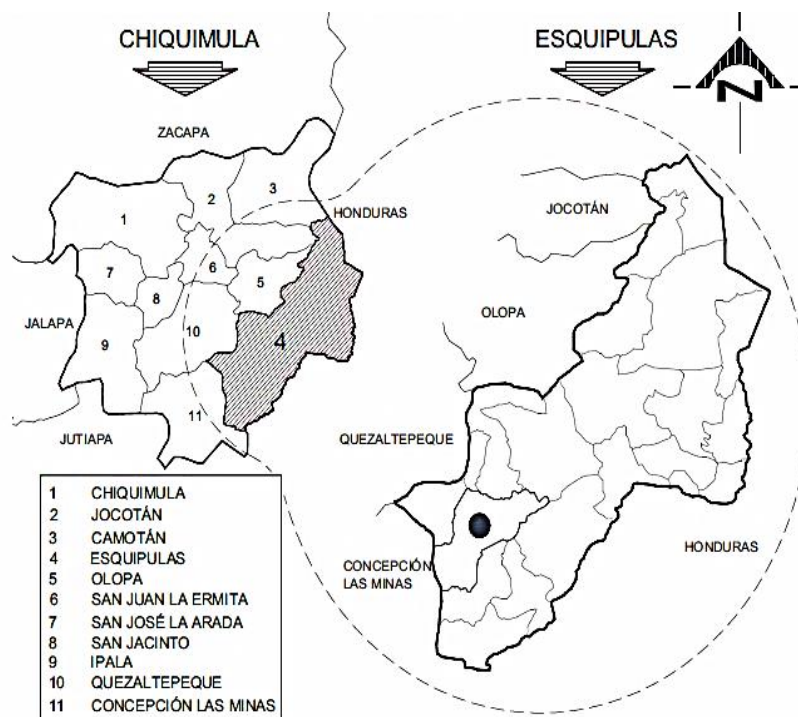
1.2. Aspectos físicos

1.2.1. Ubicación y localización

El municipio de Esquipulas cuenta con una extensión territorial de 532 kilómetros cuadrados, está situado en la parte sur-oriental del departamento de Chiquimula, a una altitud que oscila entre los 600 msnm y 2,500 msnm metros en las montañas más altas. ChiquimulaOnline (2005). Datos generales de Esquipulas. Recuperado chiquimulaonline.com/datosgenerales/esquipulas.htm

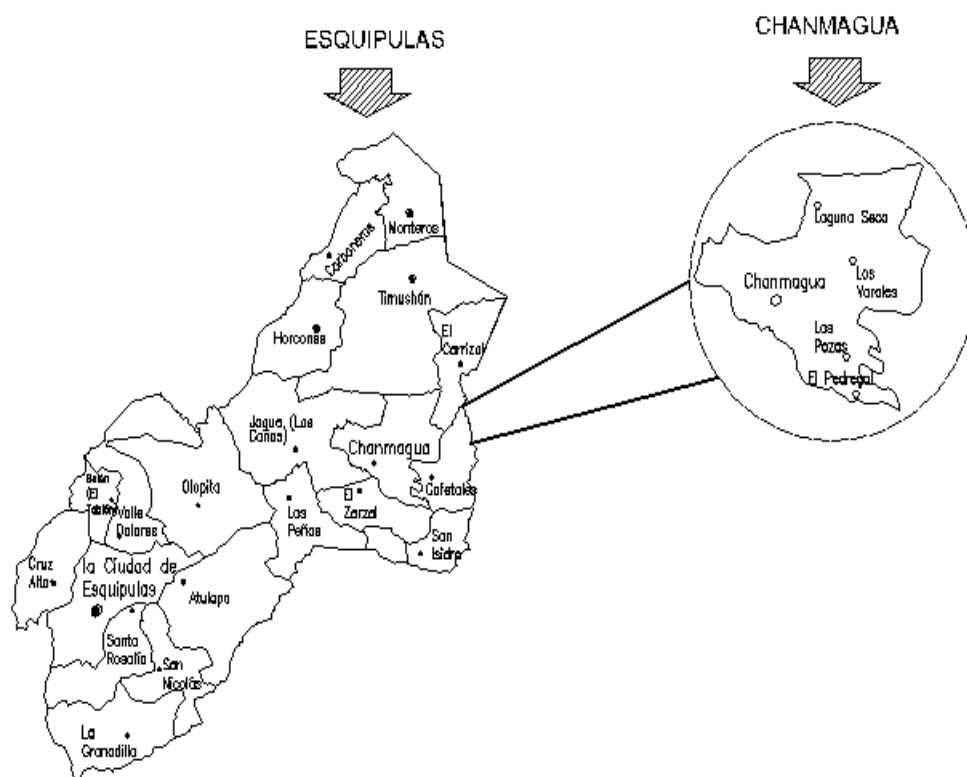
La aldea Chanmagua se encuentra ubicada en el municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula, cuenta con una extensión territorial de 80 kilómetros cuadrados, sus coordenadas geográficas UTM ubicadas en la cancha municipal corresponden a longitud: 14.624730 y latitud: -89.199656.

Figura 1. **Localización del municipio de Esquipulas**



Fuente: Departamento de catastro municipal. (2015). (Municipalidad de Esquipulas).

Figura 2. Localización de la aldea Chanmagua, del municipio de Esquipulas



Fuente: Departamento de catastro municipal. (2015). (Municipalidad de Esquipulas).

1.2.2. Población actual

La comunidad de Chanmagua ha tenido un incremento actual de habitantes debido a que es rico en tierra para producciones agropecuarias, de acuerdo con la proyección nacional del año 2017, la aldea Chanmagua tiene una tasa de crecimiento anual de 2.6% con un total de 10,560 habitantes. Distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 1. Distribución de habitantes de la aldea Chanmagua

Hombres	1,121	48%
Mujeres	1,214	52%

Fuente: adaptada de INE, (2017).

1.2.3. Topografía

“El tipo de terreno del municipio de Esquipulas es ondulado en la región urbana y montañoso en la rural, con altitudes que oscilan entre los 600 y 2,500 m.s.n.m. en las montañas más altas” (DMP, 2012, p.4).

La aldea Chanmagua del municipio de Esquipulas cuenta con una altitud media de 1000 m.s.n.m. Muestra pendientes poco pronunciadas, su terreno es de estructura regular.

1.2.4. Clima

La aldea Chanmagua tiene un clima cálido templado seco, su temperatura promedio es de 24 grados centígrados, bajando hasta 12 grados ocasionalmente. Boscoso con un invierno benigno, especialmente en las estribaciones de sus montañas; las de Los Varales que favorecen al clima de la villa de la aldea, también las de Miramundo y San Isidro por el lado de la zona de la aldea Chanmagua. Wikipedia. (2018). Monografía Chanmagua. <https://es.wikipedia.org/wiki/Chanmagua>.

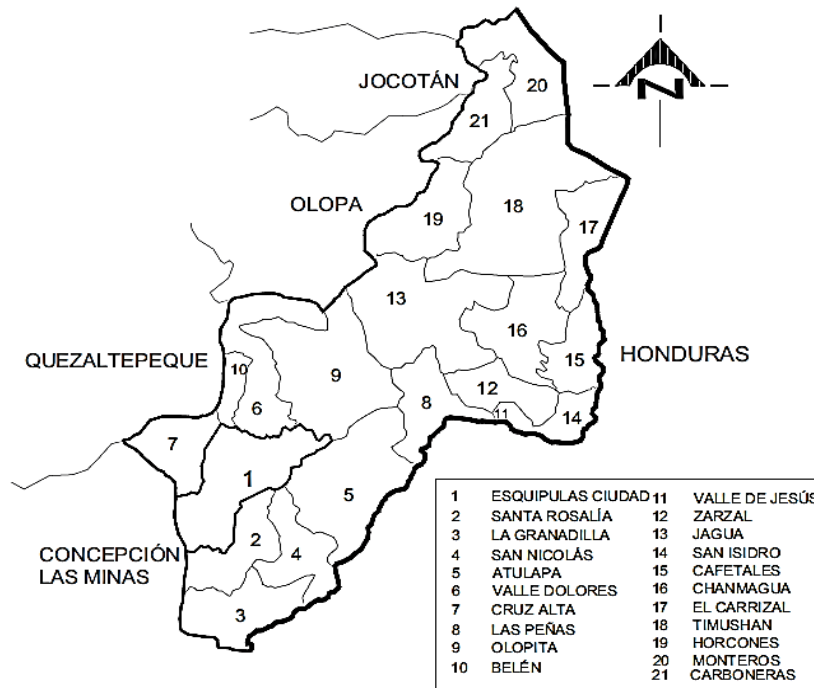
Los meses más calientes son marzo y abril y los más fríos diciembre y enero. La época de lluvia es de mayo a octubre, habiendo semanas de chubascos en noviembre, diciembre y enero, que se conoce como lluvias temporales. Wikipedia. (2018). Monografía Chanmagua. <https://es.wikipedia.org/wiki/Chanmagua>

1.2.5. Límites y colindancias

El municipio de Esquipulas colinda con los municipios: al norte Olopa y Camotán, al oeste Concepción las Minas, Olopa y Jocotan, todos del departamento de Chiquimula, con las repúblicas: al este con Honduras y al sur con El Salvador.

La aldea Chanmagua del municipio de Esquipulas colinda con las aldeas: al norte con Timushán, Carrizal y Jagua, al sur con Zarzal, al oriente con Carrizal y Cafetales y al poniente con Jagua, todas del municipio de Esquipulas.

Figura 3. Colindancias y aldeas del municipio de Esquipulas



Fuente: Departamento de catastro municipal (2015). (Municipalidad de Esquipulas).

1.2.6. Idioma

El departamento de Chiquimula en tiempos coloniales, fue colonizado por los españoles, por lo que el idioma español predominó y con el tiempo se convirtió en el idioma oficial de la región.

El ch'orti' es uno de los pocos idiomas de origen maya que se habla en el oriente del país, en particular en el departamento de Chiquimula; todavía se utiliza como medio de comunicación cotidiano específicamente en los municipios de Olopa, Jocotán y Camotán y en un porcentaje mínimo a comparación de los otros municipios en Quezaltepeque y Esquipulas. Prensa Libre. (2019). Chiquimula, la

perla de oriente. Recuperado de <https://www.prensalibre.com/hemeroteca/historia-del-municipio-de-chiquimula/>

El porcentaje de habitantes que habla español y ch'orti' se constituye de la siguiente manera:

Tabla 2. **Distribución del idioma hablado en el departamento de Chiquimula**

Español	97%
ch'orti'	3%

Fuente: adaptada de Dirección Municipal de Planificación, año 2014.

1.3. Aspectos de infraestructura

Chanmagua es una de las comunidades más desarrolladas en el término de infraestructura del municipio de Esquipulas, con servicios e instalaciones necesarias para el desarrollo de la comunidad, estos aspectos ayudan al crecimiento social y económico de la aldea. Con las instituciones que cuentan son: escuela, centro de salud, banco, cooperativas, beneficios de café, farmacias, veterinarias, talleres, agro-servicios, panaderías, comedores, restaurantes y barberías.

1.3.1. Vías de acceso

Una de las cuestiones más importantes en el urbanismo son las vías de acceso a una ciudad pueblo o aldea, ya que de acuerdo a su disposición, mantenimiento y organización se puede llegar con más facilidad o dificultad al lugar.

Se cuenta con una sola vía de acceso para poder llegar a la aldea Chanmagua desde el municipio de Esquipulas, la red vial que conecta al municipio con la comunidad es la carretera RN. 18 con una distancia de 24 kilómetros desde el centro del municipio.

1.3.2. Servicios públicos

Un servicio público es una acción, institución o prestación promovida por el estado esto con el fin de garantizar la igualdad entre los ciudadanos y exista un desarrollo adecuado para los países, pueblos y aldeas.

Los servicios públicos estratégicos en una sociedad son: educación, salud, transporte, seguridad, tratamientos de residuos, agua potable y alcantarillado sanitario.

1.3.2.1. Educación

La aldea Chanmagua cuenta con un establecimiento educativo en el cual funcionan los diferentes ciclos educativos; el de primaria y preprimaria, el que lleva el nombre de EORM (Escuela Oficial Rural Mixta) Regional “José Napoleón

Flores Valdés y la escuela preprimaria que es anexa al establecimiento, ambos ciclos son impartidos en jornada matutina.

INBARCCH (Instituto de Educación Básica de Chanmagua) es un instituto nacional básico por cooperativa que funciona en jornada vespertina, ubicado en el mismo establecimiento educativo primario mencionado anteriormente.

Surgiendo la necesidad de ayudar a jóvenes que no se pueden trasladar al municipio para cursar el ciclo de diversificado, se apertura el Instituto Diversificado INEDICH (Instituto de Educación Diversificada de Chanmagua) que cuenta con la única carrera de perito en administración. Este establecimiento funciona en jornada vespertina junto con instituto INBARCCH.

1.3.2.2. Salud

López (2017), indica que actualmente el municipio cuenta con cobertura total de los servicios de salud en todas las comunidades, administrados por una prestadora de servicios del programa de extensión de cobertura, la cual es realizada a través de (216 vigilantes de salud, 99 comadronas adiestradas y 3 médicos ambulatorios), servicios que son prestados en un centro de salud tipo “B”.

Este centro de salud no se da abasto por lo cual decidieron construir y dar en funcionamiento 3 puestos de salud (distribuidos en 3 aldeas del municipio, Chanmagua, Horcones y Las Nubes), son puestos de salud completos, dándole

el servicio tanto a los habitantes de las aldeas como a los vecinos de otras comunidades (pp. 24-25).

1.3.2.3. Transporte

La aldea Chanmagua se encuentra a 24 km de la ciudad de Esquipulas, para llegar a la comunidad se debe de tomar un bus urbano, con permiso del departamento de tránsito de la municipalidad de Esquipulas, estos buses tienen ruta directa hacia dicha aldea, con paradas alternas a caseríos y otras comunidades que se encuentran en el trayecto del camino.

Otro de los transportes existentes son los pick-ups que con permiso del departamento de tránsito e identificados con números y logo de la municipalidad del municipio, tienen autorizado trasladar personas de dicha aldea hacia el centro de la ciudad y viceversa.

1.3.2.4. Alcantarillado sanitario

Chanmagua cuenta con servicio de alcantarillado sanitario en calles principales y en algunas secundarias, debido al crecimiento poblacional y su extensión territorial, las tuberías existentes ya no se dan abasto para desalojar los desechos líquidos de casas, comercios e industrias, evacuando los desechos a las calles, barrancos y aguas abajo, dejando expuesta a contaminación a toda la comunidad.

Otro factor que altera este servicio es la antigüedad del sistema, las tuberías existentes ya cumplieron con su vida útil, brindándole a la comunidad un alcantarillado deficiente, que no cubre las necesidades de los vecinos.

1.3.2.5. Agua entubada

DMP (2017), indica que según datos de la municipalidad, la aldea Chanmagua cuenta con servicios de agua desde el año 1885 en un sistema de llenacantaros, agua que no cuenta con algún tipo de tratamiento de potabilización, fue hasta el año 1991 cuando se realizaron las instalaciones prediales actuales con una dotación aproximada de 120 L/hab/día. Este sistema actualmente sigue funcionando, con mejoras en el sistema y con nuevos ramales para cubrir las necesidades de todos los habitantes.

1.4. Aspectos socioeconómicos

SEGEPLAN (2010), indica que en Esquipulas, la agricultura se ha ido desarrollando poco a poco, entre los principales productos agrícolas podemos mencionar en primer lugar el café, puesto que es producido en más de un setenta por ciento de su territorio y también es exportado hacia otros países; también es de considerar que es un gran productor de tomate, chile dulce, chile picante, maíz, frijol, entre otros (p.13).

La aldea Chanmagua, es parte del área rural, debido a eso sus habitantes se destinan a la producción agrícola y pecuaria, sobresaliendo el cultivo del café.

La migración de los habitantes de la comunidad ocurre por asuntos económicos y por la ilusión de buscar una mejor calidad de vida, puesto que no encuentran soluciones u oportunidades en su propia comunidad, este factor le brinda a Chanmagua una fuente de ingresos a través de las remesas enviadas, que ayudan a la estabilidad familia, ya que les permite aumentar el consumo de bienes de primera necesidad y tener acceso a la educación y la salud.

1.4.1. Origen de la comunidad

La comunidad de Chanmagua fue creada y fundada alrededor de 1770 a 1800, por familias de apellidos Erazo y Bautista, que hasta el día de hoy las nuevas generaciones siguen asentadas en dicha comunidad.

1.4.2. Actividades económicas

En el municipio de Esquipulas existe una gran variedad de actividades productivas, las cuales generan grandes ingresos para la población. Algunas de las actividades importantes son:

- **Agrícola**

Es la fuente principal de ingresos de la comunidad Chanmagua, la actividad principal es el cultivo de café pues, posee uno de los beneficios más grandes de la zona; donde llega el grano en bruto y es procesado para luego ser vendido. En segundo plano queda el cultivo del maíz y frijol.

Otra actividad productiva que se da en esta aldea como consecuencia de la cosecha del café es la producción de banano, esta planta es sembrada para brindarle sombra.

- **Forestal**

Los tipos de madera más producidos por la comunidad de Chanmagua de la región de Esquipulas son: caoba, cedro, conacaste y pino, las cuales son utilizadas para muebles y productos artesanales.

- **Artesanal**

La ciudad de Esquipulas es uno de los centros turísticos más importantes de Guatemala; este factor hace que la mayoría de los pobladores se dediquen a la elaboración de artículos religiosos para la venta, Chanmagua se dedica a la elaboración de los sombreritos de palma, dulces típicos, estos productos son vendidos en el mercado artesanal de Esquipulas.

- **Turismo**

Esquipulas también conocida como la ciudad de la fe, recibe cientos de peregrinos especialmente los meses de enero y marzo, esto debido a la veneración del santo Cristo Negro de Esquipulas. El turismo genera fuertes ingresos económicos para los habitantes. Los centros turísticos principales en Esquipulas son: Basílica del Cristo Negro, La Piedra de los Compadres, parque Chatun y finca Los Girasoles.

1.4.3. Etnia, religión y costumbre

La población originaria de Esquipulas fue habitada por los mayas chortíes en la época prehispánica, durante la conquista española los chortíes se trasladaron a otros municipios aledaños de Honduras, fundando la villa de Santiago de Esquipulas. Tras la independencia de Centroamérica en 1821, se oficializó el nombre de Esquipulas. Wikipedia. (2005). Monografía de Esquipulas. Recuperado <https://es.wikipedia.org/wiki/Esquipulas>

La mujer indígena chortí se ha caracterizado por sus collares coloridos, ganchos en el cabello, aretes grandes y coloridos, pañuelos de seda en las trenzas y vistosos trajes, la vestimenta del hombre chortí es de manta blanca, el cual significa pureza, así como también se usa manta amarilla que es el color preferido de los adultos (Roldán, p.122, 2006).

La mayoría de pobladores de Chanmagua son de religión cristiana católica, debido a la historia y costumbres de la comunidad; pero con el paso de los años

se han ido integrando otras religiones y sectas, ganando campo dentro de los habitantes de dicha aldea.

Chanmagua no se queda atrás con las costumbres, el 13 de mayo de cada año, la aldea celebra una fiesta en honor a la virgen de Fátima, la fiesta es una de las más importantes y concurridas del municipio de Esquipulas en la que se dan cita los habitantes de las aldeas y caseríos circunvecinos.

2. DISEÑO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA CHANMAGUA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA

2.1. Descripción del proyecto

El diseño de ampliación y mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario, aldea Chanmagua, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula, consiste en una red de tuberías de PVC norma ASTM – F949 con una longitud de 4,526.175 metros, con diámetros variables de 6", 8", 10" y 12", la pendiente de la tubería se tomó de acuerdo a las pendientes del terreno, la cual será instalada de manera que permita mantener la velocidad máxima y mínima, garantizando el buen funcionamiento del sistema.

El sistema está conformado por 138 pozos de visita, que se construirán con ladrillo tayuyo, con una altura promedio de 2.43 m, posee un desfogue, donde se asentarán las aguas negras.

En la elaboración de este proyecto no se incluye la fase de tratamiento de aguas residuales, ni la construcción de una planta de tratamiento.

2.2. Levantamiento topográfico

Contreras (2016), indica que el levantamiento topográfico se realiza para determinar las principales características físicas del terreno, las cuales servirán para el diseño y la ubicación de los componentes del sistema de un proyecto (p.15).

El levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico se realizó utilizando el método de conservación de azimut y utilizando los siguientes instrumentos:

- Estación total
- Trípode de aluminio
- Cinta métrica de 60 metros
- Pintura en aerosol
- prisma

2.2.1. Altimetría

Contreras (2016), indica que la altimetría tiene por objeto representar la verdadera forma del terreno, es decir, no solo su extensión, límites y obras que lo ocupan, sino también la forma de su relieve, haciendo para ello las operaciones necesarias. El método altimétrico utilizado fue el método de nivelación taquimétrico y se determinaron puntos intermedios, para conocer sus cotas. Para poder llevar a cabo este procedimiento es primordial conocer la altura a la cual se nivela la estación total en cada estación, con los datos obtenidos con el

levantamiento altimétrico se calculan las cotas de terreno; el cual nos dará las elevaciones de los pozos de visita (p.16).

2.2.2. Planimetría

Contreras (2016), indica que la planimetría es la parte de la topografía dedicada al estudio de procedimientos y métodos que tienden a conseguir la representación a escala de los detalles de un terreno, sobre una superficie plana (p.16).

El levantamiento planímetro de este proyecto se realizó con el equipo anteriormente mencionado.

2.3. Población actual

La población actual a beneficiar en el proyecto del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Chanmagua es de 2,335 habitantes, distribuidas en 467 viviendas, con una densidad poblacional de 5 habitantes por vivienda.

2.4. Descripción del sistema a utilizar

De acuerdo a su finalidad existen 3 tipos básicos de alcantarillado: la selección de cada uno de ellos dependerá de un estudio cuidadoso de factores que determinaran el tipo de sistema a utilizar, estos factores son los económicos y la funcionalidad del sistema a requerir.

- **Alcantarillado sanitario**

El alcantarillado sanitario consiste en una tubería para la recolección y conducción de aguas residuales domésticas, comerciales e industriales, quedando excluida el agua de lluvia.

- **Alcantarillado separativo**

Este tipo de sistema consiste en dos líneas de tuberías, una para las aguas negras y otra para el agua proveniente de la lluvia, recolectadas y transportadas independientemente. Para que este tipo de alcantarillado cumpla con su objetivo es necesario que existan tuberías independientes en el interior de las edificaciones a servir.

- **Alcantarillado combinado**

Este sistema conduce simultáneamente las aguas negras residuales, domesticas, comerciales e industriales y las aguas de lluvia, es decir una misma línea de tubería para recolectar y transportar ambos desechos líquidos.

El sistema a utilizar para la aldea Chanmagua, será el alcantarillado sanitario, por el factor economía, haciendo el proyecto factible para la comunidad y a un costo moderado en comparación a los otros tipos de alcantarillados presentados anteriormente.

2.5. Diseño del sistema

2.5.1. Período de diseño

Barrera (2011), indica que es el tiempo de duración en el cual una obra prestará un servicio satisfactorio a la población, alcanzando los parámetros para los cuales fue diseñado, este tiempo o período empieza a contar a partir de la puesta en operación del sistema (p.14).

Es importante recordar que cuando se diseña una red de alcantarillado sanitario hay diferentes factores que influyen en el cumplimiento del periodo de diseño, tales como las características de la población, la vida útil de los materiales, la facilidad de hacer ampliaciones en el futuro, el costo del servicio y mantenimiento de la obra, entre otros (p.9).

Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para llenar adecuadamente su función durante un período de 30 a 40 años a partir de la fecha en que se desarrolle el diseño, se adoptará un periodo de 30 años y 2 años de gestión, esto basado en el inciso 2.2.1 de las Normas Generales para el Diseño de Alcantarillas, tomando en cuenta las recomendaciones de las normas del Instituto de Fomento Municipal –INFOM- y los factores antes mencionados.

2.5.2. Población de diseño

Es una proyección de la población para la cual se está diseñando el proyecto, para determinar el aporte de caudales que llegara al sistema de drenaje sanitario al final de un período.

Para el cálculo de la población de diseño es importante determinar el método que más se adapte a las características de la región a analizar. Existen tres métodos; método geométrico, aritmético y exponencial, en este caso se utilizó el método geométrico, por ser el que más se ajusta a las condiciones demográficas del municipio de Esquipulas.

Para aplicar el método geométrico se utilizará la población actual obtenida en el levantamiento topográfico, la tasa de crecimiento poblacional se utilizó el dato proporcionado por la Dirección Municipal de Planificación –DMP- de la municipalidad de Esquipulas y el período de diseño. La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$P_f = p_o(1+r)^n$$

Donde:

$p_o =$	Población actual
$p_o =$	2,335 <i>hab</i>
$n =$	Período de diseño (30 años + 2 años de gestión)
$r =$	Tasa de crecimiento 2.6% (dato utilizado por DMP)

La población futura será la siguiente:

$$P_f = p_o(1+r)^n$$

$$P_f = 2,335(1+0.026)^{30+2}$$

$$p_f = 5,308.87 \text{ hab} = p_f = 5,309 \text{ hab}$$

2.5.3. Dotación

Antillón (2010), indica que es la cantidad de agua asignada a una unidad de consumo por unidad de tiempo, expresándose para poblaciones en litros por habitantes por día.

La dotación a utilizar será la brindada por Dirección Municipal de Planificación –DMP-.

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Chanmagua, se tomará la dotación de 120 L/hab/día, cantidad que actualmente tiene distribuida la población en la comunidad.

2.5.4. Caudal sanitario

2.5.4.1. Caudal domiciliar

Cabrera (1989), indica que es el agua que una vez ha sido utilizada por los humanos, para limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida hacia la red de alcantarillado, es decir, que el agua de desecho domestico está relacionada con la dotación del suministro de agua potable, menos una porción que no será vertida al drenaje de aguas negras domiciliar, como los jardines y lavado de vehículos. Para tal efecto, la dotación es afectada por el factor de retorno (p.78).

2.5.4.1.1. Factor de retorno

Antillón (2010), indica que es el porcentaje de agua que después de ser utilizada por la población, se conduce hacia los drenajes. La cantidad de agua residual generada por una comunidad es menor a la cantidad de agua potable que se le suministra, debido a que existe perdidas a través del riego de jardines, bebidas

de animales, limpieza de viviendas, riego de calles sin pavimento y otros usos externos (p. 11).

De esta manera se considera que el caudal domiciliar está afectado por un factor de retorno que varía entre el 70 al 98%.

Para el diseño del proyecto de alcantarillado sanitario de la aldea Chanmagua se utilizará un factor de 75%.

EL caudal domiciliar será el siguiente:

$$Q_{Domiciliar} = \frac{Dot. \times No.habitantes \times Fac.retorno}{86,400}$$

Donde:

$Q_{Domiciliar}$ Caudal domiciliar (L/s).

$Dot =$ Dotación (L/hab/día).

$No.habitante:$ Número de habitantes.

$Fac.retorno =$ Factor de retorno.

$$Q_{Domiciliar} = \frac{120 \text{ L / hab / día} \times 5,309 \text{ hab.} \times 0.75}{86,400}$$

$$Q_{Domiciliar} = 5.530 \text{ L/s}$$

2.5.4.2. Caudal comercial

Cabrera (1989)

Como su nombre lo dice, es el agua de desecho de las edificaciones comerciales, como comedores, restaurantes, hoteles, etc, por lo general, la dotación comercial varía según el establecimiento a considerar, pero puede estimarse entre 600 y 3,000 L /comercio /día (p. 41).

Tabla 3. **Dotación para edificaciones comerciales**

Comercio	Dotación L/comercio/día
Tiendas pequeñas	400
Despensas	3,000
comedores	2,400
Venta de repuestos	1,600
Ferreterías	4,000
Farmacias	1,600
Barberías	1,600

Fuente: Acevedo A, Antonio Caso, (1976). P.482-485.

La dotación comercial varía según el lugar y se puede determinar mediante la siguiente formula:

$$Q_{com} = \frac{Dot. \times No.de comercios}{86,400}$$

Donde:

Q_{com} =	Caudal comercial (L/s).
Dot =	Dotación (L/hab/día).
$No.de comercio$ =	Número de comercios.

El caudal comercial será el siguiente:

$$Q_{com} = \frac{Dot. \times No.de comercios}{86,400}$$

Para conocer el caudal comercial es necesario determinar los comercios que en un futuro contará la comunidad de Chanmagua. Para conocer la cantidad de comercios de cada tipo se realizó una relación de linealidad entre valores conocidos y una incógnita; a continuación, se detalla la fórmula y valores utilizados:

$$\frac{\text{Viv. actuales}}{\text{Viv. futuras}} = \frac{\text{No. de comercios}}{X}$$

$$X = \frac{\text{Viv. futuras} \times \text{No. de comercios}}{\text{Viv. actuales}}$$

Donde:

Viv. actuales = Viviendas actuales.
No. de comercios = Comercios actuales.
Viv. futuras = Viviendas futuras.
X = Comercios futuros.

Tabla 4. **Número de comercios actuales en la aldea Chanmagua**

Tipo de comercio	Número de comercios actuales
Tienda pequeña	24
Despensa	1
Comedor	3
Venta de repuestos	1
Ferretería	1
Farmacia	1
Barbería	1

Fuente: elaboración propia.

Los comercios futuros serán los siguientes:

Viv. actuales = 467 viviendas actuales.

No. de comercios = 24 tiendas actuales.

Viv. futuras = 1,062 viviendas futuras.

$$X = \frac{1,062 \text{ viv. futuras} \times 24 \text{ tiendas pequeñas}}{467 \text{ Viv. actuales}}$$

$$X = 54.578 \text{ tiendas pequeñas}$$

$$X = 55 \text{ tiendas pequeñas}$$

Este procedimiento se repitió para obtener los diferentes tipos de comercios que en un futuro funcionarán en la aldea Chanmagua. Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 5. **Número de comercios futuros en la aldea Chanmagua**

Tipo de comercio	Número de comercios futuros
Tienda pequeña	55
Despensa	3
Comedor	7
Venta de repuestos	3
Ferretería	3

Farmacia	3
Barbería	3

Fuente: elaboración propia.

Después del procedimiento realizado para conocer los comercios futuros en la aldea Chanmagua, se realizó el siguiente proceso para conocer el caudal para cada tipo de comercio.

$$Q_{\text{tipo de comercio}} = \frac{\text{Dot. comercial} \times \text{No. de comercio}}{86,400}$$

Donde:

$Q_{\text{tipo de comercial}}$ = Caudal para cada tipo de comercio (L/s).

Dot. comercio = Dotación para cada tipo de comercio (L/comercio/día),

No. de comercio = Número de comercios actuales de cada tipo.

El caudal comercial será el siguiente:

$$Q_{\text{tiendas pequeñas}} = \frac{400 \text{ L/comercio/día} \times 55 \text{ tiendas}}{86,400}$$

$$Q_{\text{tiendas pequeñas}} = 0.255 \text{ L/s}$$

Este procedimiento se repitió para obtener los diferentes caudales comerciales que en un futuro funcionarán para la aldea Chanmagua. Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 6. **Caudal comercial aldea Chanmagua**

Tipo de comercio	Caudal comercial (L/s)
Tienda pequeña	0.255
Despensa	0.104
Comedor	0.194
Venta de repuestos	0.056
Ferretería	0.139
Farmacia	0.056
Barbería	0.056

Fuente: elaboración propia.

Obtenidos los resultados, se procede a la sumatoria de los caudales de los diferentes tipos de comercios, para obtener el caudal comercial que se utilizó para el diseño del alcantarillado sanitario:

$$Q_{comercial} = Q_{tiendas} + Q_{despensas} + Q_{comedores} + Q_{venta\ de\ repuestos} + Q_{ferreterías} + Q_{farmacias} + Q_{barberías}$$

$$Q_{comercial} = 0.255 + 0.104 + 0.194 + 0.056 + 0.139 + 0.056 + 0.056 \text{ (L/s)}$$

$$Q_{comercial} = 0.860 \text{ L/s}$$

2.5.4.3. Caudal industrial

Cabrera (1989), indica que es el agua de desecho de las industrias, como fábricas de textiles, licoreras, refrescos, alimentos, etc. Al igual que el caudal comercial, si no se cuenta con el dato de la dotación de agua suministrada, se puede computar dependiendo el tipo de industria, entre 1,000 y 18,000 L/industria/día (p.178).

Tabla 7. **Dotación para edificaciones industriales**

Industria	Dotación L/industria/día
Tortillería	2,160
Taller mecánico	2,000
Carpintería	2,000
Motor (moler granos)	250
Car wash	3,000
Panadería	4,400
Beneficio de café	15,800

Fuente: Acevedo A, Antonio Caso, (1976). Manual de Hidráulica, p.482-485.

Cálculo caudal industrial:

$$Q_{industrial} = \frac{Dot. \times No.de industrias}{86,400}$$

Donde:

$Q_{industrial}$ = Caudal industrial (L/s).

Dot = Dotación (L/hab/día).

$No.de industrias$ = Número de industrias.

$$X = \frac{Viv.futuras \times No.de industrias}{Viv.actuales}$$

Donde:

$Viv.actuales$ = Viviendas actuales.

$No.de industrias$ = Industrias actuales.

$Viv.futuras$ = Viviendas futuras.

X = Viviendas futuras.

Tabla 8. **Número de industrias actuales en la aldea Chanmagua**

Tipo de industria	Industrias actuales
Tortillería	3
Taller mecánico	1

Carpintería	1
Motor(moler granos)	1
Car wash	1
Panadería	1
Beneficio de café	1

Fuente: elaboración propia.

Las industrias futuras serán las siguientes:

Viv. actuales = 467 viviendas actuales.

No. de industrias = 3 tortillerías.

Viv. futuras = 1,062 viviendas futuras.

$$X = \frac{1,062 \text{ viv. futuras} \times 3 \text{ tortillerías}}{467 \text{ Viv. actuales}}$$

$$X = 6.82 \text{ tortillerías}$$

$$X = 7 \text{ tortillerías}$$

Este procedimiento se repitió para obtener una estimación de los tipos de industrias que en un futuro funcionarán para la aldea Chanmagua. Dando los siguientes resultados:

Tabla 9. **Número de industrias futuras aldea Chanmagua**

Tipo de industria	Industrias futuras
Tortillería	7
Taller mecánico	3
Carpintería	3
Motor (moler granos)	3
Car wash	3
Panadería	3
Beneficio de café	3

Fuente: elaboración propia.

Después del procedimiento realizado para conocer las industrias futuras en la aldea Chanmagua, se realizó el siguiente proceso para conocer el caudal para cada tipo de industria.

$$Q_{\text{tipo de industria}} = \frac{\text{Dot. industria} \times \text{No. de industria}}{86,400}$$

Donde:

$Q_{\text{tipo de industria}}$ = Caudal para cada tipo de industria (L/s).

Dot. industria = Dotación para cada tipo de industria (L/industria/día), basado en la tabla 6.

No. de industria = Número de comercios actuales de cada tipo.

Cálculo de caudal industrial:

$$Q_{tortillerías} = \frac{2,160 \text{ L/industria/día} \times 3 \text{ tortillerías}}{86,400}$$

$$Q_{tortillerías} = 0.175 \text{ L/s}$$

Este procedimiento se repitió para obtener los diferentes caudales de los diferentes comercios que a un futuro funcionaran para la aldea Chanmagua. Dando los siguientes resultados:

Tabla 10. **Caudal industrial aldea Chanmagua**

Tipo de industria	Caudal industrial (L/s)
Tortillería	0.175
Taller mecánico	0.083
Carpintería	0.075
Motor (moler granos)	0.011
Car wash	0.113
Panadería	0.153
Beneficio de café	0.521

Fuente: elaboración propia.

Obtenida la estimación de las industrias futuras y sus caudales, se procede a la suma de los mismos para obtener el caudal industrial que se utilizó para el diseño del alcantarillado sanitario:

$$Q_{industrial} = Q_{tortillerías} + Q_{talleres\ mecánicos} + Q_{carpinterías} + Q_{motores} + Q_{car\ wash} \\ + Q_{ferreterías} + Q_{panaderías}$$

$$Q_{industrial} = 0.175 + 0.083 + 0.075 + 0.011 + 0.113 + 0.153 + 0.521 \text{ (L/s)}$$

$$Q_{industrial} = 1.131 \text{ L/S}$$

2.5.4.4. Caudal por infiltración

Cabrera (1989), indica que es la cantidad de agua que se infiltra en el alcantarillado, a través de las paredes de la tubería, para la estimación del caudal de infiltración, se toma en cuenta la profundidad de la tubería, la permeabilidad del terreno, permeabilidad de la tubería, longitud de la tubería, los tipos de juntas usadas en las tuberías y la calidad de mano de obra en la construcción (p. 42).

Puede calcularse de dos formas; en litros diarios por hectáreas o litros diarios por kilómetro de tubería, para el cálculo del alcantarillado sanitario para la aldea Chanmagua, se incluye la longitud de la tubería de las conexiones domiciliarias asumiendo un valor de 6.00 metros, por cada vivienda, la longitud de todo el sistema de alcantarillado y un factor de infiltración.

“El factor de infiltración se estima en 600 L/km/día, en tubería de PVC ya que el agua puede infiltrarse por medio de empaques de las juntas de las tuberías y en las conexiones domiciliarias” (Pineda, 2013, p.140).

Cálculo del caudal de infiltración:

$$Q_{infiltración} = \left(f.infiltración \left(\frac{long.tubería + No.viviendas \times 6m}{\frac{1,000}{86,400}} \right) \right)$$

Donde:

$Q_{infiltración}$ = Caudal de infiltración (L/s).
 $f.infiltración$ = Factor de infiltración.
 $long.tubería$ = Longitud de tubería (4,526.175 m, obtenido de la topografía).
 $No.viviendas$ = Número de viviendas (1,062 viviendas).

$$Q_{infiltración} = \left(600 \left(\frac{4,526.175 m + 1,062 \times 6m}{\frac{1,000}{86,400}} \right) \right)$$

$$Q_{infiltración} = 0.076 L/s$$

2.5.4.5. Caudal por conexiones ilícitas

“Este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario, esto causa daños en la red de alcantarillado y posible destrucción de la tubería del drenaje” (Cabrera, 1989, p. 42).

Se calcula de acuerdo con normas de diseño, las más utilizadas en el medio es el método racional, que a continuación se describe el procedimiento.

2.5.4.5.1. Método racional

El método racional es una fórmula empírica para la estimación de probables tormentas de diseño.

Ortiz (2015), indica que el método racional es utilizado para obtener conocimiento sobre fenómenos que no son susceptibles de comprobación experimental; es llamado así porque los asuntos a los cuales se le aplica no son realidades, hechos o fenómenos susceptibles de comprobación experimental (p.38).

Se calcula como un porcentaje del total de conexiones al alcantarillado sanitario, en función de del área de techo y patios, así mismo en función de la permeabilidad, tomando en cuenta la intensidad de lluvia.

Como el cómputo de caudal de conexiones ilícitas va directamente relacionado con el caudal producido por las lluvias, para su cómputo se utilizó la fórmula dada por el método racional

$$Q_{conexiones\ ilícitas} = \frac{CIA}{360} = \frac{CI (A \times \%)}{360}$$

Donde:

$Q_{conexiones\ ilícitas}$ = Caudal de conexiones ilícitas (m^3/s).

C = Coeficiente de escorrentía (factor depende de las condiciones del suelo y topografía).

I = Intensidad de lluvia (mm / h).

A = Área que es factible conectar ilícitamente (Ha).

$\%$ = Porcentaje del caudal pluvial.

- **Área**

Para el cálculo del área se estimó que las viviendas son de 11×23 metros ($253m^2$), para representar la superficie de cada vivienda, de las cuales se estimó un 80% para área de techos y un 20% para área de patios.

El área de techo será la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Área total de techos} = \\ \text{área por vivienda} \times \text{viv. totales} \times \% \text{ de techos} \end{aligned}$$

Donde:

$\text{Área total de techos} =$	Área de techos (Ha).
$\text{Área por vivienda} =$	Área por vivienda (253 m^2).
$\text{Viv. totales} =$	Viviendas actuales del sistema (467 viviendas)
$\% \text{ de techos} =$	Porcentaje de techos (80%)

$$\begin{aligned} \text{Área total de techos} &= 253 \text{ m}^2 \times 467 \text{ viv} \times 80\% \\ \text{Área total de techos} &= 94,520.80 \text{ m}^2 \\ \text{Área total de techos} &= 9.452 \text{ Ha} \end{aligned}$$

El área de patios será la siguiente:

$$\text{Área total de patio} = \text{área por vivienda} \times \text{viv. totales} \times \% \text{ de patios}$$

Donde:

$\text{Área total de patios} =$	Área de techos (Ha).
$\text{Área por vivienda} =$	Área por vivienda (253 m^2).
$\text{Viv. totales} =$	Viviendas actuales del sistema.
$\% \text{ de patios} =$	Porcentaje de patios (20%)

$$\text{Área total de techos} = 253 \text{ m}^2 \times 467 \text{ viv} \times 20\%$$

$$\text{Área total de techos} = 23,630 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total de techos} = 2.360 \text{ Ha}$$

$$\text{Área total} = 9.452 \text{ Ha} + 2.360 \text{ Ha}$$

$$\text{Área total} = 11.812 \text{ Ha}$$

- **Coefficiente de escorrentía**

Cabrera (1989), indica que el coeficiente de escorrentía C, es la variable del método racional menos susceptible a determinación precisa. Su uso en la fórmula implica una relación de arreglo para cualquier área de drenaje dada, considerando que en realidad el coeficiente explica la abstracción o perdidas entre lluvia y escorrentía, los cuales pueden variar para un área de drenaje dada. Siendo influenciada por las diferencias climatológicas y las condiciones estacionales (p. 50).

Tabla 11. **Coefficiente de escorrentía**

Características de superficie	Coefficiente de escorrentía
Zonas comerciales	0.70 - 0.95
Vecindarios, zonas de edificios, edificaciones densas	0.50 – 0.70
Zonas residenciales unifamiliares	0.30 – 0.50
Zonas residenciales multifamiliares espaciadas	0.40 – 0.60

Zonas residenciales multifamiliares densas	0.60 – 0.75
Zonas residenciales semiurbanas	0.25 – 0.40
Zonas industriales espaciadas	0.50 – 0.80
Zonas industriales densas	0.60 – 0.90
Parques	0.10 – 0.25
Zonas deportivas	0.20 – 0.35
Estaciones e infraestructura viarias	0.20 – 0.40
Zonas suburbanas	0.10 – 0.30
Calles asfaltadas	0.70 – 0.95
Calles de hormigón	0.70 – 0.95
Calles adoquinadas	0.70 – 0.85
Aparcamientos	0.75 – 0.85
Techados	0.75 – 0.95
Praderas (suelos arenosos con pendientes inferiores al 2%)	0.05 – 0.10
Praderas (suelos arenosos con pendientes intermedias)	0.10 – 0.15
Praderas (suelos arenosos con pendientes superiores al 7%)	0.15 – 0.20
Praderas (suelos arcillosos con pendientes inferiores al 2%)	0.13 – 0.17
Praderas (suelos arcillosos con pendientes intermedias)	0.18 – 0.22
Praderas (suelos arcillosos con pendientes superiores al 7%)	0.25 – 0.35

Fuente: Azagra Paredes, 2006. Métodos de los coeficientes de escorrentía, p. 15.

Se debe de calcular un coeficiente de escorrentía promedio que se pueda aplicar al área total, debido a que existen dos tipos de superficies, una de techos y otras de patios.

Los coeficientes utilizados en el proyecto son $C_{techos} = 0.85$ y $C_{patios} = 0.20$ esto basado en los datos de la tabla 11.

Cálculo promedio del coeficiente de escorrentía:

$$C_{promedio} = \frac{(A_{techos} \times C_{techos}) + (A_{patios} \times C_{patios})}{A_{total}}$$

Donde:

$C_{promedio}$ = Coeficiente de escorrentía promedio.

A_{techos} = Área de techos (9.452Ha).

C_{techos} = Coeficiente de escorrentía de techos (0.85).

A_{patios} = Área de patios (2.360 Ha).

C_{patios} = Coeficiente de escorrentía de patios (0.20).

A_{total} = Suma de área total de patios y techos.

$$C_{promedio} = \frac{(9.452 \text{ Ha} \times 0.85) + (2.360 \text{ Ha} \times 0.20)}{11.812 \text{ Ha}}$$

$$C_{promedio} = 0.720$$

- **Intensidad de lluvia**

La determinación de la intensidad de lluvia se obtuvo por medio del método que INSIVUMEH utiliza, el cual se define de la siguiente manera.

$$I = \frac{a}{(b + t_c)^n}$$

Donde:

I = Intensidad de lluvia (mm/hr).

a = Parámetro obtenido de la estación de meteorología de la ciudad.

b = Parámetro obtenido de la estación de meteorología de la ciudad.

t_c = Tiempo de concentración

n = Parámetro obtenido de la estación de meteorología de la ciudad.

Tabla 12. **Parámetros a, b y n; estación meteorológica de Esquipulas**

Tr (años)	2	5	10	20	25	30	50	100
A	3,300	2,060	1,280	1,230	1,225	1,222	1,213	1,205
B	20	11	6	6	6	6	6	6
N	0.962	0.836	0.721	0.70	0.696	0.694	0.69	0.686

Fuente: Estudio de intensidad de precipitación en Guatemala (INSIVUMEH), 2012, p.5.

- **Tiempo de concentración**

Cabrera (1989)

El tiempo de concentración se puede definir como el tiempo necesario para que se produzca el máximo caudal y es igual al requerido para que una gota de agua circule desde un punto límite de la zona de recogida de agua, hasta aquel en que se determine el caudal (p.49).

$$t_c = t_e + t_f$$

Donde:

$t_c =$	Tiempo de concentración.
$t_e =$	Tiempo de entrada.
$t_f =$	Tiempo de flujo o corriente.

En tramos iniciales será igual al tiempo de entrada y se estimará en 12 minutos.

Sustituyendo en la ecuación para la intensidad de lluvia, los parámetros de la tabla 12, para un periodo de retorno de 30 años y utilizando un tiempo de concentración de 12 minutos, se obtiene:

La intensidad de la lluvia será la siguiente:

$$I = \frac{a}{(b + t_c)^n}$$

$$I = \frac{1,222}{(6 + 12)^{0.694}}$$

$$I = 164.40 \text{ mm/h}$$

Para determinar el caudal de conexiones ilícitas se estipula un 10% del caudal domiciliar, pero el resultado obtenido es muy pequeño, por lo que se procede a utilizar un rango de 0.5 - 2.5% del caudal pluvial.

El coeficiente de conexiones ilícitas será el siguiente:

$$Q_{\text{conexiones ilícitas}} = \frac{CIA}{360} = \frac{CI (A \times \%)}{360}$$

$$Q_{\text{conexiones ilícitas}} = \frac{0.72 \times 164.40 \text{ mm/h} \times 9.340 \text{ Ha} \times 2\%}{360}$$

$$Q_{\text{conexiones ilícitas}} = 0.0614 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q_{\text{conexiones ilícitas}} = 61.42 \text{ L / s}$$

2.5.4.6. Caudal medio

El caudal medio es la sumatoria total de todos los caudales de diseño y se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{medio} = Q_{domiciliar} + Q_{comercial} + Q_{industrial} + Q_{otros} + Q_{infiltración} + Q_{conexionesilicitas} (L/s)$$

$$Q_{medio} = 5.530 + 0.860 + 1.131 + 0.117 + 0.076 + 61.42 (L/s)$$

$$Q_{medio} = 69.13 L / s$$

2.5.4.7. Factor de caudal medio

Este factor regula la aportación del caudal en la tubería, se obtiene al dividir el caudal sanitario o medio entre la cantidad de habitantes a servir.

Según el Instituto de fomento municipal –INFOM- en las Normas Generales para el Diseño de Alcantarillado capítulo 2, inciso 2.6.2, el factor de caudal medio debe estar entre los rangos de 0.002 a 0.005. Si el cálculo del factor se encuentra entre esos dos límites, se utiliza el calculado; si el valor es inferior o excede, se utiliza el límite más cercano.

$$0.002 \leq F \cdot Q_{medio} \leq 0.005$$

El factor de caudal medio se determina mediante la siguiente ecuación:

$$F \cdot Q_{medio} = \frac{Q_{medio}}{pf}$$

Donde:

$F \cdot Q_{medio}$ = Factor de caudal medio (L/hab/día).

Q_{medio} = Caudal medio (L/s).

pf = Población futura.

Cálculo del factor de caudal medio:

$$F \cdot Q_{medio} = \frac{69.13 \text{ L/s}}{5,309 \text{ habitantes}}$$

$$F \cdot Q_{medio} = 0.013 \text{ L / hab / día}$$

$$0.002 < 0.0130 \geq 0.005$$

El factor de caudal medio calculado excede el valor permitido. Por lo tanto, se utiliza el límite más cercano que es el valor de 0.005 L / hab / día

$$F \cdot Q_{medio} = 0.005 \text{ L / hab / día}$$

2.5.4.8. Factor de Harmon

Martínez (2011), indica que es conocido también con el nombre de factor de flujo instantáneo, este factor cubre las horas que más se utiliza el sistema de alcantarillado, siempre está en función del número de habitantes localizados en el tramo del alcantarillado de aporte, representa la probabilidad de que múltiples accesorios sanitarios de una vivienda se estén utilizando simultáneamente en una comunidad (p.18).

El factor de Harmon no es constante en todo el sistema de alcantarillado, varía de acuerdo con el número de habitantes acumulados en cada tramo, “es un dato adimensional, sus valores oscilan entre 1.5 – 4.5” (Antillón, 2010, p.17).

$$\frac{Q_{max}}{Q_{med}} = \frac{18 + \sqrt{p}}{4 + \sqrt{p}}$$

$$\frac{Q_{max}}{Q_{med}} = \frac{18 + \sqrt{\frac{p}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{p}{1000}}}$$

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{p}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{p}{1000}}}$$

Donde:

$FH =$ Factor de Harmon o factor de flujo instantáneo.

$p =$ Población futura acumulada en miles.

Cálculo del Factor de Harmon:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{5,309}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{5,309}{1000}}}$$

$$FH = 3.22$$

$$1.5 \leq 3.22 \leq 4.5$$

2.5.4.9. Factor de caudal máximo

Este factor se utiliza para calcular el caudal de diseño en cada tramo de la tubería, es el resultado de la multiplicación del factor de caudal medio y el factor de Harmon, se define de la siguiente manera:

$$Q_i = F \cdot Q_{medio} \times FH$$

Donde:

Q_i = Factor de caudal máximo.

$F \cdot Q_{medio}$ = Factor de caudal medio $L/hab/día$.

FH = Factor de Harmon

$$Q_i = 0.005 \times 3.22$$

$$Q_i = 0.0161 \text{ L/hab/s}$$

2.5.4.10. Caudal de diseño

“También es llamado caudal máximo, este caudal se diseña para cada tramo del alcantarillado sanitario, establece la cantidad de caudal que puede transportar el sistema en cualquier punto en todo el recorrido de la red” (Martínez, 2011, p.17).

$$Q_{máximo} = F \cdot Q_{medio} \times FH \times pf$$

Donde:

$Q_{máximo}$ = Caudal máximo o caudal de diseño L / s .

$F \cdot Q_{medio}$ = Factor de caudal medio $L/hab/día$.

FH = Factor de Harmon

pf = Población futura

Cálculo del caudal máximo o caudal medio:

$$Q_{\text{máximo}} = 0.005 \text{ L/hab/día} \times 3.22 \times 5,309 \text{ hab.}$$

$$Q_{\text{máximo}} = 85.47 \text{ L/S}$$

2.5.4.11. Caudal unitario

El caudal unitario es una relación del caudal máximo y de las viviendas actuales del tramo del alcantarillado sanitario, este resultado se obtiene de la siguiente formula y sus dimensiones son L/s.

$$q_i = \frac{Q_{\text{max}}}{\text{No. viviendas actuales}}$$

Donde:

q_i = Caudal unitario L/s

Q_{max} = Caudal máximo

$\text{No. viviendas actuales}$ = Viviendas actuales

Cálculo del caudal unitario:

$$q_i = \frac{Q_{\text{max}}}{\text{No. viviendas actuales}}$$

$$q_i = \frac{85.47 \text{ L/s}}{467 \text{ viviendas}}$$

$$q_i = 0.183 \text{ L/s}$$

2.5.5. Velocidades máximas y mínimas

Cabrera (1989), indica que los proyectos de alcantarillado de aguas negras deben diseñarse de modo que la velocidad mínima del flujo, trabajando a cualquier sección debe ser 0.60 m/s. No siempre es posible obtener esa velocidad, debido a que existen ramales que sirven a solo unas cuantas casas y producen flujos bastantes bajos, en tales casos se proporcionará una pendiente que de la velocidad mínima de 0.60 m/s a la descarga máxima estimada, y una velocidad no menos de 0.40 m/s durante escurrimientos bajos (p.124).

La velocidad mínima evita la sedimentación de solidos que obstruye la libre circulación del flujo dentro de la tubería, es decir que son fijadas con el efecto de no ocurra la decantación de los sólidos, si la velocidad no es la suficiente para arrastrar los sólidos, estos se irán acumulando hasta provocar algún taponamiento.

La velocidad máxima en el sistema tiene como objetivo evitar el desgaste de la tubería debido a los sólidos que transportan el flujo, los materiales abrasivos como la arena desgastan las partes internas de las tuberías.

Se deben de respetar los valores estándares de las velocidades mínimas y máximas, con el fin de evitar percances en el sistema de alcantarillado, a continuación, se describe las mismas:

- 0.6 m/s – 3 m/s tubería de concreto
- 0.4 m/s – 5 m/s tubería de PVC

La velocidad de diseño se determina por la fórmula de Manning, la cual se describe a continuación:

$$V = \frac{1}{N} \times 0.03429 \times D^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{s}{100}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V = Velocidad m/s.

N = Coeficiente de rugosidad de Manning, 0.014 tubos de concreto y 0.010 tubos de PVC.

D = Diámetro de la sección circular.

s = Pendiente de la gradiente hidráulica.

2.5.6. Diámetro de tuberías

En todo sistema de drenaje sanitario, uno de los factores más importantes es el diámetro de la tubería, la función principal para colocar el diámetro adecuado en los alcantarillados es para que exista un buen flujo del caudal y evitar problemas de obstrucción en la tubería.

“El diámetro mínimo de tubería que se utilizará en alcantarillados sanitarios será de 8” para tubos de concreto o de 6” para tuberías de PVC, con el fin de cumplir con los requerimientos de limpieza y flujo, evitando obstrucciones” (Antillón, 2010, p.18).

“En las conexiones domiciliarias, el diámetro mínimo será de 6” para tubería de concreto y de 4” para tubería de PVC” (Antillón, 2010, p.18).

2.5.6.1. Tipo de tubería

- **Tubos de concreto**

Cabrera (1989), indica que la utilización de tubos corrientes de concretos prefabricados, para alcantarillas de pequeñas dimensiones, son los más comúnmente usados en el medio. Para diámetros mayores de 0.60 m (24 pulgadas), el concreto debe armarse. Posee la ventaja de ser adquirido a un costo inferior, comparado con los otros tipos de tubería, pero tiene la desventaja de permitir la infiltración del agua subterránea por sus paredes y por sus múltiples juntas (p.33).

- **Tubos de cloruro de polivinilo (PVC)**

Cabrera (1989), indica que el tubo de cloruro de polivinilo, abreviado PVC, puede ser adquirido comercialmente en diámetros desde 0.10 m (4 pulgadas) hasta 0.30 m (12 pulgadas) y 6.00 m de longitud. Hay un tipo de unión usada para las juntas y es el empaque de hule, según normas ASTM F-949 (p.33).

2.5.6.2. Profundidad de la tubería

Martínez (2011), indica que la profundidad de la tubería se calcula mediante la cota invert, medida desde la superficie del terreno a la parte superior de la tubería, se da en función de la pendiente del terreno, la velocidad del flujo, el caudal transportado y las cargas transmitidas por el tráfico (pp. 22-23).

La finalidad de determinar la profundidad del colector principal es para garantizar la protección de este y que la descarga de las viviendas se realice por un sistema de gravedad.

Para definir la profundidad se debe realizar un estudio del lugar y conocer los tipos de cargas que se le aplicará a la tubería.

A continuación, se presenta profundidades mínimas recomendadas según el tipo de carga.

- **Tubo de concreto**

- Para tránsito liviano, menor a 2 toneladas= 1.00 m.
- Para tránsito pesado, mayor a 2 toneladas= 1.20 m.

- **Tubo de P.V.C.**

- Para tránsito liviano, menor de 2 toneladas= 0.60 m.
- Para tránsito pesado, mayor a 2 toneladas= 1.20 m.

En la siguiente tabla, se presentan los valores de profundidad mínima para colectores de diferentes diámetros y tuberías, de acuerdo con el tipo de tránsito.

Tabla 13. **Profundidad mínima para colectores de tuberías de concreto**

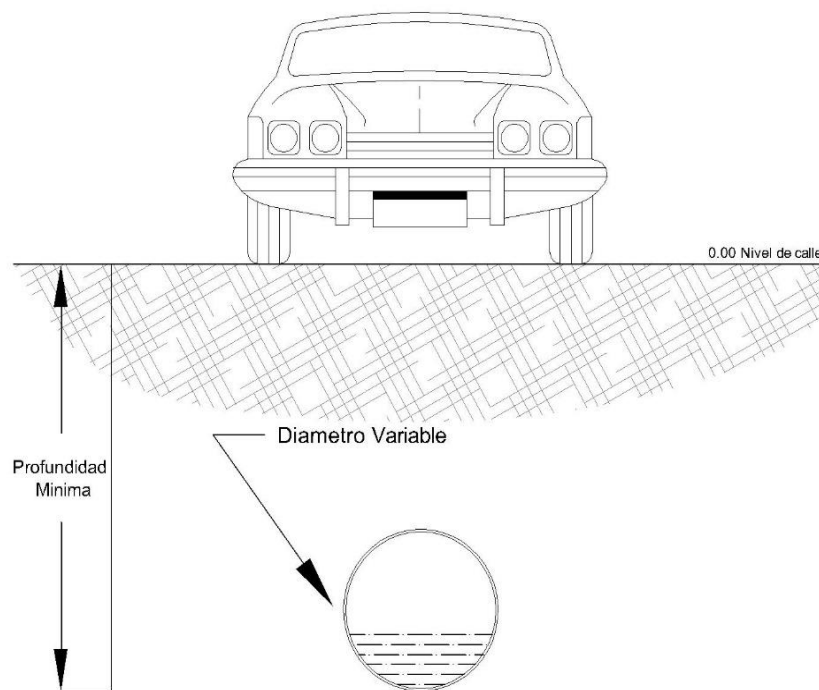
Diámetros	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"	60"
Tránsito pesado	1.22 m	1.28 m	1.33 m	1.41 m	1.50 m	1.58 m	1.66 m	1.84 m	1.99 m	2,14 m	2,25 m	2.55 m

Tránsito	1.42	1.48	1.53	1.51	1.70	1.78	1.86	2.04	2.19	2.34	2.45	2.75
Liviano	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m

Fuente: Cabrera, 1989. Profundidad mínima para colectores. P.25.

La profundidad mínima recomendada para tubería de PVC en cualquier condición de tránsito es de 1.20 m.

Figura 4. **Profundidad mínima de colectores**



Fuente: elaboración propia.

2.5.7. Pozos de visita

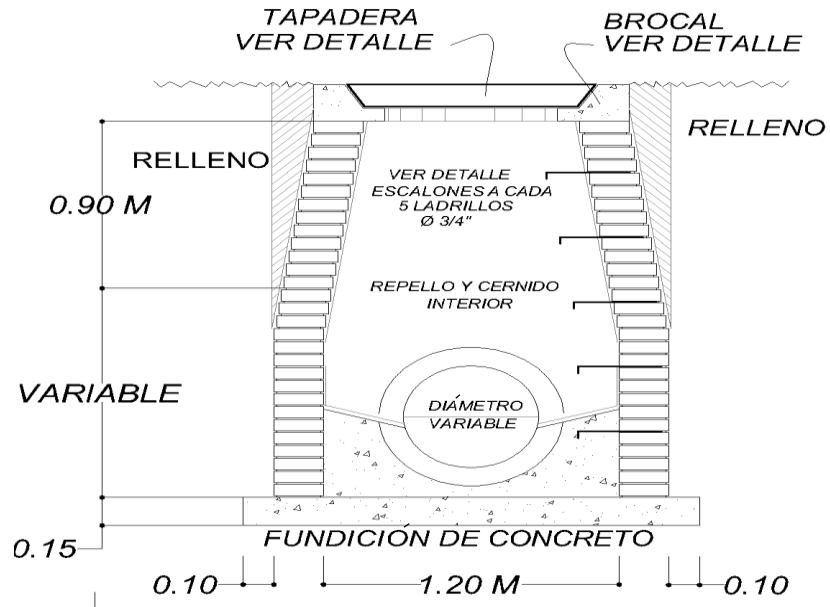
Contreras (2016), indica que son parte de las obras de un alcantarillado, tiene como finalidad permitir la inspección y limpieza. Comúnmente se construyen con ladrillos de barro cocido, block, tubos de concreto y en algunos casos de PVC (p.130).

Se deben de tomar ciertos criterios al momento de ubicar los pozos de visita, según las normas generales para el diseño de alcantarillados del INFOM, se recomienda colocar los pozos de visita en los siguientes casos:

Cabrera (1989)

- En todas las intersecciones de colectores.
- Donde exista cambio de diámetro.
- En cambio de pendientes.
- En el inicio de cualquier ramal.
- En intersecciones de tubería colectora.
- En todo cambio de dirección.
- En distancias no mayores de 100 a 120 metros.
- En curvas de colectores no mayor de 30 metros (p.15).

Figura 5. Sección típica, pozo de visita



Fuente: elaboración propia.

2.5.8. Ancho de zanja

Antillón (2010), indica que el ancho de zanja está determinado por el espacio mínimo que necesita un operario para instalar y manipular la tubería. El fondo de las zanjas debe compactarse y nivelarse con material selecto para evitar que la tubería pueda sufrir algún daño (p.24).

En la siguiente tabla, se muestra el ancho recomendado de zanjas, según su profundidad y el diámetro de la tubería a instalar.

Tabla 14. **Ancho libre de zanjas para tubería de PVC**

Diámetro $\varnothing$ tubo (pulgadas)	Ancho (cm)
6	$\varnothing + 40$ cm
8	$\varnothing + 40$ cm
10	$\varnothing + 40$ cm
12	$\varnothing + 40$ cm
14	$\varnothing + 40$ cm
16	$\varnothing + 40$ cm
18	$\varnothing + 40$ cm
20	$\varnothing + 40$ cm
24	$\varnothing + 40$ cm
30	$\varnothing + 40$ cm

Fuente: elaboración propia.

Para el ancho de zanja se recomienda dejar un espacio del diámetro de la tubería utilizando más 40 cm, esto con el objetivo de que las personas laborando tengan un espacio adecuado para la movilización adecuada.

2.5.9. Volumen de excavación

Arévalo (2005), indica que la cantidad de tierra que se removerá para colocar la tubería está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita y el ancho de la zanja, que depende del diámetro de la tubería que se va a instalar, y la longitud entre pozos (p.25).

El volumen de excavación se calcula mediante la siguiente fórmula y sus dimensiones están dadas en m^3 .

$$V = \left[\frac{(Ct_1 - CIS) + (Ct_2 - CIE)}{2} \times L \times t \right]$$

Donde:

$V =$ Volumen de excavación, (m^3).

$H_o =$ Profundidad del primer pozo.

$H_f =$ Profundidad de segundo pozo.

$L =$ Longitud entre pozos.

$t =$ Ancho de zanja (m).

2.5.10. Cotas invert

Antillón (2010), indica que es la cota que determina la localización de la parte inferior de la tubería, siendo la distancia entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería, tomando en cuenta que la cota invert, permite al menos, el recubrimiento mínimo necesario de la tubería (p.19).

Las cotas invert se diseñan tomando en cuenta diferentes factores, entre ellos: la pendiente del terreno, el tipo de vehículos que circulan sobre la carpeta de rodadura, la pendiente que poseen las mismas tuberías, entre otros.

Para el cálculo de las cotas invert se utilizará la siguiente forma y metodología:

$$CIE = CT - H_{p1}$$

$$CIE = CIS_1 - \frac{DH \times S\%}{100}$$

$$CIE = CIS_1 - L \left(\frac{S}{100} \right)$$

Donde:

$CIE =$	Cota invert de entrada del pozo de visita número dos.
$CIS_1 =$	Cota invert de salida del pozo número uno.
$L =$	Distancia horizontal en metros, entre los pozos de visita uno y dos.
$S =$	Pendiente con la que se coloca la tubería.

Para el cálculo de las cotas invert se deben de tomar en cuenta los siguientes criterios:

- Cuando a un pozo llega una tubería y sale otra del mismo diámetro; la cota invert de salida debe de estar por lo menos 0.03 m por debajo de la cota invert de entrada.

$$\emptyset 1 = \emptyset 2$$

Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra de distinto diámetro, la cota invert de salida será la diferencia de los diámetros.

$$\emptyset 1 \neq \emptyset 2$$

- Cuando a un pozo entran más de una tubería y sale otra o todas de igual diámetro, la cota invert va ser 0.03 m por debajo de la cota invert más baja que entra al pozo de visita.

$$\emptyset 1 \neq \emptyset 2 \neq \emptyset 3 \neq \emptyset 4$$

- Cuando a un pozo de visita llegan dos o más tuberías y sale una y son de distinto diámetro, la cota invert se calcula:
 - 3 cm por debajo de tubería de igual diámetro
 - La diferencia de diámetros, cota invert más baja

- Cuando a un pozo de visita llegan más de una tubería y salen más de una tubería
 - Solo una de las tuberías que sale es de seguimiento o continuidad y todas las demás serán ramales iniciales.
 - La cota invert de las tuberías de ramales iniciales deben ser como mínimo H : altura por tráfico + espesor de tubo + diámetro de tubo.
 - La cota invert de salida de la tubería de seguimiento se calcula de acuerdo a los incisos anteriores.

2.5.11. Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias son tuberías cuyo propósito es descargar las aguas provenientes de las casas y llevarlas al colector central.

Estas conexiones están compuestas por las siguientes partes:

- **Candela domiciliar**

Antillon (2010), indica que la conexión se realiza por medio de tubos de concreto colocados verticalmente, con un diámetro no menor de 12 pulgadas y una altura mínima de 1m. Deben estar impermeabilizados por dentro y tener una tapadera de concreto para realizar inspecciones, el fondo tiene que ser fundido de concreto y se debe dejar la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y pueden llevarla al colector central. Se deberá ubicar a una distancia entre 1.20 a 2.00 m de la línea de propiedad, ya sea izquierda o derecha (p.23).

- **Tubería secundaria**

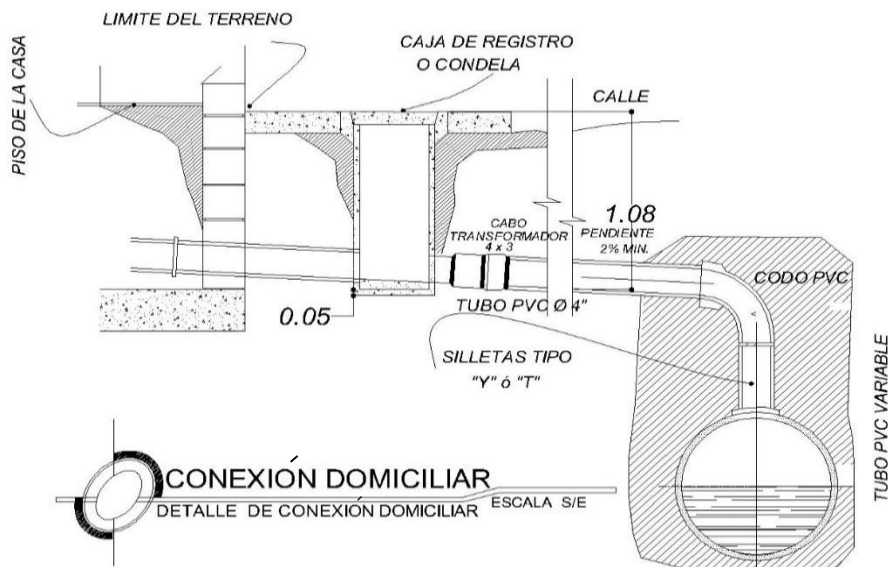
Antillon (2010), indica que sirve para unir la conexión de la candela domiciliar con el colector central, dicha tubería debe tener un diámetro mínimo de 6 pulgadas para tubería de concreto y de 4 pulgadas para tubería de PVC, debe tener una pendiente mínima de 2% y no mayor del 6%, a efecto de evacuar adecuadamente el agua. La conexión con el colector central se hará en el medio diámetro superior, a un ángulo horizontal de 45° con la línea central de la tubería en dirección del flujo (p.24).

Para este se propone el uso del tubo de concreto de 12 pulgadas para la candela y tubo PVC de 4 pulgadas norma ASTM F-949, así como silleta “Y” de 4” x ø de colector y cabo transformador.

- **Cabo transformador**

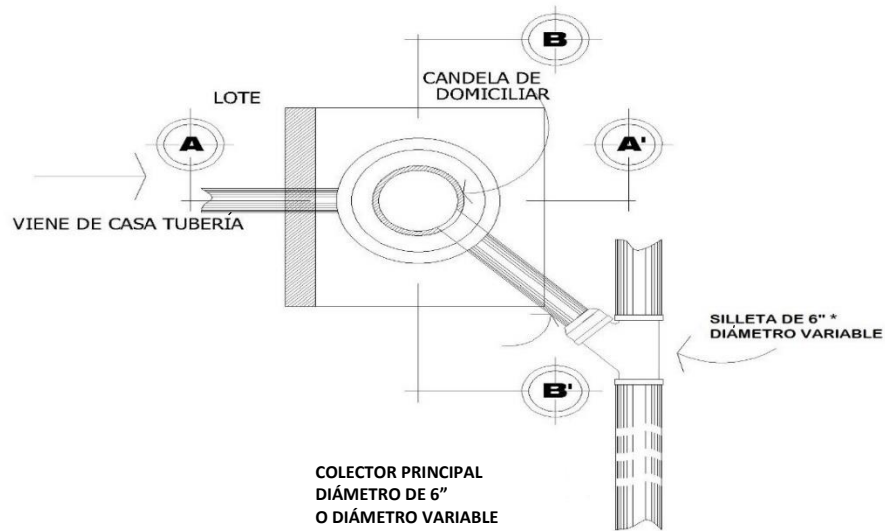
Es un accesorio de PVC que tiene como objetivo, evitar obstrucciones y de esa forma proteger el sistema de la candela domiciliar. Inciso 2.10.2 de las Normas Generales para el Diseño de Alcantarillado especifica el uso de un cabo transformador de 4” X 3” como protección de obstrucciones en la entrada de la conexión del sistema de la candela domiciliar.

Figura 6. **Planta típica, conexión domiciliar**



Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Vista frontal de conexión domiciliar



Fuente: elaboración propia.

2.5.12. Desfogue

Todas las aguas negras necesitan ser evacuadas y transportadas a un sitio donde se traten debidamente, respetando las normas establecidas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), para lograr mitigar daños en el medio ambiente y a los pobladores cercanos al desfogue.

2.5.13. Fundamentos hidráulicos

Antillón (2010), indica que a través del análisis y la investigación del funcionamiento de colectores de aguas residuales, se ha establecido que las condiciones del flujo y las pendientes hidráulicas en sistemas sanitarios que

trabajen por gravedad pueden ser determinadas mediante la ecuación de Manning, suponiendo que el flujo es permanente y uniforme (pp.25-27).

El principio básico de un drenaje sanitario es, transportar las aguas negras a tuberías como si fuesen canales abiertos, funcionando por gravedad, con un flujo determinado por la pendiente y la rugosidad de la tubería.

Al utilizar tuberías cerradas subterráneas, la superficie del flujo se ve afectada solamente por la presión atmosférica, y eventualmente por presiones producidas por los gases que se forman por la descomposición de la materia transportada en la tubería.

Los sistemas de alcantarillado circular trabajan comúnmente a sección parcialmente llena, ya que el caudal nunca es constante, provocando con ello una variación en el flujo, la cual hace variar el área transversal del líquido y la velocidad de éste.

El dimensionamiento de la sección del conducto se hará con base en la fórmula de Manning, utilizando los valores del caudal (q), rugosidad (n) y pendiente (s) escogidas.

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

n = Coeficiente de rugosidad de Manning.

R = Radio hidráulico (m).

S = Pendiente de la tubería (m/m).

V = Velocidad del flujo (m/s).

Para el cálculo de la velocidad y el caudal en tuberías con sección llena, el radio hidráulico será:

$$R = \frac{D}{4}$$

Donde:

R = Radio hidráulico (m).

D = Diámetro de la tubería (m).

Al sustituir el valor del radio hidráulico en la ecuación de Manning, ésta queda de la siguiente manera:

$$V = \frac{0.397 D^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde:

V = Velocidad (m/s).

n = Coeficiente de rugosidad (adimensional).

D = Diámetro de la tubería (m).

S = Pendiente (m/m).

Ya que en el medio se maneja el diámetro de tuberías en pulgadas, se puede simplificar la ecuación de Manning de la siguiente forma:

$$V = \frac{0.03429 D^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde:

V = Velocidad (m/s).

n = Coeficiente de rugosidad (adimensional).

D = Diámetro de la tubería (plg).

S = Pendiente.

2.5.14. Ejemplo del diseño de un tramo

Tramo PV_1 a PV_2

$$CT_{PV1} = 502.477 \text{ m}$$

$$CT_{PV2} = 500.173 \text{ m}$$

$$L = 49.510 \text{ m}$$

$$p = 4.65 \text{ m}$$

$$S\% = 4.65\%$$

$$Q = 47.80 \text{ L/s}$$

$$v = 2.70 \text{ m/s}$$

$$CIS_{pv1} = CT_{pv1} - h_{pv1}$$

$$CIS_{pv1} = 502.477 \text{ m} - 1.20 \text{ m}$$

$$CIS_{pv1} = 501.277 \text{ m}$$

$$CIE_{pv2} = CIS_{pv1} - L(p\%)$$

$$CIE_{pv2} = 501.277 \text{ m} - 49.51 \text{ m}(4.65\%)$$

$$CIE_{pv2} = 498.975 \text{ m}$$

$$CIS_{pv2} = CIE_{pv2} - 2\%$$

$$CIS_{pv2} = 498.975 \text{ m} - 2\%$$

$$CIS_{pv2} = 498.955 \text{ m}$$

$$h_{pv2} = CT_{pv2} - CIS_{pv2}$$

$$h_{pv2} = 500.173 \text{ m} - 498.955 \text{ m}$$

$$h_{pv2} = 1.22 \text{ m}$$

El volumen de excavación será el siguiente:

$$V = \left[\frac{(Ct_1 - CIS) + (Ct_2 - CIE)}{2} \times L \times t \right]$$

Donde:

$V =$ Volumen de excavación, (m^3).

$H_o =$ Profundidad del primer pozo, (1.20 m).

$H_f =$ Profundidad de segundo pozo, (1.22 m).

$L =$ Longitud entre pozos, (49.51 m).

$t =$ Ancho de zanja (m) (0.80 m).

$$V = \left[\frac{(502.477 - 501.277) + (500.173 - 498.975)}{2} \times 49.51 \times 0.8 \right]$$

$$V = 47.49 \text{ m}^3$$

2.5.15. Ejemplo de fundamentos hidráulicos

Tramo PV_1 a PV_2

Para la velocidad a sección llena, se asumirá una tubería de diámetro de 6" por tratarse de uno de los tramos iniciales y por el recorre un caudal pequeño, luego se verificará si cumple con los requerimientos. Una manera práctica para elegir el diámetro es obtener el caudal a sección llena, utilizando la velocidad máxima y verificar que sea mayor que el caudal de diseño. INFOM establece que el diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios será de 8" para tubos de concreto o de 6" para tubos de PVC.

Con la fórmula de Manning se obtiene la velocidad a sección llena (V) de la tubería.

$$V = \frac{0.03429 \times D^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde:

V = Velocidad.

D = Diámetro de tubería a utilizar en el tramo.

S = Pendiente de la tubería en el tramo.

n = Coeficiente de Manning (0.010 tubería de PVC)

$$V = \frac{0.03429 \times 6^{\frac{2}{3}} \times 4.65\%^{\frac{1}{2}}}{0.010}$$

$$V = 2.44 \text{ m/s}$$

Cálculo del caudal a sección llena

$$A = \pi \times \frac{D^2}{4}$$

$$A = \pi \times \frac{6^2}{4}$$

$$A = 28.274 \text{ plg}^2$$

$$A = 28.274 \text{ plg}^2 * \frac{(2.54 \text{ cm})^2}{(1 \text{ plg})^2} * \frac{(1 \text{ m})^2}{(100 \text{ cm})^2}$$

$$A = 0.0182 \text{ m}^2$$

$$Q_{\text{sección llena}} = A \times V$$

Donde:

$Q_{\text{sección llena}}$ = Caudal a sección llena (L/s)

A = Área (m^2)

V = Velocidad (m/s)

$$Q_{\text{sección llena}} = 0.0182 \text{ m}^2 \times 2.44 \text{ m/s}$$

$$Q_{\text{sección llena}} = 0.044 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{sección llena}} = 44.40 \text{ L/s}$$

2.6. Presupuesto

El presupuesto se elaboró en base a los planos del proyecto, se procedió a cuantificar los renglones de trabajo necesarios y los materiales a utilizar en la obra. Los precios de los materiales se establecieron de acuerdo a cotizaciones realizadas en la cabecera municipal. El valor de la mano de obra, se aplicó utilizando los salarios mínimos que la municipalidad de Esquipulas asigna a los proyectos similares. El costo total del proyecto se obtuvo realizando la sumatoria de todos los costos totales por renglón.

2.6.1. Integración de costos unitarios

A continuación, se presentan las celdas de precios unitarios por renglones del proyecto.

Tabla 15. Trabajos preliminares

No.	REGLON	UNIDAD	CANTIDAD
1	TRABAJOS PRELIMINARES	m	4526.18

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Hilo de nylon	rollo	10.00	Q 25.00	Q 250.00
Clavos de 3"	libra	12.00	Q 8.00	Q 96.00
Cal hidratada	saco	25.00	Q 37.00	Q 925.00
Madera rustica 2" X 3" X 10'	pie tabla	15.00	Q 6.00	Q 90.00
SUB-TOTAL MATERIALES				Q 1,361.00

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Trazo y estaqueado	m	4526.18	Q 1.00	Q 4,526.18
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				Q 4,526.18

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + mano de obra)			Q 5,887.18
Gastos administrativos (sobre costos directos)	12%	Q	706.46
Imprevistos (sobre costos directos)	5%	Q	294.36
Utilidades (sobre costos directos)	14%	Q	824.21
Impuestos (IVA, ISR - sobre costos directos)	9%	Q	294.36
TOTAL COSTO INDIRECTO			Q 2,119.38
PRECIO UNITARIO			Q 1.77
COSTO TOTAL DEL REGLON			Q 8,006.56

Fuente: elaboración propia.

Tabla 16. **Bodega**

No.	REGLON	UNIDAD	CANTIDAD
2	BODEGA	m2	25.00

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Cal hidratada	saco	1.00	Q 37.00	Q 37.00
Parales de 4" x 6" x 10' (bodega)	pie tabla	79.00	Q 6.00	Q 474.00
Regla de 1" X 3" X 10' (bodega)	pie tabla	296.00	Q 6.00	Q 1,776.00
Lamina acanalada (bodega)	pie	324.00	Q 17.00	Q 5,508.00
Clavos de lamina 2"	libra	3.00	Q 8.00	Q 24.00
Tomacorriente doble 110 v	unidad	4.00	Q 10.00	Q 40.00
Interruptor doble	unidad	1.00	Q 8.00	Q 8.00
Bombilla clásica led 3w	unidad	2.00	Q 6.40	Q 12.80
Cable paralelo calibre 12	m	30.00	Q 10.00	Q 300.00
Flipon 1x20 A	unidad	1.00	Q 28.25	Q 28.25
Tablero monofásico 2 circuitos	unidad	1.00	Q 65.00	Q 65.00
SUB-TOTAL MATERIALES				Q 8,273.05

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Trazo y estaqueado	m2	25.00	Q 1.00	Q 25.00
Levantado de bodega	m2	25.00	Q 15.00	Q 375.00
Instalaciones eléctricas	global	1.00	Q 300.00	Q 300.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				Q 700.00

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + mano de obra)			Q 8,973.05
Gastos administrativos (sobre costos directos)	12%	Q	1,076.77
Imprevistos (sobre costos directos)	5%	Q	448.65
Utilidades (sobre costos directos)	14%	Q	1,256.23
Impuestos (IVA, ISR - sobre costos directos)	9%	Q	448.65
TOTAL COSTO INDIRECTO			Q 3,230.30
PRECIO UNITARIO			Q 488.13
COSTO TOTAL DEL REGLON			Q 12,203.35

Fuente: elaboración propia.

Tabla 17. **Replanteo topográfico**

No.	REGLON	UNIDAD	CANTIDAD
3	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	m	4526.18

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Clavos de lamina 2"	libra	3.00	Q 12.00	Q 36.00
Spray	unidad	2.00	Q 17.00	Q 34.00
Madera rústica 2" X 3" X 10'	pie tabla	220.00	Q 6.00	Q 1,320.00
SUB-TOTAL MATERIALES				Q 1,390.00

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Replanteo topográfico	km	4.53	Q 1,200.00	Q 5,436.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				Q 5,436.00

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + mano de obra)			Q 6,826.00
Gastos administrativos (sobre costos directos)	12%	Q	819.12
Imprevistos (sobre costos directos)	5%	Q	341.30
Utilidades (sobre costos directos)	14%	Q	955.64
Impuestos (IVA, ISR - sobre costos directos)	9%	Q	341.30
TOTAL COSTO INDIRECTO			Q 2,457.36
PRECIO UNITARIO			Q 2.05
COSTO TOTAL DEL REGLON			Q 9,283.36

Fuente: elaboración propia.

Tabla 18. **Excavación**

No.	REGLON	UNIDAD	CANTIDAD
4	EXCAVACIÓN	m3	5890.76

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Clavos de 3"	libra	8.00	Q 8.00	Q 64.00
Tabla de 1" x 12" x 10' (para estabilizar el suelo)	pie tabla	1600.00	Q 6.00	Q 9,600.00
Parales de 2" x 3" x 10' (para estabilizar el suelo)	pie tabla	176.00	Q 6.00	Q 1,056.00
SUB-TOTAL MATERIALES				Q 10,720.00

MAQUINARIA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Retroexcavadora	hora	232.00	Q 350.00	Q 81,200.00
Camión de volteo (12 m³)	día	29.00	Q 1,000.00	Q 29,000.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				Q 110,200.00

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Formateado de zanja (albañil)	jornal	29.00	Q100.00	Q2,900.00
Formateado de zanja (ayudante)	jornal	29.00	Q 75.00	Q 2,175.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				Q 2,175.00

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + mano de obra)			Q 123,095.00
Gastos administrativos (sobre costos directos)	12%	Q	14,771.40
Imprevistos (sobre costos directos)	5%	Q	6,154.75
Utilidades (sobre costos directos)	14%	Q	17,233.30
Impuestos (IVA, ISR - sobre costos directos)	9%	Q	11,078.55
TOTAL COSTO INDIRECTO			Q 49,238.00
PRECIO UNITARIO			Q 29.25
COSTO TOTAL DEL REGLON			Q 172,333.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 19. Instalación tubería PVC Ø = 6"

No.	REGLON	UNIDAD	CANTIDAD
5	INSTALACIÓN TUBERÍA DE PVC Ø = 6"	m	3389.84

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Tubería PVC Ø = 6" corrugada norma ASTM F949	unidad	556.00	Q 500.00	Q 278,000.00
Manteca vegetal como lubricante para juntas	lb	10.00	Q 13.00	Q 130.00
SUB-TOTAL MATERIALES				Q 278,130.00

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Nivelación de zanja	m	3389.84	Q 5.00	Q 16,949.21
Instalación tubería de PVC Ø = 6"	tubo	556.00	Q 8.00	Q 4,448.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				Q 21,397.21

TOTAL COSTO DIRECTO		Q	299,527.21
Gastos administrativos (sobre costos directos)	12%	Q	35,943.26
Imprevistos (sobre costos directos)	5%	Q	14,976.36
Utilidades (sobre costos directos)	14%	Q	41,933.81
Impuestos (IVA, ISR - sobre costos directos)	9%	Q	26,957.45
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q	119,810.88
PRECIO UNITARIO		Q	123.70
COSTO TOTAL DEL REGLON		Q	419,338.09

Fuente: elaboración propia.

Tabla 20. Instalación tubería PVC Ø = 8"

No.	REGLON	UNIDAD	CANTIDAD
6	INSTALACIÓN TUBERÍA DE PVC Ø = 8"	m	743.74

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Tubería PVC Ø = 8" corrugada norma ASTM F949	unidad	122.00	Q 743.00	Q 90,646.00
Manteca vegetal como lubricante para juntas	lb	7.00	Q 13.00	Q 91.00
SUB-TOTAL MATERIALES				Q 90,737.00

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Nivelacion de zanja	m	743.74	Q 5.00	Q 3,718.70
Instalacion Tubería de PVC 8"	tubo	122.00	Q 10.00	Q 1,220.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				Q 4,938.70

TOTAL COSTO DIRECTO		Q 95,675.70
Gastos administrativos (sobre costos directos)	12%	Q 11,481.08
Imprevistos (sobre costos directos)	5%	Q 4,783.79
Utilidades (sobre costos directos)	14%	Q 13,394.60
Impuestos (IVA, ISR - sobre costos directos)	9%	Q 8,610.81
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 38,270.28
PRECIO UNITARIO		Q 180.10
COSTO TOTAL DEL REGLON		Q 133,945.98

Fuente: elaboración propia.

Tabla 21. Instalación tubería PVC Ø = 10"

No.	REGLON	UNIDAD	CANTIDAD
7	INSTALACIÓN TUBERÍA DE PVC Ø = 10"	m	308.92

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Tubería PVC Ø = 10" corrugada norma ASTM F949	unidad	51.00	Q 1,135.00	Q 57,885.00
Manteca vegetal como lubricante para juntas	lb	7.00	Q 13.00	Q 91.00
SUB-TOTAL MATERIALES				Q 57,976.00

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Nivelación de zanja	m	308.92	Q 5.00	Q 1,544.62
Instalación tubería de PVC 10"	tubo	51.00	Q 12.00	Q 612.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				Q 2,156.62

TOTAL COSTO DIRECTO		Q 60,132.62
Gastos administrativos (sobre costos directos)	12%	Q 7,215.91
Imprevistos (sobre costos directos)	5%	Q 3,006.63
Utilidades (sobre costos directos)	14%	Q 8,418.57
Impuestos (IVA, ISR - sobre costos directos)	9%	Q 5,411.94
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 24,053.05
PRECIO UNITARIO		Q 272.51
COSTO TOTAL DEL REGLON		Q 84,185.67

Fuente: elaboración propia.

Tabla 22. **Instalación tubería PVC Ø = 12"**

No.	REGLON	UNIDAD	CANTIDAD
8	INSTALACIÓN TUBERÍA DE PVC Ø = 12"	m	83.67

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Tubería PVC Ø = 12" corrugada norma ASTM F949	tubo	14.00	Q 2,208.00	Q 30,912.00
Manteca vegetal como lubricante para juntas	lb	1.00	Q 13.00	Q 13.00
SUB-TOTAL MATERIALES				Q 30,925.00

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Nivelación de zanja	m	83.67	Q 5.00	Q 418.36
Instalación Tubería de PVC 12"	tubo	14.00	Q 14.00	Q 196.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				Q 614.36

TOTAL COSTO DIRECTO		Q 31,539.36
Gastos administrativos (sobre costos directos)	12%	Q 3,784.72
Imprevistos (sobre costos directos)	5%	Q 1,576.97
Utilidades (sobre costos directos)	14%	Q 4,415.51
Impuestos (IVA, ISR - sobre costos directos)	9%	Q 2,838.54
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 12,615.74
PRECIO UNITARIO		Q 527.72
COSTO TOTAL DEL REGLON		Q 44,155.10

Fuente: elaboración propia.

Tabla 23. Conexiones domiciliarias

No.	REGLON	UNIDAD	CANTIDAD
9	CONEXIONES DOMICILIARES	Unidad	467.00

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Tubo de concreto Ø 12"	unidad	467.00	Q 75.00	Q 35,025.00
Codo a 90° PVC Ø 4" ASTM D3034	unidad	467.00	Q 44.00	Q 20,548.00
Cabo transformador 4" X 3"	unidad	467.00	Q 77.00	Q 35,959.00
Tubo PVC Ø 4" Novafort norma ASTM D3034	unidad	467.00	Q 239.00	Q 111,613.00
Silleta yee PVC Ø 4" X 6" norma ASTM D3034	unidad	467.00	Q 163.00	Q 76,121.00
Cemento solvente PVC	galón	18.00	Q 482.00	Q 8,676.00
Cemento tipo portland (tapadera y acera)	saco	423.00	Q 76.00	Q 32,148.00
Arena de río	m3	5.00	Q 150.00	Q 750.00
Piedrín triturado de 1/2"	m3	5.00	Q 180.00	Q 900.00
Alambre de amarre	libra	5.00	Q 6.00	Q 30.00

SUB-TOTAL MATERIALES **Q 321,770.00**

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Instalación de tuberías y accesorios	unidad	467.00	Q 75.00	Q 35,025.00
Instalación de candelas	unidad	467.00	Q 35.00	Q 16,345.00
Elaboración de tapadera	unidad	467.00	Q 175.00	Q 81,725.00
Elaboración y fundición de concreto	m3	43.16	Q 200.00	Q 8,632.65

SUB-TOTAL MANO DE OBRA **Q 133,095.00**

TOTAL COSTO DIRECTO			Q	454,865.00
Gastos administrativos (sobre costos directos)	12%	Q	54,583.80	
Imprevistos (sobre costos directos)	5%	Q	22,743.25	
Utilidades (sobre costos directos)	14%	Q	63,681.10	
Impuestos (IVA, ISR - sobre costos directos)	9%	Q	40,937.85	
TOTAL COSTO INDIRECTO			Q	181,946.00
PRECIO UNITARIO			Q	1,363.62
COSTO TOTAL DEL REGLON			Q	636,811.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 24. Pozos de visita (1.27 m de altura promedio)

No.	REGLON	UNIDAD	CANTIDAD
10	POZOS DE VISITA H=1.27 m. de altura promedio	unidad	95.00

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Cemento tipo portland (cernido,tapadera,piso y ladrillos)	saco	866.00	Q 76.00	Q 65,816.00
Cal hidratada	saco	170.00	Q 37.00	Q 6,290.00
Arena de río	m3	43.00	Q 150.00	Q 6,450.00
Piedrín triturado de 1/2"	m3	35.75	Q 180.00	Q 6,435.00
Ladrillo tayuyo (0.065 x 0.11 x 0.23 m)	unidad	58140.00	Q 3.00	Q 174,420.00
Alambre de amarre	libra	346.00	Q 6.00	Q 2,076.00
Acero No. 2 (1/4") Grado 40	quintal	12.50	Q 260.00	Q 3,250.00
Acero No. 4 (1/2") Grado 40	quintal	54.00	Q 385.00	Q 20,790.00
Acero No. 6 (3/4") Grado 40	quintal	20.00	Q 195.00	Q 3,900.00

SUB-TOTAL MATERIALES **Q 289,427.00**

MAQUINARIA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Retroexcavadora	hora	120.00	Q 350.00	Q 42,000.00
Camión de volteo de 12 m3	día	15.00	Q 1,000.00	Q 15,000.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA **Q 57,000.00**

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Acabado en interior de pozo	unidad	95.00	Q 50.00	Q 4,750.00
Elaboración tapadera + brocal	unidad	93.00	Q 175.00	Q 16,275.00
Elaboración y colocación de escalones	unidad	372.00	Q 20.00	Q 7,440.00
Fundición de piso	m3	49.30	Q 175.00	Q 8,627.50
Levantado de ladrillo	unidad	58140.00	Q 1.00	Q 58,140.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA **Q 95,232.50**

TOTAL COSTO DIRECTO		Q 441,659.50
Gastos administrativos (sobre costos directos)	12%	Q 52,999.14
Imprevistos (sobre costos directos)	5%	Q 22,082.98
Utilidades (sobre costos directos)	14%	Q 61,832.33
Impuestos (IVA, ISR - sobre costos directos)	9%	Q 39,749.36
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 176,663.80

PRECIO UNITARIO Q 6,508.67

COSTO TOTAL DEL REGLON Q 618,323.30

Fuente: elaboración propia.

Tabla 25. Pozos de visita (1.74 m de altura promedio)

No.	REGLON	UNIDAD	CANTIDAD
11	POZOS DE VISITA H=1.74 m. de altura promedio	unidad	21.00

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Cemento tipo portland	saco	231.00	Q 76.00	Q 17,556.00
Cal hidratada	saco	67.00	Q 37.00	Q 2,479.00
Arena de río	m3	13.90	Q 150.00	Q 2,085.00
Piedrín triturado de 1/2"	m3	8.70	Q 180.00	Q 1,566.00
Ladrillo tayuyo (0.065 x 0.11 x 0.23 m)	unidad	17388.00	Q 3.00	Q 52,164.00
Alambre de amarre	libra	100.00	Q 6.00	Q 600.00
Acero No. 2 (1/4") Grado 40	quintal	3.00	Q 260.00	Q 780.00
Acero No. 4 (1/2") Grado 40	quintal	14.00	Q 385.00	Q 5,390.00
Acero No. 6 (3/4") Grado 40	quintal	8.00	Q 195.00	Q 1,560.00

SUB-TOTAL MATERIALES **Q 84,180.00**

MAQUINARIA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Retroexcavadora	hora	40.00	Q 350.00	Q 14,000.00
Camión de volteo de 12 m3	día	5.00	Q 1,000.00	Q 5,000.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA **Q 19,000.00**

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Acabado en interior de pozo	unidad	21.00	Q 50.00	Q 1,050.00
Elaboración tapadera + brocal	unidad	21.00	Q 175.00	Q 3,675.00
Elaboración y colocación de escalones	unidad	115.00	Q 20.00	Q 2,300.00
Fundición de piso	m3	12.20	Q 175.00	Q 2,135.00
Levantado de ladrillo	unidad	17388.00	Q 1.00	Q 17,388.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA **Q 26,548.00**

TOTAL COSTO DIRECTO			Q	129,728.00
Gastos administrativos (sobre costos directos)	12%	Q	15,567.36	
Imprevistos (sobre costos directos)	5%	Q	6,486.40	
Utilidades (sobre costos directos)	14%	Q	18,161.92	
Impuestos (IVA, ISR - sobre costos directos)	9%	Q	11,675.52	

TOTAL COSTO INDIRECTO **Q 51,891.20**

PRECIO UNITARIO Q 8,648.53

COSTO TOTAL DEL REGLON Q 181,619.20

Fuente: elaboración propia.

Tabla 26. Pozos de visita (2.93 m de altura promedio)

No.	REGLON	UNIDAD	CANTIDAD
12	POZOS DE VISITA H=2.93 m. de altura promedio	unidad	16.00

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Cemento tipo portland	saco	198.00	Q 76.00	Q 15,048.00
Cal hidratada	saco	85.00	Q 37.00	Q 3,145.00
Arena de río	m3	16.00	Q 150.00	Q 2,400.00
Piedrín triturado de 1/2"	m3	6.50	Q 180.00	Q 1,170.00
Ladrillo tayuyo (0.065 x 0.11 x 0.23 m)	unidad	22464.00	Q 3.00	Q 67,392.00
Alambre de amarre	libra	98.00	Q 6.00	Q 588.00
Acero No. 2 (1/4") Grado 40	quintal	2.00	Q 260.00	Q 520.00
Acero No. 4 (1/2") Grado 40	quintal	9.50	Q 385.00	Q 3,657.50
Acero No. 6 (3/4") Grado 40	quintal	13.00	Q 195.00	Q 2,535.00

SUB-TOTAL MATERIALES **Q 96,455.50**

MAQUINARIA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Retroexcavadora	hora	32.00	Q 350.00	Q 11,200.00
Camión de volteo de 12 M3	día	4.00	Q 1,000.00	Q 4,000.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA **Q 15,200.00**

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Acabado de interior de pozo	unidad	16.00	Q 50.00	Q 800.00
Elaboración tapadera + brocal	unidad	16.00	Q 175.00	Q 2,800.00
Elaboración y colocación de escalones	unidad	128.00	Q 20.00	Q 2,560.00
Fundición de piso	m3	8.50	Q 175.00	Q 1,487.50
Levantado de ladrillo	unidad	22464.00	Q 1.00	Q 22,464.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA **Q 30,111.50**

TOTAL COSTO DIRECTO			Q	141,767.00
Gastos administrativos (sobre costos directos)	12%	Q	17,012.04	
Imprevistos (sobre costos directos)	5%	Q	7,088.35	
Utilidades (sobre costos directos)	14%	Q	19,847.38	
Impuestos (IVA, ISR - sobre costos directos)	9%	Q	12,759.03	
TOTAL COSTO INDIRECTO			Q	56,706.80

PRECIO UNITARIO Q 12,404.61

COSTO TOTAL DEL REGLON Q 198,473.80

Fuente: elaboración propia.

Tabla 27. Pozos de visita (3.80 m de altura promedio)

No.	REGLON	UNIDAD	CANTIDAD
13	POZOS DE VISITA H=3.80 m. de altura promedio	unidad	6.00

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Cemento tipo portland	saco	85.00	Q 76.00	Q 6,460.00
Cal hidratada	saco	37.00	Q 37.00	Q 1,369.00
Arena de río	m3	7.00	Q 150.00	Q 1,050.00
Piedrín triturado de 1/2"	m3	2.50	Q 180.00	Q 450.00
Ladrillo tayuyo (0.065 x 0.11 x 0.23 m)	unidad	10800.00	Q 3.00	Q 32,400.00
Alambre de amarre	libra	40.00	Q 6.00	Q 240.00
Acero No. 2 (1/4") Grado 40	quintal	1.00	Q 260.00	Q 260.00
Acero No. 4 (1/2") Grado 40	quintal	4.50	Q 385.00	Q 1,732.50
Acero No. 6 (3/4") Grado 40	quintal	4.50	Q 195.00	Q 877.50

SUB-TOTAL MATERIALES **Q 44,839.00**

MAQUINARIA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Retroexcavadora	hora	16.00	Q 350.00	Q 5,600.00
Camión de volteo 12 M3	día	2.00	Q 1,000.00	Q 2,000.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA **Q 7,600.00**

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Acabado en interior de pozo	unidad	6.00	Q 50.00	Q 300.00
Elaboración tapadera + brocal	unidad	6.00	Q 175.00	Q 1,050.00
Elaboración y colocación de escalones	unidad	60.00	Q 20.00	Q 1,200.00
Fundición de piso	m3	3.20	Q 175.00	Q 560.00
Levantado de ladrillo	unidad	10800.00	Q 1.00	Q 10,800.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA **Q 13,910.00**

TOTAL COSTO DIRECTO		Q 66,349.00
Gastos administrativos (sobre costos directos)	12%	Q 7,961.88
Imprevistos (sobre costos directos)	5%	Q 3,317.45
Utilidades (sobre costos directos)	14%	Q 9,288.86
Impuestos (IVA, ISR - sobre costos directos)	9%	Q 5,971.41
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 26,539.60

PRECIO UNITARIO Q 15,481.43

COSTO TOTAL DEL REGLON Q 92,888.60

Fuente: elaboración propia.

Tabla 28. Relleno y compactación

No.	REGLON	UNIDAD	CANTIDAD
14	RELLENO Y COMPACTACIÓN	m3	5392.14

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Selecto t = 10 Cm.	m3	362.00	Q 70.00	Q25,340.00

SUB-TOTAL MATERIALES **Q 25,340.00**

MAQUINARIA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Compactadora tipo bailarina	día	60.00	Q 150.00	Q 9,000.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA **Q 9,000.00**

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Vertido de material de relleno	m3	5392.14	Q 15.00	Q 80,882.10
Operario compactadora tipo bailarina	día	60.00	Q 100.00	Q 6,000.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA **Q 86,882.10**

TOTAL COSTO DIRECTO			Q	121,222.10
Gastos administrativos (sobre costos directos)		12%	Q	14,546.65
Imprevistos (sobre costos directos)		5%	Q	6,061.11
Utilidades (sobre costos directos)		14%	Q	16,971.09
Impuestos (IVA, ISR - sobre costos directos)		9%	Q	10,909.99
TOTAL COSTO INDIRECTO			Q	48,488.84

PRECIO UNITARIO Q 31.47

COSTO TOTAL DEL REGLON Q 169,710.94

Fuente: elaboración propia.

Tabla 29. Retiro y reposición de adoquín

No.	REGLON	UNIDAD	CANTIDAD
15	RETIRO Y REPOSICIÓN DE ADOQUÍN	m2	355.00

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Adoquín	m2	18.00	Q80.00	Q1,440.00

SUB-TOTAL MATERIALES **Q 1,440.00**

MAQUINARIA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
------------	--------	----------	-----------	---------------

SUB-TOTAL MANO DE OBRA

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Retiro de adoquín	m2	355.00	Q7.00	Q2,485.00
Reposición de adoquín	m2	355.00	Q7.00	Q2,485.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA **Q 4,970.00**

TOTAL COSTO DIRECTO			Q	6,410.00
Gastos administrativos (sobre costos directos)			12%	Q 769.20
Imprevistos (sobre costos directos)			5%	Q 320.50
Utilidades (sobre costos directos)			14%	Q 897.40
Impuestos (IVA, ISR - sobre costos directos)			9%	Q 576.90
TOTAL COSTO INDIRECTO			Q	2,564.00

PRECIO UNITARIO Q 25.28

COSTO TOTAL DEL REGLON Q 8,974.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 30. Retiro y reposición de asfalto

No.	REGLON	UNIDAD	CANTIDAD
16	RETIRO Y REPOSICIÓN DE ASFALTO	m2	1160.00
		m3	81.20
		ton-m	188.38

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Concreto asfáltico en caliente	ton	188.38	Q543.00	102292.512
Cemento asfáltico	gal	2411.32	Q17.00	40992.3584
Emulsión	gal	348.00	Q27.00	9396

SUB-TOTAL MATERIALES **Q 152,680.87**

MAQUINARIA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Perfiladora	m2	1160.00	Q20.00	Q23,200.00
Camión de volteo de 12 m3	día	2.00	Q1,000.00	Q2,000.00
Finisher	ton	188.38	Q50.00	Q9,419.20
Rodo liso doble	hora	16.00	Q350.00	Q5,600.00
Neumática	hora	16.00	Q450.00	Q7,200.00
Distribuidor de emulsión	día	2.00	Q600.00	Q1,200.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA **Q 48,619.20**

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Retiro de asfalto	M2	1160.00	Q9.00	Q10,440.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA **Q 10,440.00**

TOTAL COSTO DIRECTO		Q	211,740.07
Gastos administrativos (sobre costos directos)	12%	Q	25,408.81
Imprevistos (sobre costos directos)	5%	Q	10,587.00
Utilidades (sobre costos directos)	14%	Q	29,643.61
Impuestos (IVA, ISR - sobre costos directos)	9%	Q	19,056.61
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q	84,696.03

PRECIO UNITARIO Q 255.55

COSTO TOTAL DEL REGLON Q 296,436.10

Fuente: elaboración propia.

Tabla 31. Limpieza final

No.	REGLON	UNIDAD	CANTIDAD
17	LIMPIEZA FINAL	global	1.00

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Palas	unidad	10.00	Q75.00	Q750.00
Escobas para limpieza	unidad	10.00	Q12.00	Q120.00

SUB-TOTAL MATERIALES **Q 870.00**

MAQUINARIA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Bobcat	día	10.00	Q300.00	Q3,000.00
Camión de volteo de 12 m3	día	10.00	Q1,000.00	Q10,000.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA **Q 13,000.00**

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO DIRECTO
Retiro de material sobrante	día	10.00	Q750.00	Q7,500.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA **Q 7,500.00**

TOTAL COSTO DIRECTO			Q	21,370.00
Gastos administrativos (sobre costos directos)	12%	Q	2,564.40	
Imprevistos (sobre costos directos)	5%	Q	1,068.50	
Utilidades (sobre costos directos)	14%	Q	2,991.80	
Impuestos (IVA, ISR - sobre costos directos)	9%	Q	1,923.30	
TOTAL COSTO INDIRECTO			Q	8,548.00

PRECIO UNITARIO Q 29,918.00

COSTO TOTAL DEL REGLON Q 29,918.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 32. Resumen de materiales

No.	MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO
1	Hilo de nylon (25 m)	rollo	10.00	Q 25.00	Q 250.00
2	Clavos de 3"	lb	30.00	Q 8.00	Q 240.00
3	Cal horcalsa	saco	360.00	Q 37.00	Q 13,320.00
4	Madera rustica 2" x 3" x 10'	pie	1554.00	Q 6.00	Q 9,324.00
5	Parales de 4" X 6" X 10'	pie	79.00	Q 6.00	Q 474.00
6	Regla 1" x 3" x 10'	pie	296.00	Q 6.00	Q 1,776.00
7	Lámina acanalada	pie	324.00	Q 17.00	Q 5,508.00
8	Clavo de lamina de 2"	libra	3.00	Q 8.00	Q 24.00
9	Tabla de 1" x 12" x 10'	pie	1600.00	Q 6.00	Q 9,600.00
10	Tubería PVC Ø = 6" norma ASTM F-949	unidad	556.00	Q 500.00	Q 278,000.00
11	Tubería PVC Ø = 8" norma ASTM F-949	unidad	122.00	Q 743.00	Q 90,646.00
12	Tubería PVC Ø = 10" norma ASTM F-949	unidad	51.00	Q 1,135.00	Q 57,885.00
13	Tubería PVC Ø = 12" norma ASTM F-949	unidad	14.00	Q 2,208.00	Q 30,912.00
14	Manteca vegetal	libra	25.00	Q 7.00	Q 175.00
15	Tubo de concreto de 12"	unidad	467.00	Q 75.00	Q 35,025.00
16	Codo de 90° PVC 4" norma ASTM D-3034	unidad	467.00	Q 44.00	Q 20,548.00
17	Tubo PVC 4" norma ASTM d-3034	unidad	467.00	Q 239.00	Q 111,613.00
18	Silleta PVC 4" x 6" norma ASTM D-3034	unidad	467.00	Q 163.00	Q 76,121.00
19	Cabo transformador	unidad	467.00	Q 77.00	Q 35,959.00
20	Adoquín	m2	18.00	Q 80.00	Q 1,440.00
21	Cemento Solvente PVC	galón	20.00	Q 450.00	Q 9,000.00
22	Pegamento PVC	galón	18.00	Q 482.00	Q 8,676.00
23	Cemento tipo portland	saco	1823.00	Q 76.00	Q 138,548.00
24	Arena de río	m3	126.90	Q 150.00	Q 19,035.00
25	Piedrín triturado de 1/2"	m3	100.45	Q 180.00	Q 18,081.00
26	Acero No.2 grado 40	quintal	19.50	Q 260.00	Q 5,070.00
27	Acero No.4 grado 40	quintal	82.00	Q 385.00	Q 31,570.00
28	Acero No.6 grado 40	quintal	45.50	Q 195.00	Q 8,872.50
29	Alambre de amarre	libra	589.00	Q 6.00	Q 3,534.00
30	Ladrillo tayuyo (0.065 x 0.11 x 0.23 m)	unidad	109224.00	Q 4.50	Q 491,508.00
31	Asfalto	ton-m	188.38	Q 543.00	Q 102,292.51
32	Cemento asfáltico	gal	2411.32	Q 17.00	Q 40,992.36
33	Emulsión	gal	348.00	Q 27.00	Q 9,396.00
34	Madera rústica para formaleta	pie	30.00	Q 6.00	Q 180.00
35	Selecto	m3	362.00	Q 70.00	Q 25,340.00
36	Palas	unidad	10.00	Q 75.00	Q 750.00
37	Escobas	unidad	10.00	Q 12.00	Q 120.00

TOTAL DE MATERIALES Q 1,691,805.37

Fuente: elaboración propia.

Tabla 33. Resumen del presupuesto

2.6.2. Resumen del presupuesto

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES	m	4526.18	Q 1.77	Q 8,006.56
2	BODEGA	m2	25.00	Q 488.13	Q 9,283.36
3	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	m	4526.18	Q 2.05	Q 9,283.36
4	EXCAVACIÓN	m3	5890.76	Q 29.25	Q 172,333.00
5	INSTALACIÓN TUBERÍA DE PVC Ø = 6"	m	3389.84	Q 123.70	Q 419,338.09
6	INSTALACIÓN TUBERÍA DE PVC Ø = 8"	m	743.74	Q 180.10	Q 133,945.98
7	INSTALACIÓN TUBERÍA DE PVC Ø = 10"	m	308.92	Q 272.51	Q 84,185.67
8	INSTALACIÓN TUBERÍA DE PVC Ø = 12"	m	83.67	Q 527.72	Q 44,155.10
9	CONEXIONES DOMICILIARES	unidad	467.00	Q 1,363.62	Q 636,811.00
10	POZOS DE VISITA H=1.27 m. de altura promedio	unidad	95.00	Q 6,508.67	Q 618,323.30
11	POZOS DE VISITA H=1.74 m. de altura promedio	unidad	21.00	Q 8,648.53	Q 181,619.20
12	POZOS DE VISITA H=2.93 m. de altura promedio	unidad	16.00	Q 12,404.61	Q 198,473.80
13	POZOS DE VISITA H=3.80 m. de altura promedio	unidad	6.00	Q 15,481.43	Q 92,888.60
14	RELLENO Y COMPACTACIÓN	m3	5392.14	Q 31.47	Q 169,710.94
15	RETIRO Y REPOSICIÓN DE ADOQUÍN	m2	355.00	Q 25.28	Q 8,974.00
16	RETIRO Y REPOSICIÓN DE ASFALTO	m2	1160.00	Q 255.55	Q 296,436.10
17	LIMPIEZA FINAL	global	1.00	Q 29,918.00	Q 29,918.00
SUB-TOTAL RENGLONES					Q 3,113,686.06

Fuente: elaboración propia.

El costo total del proyecto asciende a la cantidad de Q.3,113,686.06 (tres millones ciento trece mil seiscientos ochenta y seis con seis centavos).

Tabla 34. **Gastos administrativos**

GASTOS ADMINISTRATIVOS				
Tiempo de ejecución "11 meses"				
DIRECCIÓN DE CAMPO				
PUESTO	HORA/DÍA	COSTO/HORA	COSTO/MES	TOTAL
Ingeniero	4	Q 70.00	Q 5,600.00	Q 61,600.00
Contador	2	Q 25.00	Q 1,000.00	Q 11,000.00
Secretaria	3	Q 25.00	Q 1,500.00	Q 16,500.00
Dibujante	4	Q 30.00	Q 2,400.00	Q 26,400.00
SUB-TOTAL				Q 115,500.00
ALQUILERES Y DEPRECIACIONES				
DESCRIPCION	COSTO/MES		TOTAL	
Alquiler de local	Q	300.00	Q	3,300.00
Energía eléctrica, teléfono e internet	Q	200.00	Q	2,200.00
Mantenimiento en general	Q	100.00	Q	1,100.00
SUB-TOTAL				Q 6,600.00
SEGUROS Y OBLIGACIONES				
DESCRIPCIÓN	COSTO/MES		TOTAL	
IGSS (10.67% sobre dirección de campo)	Q	12,323.85	Q	135,562.35
Seguros varios	Q	1,000.00	Q	11,000.00
SUB-TOTAL				Q 146,562.35
Total gastos administrativos				Q 268,662.35
Porcentaje sobre costos directos				12.02%
				12%

Fuente: elaboración propia.

Tabla 35. **Desglose de impuestos**

DESGLOCE DE IMPUESTOS		
DESCRIPCIÓN	TOTAL	
Materiales	Q	1,691,805.37
Transporte de materiales	Q	18,000.00
Mano de obra	Q	446,106.98
Total	Q	2,155,912.35

Utilidad (15% sobre costos directos)	Q	335,361.12
--------------------------------------	---	------------

ISR (25% sobre utilidad)	Q	83,840.28
IVA (12% sobre mano de obra y utilidad)	Q	107,065.68
Total de impuestos	Q	190,905.95
Porcentaje sobre costos directos	8.54%	
	9%	

Fuente: elaboración propia.

2.6.3. Cronograma de ejecución físico y financiero

Tabla 36. Cronograma ejecución físico y financiero

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	% POR ACTIVIDAD	1 MES	2 MESES	3 MESES	4 MESES	5 MESES	6 MESES	7 MESES	8 MESES	9 MESES	10 MESES	11 MESES
1	TRABAJOS PRELIMINARES	m	4526.18	Q 1.77	Q 8,006.56	0.26%											
2	BODEGA	m2	25.00	Q 488.13	Q 9,283.36	0.30%											
3	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	m	4526.18	Q 2.05	Q 9,283.36	0.30%											
4	EXCAVACIÓN	m3	5890.76	Q 29.25	Q 172,333.00	5.53%											
5	INSTALACIÓN TUBERÍA DE PVC Ø = 6"	m	3389.84	Q 123.70	Q 419,338.09	13.47%											
6	INSTALACIÓN TUBERÍA DE PVC Ø = 8"	m	743.74	Q 180.10	Q 133,945.98	4.30%											
7	INSTALACIÓN TUBERÍA DE PVC Ø = 10"	m	308.92	Q 272.51	Q 84,185.67	2.70%											
8	INSTALACIÓN TUBERÍA DE PVC Ø = 12"	m	83.67	Q 527.72	Q 44,155.10	1.42%											
9	CONEXIONES DOMICILIARES	unidad	467.00	Q 1,363.62	Q 636,811.00	20.45%											
10	POZOS DE VISITA H=1.27 m. de altura	unidad	95.00	Q 6,508.67	Q 618,323.30	19.86%											
11	POZOS DE VISITA H=1.74 m. de altura	unidad	21.00	Q 8,648.53	Q 181,619.20	5.83%											
12	POZOS DE VISITA H=2.93 m. de altura	unidad	16.00	Q 12,404.61	Q 198,473.80	6.37%											
13	POZOS DE VISITA H=3.80 m. de altura	unidad	6.00	Q 15,481.43	Q 92,888.60	2.98%											
14	RELLENO Y COMPACTACIÓN	m3	5392.14	Q 31.47	Q 169,710.94	5.45%											
15	RETIRO Y REPOSICIÓN DE ADOQUÍN	m2	355.00	Q 25.28	Q 8,974.00	0.29%											
16	RETIRO Y REPOSICIÓN DE ASFALTO	m2	1160.00	Q 255.55	Q 296,436.10	9.52%											
17	LIMPIEZA FINAL	global	1.00	Q 29,918.00	Q 29,918.00	0.96%											

Fuente: elaboración propia

2.7. Evaluación de impacto ambiental

El análisis de impacto ambiental se utiliza para identificar, prevenir e interpretar los efectos positivos y negativos que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado y durante su funcionamiento, esta es la razón por la cual es importante proponer medidas de mitigación para producir los efectos que puedan causar.

Los elementos más afectados en la ejecución de proyectos de alcantarillado sanitario son: suelo, aire, agua, entre otros. A partir de estos factores se establece con un grupo de personas capacitadas y encargadas de llevar a cabo el proyecto, un plan de mitigación destinados a la prevención, reducción de los impactos negativos al ambiente.

Cuadro 1. **Evaluación de impacto ambiental para alcantarillado**

Factores	Impacto	Medidas de mitigación
Suelo	Erosión del suelo durante el zanjeo	Mantener húmedas las calles que se están trabajando para minimizar la suspensión de polvo.
	Alteración de las propiedades físicas del suelo.	Utilización de equipos y mecanismo de estabilización física.

Aire	Emisión de dióxido de carbono (CO_2).	Mantenimiento de maquinaria, para evitar mala combustión.
	Aumento de partículas de polvo.	
Agua	Contaminación del manto freático por el filtrado de las aguas residuales.	Mejoramiento de las plantas de tratamientos primarias existentes para el desfogue.
Auditivo	Aumento de ruido por el uso de maquinaria.	Programación de horarios adecuados de trabajo.
Residuos Sanitarios	Malos olores, enfermedades gastrointestinales	Instalación de baños portátiles en el tramo de construcción.

Desechos de materiales obtenidos durante la ejecución	Contaminación, aspecto desagradable para la comunidad.	Todo el material desechado, será evacuado para el basurero municipal, más cercano al proyecto y colocación de basureros.
Aceites y lubricantes	Contaminación al suelo y agua.	Los aceites y lubricantes utilizados, se guardarán en barriles y se reciclarán.

Fuente: elaboración propia.

Toda ejecución de obra, consigo trae daños para el medio ambiente, con las medidas de mitigación establecidas en la tabla 38, del presente proyecto tenemos como objetivo prevenir los efectos negativos que producirá el proyecto a la hora de ejecutarse en el entorno.

2.8. Evaluación socio-económico

Martínez (2011), indica que en su mayoría este tipo de proyectos no son un atractivo económico, lo cual lleva a plantear un mecanismo para hacer viable el proyecto con subsidios, transferencias, impuestos, donaciones, entre otros. Sin embargo, es indispensable realizar un análisis financiero y determinar la viabilidad del proyecto. Para ello se utilizan los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno (p.57).

El análisis socioeconómico se realiza para evaluar las características económicas que afectan a la población de la aldea Chanmagua del municipio de Esquipulas, Chiquimula, con la ejecución del proyecto del sistema de alcantarillado sanitario.

2.8.1. Valor presente neto

Rosales (2015), indica que el valor presente neto –VPN- se utiliza para comparar alternativas de inversión. Consiste en transformar la inversión inicial, los ingresos y egresos anuales, así como valores futuros de rescate de un proyecto a un valor presente, a manera de determinar si éste es rentable al término del período de funcionamiento (p.181).

El VPN se determina por la siguiente fórmula:

$$VPN = -I + TA - F * \left(\frac{1}{(1+i)^n - 1} \right)$$

Donde:

- VPN = Valor presente neto.
 I = Inversión inicial (quetzales).
 TA = Tarifa anual (quetzales).
 F = Costo de mantenimiento anual (quetzales).
 i = Tasa de interés (%).
 n = Período de tiempo (años).

Para la fórmula anterior existen tres resultados, siendo los siguientes:

- $VPN > 0$: la inversión se recupera, se obtiene rentabilidad y una ganancia.
- $VPN = 0$: se recupera la inversión, pero no genera ganancia.
- $VPN < 0$: no se recupera la inversión, el proyecto conlleva pérdida de dinero.

El procedimiento realizado es el siguiente: la municipalidad de Esquipulas invertirá Q. 3,113, 686.06 en ejecución del proyecto de la red de alcantarillado sanitario. El costo de mantenimiento anual estimado por la municipalidad es de Q.12, 000. El período de diseño es de 32 años y una tasa de interés es de 5.25% anual.

$$VPN = - 3,113,686.06 + 0 - 12,000 * \left(\frac{1}{(1 + 5.25\%)^{32} - 1} \right)$$

$$VPN = -3,116,583.42$$

Siguiendo el procedimiento anterior, se obtiene un resultado negativo, indicando que el proyecto de alcantarillado sanitario no es rentable, debido a que no se recuperará el dinero invertido, pero siendo este un proyecto de necesidad primaria es conveniente la inversión, dado que se beneficiarán a muchas familias

y mejorará las condiciones de vida de los habitantes de la aldea Chanmagua, del municipio de Esquipulas.

2.8.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno –TIR-, en un método de valoración de inversiones que mide la rentabilidad de los ingresos y los egresos generados por una inversión; es la ganancia anual que se tendrá, expresada como una tasa de rendimiento, dicha tasa se encuentra cuando el VPN es igual a cero.

Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno –TIR- atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, este se determina de la siguiente manera:

Costo= Inversión inicial, (Q. 3,113,686.06).

Beneficio= No. de habitantes beneficiados a futuro (5,309 habitantes)

$$\text{Costo/Beneficio} = \text{Q. } 3,113,686.06 / 5,309 \text{ habitantes}$$

$$\text{Costo/Beneficio} = \text{Q. } 586.49 / \text{habitante}$$

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

2.9. Especificaciones técnicas

- **Trazo y nivelación**

La localización general, alineamientos y niveles de trabajo serán marcados en el campo por el Contratista de acuerdo con los planos del proyecto, asumiendo la responsabilidad total de las dimensiones y elevaciones fijadas para la iniciación y desarrollo de la obra.

- **Excavaciones**

Manual de instalación de tuberías de PVC-U y polietileno (AMANCO)

Las excavaciones no deben efectuarse con demasiada anticipación a la construcción o instalación de las estructuras, para evitar derrumbes, accidentes y problemas de tránsito. En el caso de instalaciones de tuberías, el límite máximo de zanja excavada será de 300m.

A partir de 2.50 m de profundidad, independientemente la estabilidad del suelo y de la forma de la zanja, se recomienda utilizar apuntalamientos con travesaños de madera y tableros de tipo abierto o cerrado según sea el caso.

Para tuberías de alcantarillado, en todo tramo de arranque, el recubrimiento del relleno será de 1.00 m, como mínimo, medido de la clave de tubo a nivel de rasante del pavimento (pp. 8 – 9).

Para la excavación de las zanjas el constructor deberá seguir las siguientes recomendaciones:

- Se deberán eliminar las obstrucciones existentes que dificulten las excavaciones.
- Las zanjas que van a recibir los colectores se deberán excavar de acuerdo con una línea de eje (coincidente con el eje de los colectores), respetándose el alineamiento y las cotas indicadas en el diseño.
- Si se emplea equipo mecánico, la excavación deberá estar próxima a la pendiente de la base de la tubería, dejando el aplanamiento de los desniveles del terreno y la nivelación del fondo de la zanja por cuenta de la excavación manual.
- En los terrenos rocosos (donde la profundidad relativa de la red deberá ser evitada al máximo), se podrán usar perforaciones apropiadas.
- El material excavado deberá ser colocado a una distancia tal que no comprometa la estabilidad de la zanja y que no propicie su regreso a la misma, sugiriéndose una distancia del borde de la zanja equivalente a la profundidad del tramo no entibado, no menor de 30 cm.

- Tanto la propia excavación como el asentamiento de la tubería deberán ejecutarse en un ritmo tal que no permanezcan cantidades excesivas de material excavado en el borde de la zanja, lo que dificultaría el tráfico de vehículos y de peatones.
- El ancho de las zanjas dependerá del tamaño de los tubos, profundidad de la zanja, taludes de las paredes laterales, naturaleza del terreno y consiguiente necesidad o no de entibación.
- El ancho de la zanja deberá ser uniforme en toda la longitud de la excavación y en general debe obedecer a las recomendaciones del proyecto.

- **Cama de apoyo**

Manual de instalación de tuberías de PVC-U y polietileno (AMANCO)

El fondo de la zanja debe prepararse de tal forma que asegure un apoyo estable, firme uniforme a lo largo de la tubería. Cuando el fondo es inestable (material fangoso, turba o relleno), debe excavarse una profundidad adicional y rellenarse con material adecuado como fundación. Cuando hay presencia de rocas puntiagudas y grandes, éstas deben ser removidas y proveer una cama de apoyo mínimo de 10 cm con material adecuado (arena gruesa, gravilla o hormigón zarandeado) debidamente acomodada y compactada (p. 10).

- **Rellenos**

Manual de instalación de tuberías de PVC-U y polietileno (AMANCO)

Hecha la instalación de la tubería, debe rellenarse cuanto antes, esto protege la tubería, controla la caída de rocas y previene accidentes; elimina la posibilidad de desplazamientos, o flotación en casos de inundación previene la erosión de la cama de apoyo de las tuberías.

El relleno de la zanja se deberá realizar por capas, como a continuación se detalla

La capa base de apoyo sobre la cual descansará la tubería será de material selecto con 10 cm de espesor.

El relleno inicial se deberá realizar compactando capas de 15 cm de espesor, iniciando por los costados de la tubería en el extremo libre del tubo, se utilizará material granular fino o material seleccionado de la excavación, apisonándolo por medios manuales hasta una altura de 15 cm sobre la corona del tubo. La compactación se hará con herramienta manuales o mecánicas de pequeña área de contacto y deberá alcanzar un grado entre 85% y 95% del próctor estándar.

El relleno final se hará hasta la cota de terreno indicada en planos, sin dejar ningún desnivel o imperfección en la rasante. Se podrá utilizar el mismo material de excavación si este es de calidad aceptable y puede contener piedras cantos rodados no mayores de 10 cm por uno cualquiera de sus lados o diámetro, y puede ser vertido

por volteo o mediante arrastre, las capas de relleno para compactar no serán mayores de 30 cm de altura. En zonas con circulación vehicular de compactación entre 90% y 95% del próctor estándar, pudiendo utilizarse para ello equipo mecánico apropiado.

En caso de que el fondo de la zanja sea de roca u otro material punzo cortante, será necesario formar una capa de arena o material selecto de 10 cm de espesor para evitar la concentración de esfuerzos en la zona inferior de la tubería.

Si hay presencia de agua en el fondo de la zanja, se deberá colocar a manera de filtro una capa de piedra o grava con espesor de 15 cm y sobre esta colocar posteriormente la capa de apoyo con material selecto (pp. 15 – 17).

- **Tubería**

La tubería será de PVC norma ASTM F-949, el diámetro de tubería a utilizar será el indicado en planos. Debe de cumplir con las características herméticas, resistente a sustancias químicas y resistentes a la abrasión, estos no deberán de estar dañados para evitar fugas.

- **Pendiente de tubería**

La pendiente de tubería será según lo indicado en planos, de realizarse modificaciones, informar al supervisor, quien deberá de

autorizar las modificaciones para que la pendiente cumpla con los parámetros de diseño.

- **Unión de tubería**

Cada tubería se fabrica con un extremo espiga (que incluye un empaque de hule) y un extremo de campana, lo cual permite una fácil y rápida unión entre tubos y no requiere del uso de cemento solvente.

La unión de tubos se debe efectuar respetando los siguientes pasos:

- Limpiar cuidadosamente el extremo de espiga del tubo hasta los 3 primeros valles y el interior de la campana. No remover el empaque, si este ya viene incorporado en la espiga del tubo.
- Aplicar generosamente lubricante en el interior de la campana y sobre el empaque. Se puede aplicar con una brocha, esponja, mecha o trapo.
- Alinear cuidadosamente la unión y luego introducir la espiga dentro de la campana. No girar la tubería, solo empujar cuidadosamente.
- Las campanas se deberán colocar en sentido contrario a la dirección del flujo.

- **Pozo de visita**

Los pozos de visita serán con paredes de ladrillo tayuyo de dimensiones de 6.5 x 11 x 23 centímetros. El mortero para unir los ladrillos y realizar el alisado interior en los muros, será a base de cemento, cal hidratada y arena de río, con proporción 1:½:2 equivalente a, 1 saco de cemento: 1 saco de cal: 3 botes de arena (botes de 5 galones de capacidad). La altura de los pozos de visita será la indicada en los planos.

La tapadera de los pozos de visita será de concreto armado, tendrá una resistencia $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (3,000 PSI), proporción 1 : 2 : 2, equivalente a 1 saco de cemento, 3 botes de arena y 3 botes de pedrín (botes de 5 galones de capacidad) y el acero tendrá una resistencia $F_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$ (Grado 40) legitimo. El cemento será tipo Portland, la arena debe ser de río, limpia, libre de materia orgánica y arcilla, el agregado grueso será de pedrín triturado de ½".

- **Conexiones domiciliarias**

Las conexiones domiciliarias se diseñarán de acuerdo con lo especificado en los planos.

- **Prueba de reflejo**

Consiste en colocar una linterna en el pozo de visita y revisar el reflejo de esta en el siguiente pozo de visita, si no es percibido claramente existe un taponamiento parcial y si no se percibe existe un taponamiento total. Si este fuera el caso, deberá verterse agua a presión en el pozo de visita inicial, para luego hacer de nuevo la prueba.

- **Prueba de corriente de flujo**

Se vierte una cantidad determinada de agua en un pozo de visita y se verifica el corrimiento de agua en el siguiente pozo y que la corriente sea normal. Si existe algún taponamiento que impida el flujo del agua se deberá introducir una guía la cual lo ubique, para luego despegar la tubería en el sector indicado y corregir el taponamiento.

- **Prueba en tuberías**

Las tuberías deben cumplir con la norma ASTM F-949 y deben estar sometidas a pruebas de resistencia, hidrostática y absorción, con el fin de garantizar su calidad.

2.10. Planos constructivos

1/20.	Planta de ubicación
2/20.	Planta topográfica I
3/20.	Planta topográfica II
4/20.	Planta densidad de viviendas
5/20.	Planta distribución general de pozos I
6/20.	Planta distribución general de pozos II
7/20.	Planta de curvas de nivel
8/20.	Perfil longitudinal I
9/20.	Perfil longitudinal II
10/20.	Perfil longitudinal III
11/20.	Perfil longitudinal IV
12/20.	Perfil longitudinal V
13/20.	Perfil longitudinal VI
14/20.	Perfil longitudinal VII
15/20.	Perfil longitudinal VIII
16/20.	Perfil longitudinal IX
17/20.	Perfil longitudinal X
18/20.	Perfil longitudinal XI
19/20.	Detalles constructivos de pozos de visita
20/20.	Detalles constructivos de pozos de visita

CONCLUSIONES

- El diseño y ampliación del alcantarillado sanitario de la aldea Chanmagua, servirá a una población de 5,309 habitantes, evacuando las aguas residuales de 467 viviendas actuales y 1062 viviendas futuras.
- El Sistema de alcantarillado sanitario actual cuenta con una longitud de 1,817.25 metros, el cual presenta deficiencia en el funcionamiento por el crecimiento poblacional, no siendo posible la evacuación de las aguas residuales de 2,335 habitantes actuales, distribuidos en 467 viviendas.
- El diseño de ampliación y mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario, cuenta con una longitud de 4,526.175 metros, con diámetros variables de tubería de 6,8,10 y 12 pulgadas, conformado por 138 pozos de visita; identificados en 20 planos constructivos distribuidos de la siguiente manera: planta de ubicación, plantas topográficas, planta de densidad de viviendas, planta de distribución general de pozos, planta de curvas de nivel, perfiles longitudinales y detalles constructivos de pozos de visita.
- El costo total del proyecto asciende a un monto de Q.3,113,686.06, usando tubería de la norma ASTM – F949, la cual se consideró por ser una tubería de bajo costo, haciendo el proyecto factible y viable para los habitantes de la comunidad e institución encargada de ejecutarlo.

RECOMENDACIONES

- Al momento de ejecutarse el proyecto, verificar que las disposiciones técnicas, especificaciones, calidad y cantidad de materiales sean los indicados en este estudio, asegurando así, el buen funcionamiento del sistema y la vida útil de los accesorios y tuberías.
- Implementar las medidas de mitigación ambientales propuestas y las establecidas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, en la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, ejecutando cada fase del proyecto en condiciones adecuadas; sin causar daños al entorno y medio ambiente.
- Brindar mantenimiento periódico a los pozos de visita, esto para evitar taponamientos y que el sistema logre proporcionar un buen servicio a la población.
- Realizar limpieza anual del sistema de alcantarillado sanitario mediante chorros a presión, para evitar sedimentación de las aguas residuales en época de verano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acevedo A, Antonio Caso. (1976). Manual de hidráulica. Prensa técnica S.A. México.
2. AMANCO. (2008). Manual de instalación de tuberías de PVC-U y polietileno (PEAD). Perú: Servicio técnico AMANCO del Perú S.A.
3. Antillón Fernández, Hugo Alfredo, (2010). *Diseño de drenaje sanitario para la zona 4 de Tiquisate y pavimentación del tramo de la cabecera municipal hacia el Porcelamiento Barriles, municipio de Tiquisate, Escuintla*. (Trabajo de graduación). Universidad de San Carlos de Guatemala.
4. Arévalo Aquino, Adán Enrique, (2005). *Diseño del drenaje sanitario sector la Laguneta aldea Don Justo del municipio de Santa Catarina Pinula, Guatemala*. (Tesis de Ingeniería Civil). Universidad de San Carlos de Guatemala.
5. Azagra Paredes, César Alvarado. (2016). *Diseño de carretera del caserío El Rodeo a la finca Taxiscobal, San Vicente Pacaya, Escuintla*. (trabajo de graduación). Universidad de San Carlos de Guatemala.
6. Barrera Estrada, Pablo César, (2011). *Diseño y planificación del diseño de agua potable por gravedad, aldea El Jícaro, Zapotitlán, departamento de Jutiapa*. (Tesis de ingeniería civil). Universidad de San Carlos de Guatemala.

7. Cabrera Riepele, Ricardo Antonio, (1989). *Apuntes de Ingeniería sanitaria 2*. (Tesis de Ingeniería Civil). Universidad de San Carlos de Guatemala.
8. Comisión Nacional del Agua, (2009). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. (Conagua). México, D.F.
9. Contreras Paz, Rene Francisco, (2016), *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable caserío Olopita Centro, aldea Olopita y sistema alcantarillado sanitario, colonia Los Arcos, zona 1 ciudad de Esquipulas, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula*. (Tesis de ingeniería civil). Universidad de San Carlos de Guatemala.
10. Departamento de catastro municipal. (2015). Mapas del departamento. Municipalidad de Esquipulas, Chiquimula, Guatemala.
11. Dirección Municipal de Planificación –DMP-, (2017). Acta inicio de instalación de tubería de agua entubada (14/1885). (Fotocopia). Municipalidad de Esquipulas, Chiquimula, Guatemala.
12. Esquipulas Wikipedia, (2005). Monografía de Esquipulas. (Entrada de blog) Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Esquipulas>
<https://www.prensalibre.com/hemeroteca/historia-del-municipio-de-chiquimula/>
13. INSIVUMEH, (2012). Estudio de intensidad de precipitación en Guatemala. Recuperado de <http://www.insivumeh.gob.gt/folletos/INFORME%20de%20intensidad%20de%20lluvia%20Guatemala.pdf>

14. Instituto de Fomento Municipal –INFOM-, (2001). *Normas generales para diseño de alcantarillados*. Guatemala.
15. Instituto Nacional de Estadística –INE-, (2017). Censo nacional de población y vivienda 2017.
16. López López, María Alejandra, (2017). *Caracterización y propuesta de manejo de desechos sólidos, diagnósticos y servicios en la cabecera municipal de Esquipulas, departamento de Chiquimula, Guatemala, C.A.* (trabajo de graduación). Universidad de San Carlos de Guatemala.
17. Martínez Jordán, Oscar Rolando, (2011). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio Centro y sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio La Tijera, municipio de San Juan Ermita, departamento de Chiquimula*. (Trabajo de Graduación). Universidad de San Carlos de Guatemala.
18. Ortiz Zambrano, Brenda, (2015). Método científico racional. Recuperado de <https://prezi.com/7otex9cdgwyj/metodo-cientifico-racional/>
19. Pineda Roca, Geraldo Iván, (2013). *Diseño pavimento rígido hacia la Piedra de los compadres km. 223+474.90 a 226+244.00 carretera RN. 18 y sistema de alcantarillado sanitario colonia San Mateo II, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula*. (Tesis de ingeniería civil). Universidad de San Carlos de Guatemala.

20. Prensa Libre. (2019). Chiquimula, la perla de oriente. Recuperado de <https://www.prensalibre.com/hemeroteca/historia-del-municipio-de-chiquimula/>
21. Roldán Welchez, Milvia Enez. (2006). *Cómo mejorar la oferta de servicios hoteleros, acorde a las necesidades del turista, del municipio de Esquipulas, Chiquimula*. (Tesis de administración hotelera). Universidad del ISTMO de Guatemala.
22. Rosales Martínez, Edy Aroldo, (2015). *Diseño pavimento rígido tramo carretero de caserío Montesinas hacia predio basurero municipal y sistema alcantarillado sanitario 3ra avenida zona 1, ciudad de Esquipulas, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula*. (trabajo de graduación). Universidad de San Carlos de Guatemala.
23. Secretaria Municipal, (1995). *Acta 14/95 introducción del servicio de drenajes de la aldea Chanmagua*. (Fotocopia). Municipalidad de Esquipulas, Chiquimula, Guatemala.
24. SEGEPLAN. (2010). Plan de desarrollo Esquipulas, Chiquimula. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/PDM_2007.pdf

APÉNDICES

APÉNDICE A

Tabla A1. Libreta topográfica, Diseño de ampliación y mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario, aldea Chanmagua, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula.

APÉNDICE B

Tabla B1. Diseño hidráulico, proyecto Diseño de ampliación y mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario, aldea Chanmagua, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula.

APÉNDICE C

Tabla C1. Planos constructivos, proyecto Diseño de ampliación y mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario, aldea Chanmagua, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula.

APÉNDICE A

Tabla A. **Libreta topográfica, Diseño de ampliación y mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario, aldea Chanmagua, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula.**

ESTACIÓN	P.O.	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
E0	E0	4999.999	4999.997	500.018	E
	0.1	5046.811	5038.919	502.477	C
	0.2	5009.285	5006.623	500.173	C
	0.3	5002.491	4996.848	499.912	C
	0.4	4998.245	4975.468	499.248	ESC
	0.5	4970.785	4907.407	497.872	C
E1	E1	4967.342	4908.445	497.906	E
	1.1	4963.953	4859.7	495.77	C
	1.2	4965.033	4838.543	494.249	C
E2	E2	4966.707	4811.924	491.791	E
	2.1	4945.66	4814.824	492.452	C
E3	E3	4930.029	4816.366	492.672	E
E4	E4	5025.595	4817.896	490.36	E
	2.3	4961.624	4813.159	491.897	C
	2.4	4956.853	4786.826	489.954	C
	2.5	4940.241	4753.188	487.463	C
	2.6	4937.984	4738.828	486.508	C
E5	E5	4935.153	4719.953	485.331	E
	2.7	4954.376	4796.652	490.741	IGLES
	2.8	4965.165	4796.407	490.509	CANCHA
	2.9	4964.385	4781.366	489.68	KIOS
	3.1	4926.841	4795.98	490.94	C
	3.2	4928.385	4818.261	492.803	C
	3.3	4927.781	4827.416	493.405	C
	3.4	4924.951	4831.308	493.651	C
	4.1	4993.687	4817.281	491.648	C
	4.2	5013.138	4819.134	490.757	C

Continuación Apéndice A

ESTACIÓN	P.O.	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
	4.3	5073.939	4857.689	490.881	C
	4.4	5062.069	4848.457	491.5	C
	4.5	5054.503	4839.151	491.267	C
	4.6	5033.308	4821.588	490.481	C
	4.7	5029.355	4820.055	490.42	C
	4.8	5024.171	4788.032	487.101	C
	4.9	5021.101	4759.006	486.174	C
E6	E6	5017.387	4756.496	487.105	E
	6.1	5003.545	4757.408	487.052	C
	6.2	4983.474	4754.773	487.559	C
	6.3	4969.53	4753.609	487.698	C
	6.4	5021.191	4751.341	485.679	C
	6.5	5018.802	4733.574	485.171	C
	6.6	5024.138	4711.411	484.081	C
E7	E7	5026.859	4688.693	482.557	E
	7.1	5020.78	4688.96	482.961	C
	7.2	4995.915	4682.617	482.649	C
	7.3	4969.678	4680.914	482.366	C
	7.4	5032.635	4665.591	481.304	C
	7.5	5038.973	4627.286	478.631	C
E8	E8	5037.18	4624.163	478.449	E
	8.1	5019.929	4625.94	479.09	C
	8.2	5007.004	4625.174	479.357	C
	8.3	4997.858	4628.93	479.385	C
	8.4	5040.618	4611.513	477.414	C
	8.5	5045.265	4578.765	475.691	C
E9	E9	5044.103	4559.416	475.129	E
	9.1	5047.075	4563.065	475.062	C
	9.2	5036.594	4562.473	475.267	C
	9.3	5020.095	4568.738	475.48	C
	9.4	5011.111	4574.164	475.648	C
	9.5	5041.861	4542.894	474.611	C
E10	E10	5042.967	4521.966	473.681	E
	10.1	5050.945	4524.992	473.665	C
	10.2	5069.848	4527.284	472.151	C

Continuación Apéndice A

ESTACIÓN	P.O.	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
	10.2	5069.848	4527.284	472.151	C
	10.3	5084.088	4530.059	470.12	C
	10.4	5021.347	4515.977	472.669	C
	10.5	4987.357	4502.279	472.778	C
E11	E11	4990.126	4501.903	472.722	E
	11.1	4989.622	4493.882	472.143	R
	11.2	4990.492	4471.289	470.635	R
	11.3	4988.292	4460.206	469.858	R
	11.4	4986.921	4502.828	472.692	R
E12	E12	4988.775	4455.524	469.559	E
E13	E13	4972.956	4500.111	472.8	E
	13.1	4971.924	4509.37	473.353	R
	13.2	4964.834	4532.54	475.053	R
	13.3	4961.89	4559.859	476.328	R
E14	E14	4963.31	4559.596	476.368	E
	13.4	4975.747	4498.711	472.641	L
	13.5	4960.067	4493.935	472.31	L
	13.6	4940.417	4488.616	471.946	L
	13.7	4919.802	4478.861	472.138	L
E15	E15	4910.558	4477.361	472.335	E
	12.1	4985.113	4450.55	469.279	L
	12.2	4980.166	4433.845	468.241	L
	12.3	4977.27	4422.396	467.302	L
E16	E16	4969.421	4407.161	466.388	E
	16.1	4965.884	4403.44	465.907	L
	16.2	4955.294	4387.451	464.967	L
	16.3	4937.533	4367.476	464.241	L
E17	E17	4924.336	4349.541	463.847	E
	17.1	4928.396	4357.169	464.177	L
	17.2	4920.136	4350.085	464.119	L
	17.3	4909.149	4352.913	465.267	L
	17.4	4893.029	4356.471	466.582	L
	17.5	4884.733	4357.297	466.749	L
	17.6	4881.704	4357.571	466.767	L

Continuación Apéndice A

ESTACIÓN	P.O.	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
	17.7	4918.018	4340.146	463.875	L
	17.8	4912.892	4320.886	463.974	L
	17.9	4900.695	4299.065	463.766	L
E18	E18	4895.035	4286.441	463.416	E
	18.1	4889.089	4286.816	463.6	L
	18.2	4888.834	4293.013	463.8	L
	18.3	4885.821	4312.085	464.503	L
	18.4	4879.903	4330.915	465.456	L
	18.5	4877.919	4274.115	462.959	L
E19	E19	4876.512	4338.022	465.922	E
	18.6	4863.861	4258.687	462.206	L
	18.7	4853.277	4248.68	461.547	L
E20	E20	4824.61	4222.947	460.014	E
	14.1	4955.149	4560.908	476.498	L
	14.2	4934.711	4563.761	476.742	L
	14.3	4911.584	4567.416	476.692	L
	14.4	4963.016	4569.199	477.237	L
	14.5	4964.992	4588.015	478.235	L
	14.6	4966.887	4599.403	478.628	L
E14A	14A	4967.673	4600.94	478.716	E
	14A.1	5000.08	4588.61	476.059	E
	14A.2	4954.013	4606.658	479.004	E
	14A.3	5006.192	4584.578	475.787	E
	14A.4	4945.669	4609.678	479.251	E
	14A.5	4935.924	4614.647	480.148	E
	14A.6	4977.382	4595.892	478.13	E
E14B	14B	4941.119	4617.569	480.432	E
	15.1	4907.302	4473.825	472.279	L
	15.2	4905.898	4466.441	471.769	L
	15.3	4907.62	4478.806	472.341	L
	15.4	4893.555	4478.922	472.195	L
	15.5	4886.686	4478.925	472.187	L
E15A	15A	4888.107	4479.955	472.19	E
	15A.1	4886.788	4473.015	471.879	E

Continuación Apéndice A

ESTACIÓN	P.O.	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
	15A.2	4884.221	4480.716	472.238	E
	15A.3	4874.034	4483.884	472.493	E
	15A.4	4862.67	4487.353	472.373	E
	15A.5	4886.399	4433.239	469.985	L
	15A.6	4883.506	4414.318	469.195	L
E15B	E15B	4883.897	4391.877	468.375	E
	E15B.1	4878.838	4395.447	468.543	L
	E15B.2	4857.144	4399.641	468.487	L
	E15B.3	4836.102	4406.709	468.046	L
	E15B.4	4883.39	4372.977	467.352	L
	19.1	4874.061	4341.943	465.956	L
	19.2	4845.855	4356.209	465.906	L
	19.3	4826.434	4366.239	465.551	L
	19.4	4816.428	4371.645	465.636	L
	20.1	4819.037	4208.669	458.879	L
E21	E21	4816.045	4209.057	459.017	E
	21.1	4810.128	4214.978	459.171	L
	21.2	4792.935	4228.278	457.748	L
	21.3	4776.542	4239.158	458.022	L
	21.4	4809.599	4192.971	457.926	L
	21.5	4797.666	4169.786	455.959	L
	21.6	4783.729	4139.33	453.268	L
	21.7	4775.19	4116.161	451.549	L
E22	E22	4774.58	4114.64	451.535	E
E23	E23	4813.74	4192.505	458.086	E
	23.1	4815.636	4185.747	457.809	L
	23.2	4823.942	4174.469	457.53	L
	23.3	4826.047	4165.875	456.878	L
E23A	E23A	4827.766	4156.273	456.296	E
	22A.1	4825.833	4149.264	455.874	L
	22A.2	4824.101	4134.155	455.422	L
	22A.3	4821.755	4129.428	455.351	L
	22A.4	4818.393	4126.802	455.179	L
	22.1	4801.232	4117.948	452.893	L

Continuación Apéndice A

ESTACIÓN	P.O.	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
	22.2	4788.861	4114.003	451.866	L
	22.3	4781.709	4114.073	451.586	L
	22.4	4768.674	4117.644	451.869	L
	22.5	4755.966	4119.976	453.402	L
	22.6	4743.468	4122.207	454.748	L
	22.7	4733.031	4124.754	455.415	L
	22.8	4776.444	4105.091	450.91	L
	22.9	4780.399	4078.599	448.737	L
	22.1	4783.534	4050.178	445.619	L
	22.11	4789.788	4017.586	441.227	L
E24	E24	4793.155	3995.748	439.858	E
	24.1	4792.107	4001.201	439.976	L
	24.2	4789.585	3982.838	441.186	L
	24.3	4781.151	3959.36	443.192	L
	24.4	4775.345	3952.263	443.831	L
E25	E25	4772.404	3947.716	443.991	E
	25.1	4761.069	3939.559	443.977	L
	25.2	4750.727	3928.64	444.783	L
	25.3	4740.164	3917.131	445.439	LAF
E26	E26	4735.027	3917.293	445.227	E
	27.1	4707.422	3942.386	446.136	LCEM
E27	E27	4703.919	3896.363	442.369	ECEM
	26.2	4735.981	3904.342	444.404	PCEM
	26.3	4732.026	3918.092	445.1	PCEM
	26.4	4710.055	3938.863	445.876	PCEM
	26.5	4720.849	3936.625	445.857	LAF
	26.6	4707.217	3953.278	446.481	LAF
	26.7	4702.841	3965.42	447.361	LAF
	26.8	4705.765	3992.772	449.397	LAF
E28	E28	4705.269	4007.254	450.356	E
	27.2	4704.506	3913.165	443.283	LCEM
	27.3	4705.511	3930.591	444.84	LCEM
	27.4	4718.468	3907.575	443.782	LCEMREF
	27.5	4701.874	3893.219	442.238	LCEM

Continuación Apéndice A

ESTACIÓN	P.O.	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
	27.6	4697.187	3871.793	441.727	LCEM
	27.7	4692.117	3860.582	440.614	DESFOGUE
	27.8	4684.279	3855.188	440.8	DESFOGUE2
	28.1	4702.718	3974.032	448.005	LAF
	28.2	4710.437	4017.354	451.026	LAF
	28.3	4719.84	4066.775	453.607	LAF
	28.4	4729.126	4110.382	455.106	LAF
	28.5	4742.854	4149.441	455.892	LAF
E29	E29	4742.29	4140.41	455.762	E
	29.1	4753.951	4176.622	456.337	LAF
	29.2	4765.565	4206.235	456.838	LAF
	29.3	4776.707	4240.484	458.095	LAF
	29.4	4784.741	4272.558	460.488	LAF
E30	E30	4808.336	4343.202	464.278	E
	30.1	4824.623	4386.641	466.937	LAF
	30.2	4839.915	4416.695	468.717	LAF
	30.3	4852.105	4457.468	470.989	LAF
	30.4	4865.693	4496.393	473.132	LAF
E31	E31	4877.406	4519.305	474.795	E
	31.1	4882.611	4520.175	474.904	LAF
	31.2	4883.011	4539.151	475.881	LAF
	31.3	4887.432	4567.208	477.168	L
	31.4	4889.799	4585.971	478.159	L
	31.5	4889.772	4585.966	478.168	L
	31.6	4897.861	4541.276	475.79	LAF
	31.7	4909.437	4562.421	476.606	LAF
E32	E32	4916.819	4568.339	476.928	E
E31A	E31A	4892.446	4585.43	478.133	E
	31A.1	4889.337	4585.646	478.201	L
	31A.2	4868.814	4589.171	479.21	L
	31A.3	4848.095	4591.155	478.196	L
	31A.4	4832.794	4593.004	477.874	L
	31A.5	4892.022	4606.697	479.221	L
	31A.6	4894.2	4624.787	480.495	L

Continuación Apéndice A

ESTACIÓN	P.O.	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
E31B	E31B	4896.986	4625.269	480.554	E
	31B.1	4905.267	4622.68	480.844	L
	31B.2	4922.063	4619.923	480.69	L
	31B.3	4936.676	4616.277	480.436	L
	31B.4	4873.482	4627.414	481.294	L
	31B.5	4852.201	4631.158	480.437	L
	31B.6	4895.167	4641.385	481.701	L
	31B.7	4895.312	4675.382	484.153	L
	31B.8	4891.795	4708.207	486.073	L
	31B.9	4890.048	4716.868	486.809	L
E31C	E31C	4890.947	4717.371	486.8	E
	31C.1	4905.992	4716.883	486.862	L
	31C.2	4925.668	4717.661	485.898	L
	31C.3	4937.996	4718.507	485.424	L
	31C.4	4886.588	4731.652	487.798	L
	31C.5	4882.43	4746.625	488.624	L
	31C.6	4877.378	4773.006	490.413	LADQ
E31D	E31D	4859.559	4838.923	493.134	E
	31D.1	4873.469	4791.112	491.321	LADQ
	31D.2	4863.402	4826.363	492.549	LADQ
	31D.3	4861.605	4836.756	493.019	LADQ
	31D.4	4850.38	4836.825	492.444	LADQ
	31D.5	4823.57	4841.47	491.685	LADQ
	31D.6	4862.861	4849.358	493.761	LADQ
	31D.7	4867.274	4854.191	494.153	LADQ
	31D.8	4876.42	4862.634	494.98	LADQ
E31E	E31E	4880.959	4867.862	495.351	E
	31E.1	4892.841	4870.6	495.879	LADQ
	31E.2	4912.103	4877.981	496.409	LADQ
	31E.3	4942.753	4888.76	497.383	LADQ
	31E.4	4966.562	4893.148	497.497	LADQ
	32.1	4916.737	4578.885	477.667	LAF
	32.2	4928.325	4603.394	479.586	LAF
	32.3	4943.214	4632.275	481.018	LAF

Continuación Apéndice A

ESTACIÓN	P.O.	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
	32.4	4943.784	4641.778	481.469	LAF
E33	E33	4947.618	4643.829	481.596	E
	33.1	4957.095	4641.083	480.41	L
	33.2	4979.85	4639.775	479.756	L
	33.3	4989.759	4635.836	479.628	L
	33.4	4995.188	4631.085	479.42	L
	33.5	4942.719	4658.041	482.524	L
	33.6	4940.59	4680.896	483.687	L
E34	E34	4936.99	4681.672	483.667	E
	34.1	4951.177	4682.748	483.417	L
	34.2	4963.642	4682.292	482.627	L
	34.3	4970.095	4681.007	482.47	L
	34.4	4981.73	4680.707	482.563	L
	34.5	4938.444	4705.467	484.85	L
	34.6	4937.382	4727.741	486.005	L
	34.7	4939.299	4751.623	487.539	LAF
	34.8	4944.188	4765.481	488.516	LAF

APÉNDICE B

Tabla B1. **Diseño hidráulico, proyecto Diseño de ampliación y mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario, aldea Chanmagua, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula.**

Pozos		Cota de terreno		Longitud	Pendiente terreno	Pendiente tubería	Viviendas Actuales	Viviendas Acumuladas	Población actual	Población Futura	Caudal Actual	Caudal Acumulado	Tipo de Tubería	Sección llena		Caudal de diseño m³/s		Cotas Invert				Volumen de excavación	Altura pozo inicial	Altura pozo final
Do	A													v (m/s)	Q (l/s)	Actual	Futuro	CIE	CIS	CIE	CIS			
1	2	502.48	500.17	49.51	4.65	4.65	Escuela	Escuela	Escuela	Escuela	0.09	0.09	6.00	2.44	44.41	0.09	0.21		501.28	498.98	498.96	47.49	1.20	1.22
2	3	500.17	499.91	11.92	2.19	2.19	0.00	0	0	0	0.00	0.09	6.00	1.68	30.58	0.00	0.21	498.96	498.96	498.69	498.67	11.61	1.22	1.24
3	4	499.91	498.71	54.88	2.20	2.20	0.00	0	0	0	0.00	0.09	6.00	1.68	30.58	0.00	0.21	498.69	498.67	497.47	497.45	54.36	1.24	1.26
4	5	498.71	497.50	54.88	2.20	2.20	4.00	4	20	46	0.73	0.73	6.00	1.68	30.58	0.32	0.74	497.47	497.45	496.24	496.22	55.21	1.26	1.28
5	6	497.50	495.77	33.55	5.15	4.90	4.00	8	20	91	0.73	1.46	6.00	2.51	45.68	0.32	1.47	496.24	496.22	494.57	494.55	33.24	1.28	1.22
6	7	495.77	494.25	21.28	7.15	7.00	3.00	11	15	126	0.55	2.01	6.00	3.00	54.60	0.24	2.03	494.57	494.54	493.05	493.03	20.71	1.23	1.22
7	8	494.25	491.90	25.60	9.19	9.00	3.00	14	15	160	0.55	2.56	6.00	3.40	61.88	0.24	2.58	493.05	493.00	490.70	490.68	25.08	1.25	1.22
8	11	491.90	489.95	26.76	7.26	7.00	1.00	15	5	171	0.18	2.75	6.00	3.00	54.60	0.08	2.75	490.70	490.63	488.75	488.73	26.44	1.27	1.22
11	12	489.95	488.52	24.80	5.80	5.70	2.00	17	10	194	0.37	3.11	6.00	2.70	49.14	0.16	3.12	488.75	488.73	487.32	487.30	24.05	1.23	1.22
12	13	488.52	487.46	12.91	8.16	8.00	2.00	19	10	216	0.37	3.48	6.00	3.20	58.24	0.16	3.48	487.32	487.30	486.26	486.24	12.50	1.22	1.22
13	14	487.46	486.51	14.54	6.57	6.50	1.00	20	5	228	0.18	3.66	6.00	2.89	52.60	0.08	3.67	486.26	486.25	485.31	485.29	14.01	1.21	1.22
14	15	486.51	485.42	20.32	5.33	5.30	3.00	23	15	262	0.55	4.21	6.00	2.61	47.50	0.24	4.22	485.31	485.29	484.21	484.19	19.83	1.22	1.24
16	15	486.81	485.42	47.98	2.89	2.80	3.00	3	15	35	0.55	0.55	6.00	1.89	34.40	0.24	0.56	485.59	484.22	484.19	484.19	46.46	1.22	1.24
15	21	485.42	483.69	37.70	4.61	4.60	6.00	32	30	364	1.10	5.86	6.00	2.43	44.23	0.48	5.86	484.22	484.19	482.45	480.65	37.38	1.24	3.04
16A	17	482.56	482.65	32.03	-0.29	0.50	3.00	3	15	35	0.55	0.55	6.00	0.80	14.56	0.24	0.56	481.34	481.18	481.16	481.16	34.48	1.26	1.49
17	18	482.65	482.56	13.32	0.65	0.60	3.00	6	15	69	0.55	1.10	6.00	0.88	16.02	0.24	1.11	481.18	481.16	481.07	481.05	15.90	1.49	1.51
18	19	482.56	482.37	12.05	1.64	1.60	2.00	8	10	91	0.37	1.46	6.00	1.43	26.03	0.16	1.47	481.07	481.05	480.85	480.83	14.58	1.51	1.53

Continuación Apéndice B

Pozos		Cota de terreno		Longitud	Pendiente terreno	Pendiente tubería	Viviendas Actuales	Viviendas Acumuladas	Población actual	Población Futura	Caudal Actual	Caudal Acumulado	Tipo de Tubería	Sección llena		Caudal de diseño m3/s		Cotas invert				Volumen de excavación	Altura pozo inicial	Altura pozo final
Do	A													v (m/s)	Q (l/s)	Actual	Futuro							
																		CIE	CIS	CIE	CIS			
19	20	482.37	483.42	18.59	-5.65	0.50	1.00	9	5	12	0.18	1.65	6.00	0.80	14.56	0.08	0.19	480.85	480.83	480.74	480.72	31.31	1.53	2.70
20	21	483.42	483.69	10.81	-2.50	0.50	0.00	9	0	0	0.00	1.65	6.00	0.80	14.56	0.00	0.00	480.74	480.72	480.67	480.65	24.73	2.70	3.04
21	22	483.69	481.47	39.31	5.64	0.90	5.00	46	25	57	0.92	8.42	6.00	1.07	19.47	0.40	0.92	480.67	480.65	480.27	480.25	66.70	3.04	1.22
22	23	481.47	481.02	9.55	4.72	4.70	1.00	47	5	12	0.18	8.60	6.00	2.45	44.59	0.08	0.19	480.27	480.25	479.80	479.78	9.32	1.22	1.24
23	24	481.02	480.44	17.28	3.37	3.30	2.00	49	10	23	0.37	8.97	6.00	2.06	37.49	0.16	0.37	479.80	479.78	479.20	478.84	17.15	1.24	1.60
25	26	480.50	480.69	28.28	-0.69	0.50	2.00	2	10	23	0.37	0.37	6.00	0.80	14.56	0.16	0.37		479.28	479.13	479.11	31.42	1.49	1.58
26	24	480.69	480.44	15.06	1.69	1.60	0.00	2	0	0	0.00	0.37	6.00	1.43	26.03	0.00	0.00	479.13	479.11	478.86	478.84	19.00	1.58	1.60
24	27	480.44	479.59	15.35	5.54	5.50	1.00	52	5	12	0.18	9.52	6.00	2.66	48.41	0.08	0.19	478.86	478.84	477.99	477.97	19.63	1.60	1.62
27	28	479.59	476.69	39.67	7.29	6.24	8.00	60	40	91	1.46	10.98	6.00	2.83	51.51	0.64	1.47	477.99	477.97	475.49	475.47	44.74	1.62	1.22
28	29	476.69	475.79	29.52	3.06	3.00	5.00	65	25	57	0.92	11.90	6.00	1.96	35.67	0.40	0.92	475.49	475.47	474.57	474.55	28.83	1.22	1.24
29	30	475.79	474.90	26.03	3.40	3.40	1.00	66	5	12	0.18	12.08	6.00	2.09	38.04	0.08	0.19	474.57	474.55	473.66	472.11	25.83	1.24	2.80
5	118	497.50	497.38	24.21	0.47	0.50	1.00	1	5	12	0.18	0.18	6.00	0.80	14.56	0.08	0.19		496.30	496.18	496.16	23.24	1.28	1.22
118	119	497.38	496.41	32.50	3.00	3.00	2.00	3	10	23	0.37	0.55	6.00	1.96	35.67	0.16	0.37	496.18	496.16	495.19	495.17	31.73	1.22	1.24
119	120	496.41	494.98	38.85	3.68	3.60	4.00	7	20	46	0.73	1.28	6.00	2.15	39.13	0.32	0.74	495.19	495.17	493.74	493.72	38.57	1.24	1.26
120	121	494.98	493.76	18.98	6.42	6.10	3.00	10	15	35	0.55	1.83	6.00	2.80	50.96	0.24	0.56	493.74	493.72	492.56	492.54	18.68	1.26	1.22
121	122	493.76	493.02	12.66	5.86	5.80	0.00	10	0	0	0.00	1.83	6.00	2.73	49.69	0.00	0.00	492.56	492.54	491.82	490.25	12.26	1.22	2.77
124	123	491.69	492.24	27.21	-2.05	0.50	5.00	5	25	57	0.92	0.92	6.00	0.80	14.56	0.40	0.92		490.49	490.35	490.33	33.68	1.20	1.92
123	122	492.24	493.02	11.23	-6.90	0.50	1.00	6	5	12	0.18	1.10	6.00	0.80	14.56	0.08	0.19	490.35	490.33	490.27	490.25	20.93	1.92	2.77
122	125	493.02	490.41	65.67	3.97	3.90	11.00	27	55	126	2.01	4.94	6.00	2.24	40.77	0.89	2.03	490.27	490.25	487.63	487.61	145.79	2.77	2.80
125	16	490.41	486.81	57.55	6.26	3.48	11.00	38	55	126	2.01	6.95	6.00	2.11	38.40	0.89	2.03	487.63	487.61	485.61	485.59	92.17	2.80	1.22
16	126	486.81	484.15	41.82	6.35	6.30	5.00	43	25	57	0.92	7.87	6.00	2.84	51.69	0.40	0.92	485.61	485.59	482.95	482.93	40.48	1.22	1.22
126	25	484.15	480.50	50.61	7.23	7.20	9.00	52	45	103	1.65	9.52	6.00	3.04	55.33	0.72	1.66	482.95	482.93	479.30	479.01	48.99	1.22	1.49
127	25	480.44	480.50	42.48	-0.14	0.50	5.00	5	25	57	0.92	0.92	6.00	0.80	14.56	0.40	0.92		479.24	479.03	479.01	45.37	1.20	1.49
25	128	480.50	478.20	39.44	5.82	5.08	5.00	62	25	57	0.92	11.35	6.00	2.55	46.41	0.40	0.92	479.03	479.01	477.00	475.46	42.44	1.49	2.74
130	129	477.87	479.21	36.22	-3.69	0.50	6.00	6	30	69	1.10	1.10	6.00	0.80	14.56	0.48	1.11		476.67	476.49	476.47	56.75	1.20	2.74
129	128	479.21	478.20	20.82	4.85	4.80	1.00	7	5	12	0.18	1.28	6.00	2.48	45.14	0.08	0.19	476.49	476.47	475.44	475.46	45.76	2.74	2.74
128	131	478.20	475.88	46.86	4.95	4.90	1.00	70	5	12	0.18	12.81	6.00	2.51	45.68	0.08	0.19	475.46	475.44	473.12	473.10	103.39	2.76	2.78
131	30	475.88	474.90	19.02	5.14	5.10	1.00	71	5	12	0.18	12.99	6.00	2.56	46.59	0.08	0.19	473.12	473.10	472.13	472.11	42.28	2.78	2.80

Continuación Apéndice B

Pozos		Cota de terreno		Longitud	Pendiente terreno	Pendiente tubería	Viviendas Actuales	Viviendas Acumuladas	Población actual	Población Futura	Caudal Actual	Caudal Acumulado	Tipo de Tubería	Sección llena		Caudal de diseño m3/s		Cotas Invert				Volumen de excavación	Altura pozo inicial	Altura pozo final
De	A													v (m/s)	Q (l/s)	Actual	Futuro							
																		CIE	CIS	CIE	CIS			
30	31	474.90	473.13	29.19	6.07	0.59	3.00	140	15	1592	0.55	25.62	8.00	1.06	78.08	0.24	25.63	472.13	472.11	471.93	471.91	46.68	2.80	1.22
31	32	473.13	472.37	9.55	7.95	7.90	2.00	142	10	1615	0.37	25.99	8.00	3.86	53.76	0.16	26.00	471.93	471.91	471.17	470.84	9.24	1.22	1.53
33	32	472.19	472.37	25.45	-0.73	0.50	2.00	2	10	23	0.37	0.37	6.00	0.80	43.92	0.16	0.37		470.99	470.86	470.84	27.63	1.20	1.53
32	34	472.37	468.05	84.91	5.10	5.10	13.00	157	65	1785	2.38	28.73	8.00	3.10	99.20	1.05	28.74	470.86	470.84	466.51	466.49	104.30	1.53	1.56
34	35	468.05	465.64	40.37	5.97	5.09	2.00	159	10	1808	0.37	29.10	8.00	3.09	98.88	0.16	29.11	466.51	466.49	464.44	464.42	44.52	1.56	1.22
36	35	465.96	465.64	64.84	0.49	0.50	5.00	5	25	57	0.92	0.92	6.00	0.80	14.40	0.40	0.92		464.76	464.44	464.42	62.19	1.24	1.22
35	37	465.64	463.06	52.08	4.94	4.90	0.00	164	0	1865	0.00	30.01	8.00	3.04	97.28	0.00	30.03	464.44	464.42	461.84	461.82	50.81	1.22	1.24
37	38	463.06	460.49	52.02	4.95	4.90	6.00	170	30	1933	1.10	31.11	8.00	3.04	97.28	0.48	31.12	461.84	461.82	459.25	459.23	51.58	1.24	1.26
38	39	460.49	458.02	34.39	7.17	6.99	3.00	173	15	1967	0.55	31.66	8.00	3.63	116.16	0.24	31.67	459.25	459.23	456.82	456.62	33.84	1.26	1.40
46	47	490.88	491.50	15.04	-4.12	0.50	1.00	1	5	12	0.18	0.18	6.00	0.80	14.40	0.08	0.19		489.68	489.61	489.59	18.61	1.20	1.91
47	48	491.50	491.27	11.98	1.94	1.90	1.00	2	5	23	0.18	0.37	6.00	1.56	28.08	0.08	0.37	489.61	489.59	489.35	489.33	18.34	1.91	1.93
48	49	491.27	490.48	27.53	2.86	2.80	3.00	5	15	57	0.55	0.92	6.00	1.89	34.02	0.24	0.92	489.35	489.33	488.55	488.53	42.60	1.93	1.95
49	50	490.48	490.42	4.24	1.44	1.40	0.00	5	0	57	0.00	0.92	6.00	1.34	24.12	0.00	0.92	488.55	488.53	488.47	488.45	6.63	1.95	1.98
8	50	491.90	490.42	68.20	2.17	2.10	4.00	4	20	46	0.73	0.73	6.00	1.64	29.52	0.32	0.74		490.68	489.20	488.45	66.65	1.27	1.98
50	51	490.42	486.17	61.66	6.89	5.63	9.00	18	45	205	1.65	3.29	6.00	2.69	48.42	0.72	3.30	488.47	488.45	484.97	484.95	78.31	1.98	1.22
52	51	487.70	486.17	51.91	2.94	2.90	7.00	7	35	80	1.28	1.28	6.00	1.93	34.74	0.56	1.29		486.50	484.97	484.95	49.88	1.20	1.22
51	53	486.17	485.17	25.47	3.94	3.90	4.00	29	20	330	0.73	5.31	6.00	2.24	40.32	0.32	5.31	484.97	484.95	483.95	483.93	24.91	1.22	1.24
53	16A	485.17	482.56	43.77	5.97	5.90	5.00	34	25	387	0.92	6.22	6.00	2.75	49.50	0.40	6.23	483.95	483.93	481.32	481.30	43.51	1.24	1.26
16A	54	482.56	478.63	64.44	6.09	6.00	8.00	42	40	478	1.46	7.69	6.00	2.77	49.86	0.64	7.70	481.32	481.30	477.37	477.30	65.03	1.26	1.33
22	58	481.47	479.76	36.00	4.76	4.70	2.00	2	10	23	0.37	0.37	6.00	2.45	44.10	0.16	0.37		480.27	478.56	478.54	34.58	1.22	1.22
58	57	479.76	479.63	10.66	1.20	1.20	3.00	5	15	57	0.55	0.92	6.00	1.24	22.32	0.24	0.92	478.56	478.54	478.41	478.39	10.42	1.22	1.24
57	56	479.63	479.39	10.66	2.28	2.20	1.00	6	5	69	0.18	1.10	6.00	1.68	30.24	0.08	1.11	478.41	478.39	478.14	478.12	10.59	1.24	1.26
56	55	479.39	479.36	9.87	0.28	0.50	1.00	7	5	80	0.18	1.28	6.00	0.80	14.40	0.08	1.29	478.14	478.12	478.08	478.06	10.04	1.26	1.30
55	54	479.36	478.63	32.07	2.26	2.20	2.00	9	10	103	0.37	1.65	6.00	1.68	30.24	0.16	1.66	478.08	478.06	477.32	477.30	33.52	1.30	1.33
54	59	478.63	475.06	64.80	5.51	5.50	12.00	63	60	717	2.20	11.53	6.00	2.66	47.88	0.97	11.54	477.32	477.30	473.73	473.71	69.02	1.33	1.35
24	65	480.44	478.63	34.59	5.23	5.20	1.00	1	5	12	0.18	0.18	6.00	2.58	46.44	0.08	0.19		479.24	477.43	477.41	33.22	1.60	1.22
65	64	478.63	476.06	34.89	7.36	7.30	5.00	6	25	69	0.92	1.10	6.00	3.06	55.08	0.40	1.11	477.43	477.41	474.86	474.84	33.79	1.22	1.22
64	63	476.06	475.79	7.34	3.71	3.70	1.00	7	5	80	0.18	1.28	6.00	2.18	39.24	0.08	1.29	474.86	474.84	474.57	474.55	7.16	1.22	1.24

Continuación Apéndice B

Pozos		Cota de terreno		Longitud	Pendiente terreno	Pendiente tubería	Viviendas Actuales	Viviendas Acumuladas	Población actual	Población Futura	Caudal Actual	Caudal Acumulado	Tipo de Tubería	Sección llena		Caudal de diseño m³/s		Cotas Invert				Volumen de excavación	Altura pozo inicial	Altura pozo final
De	A													v (m/s)	Q (l/s)	Actual	Futuro	CIE	CIS	CIE	CIS			
63	62	475.79	475.65	11.55	1.20	1.20	2.00	9	10	103	0.37	1.65	6.00	1.24	22.32	0.16	1.66	474.57	474.55	474.41	474.39	11.46	1.24	1.26
62	61	475.65	475.48	10.50	1.60	1.60	1.00	10	5	114	0.18	1.83	6.00	1.43	25.74	0.08	1.84	474.41	474.39	474.22	474.20	10.58	1.26	1.28
61	60	475.48	475.27	17.64	1.21	1.20	1.00	11	5	126	0.18	2.01	6.00	1.24	22.32	0.08	2.03	474.22	474.20	473.99	473.97	18.07	1.28	1.30
60	59	475.27	475.06	10.59	1.94	1.90	0.00	11	0	126	0.00	2.01	6.00	1.56	28.08	0.00	2.03	473.99	473.97	473.76	473.71	11.03	1.30	1.35
59	66	475.06	474.61	20.86	2.16	2.10	3.00	77	15	876	0.55	14.09	6.00	1.64	29.52	0.24	14.10	473.76	473.71	473.26	473.24	22.56	1.35	1.37
66	67	474.61	473.67	20.03	4.72	4.70	1.00	78	5	887	0.18	14.27	6.00	2.45	44.10	0.08	14.28	473.26	473.24	472.29	470.73	21.99	1.37	2.93
68	67	472.12	473.67	33.53	-4.61	0.50	4.00	4	20	46	0.73	0.73	6.00	0.80	14.40	0.32	0.74		470.92	470.75	470.73	55.16	1.20	2.93
67	69	473.67	472.67	30.93	3.22	3.20	3.00	85	15	967	0.55	15.56	6.00	2.03	36.54	0.24	15.57	470.75	470.73	469.74	469.72	72.58	2.93	2.95
69	70	472.67	472.69	36.85	-0.06	0.50	4.00	89	20	1012	0.73	16.29	8.00	0.97	31.04	0.32	16.29	469.74	469.72	469.53	469.51	90.11	2.95	3.18
65	71	478.63	476.33	39.86	5.77	5.70	6.00	6	30	69	1.10	1.10	6.00	2.70	48.60	0.48	1.11		477.43	475.13	475.11	38.26	1.22	1.22
28	71	476.69	476.33	50.92	0.71	0.70	7.00	7	35	80	1.28	1.28	6.00	0.95	17.10	0.56	1.29		475.49	475.13	475.11	48.85	1.22	1.22
71	72	476.33	475.05	27.48	4.64	4.60	5.00	18	25	205	0.92	3.29	6.00	2.43	43.74	0.40	3.30	475.13	475.11	473.83	473.81	26.82	1.22	1.24
72	73	475.05	472.64	35.55	6.79	6.70	5.00	23	25	262	0.92	4.21	6.00	2.93	52.74	0.40	4.22	473.83	473.81	471.40	471.38	35.29	1.24	1.26
73	70	472.64	472.69	11.91	-0.43	0.50	0.00	23	0	262	0.00	4.21	6.00	0.80	14.40	0.00	4.22	471.40	471.38	471.32	469.51	12.55	1.26	3.18
70	74	472.69	472.14	9.35	5.87	5.80	1.00	113	5	1285	0.18	20.68	8.00	3.30	105.60	0.08	20.69	469.53	469.51	468.96	468.94	23.77	3.18	3.20
74	75	472.14	470.64	22.61	6.67	6.60	3.00	116	15	1319	0.55	21.23	8.00	3.52	112.64	0.24	21.24	468.96	468.94	467.44	467.30	57.88	3.20	3.33
75	76	470.64	467.30	50.65	6.58	2.37	9.00	125	45	1422	1.65	22.88	8.00	2.11	67.52	0.72	22.89	467.44	467.30	466.10	466.08	91.84	3.33	1.22
76	77	467.30	464.97	41.28	5.66	5.60	6.00	131	30	1490	1.10	23.97	8.00	3.25	104.00	0.48	23.99	466.10	466.08	463.75	463.73	40.32	1.22	1.24
77	78	464.97	464.24	26.73	2.72	2.70	5.00	136	25	1547	0.92	24.89	8.00	2.25	72.00	0.40	24.91	463.75	463.73	463.00	462.98	26.57	1.24	1.26
78	79	464.24	464.12	24.60	0.50	0.50	3.00	139	15	1581	0.55	25.44	8.00	0.97	31.04	0.24	25.45	463.00	462.98	462.86	462.84	24.86	1.26	1.28
81	80	466.77	466.58	11.38	1.63	1.60	2.00	2	10	23	0.37	0.37	6.00	1.43	25.74	0.16	0.37		465.57	465.38	465.36	10.92	1.22	1.22
80	79	466.58	464.12	27.85	8.84	8.80	3.00	5	15	57	0.55	0.92	6.00	3.36	60.48	0.24	0.92	465.38	465.36	462.90	462.84	27.17	1.22	1.28
79	82	464.12	463.97	30.08	0.48	0.50	2.00	146	10	1660	0.37	26.72	8.00	0.97	31.04	0.16	26.73	462.90	462.84	462.68	462.66	30.97	1.28	1.31
82	83	463.97	463.77	25.00	0.83	0.80	2.00	148	10	1683	0.37	27.08	8.00	1.23	39.36	0.16	27.10	462.68	462.66	462.46	462.44	26.20	1.31	1.33
83	93	463.77	463.60	16.87	0.98	0.90	1.00	149	5	1694	0.18	27.27	8.00	1.30	41.60	0.08	27.27	462.46	462.44	462.27	462.25	17.95	1.33	1.35
73	84	472.64	471.95	36.74	1.89	2.00	3.00	3	15	35	0.55	0.55	6.00	1.60	28.80	0.24	0.56	471.40	471.38	470.75	470.73	36.19	1.26	1.22
84	85	471.95	472.14	22.81	-0.84	0.50	5.00	8	25	91	0.92	1.46	6.00	0.80	14.40	0.40	1.47	470.75	470.73	470.61	470.59	25.05	1.22	1.54
85	86	472.14	472.34	12.32	-1.65	0.50	3.00	11	15	126	0.55	2.01	6.00	0.80	14.40	0.24	2.03	470.61	470.59	470.53	470.51	16.55	1.55	1.83

Continuación Apéndice B

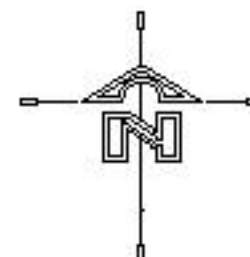
Pozos		Cota de terreno		Longitud	Pendiente terreno	Pendiente tubería	Viviendas Actuales	Viviendas Acumuladas	Población actual	Población Futura	Caudal Actual	Caudal Acumulado	Tipo de Tubería	Sección llena		Caudal de diseño m³/s		Cotas Invert				Volumen de excavación	Altura pozo Inicial	Altura pozo final
Do	A													v (m/s)	Q (l/s)	Actual	Futuro							
																		CIE	CIS	CIE	CIS			
86	87	472.34	471.77	12.48	4.58	4.50	1.00	12	5	137	0.18	2.20	6.00	2.40	43.20	0.08	2.21	470.53	470.51	469.94	469.92	18.29	1.83	1.85
87	88	471.77	469.99	38.50	4.63	4.60	6.00	18	30	205	1.10	3.29	6.00	2.43	43.74	0.48	3.30	469.94	469.92	468.14	468.12	57.00	1.85	1.87
30	33	474.90	472.19	41.41	6.56	6.50	1.00	1	5	12	0.18	0.18	6.00	2.89	52.02	0.08	0.19		473.70	470.99	469.97	39.74	2.80	2.22
86	33	472.34	472.19	21.12	0.73	5.40	1.00	1	5	12	0.18	0.18	6.00	2.63	47.34	0.08	0.19		470.51	469.99	469.97	34.05	1.83	2.22
33	88	472.19	469.99	45.67	4.82	2.60	2.00	4	10	46	0.37	0.73	6.00	1.83	32.94	0.16	0.74	469.99	469.97	468.77	468.12	62.83	2.22	1.87
88	89	469.99	468.54	38.44	3.75	3.70	5.00	27	25	307	0.92	4.94	6.00	2.18	39.24	0.40	4.94	468.77	468.12	467.31	466.58	47.79	1.87	1.96
34	90	468.05	468.49	22.32	-1.98	0.50	1.00	1	5	12	0.18	0.18	6.00	0.80	14.40	0.08	0.19		466.85	466.73	466.71	26.39	1.56	1.78
90	89	468.49	468.54	22.10	-0.25	0.50	2.00	3	10	35	0.37	0.55	6.00	0.80	14.40	0.16	0.56	466.73	466.71	466.60	466.58	32.86	1.78	1.96
89	91	468.54	467.35	22.93	5.19	1.87	3.00	33	15	376	0.55	6.04	6.00	1.55	27.90	0.24	6.05	466.60	466.58	466.15	466.13	29.00	1.96	1.22
91	81	467.35	466.77	15.50	3.77	3.70	2.00	35	10	398	0.37	6.41	6.00	2.18	39.24	0.16	6.41	466.15	466.13	465.57	465.55	15.00	1.22	1.22
81	36	466.77	465.96	17.28	4.69	4.60	2.00	37	10	421	0.37	6.77	6.00	2.43	43.74	0.16	6.78	465.57	465.55	464.74	464.72	16.84	1.22	1.24
36	92	465.96	464.50	32.09	4.53	4.50	3.00	40	15	455	0.55	7.32	6.00	2.40	43.20	0.24	7.33	464.74	464.72	463.26	463.24	31.79	1.24	1.26
92	93	464.50	463.60	25.53	3.54	3.50	2.00	42	10	478	0.37	7.69	6.00	2.12	38.16	0.16	7.70	463.26	463.24	462.34	462.25	25.72	1.26	1.35
93	94	463.60	461.55	52.32	3.92	3.90	9.00	200	45	2274	1.65	36.60	8.00	2.71	86.72	0.72	36.61	462.27	462.25	460.21	460.19	56.27	1.35	1.36
94	95	461.55	458.88	52.67	5.07	5.00	7.00	207	35	2354	1.28	37.88	8.00	3.07	98.24	0.56	37.90	460.21	460.19	457.52	457.50	57.30	1.36	1.38
95	39	458.88	458.02	52.24	1.64	1.60	5.00	212	25	2411	0.92	38.80	8.00	1.73	55.36	0.40	38.82	457.52	457.50	456.64	456.62	57.72	1.38	1.40
39	40	458.02	456.34	66.49	2.53	2.50	8.00	393	40	4468	1.46	71.92	10.00	2.52	127.51	0.64	71.93	456.64	456.62	454.94	454.92	74.44	1.40	1.42
40	41	456.34	455.42	56.11	1.64	1.60	7.00	400	35	4548	1.28	73.20	10.00	2.01	101.71	0.56	73.22	454.94	454.92	454.00	453.98	63.60	1.42	1.44
41	42	455.42	453.61	59.70	3.03	3.00	3.00	403	15	4582	0.55	73.75	10.00	2.76	139.66	0.24	73.77	454.00	453.98	452.17	452.15	68.61	1.44	1.46
42	43	453.61	449.40	75.33	5.59	5.50	3.00	406	15	4616	0.55	74.30	10.00	3.73	188.74	0.24	74.32	452.17	452.15	447.94	447.92	87.83	1.46	1.48
43	44	449.40	447.36	27.51	7.40	6.39	1.00	407	5	4627	0.18	74.48	10.00	4.02	203.41	0.08	74.49	447.94	447.92	446.14	446.06	29.69	1.48	1.31
44	45	447.36	446.48	12.91	6.82	6.80	0.00	407	0	4627	0.00	74.48	10.00	4.15	209.99	0.00	74.49	446.14	446.06	445.28	444.58	12.94	1.31	1.90
95	96	458.88	457.93	18.39	5.18	5.10	1.00	1	5	12	0.18	0.18	6.00	2.56	46.08	0.08	0.19		457.68	456.73	456.71	17.64	1.38	1.22
96	108	457.93	455.96	26.08	7.54	7.50	5.00	6	25	69	0.92	1.10	6.00	3.10	55.80	0.40	1.11	456.73	456.71	454.74	454.72	25.42	1.22	1.24
108	107	455.96	453.27	33.50	8.03	7.92	7.00	13	35	148	1.28	2.38	6.00	3.19	57.42	0.56	2.38	454.74	454.72	452.07	452.05	32.67	1.24	1.22
107	106	453.27	451.59	24.69	6.81	6.80	3.00	16	15	182	0.55	2.93	6.00	2.95	53.10	0.24	2.93	452.07	452.05	450.39	450.31	23.90	1.22	1.28
41	106	455.42	451.59	43.20	8.86	8.90	3.00	3	15	35	0.55	0.55	6.00	3.38	60.84	0.24	0.56		454.22	450.35	450.31	42.13	1.44	1.28
96	97	457.93	457.53	23.38	1.69	1.60	1.00	1	5	12	0.18	0.18	6.00	1.43	25.74	0.08	0.19		456.73	456.33	456.31	22.44	1.22	1.22

Continuación Apéndice B

Pozos		Cota de terreno		Longitud	Pendiente terreno	Pendiente tubería	Viviendas Actuales	Viviendas Acumuladas	Población actual	Población Futura	Caudal Actual	Caudal Acumulado	Tipo de Tubería	Sección llena		Caudal de diseño m3/s		Cotas Invert				Volumen de excavación	Altura pozo Inicial	Altura pozo final	
Do	A													v (m/s)	Q (l/s)	Actual	Futuro	CIE	CIS	CIE	CIS				
97	98	457.53	456.88	8.85	7.37	7.30	3.00	4	15	46	0.55	0.73	6.00	3.06	55.08	0.24	0.74	456.33	456.31	455.64	455.64	8.70	1.22	1.24	
98	99	456.88	455.87	16.61	6.04	6.00	3.00	7	15	80	0.55	1.28	6.00	2.77	49.86	0.24	1.29	455.659	455.64	454.64	454.62	16.46	1.24	1.26	
99	100	455.87	455.42	15.22	2.97	2.90	3.00	10	15	114	0.55	1.83	6.00	1.93	34.74	0.24	1.84	454.64	454.62	454.16	454.14	15.31	1.26	1.28	
100	101	455.42	455.35	5.28	1.35	1.30	2.00	12	10	137	0.37	2.20	6.00	1.29	23.22	0.16	2.21	454.16	454.14	454.07	454.05	5.40	1.28	1.30	
101	102	455.35	455.18	4.24	4.06	4.00	1.00	13	5	148	0.18	2.38	6.00	2.26	40.68	0.08	2.38	454.07	454.05	453.88	453.86	4.40	1.30	1.32	
102	102A	455.18	454.04	9.73	11.75	9.30	0.00	13	0	148	0.00	2.38	6.00	3.45	62.10	0.00	2.38	453.88	453.86	452.96	452.94	9.33	1.32	1.10	
102A	103	454.04	452.89	9.73	11.75	8.66	3.00	16	15	182	0.55	2.93	6.00	3.33	59.94	0.24	2.93	452.96	452.94	452.11	452.09	7.32	1.10	0.80	
103	104	452.89	451.87	12.87	7.98	7.90	2.00	18	10	205	0.37	3.29	6.00	3.18	57.24	0.16	3.30	452.11	452.09	450.67	450.65	10.29	0.80	1.22	
104	105	451.87	451.59	7.15	3.91	3.90	1.00	19	5	216	0.18	3.48	6.00	2.24	40.32	0.08	3.48	450.67	450.65	450.39	450.37	6.92	1.22	1.22	
105	106	451.59	451.55	6.88	0.54	0.50	0.00	19	0	216	0.00	3.48	6.00	0.80	14.40	0.00	3.48	450.39	450.37	450.33	450.31	6.71	1.22	1.24	
106	109	451.55	450.62	66.54	1.40	1.40	4.00	42	20	478	0.73	7.69	6.00	1.34	24.12	0.32	7.70	450.33	450.31	449.38	449.36	66.06	1.24	1.26	
109	110	450.62	449.98	49.72	1.29	1.20	6.00	48	30	546	1.10	8.78	6.00	1.24	22.32	0.48	8.79	449.38	449.36	448.72	448.70	50.16	1.26	1.28	
110	111	449.98	449.19	18.54	4.26	4.20	2.00	50	10	569	0.37	9.15	6.00	2.32	41.76	0.16	9.16	448.72	448.70	447.91	447.89	18.98	1.28	1.30	
111	112	449.19	448.83	24.96	1.42	1.40	2.00	52	10	592	0.37	9.52	6.00	1.34	24.12	0.16	9.53	447.91	447.89	447.53	447.51	25.95	1.30	1.32	
112	113	448.83	448.19	9.17	6.97	5.67	2.00	54	10	614	0.37	9.88	6.00	2.70	48.60	0.16	9.89	447.53	447.51	446.99	446.97	9.24	1.32	1.22	
113	114	448.19	444.44	55.78	6.73	6.70	2.00	56	10	637	0.37	10.25	6.00	2.93	52.74	0.16	10.26	446.99	446.97	443.24	443.22	54.00	1.22	1.22	
114A	114	445.11	444.96	27.20	0.56	0.60	4.00	4	20	46	0.73	0.73	6.00	0.88	15.84	0.32	0.74		443.91	443.72	443.74	26.55	1.20	1.22	
114	115	444.96	444.95	8.19	0.06	4.10	0.00	60	0	683	0.00	10.98	6.00	2.29	41.22	0.00	11.00	443.72	443.74	443.69	443.67	8.11	1.22	1.28	
115	116	444.95	444.53	19.40	2.15	0.50	0.00	60	0	683	0.00	10.98	6.00	0.80	14.40	0.00	11.00	443.69	443.67	443.26	443.24	19.80	1.28	1.29	
116	117	444.53	444.91	21.74	-1.75	0.50	0.00	60	0	683	0.00	10.98	6.00	0.80	14.40	0.00	11.00	443.26	443.24	443.13	443.11	26.78	1.29	1.81	
45	117	446.48	444.91	10.87	14.42	7.00	0.00	407	0	4627	0.00	74.48	12.00	4.76	347.00	0.00	74.49	445.28	444.58	443.69	443.11	13.56	1.90	1.81	
117	132	444.91	444.84	11.94	0.61	0.61	0.00	467	0	5309	0.00	85.47	12.00	1.40	102.06	0.00	85.47	444.38	443.11	443.04	443.02	17.24	1.81	1.82	
132	133	444.84	443.28	17.55	8.89	7.00	0.00	467	0	5309	0.00	85.47	12.00	4.76	347.00	0.00	85.47	443.04	443.02	442.08	442.06	21.24	1.82	1.22	
133	134	443.28	442.24	20.12	5.18	5.18	0.00	467	0	5309	0.00	85.47	12.00	4.09	298.16	0.00	85.47	442.08	442.06	441.02	441.00	19.65	1.22	1.24	
134	135	442.24	440.80	34.06	4.22	4.22	0.00	467	0	5309	0.00	85.47	12.00	3.69	269.00	0.00	85.47	441.02	441.00	439.56	439.58	33.83	1.24	1.22	
				4526.178			467.00		2335	5309.00													5285.573		

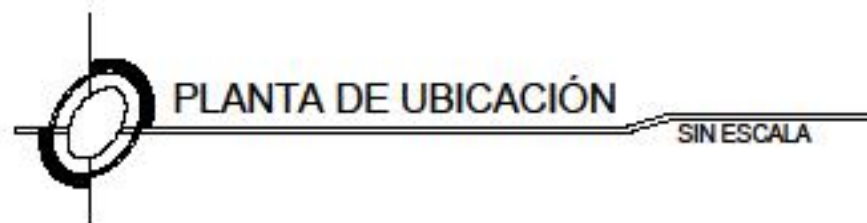
APÉNDICE C

Tabla C1. **Planos constructivos, proyecto Diseño de ampliación y mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario, aldea Chanmagua, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula.**

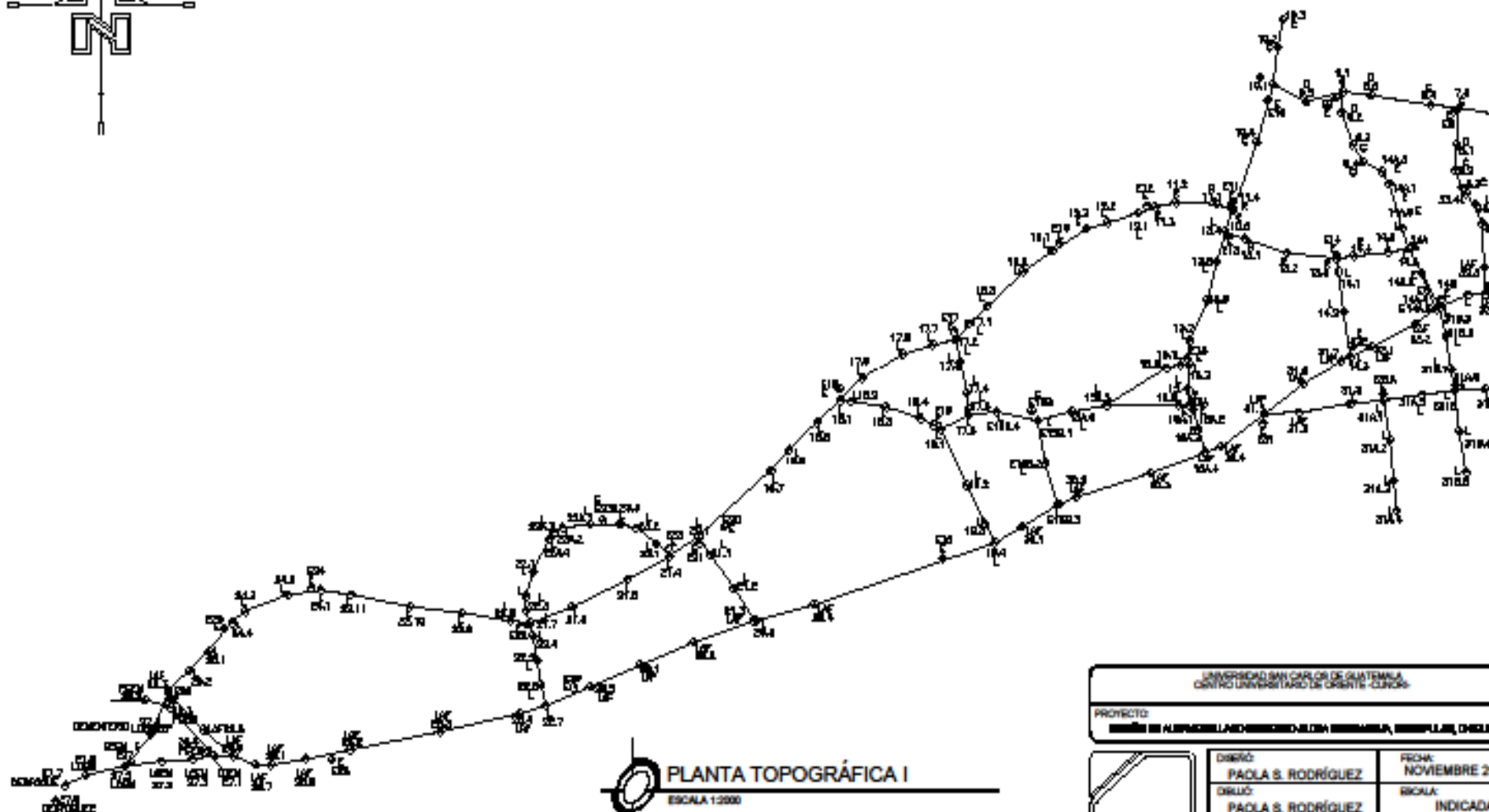


LEYENDA

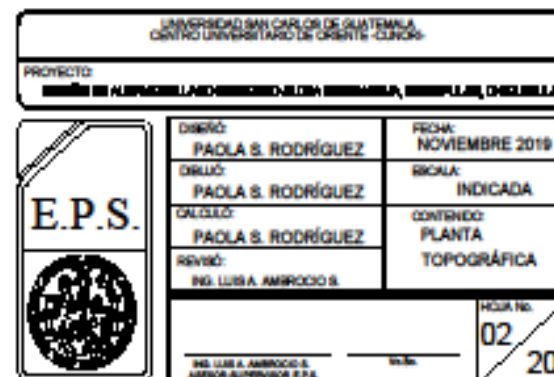
-  ALDEA CHANMAGUA
-  RUTA NACIONAL 18
-  PUNTO DE REFERENCIA

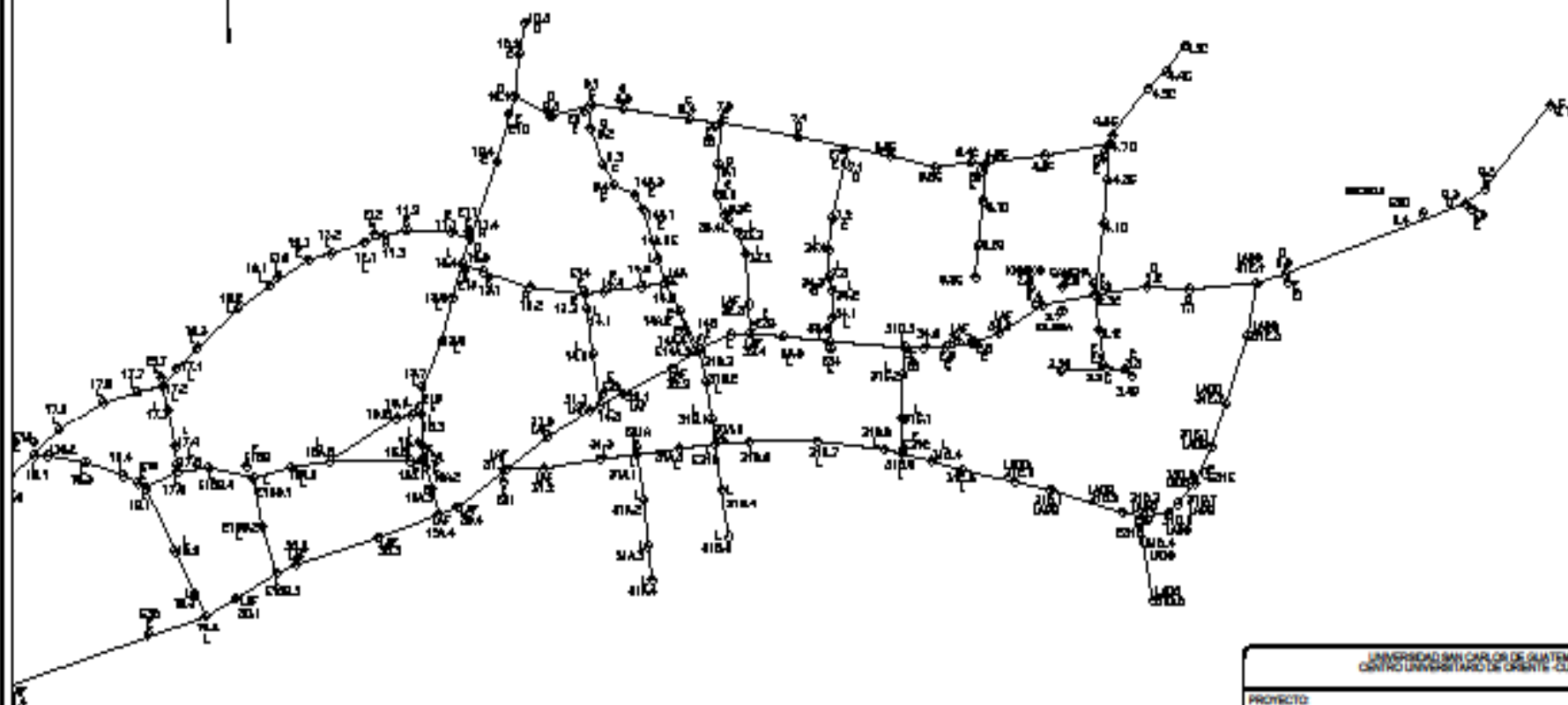
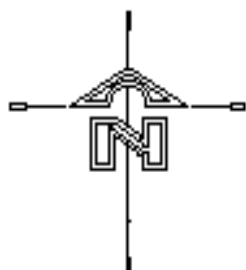


UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BÁSICAS - CUBA				
PROYECTO: DISEÑO DE ALFOMBRILLO DE CEMENTO PARA LA VÍA DE ACCESO A LA ALDEA CHANMAGUA, MUNICIPIO DE CHANMAGUA, DEPARTAMENTO DE CHIMEL				
	DISEÑO:	PAOLA S. RODRÍGUEZ	FECHA:	NOVIEMBRE 2019
	DIBUJO:	PAOLA S. RODRÍGUEZ	ESCALA:	INDICADA
	CALCULO:	PAOLA S. RODRÍGUEZ	CONTENIDO:	PLANTA DE UBICACIÓN
	REVISÓ:	ING. LUIS A. AMBROSIO S.		
ING. LUIS A. AMBROSIO S. ASESOR SUPERVISOR E.P.S.			HOJA No. 01 20	



ESCALA 1-2000





PLANTA TOPOGRÁFICA II

ESCALA 1:2000

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE - CUREO

PROYECTO:

SECTOR DE ALUMNOS: LUIS AMOROSO S. Y PAOLA S. RODRÍGUEZ

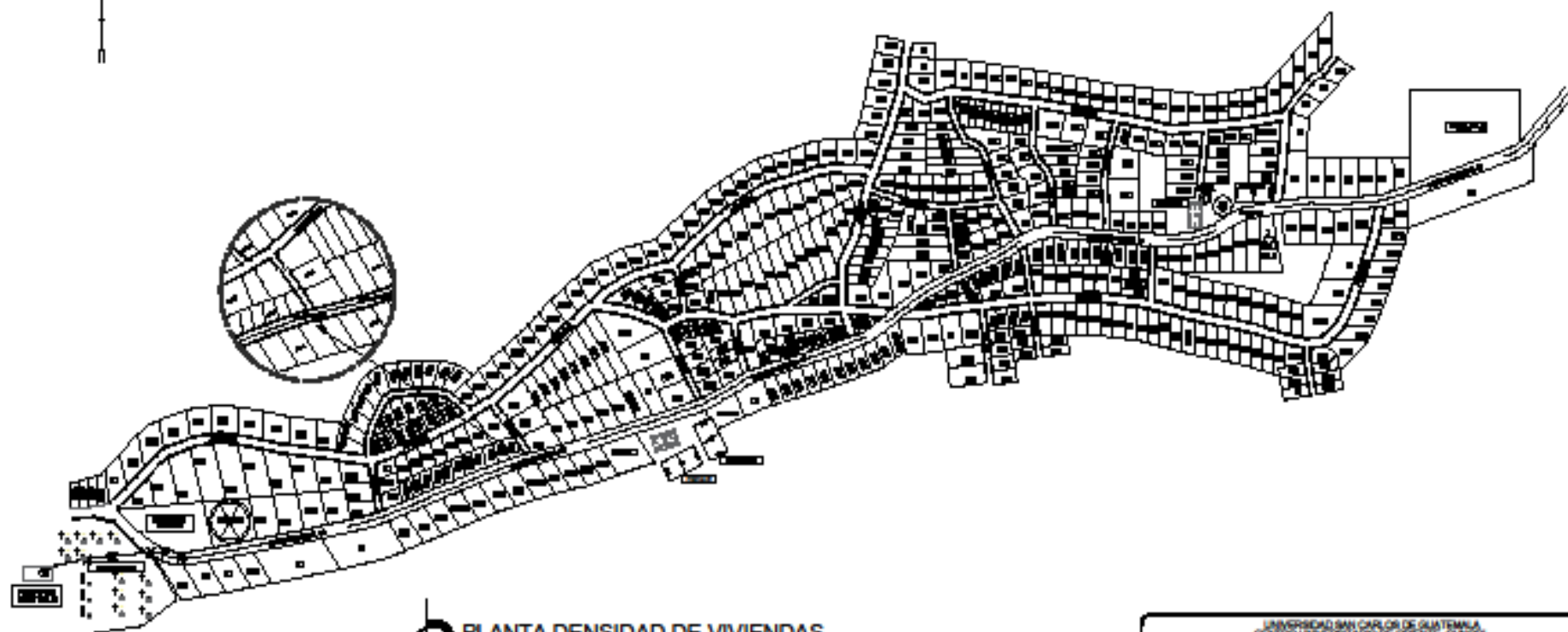
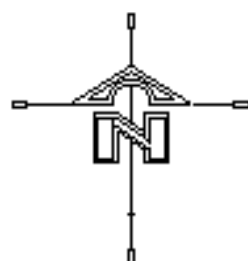


DISEÑO:
PAOLA S. RODRÍGUEZ
DISEÑO:
PAOLA S. RODRÍGUEZ
CALCULO:
PAOLA S. RODRÍGUEZ
REVISÓ:
ING. LUIS A. AMOROSO S.

FECHA:
NOVIEMBRE 2019
ESCALA:
INDICADA
CONTENIDO:
PLANTA
TOPOGRÁFICA

ING. LUIS A. AMOROSO S.
ASESOR SUPERVISOR E.P.S.

Hoja No.
03
20



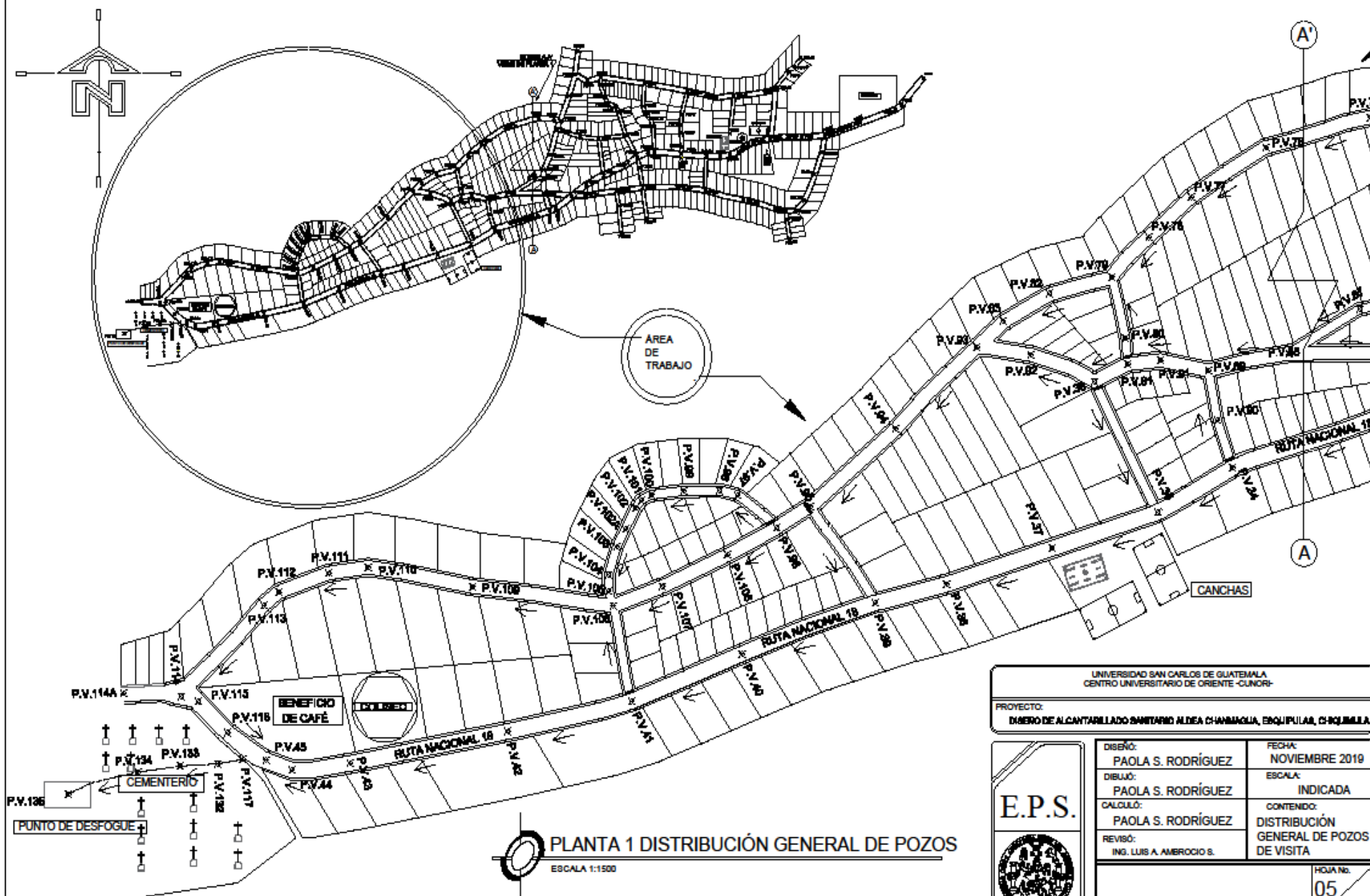
PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDAS

ESCALA 1:3,000

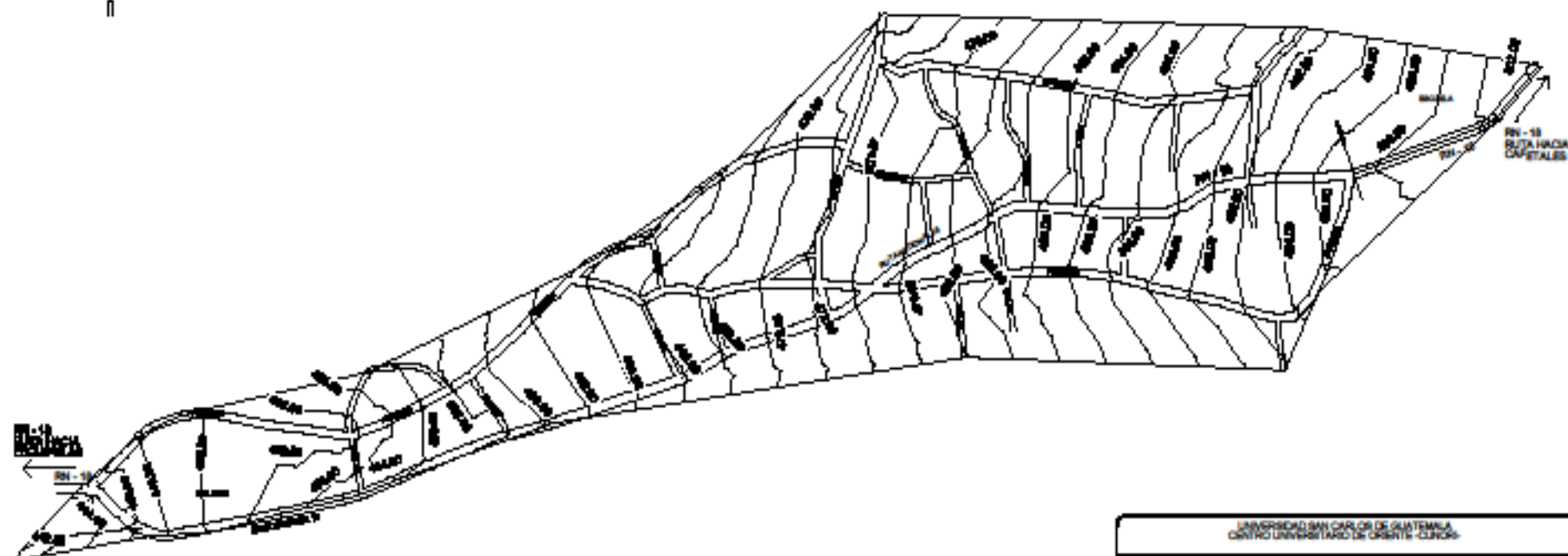
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE - CUNO
PROYECTO:
REDE DE ALIMENTACIÓN EN LA COMUNIDAD DE SAN CARLOS, GUATEMALA



DISEÑO: PAOLA S. RODRÍGUEZ	FECHA: NOVIEMBRE 2019
DIBUJO: PAOLA S. RODRÍGUEZ	ESCALA: INDICADA
CALCULO: PAOLA S. RODRÍGUEZ	CONTENIDO: PLANTA 1 DE DENSIDAD DE VIVIENDAS
REVISÓ: ING. LUIS A. AMBROJO S.	
ING. LUIS A. AMBROJO S. ASESORA SUPERVISORA E.P.S.	
04 20	



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE - CUNOR-	
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA CHIAMAGLA, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA	
DISEÑO: PAOLA S. RODRÍGUEZ	FECHA: NOVIEMBRE 2019
DIBUJO: PAOLA S. RODRÍGUEZ	ESCALA: INDICADA
CALCULO: PAOLA S. RODRÍGUEZ	CONTENIDO: DISTRIBUCIÓN GENERAL DE POZOS DE VISITA
REVISÓ: ING. LUIS A. AMBROCIO S.	
 HOJA No. 05	
ING. LUIS A. AMBROCIO S. ASESOR-SUPERVISOR E.P.S. V.B.	
20	



ESCOLA 4000

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS CLÍNICAS

PROTECTOR

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

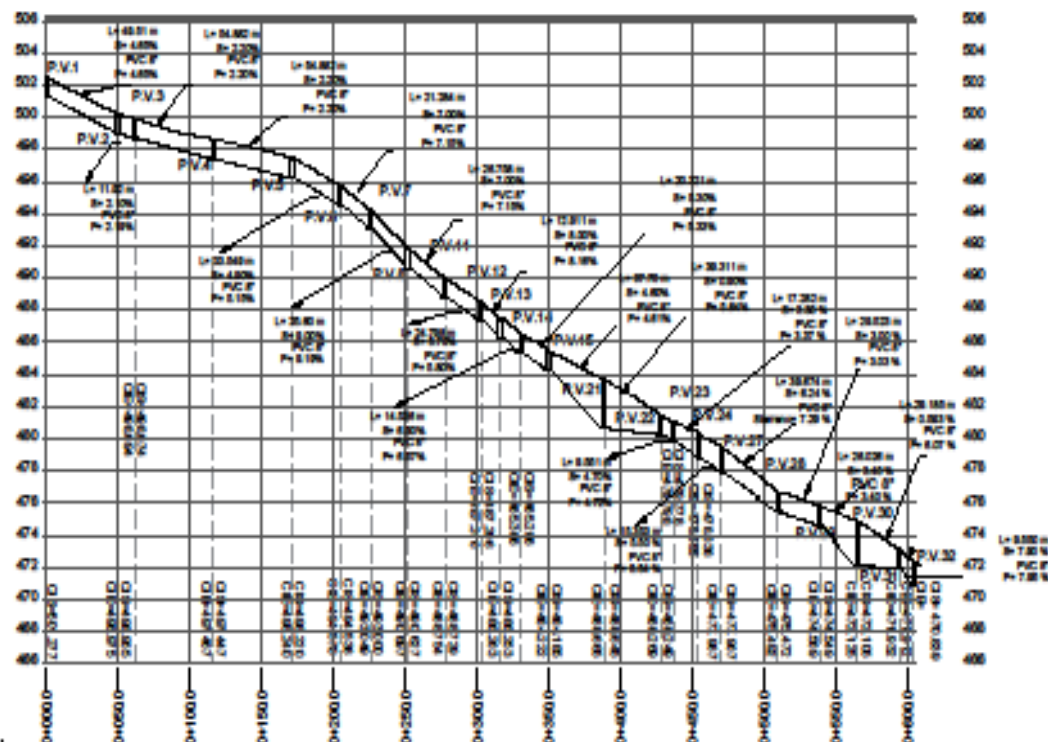


DISEÑO:	PAOLA S. RODRÍGUEZ
DIBUJO:	PAOLA S. RODRÍGUEZ
CALCULO:	PAOLA S. RODRÍGUEZ
REVISÓ:	ING. LUIS A. AMBROCIO S.

FECHA:	NOVIEMBRE 2019
ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO:	PLANTA DE CURVAS DE NIVEL



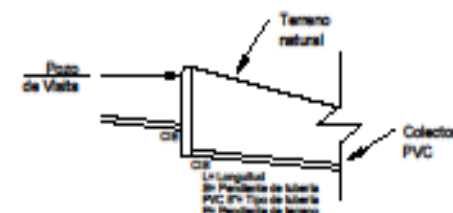
07/20



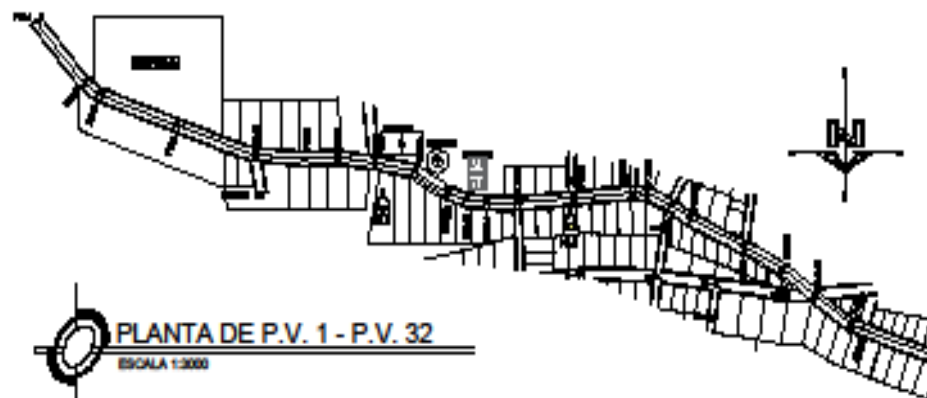
CAUDALES POR TRAMO EN M3/S		
TRAMO	CAUDAL ACTUAL	CAUDAL ACUMULADO
1 A 2	0.08	0.08
2 A 3	0	0.08
3 A 4	0	0.08
4 A 5	0.73	0.73
5 A 6	0.73	1.46
6 A 7	0.86	2.31
7 A 8	0.86	3.16
8 A 11	0.18	3.35
11 A 12	0.37	3.71
12 A 13	0.37	4.08
13 A 14	0.18	4.26
14 A 15	0.86	5.11
15 A 21	1.10	6.21
21 A 22	0.82	6.43
22 A 23	0.18	6.61
23 A 24	0.37	6.97
24 A 27	0.18	7.15
27 A 28	1.46	8.61
28 A 29	0.82	9.43
29 A 30	0.18	9.61
30 A 31	0.86	10.47
31 A 32	0.37	10.84

ALTURAS POZOS DE VISITA	
NO. DE POZO	ALTURA DE POZO (m)
1	1.20 m
2	1.20 m
3	1.20 m
4	1.20 m
5	1.20 m
6	1.20 m
7	1.20 m
8	1.27 m
11	1.20 m
12	1.20 m
13	1.20 m
14	1.20 m
15	1.20 m
21	3.24 m
22	1.20 m
23	1.20 m
24	1.80 m
27	1.80 m
28	1.20 m
29	1.20 m
30	3.80 m
31	1.20 m
32	1.80 m
34	1.80 m

SIMBOLOGÍA

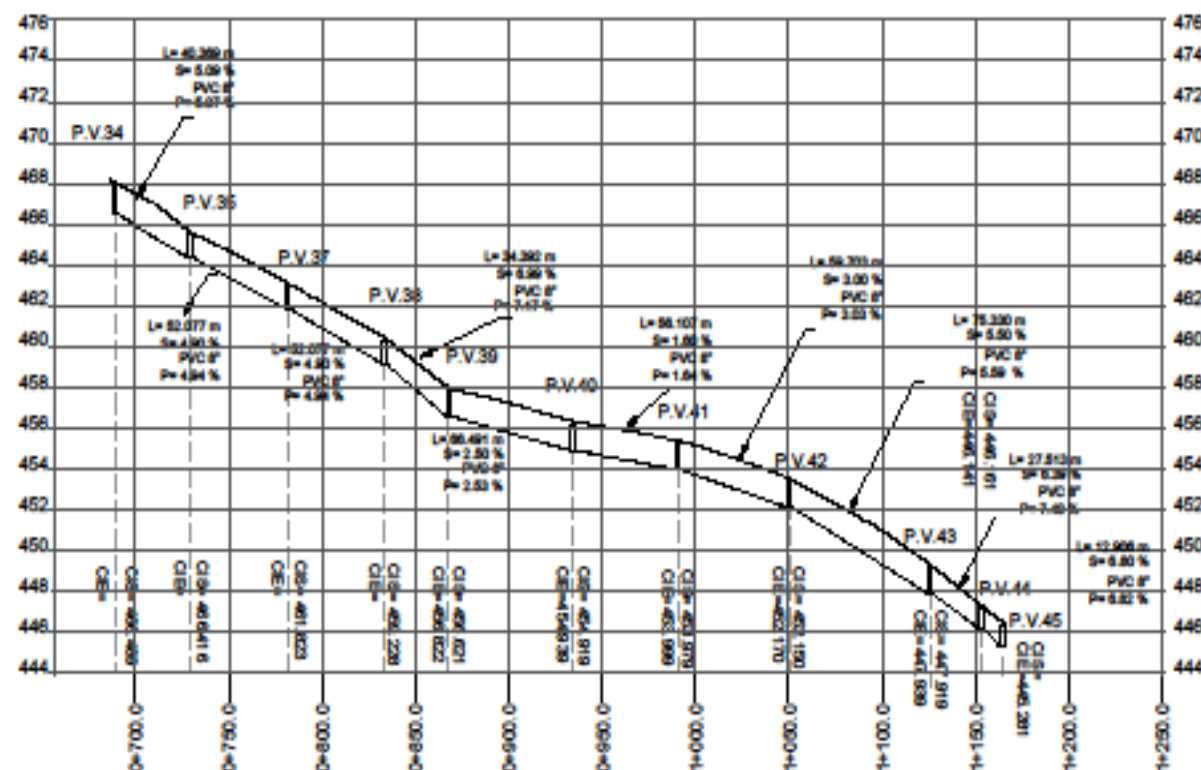
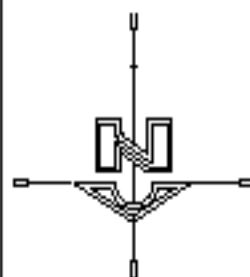


PERFIL P.V. 1 - P.V. 32
ESCALA VERTICAL 1:3000
ESCALA HORIZONTAL 1:800



PLANTA DE P.V. 1 - P.V. 32
ESCALA 1:3000

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE - CUNO			
PROYECTO: SISTEMA DE ALFARERÍA Y SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD DE SAN CARLOS, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA			
	DISEÑO: PAOLA S. RODRÍGUEZ	FECHA: NOVIEMBRE 2019	HOJA No. 08 de 20
	DELLA: PAOLA S. RODRÍGUEZ	ESCALA: INDICADA	
	CALCULO: PAOLA S. RODRÍGUEZ	CONTENIDO: PERFIL P.V. 1 - P.V. 32	
	REVISÓ: ING. LUIS A. AMBROJO S.		
ING. LUIS A. AMBROJO S. ASISTENTE ADMINISTRATIVO E.P.S.			



PERFIL P.V. 34 - P.V. 45

ESCALA VERTICAL 1:2000
ESCALA HORIZONTAL 1:500

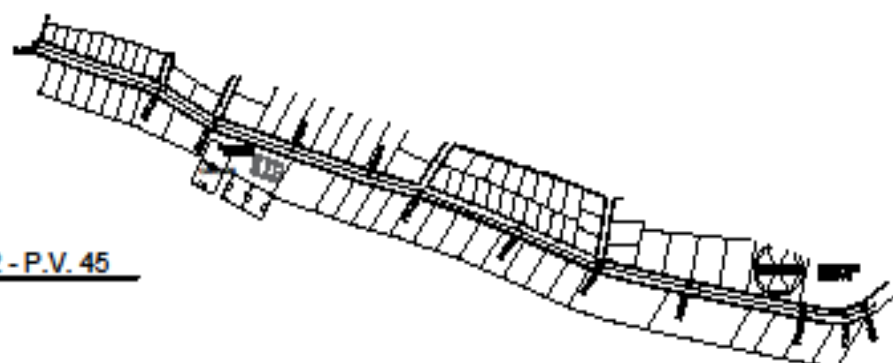
CAUDALES POR TRAMO EN M3/S		
TRAMO	CAUDAL ACTUAL	CAUDAL ACUMULADO
34 A 35	0.07	26.10
35 A 37	0	30.01
37 A 38	1.10	31.11
38 A 39	0.85	31.96
39 A 40	1.48	71.82
40 A 41	1.26	73.08
41 A 42	0.85	73.93
42 A 43	0.85	74.78
43 A 44	0.18	75.63
44 A 45	0.00	75.63

ALTURAS POZOS DE VISITA	
NO. DE POZO	ALTURA DE POZO (m)
36	1.20 m
37	1.20 m
38	1.20 m
39	1.40 m
40	1.40 m
41	1.40 m
42	1.40 m
43	1.40 m
44	1.20 m
45	1.20 m



PLANTA DE P.V. 32 - P.V. 45

ESCALA 1:2000



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE - CIUDAD

PROYECTO:

REVISIÓN DE ALFARRELLADO EN EL CANTÓN DE SAN CARLOS, DEPARTAMENTO DE CHIMEL, GUATEMALA

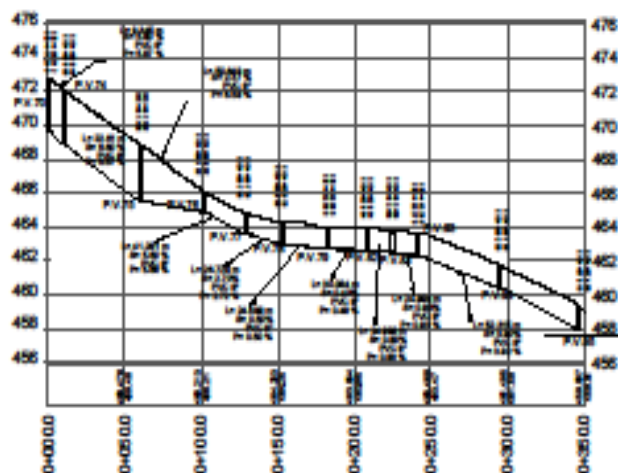


DISEÑO:
PAOLA S. RODRÍGUEZ
DIBUJO:
PAOLA S. RODRÍGUEZ
CALCULO:
PAOLA S. RODRÍGUEZ
REVISÓ:
ING. LUIS A. AMBROSIO S.

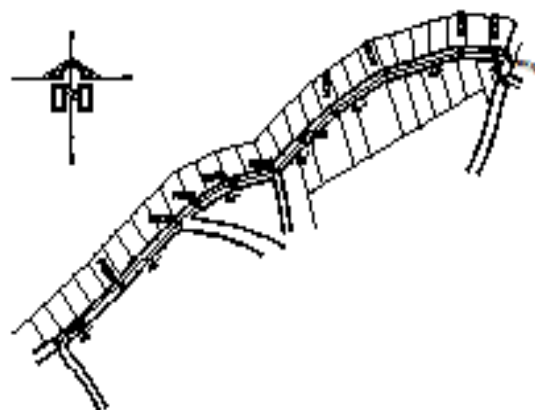
FECHA:
NOVIEMBRE 2019
ESCALA:
INDICADA
CONTENIDO:
PERFIL
P.V. 34 - P.V. 45

ING. LUIS A. AMBROSIO S.
AUTOR SUPERVISOR E.P.S.

HORA No.
09
20



PERFIL DE P.V. 70 - P.V. 95
ESCALA VERTICAL 1:2000
ESCALA HORIZONTAL 1:800



PLANTA DE P.V. 70 - P.V. 95
ESCALA 1:2000

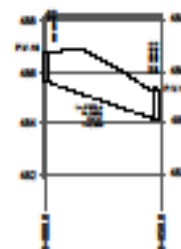


PERFIL DE P.V. 25 - P.V. 24
ESCALA VERTICAL 1:2000
ESCALA HORIZONTAL 1:400



PLANTA DE P.V. 25 - P.V. 24
ESCALA 1:2000

ALTURAS POZOS DE VISITA	
NO. DE POZO	ALTURA DE POZO (m)
70	3.18 m
74	3.20 m
75	3.33 m
76	1.22 m
77	1.24 m
78	1.26 m
79	1.28 m
82	1.31 m
83	1.33 m
93	1.35 m
94	1.36 m
95	1.38 m



PERFIL DE P.V. 18 - P.V. 15
ESCALA VERTICAL 1:2000
ESCALA HORIZONTAL 1:400



PLANTA DE P.V. 18 - P.V. 15
ESCALA 1:2000

ALTURAS POZOS DE VISITA	
NO. DE POZO	ALTURA DE POZO (m)
25	1.49 m
26	1.58 m
24	1.80 m
18	1.22 m
15	1.24 m

CAUDALES POR TRAMO EN M3/S		
TRAMO	CAUDAL ACTUAL	CAUDAL ACUMULADO
26 A 25	0.27	0.27
26 A 27	0.26	0.27
26 A 18	0.86	0.86

CAUDALES POR TRAMO EN M3/S		
TRAMO	CAUDAL ACTUAL	CAUDAL ACUMULADO
75 A 76	0.18	20.88
75 A 75	0.86	21.23
75 A 78	1.48	22.88
75 A 77	1.10	23.87
77 A 78	0.82	24.88
75 A 79	0.86	25.44
75 A 82	0.27	26.70
82 A 83	0.27	27.08
82 A 85	0.18	27.27
82 A 84	1.48	28.85
84 A 86	1.28	27.88

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE - CUDOR

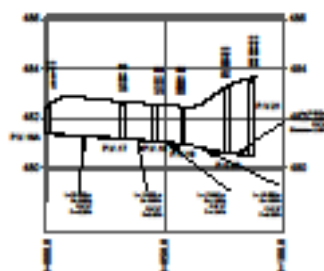
PROYECTO:

REVISIÓN DE ALUMNOS: LUIS A. AMARCO S., PAOLA S. RODRÍGUEZ, DANIELA L.



DISEÑO: PAOLA S. RODRÍGUEZ	FECHA: NOVIEMBRE 2019
DIBUJO: PAOLA S. RODRÍGUEZ	ESCALA: INDICADA
CALCULO: PAOLA S. RODRÍGUEZ	CONTENIDO: PLANTA, PERFIL
REVISÓ: ING. LUIS A. AMARCO S.	

ING. LUIS A. AMARCO S. ANEXO SUPERVISOR E.P.S.	Hoja No. 10 20
---	-----------------------------



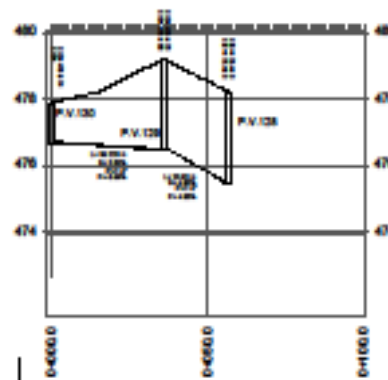
PERFIL DE P.V. 16A - P.V. 21

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:400



PERFIL DE P.V. 127 - P.V. 25

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:300



PERFIL DE P.V. 130 - P.V. 128

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:300

ALTURAS POZOS DE VISITA

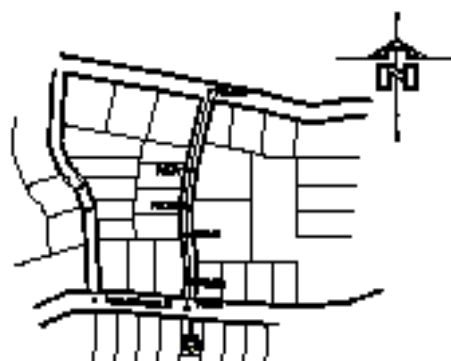
NO. DE POZO	ALTURA DE POZO (m)
16	1.26 m
17	1.49 m
18	1.51 m
19	1.53 m
20	2.70 m
21	3.04 m
127	1.20 m
25	1.49 m

ALTURAS POZOS DE VISITA

NO. DE POZO	ALTURA DE POZO (m)
130	1.20 m
129	2.74 m
128	2.76 m
33	1.20 m
32	1.53 m

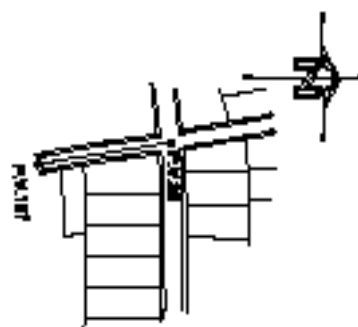
CAUDALES POR TRAMO EN M3/S

TRAMO	CAUDAL ACTUAL	CAUDAL ACUMULADO
33 A 32	0.37	0.37
16A A 17	0.88	0.88
17 A 18	0.88	1.10
18 A 19	0.37	1.48
19 A 20	0.18	1.48
20 A 21	0.08	1.48
127 A 28	0.80	0.80
128 A 129	1.10	1.10
129 A 130	0.18	1.28



PLANTA DE P.V. 16A - P.V. 21

ESCALA 1:2000



PLANTA DE P.V. 127 - P.V. 25

ESCALA 1:500



PLANTA DE P.V. 130 - P.V. 128

ESCALA 1:500



PERFIL DE P.V. 33 - P.V. 32

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:300



PLANTA DE P.V. 33 - P.V. 32

ESCALA 1:500

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE - CUNO

PROYECTO:

RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA COMUNIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

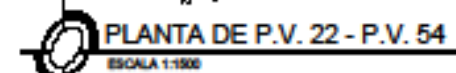
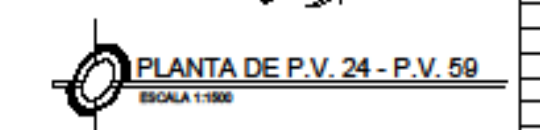
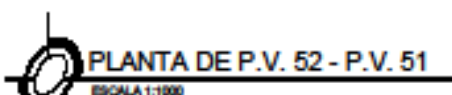
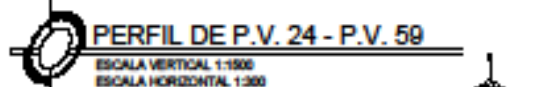
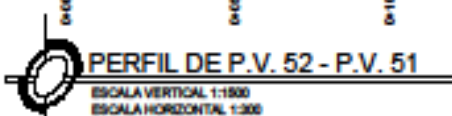


DISEÑO:
PAOLA S. RODRÍGUEZ
DIBUJO:
PAOLA S. RODRÍGUEZ
CALCULO:
PAOLA S. RODRÍGUEZ
REVISÓ:
ING. LUIS A. AMBROCIO S.

FECHA:
NOVIEMBRE 2019
ESCALA:
INDICADA
CONTENIDO:
PLANTA, PERFIL

ING. LUIS A. AMBROCIO S.
JEFE DE OFICINA

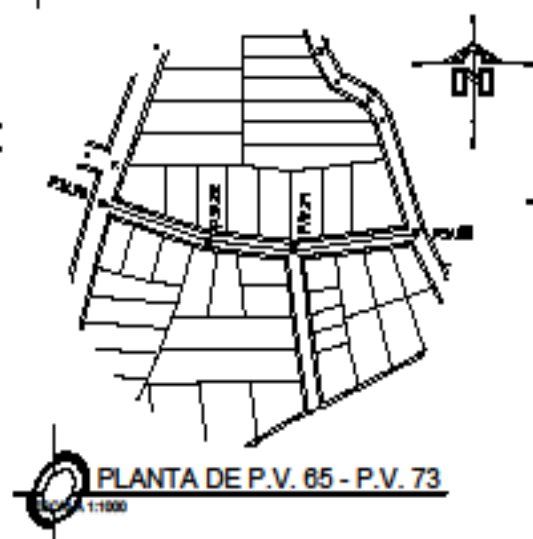
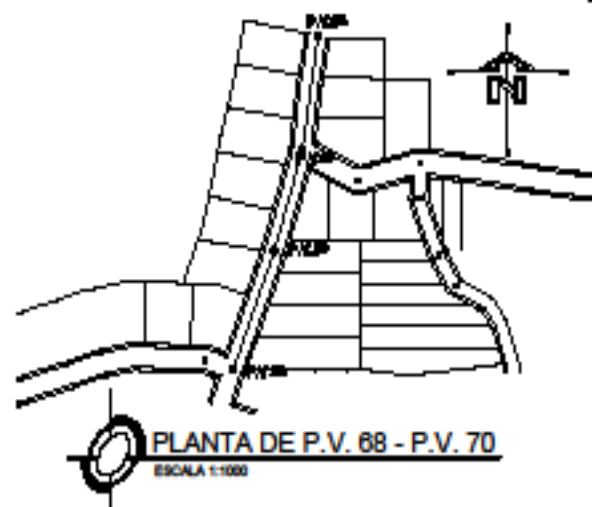
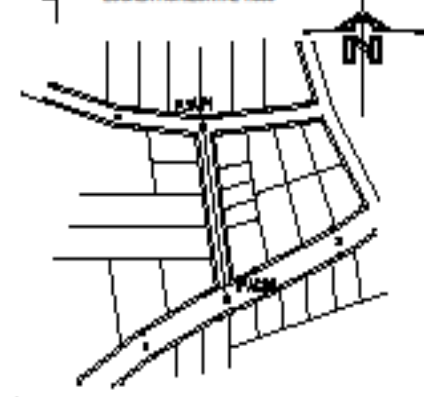
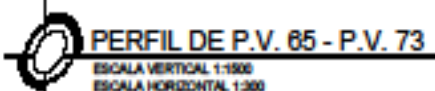
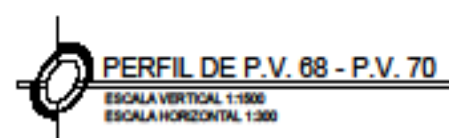
Hoja No.
11
20



ALTURAS POZOS DE VISITA	
NO. DE POZO	ALTURA DE POZO (m)
22	1.22 m
57	1.24 m
58	1.22 m
56	1.26 m
55	1.30 m
54	1.33 m

CAJEDALES POR TRAMO EN MDS		
TRAMO	CAJEDAL ACTUAL	CAJEDAL ACUMULADO
82 A 91	1.28	1.28
24 A 80	0.18	0.58
88 A 86	0.82	1.50
84 A 82	0.18	1.28
83 A 82	0.37	1.68
82 A 81	0.18	1.82
91 A 80	0.18	2.01
80 A 80	0.30	2.31
22 A 80	0.37	0.37
88 A 87	0.88	0.82
87 A 88	0.18	1.00
88 A 88	0.18	1.28
88 A 86	0.37	1.68

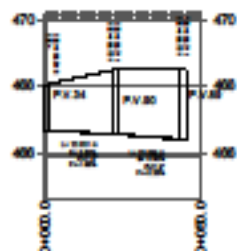
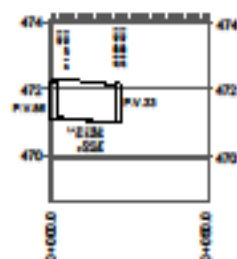
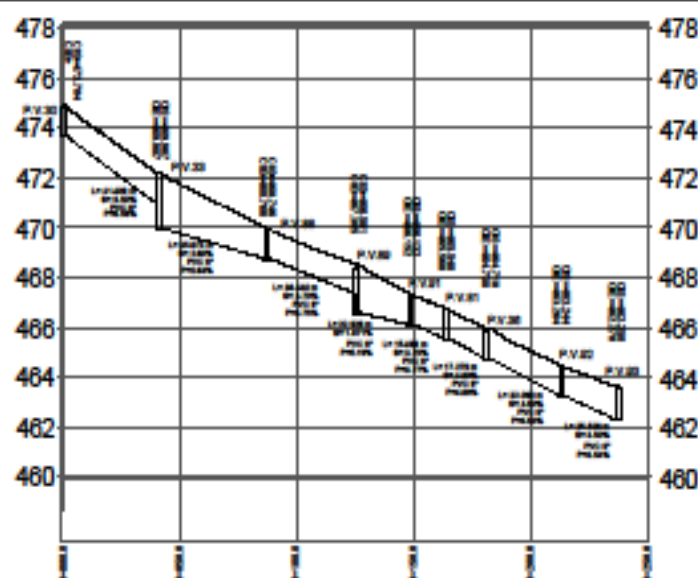
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE - CLINICA		
PROYECTO: SEÑAL DE ALERGIAS EN EL MEDIO AMBIENTE, EN EL PLANTAS, EN EL CLIMA		
	DISEÑO: PAOLA S. RODRÍGUEZ	FECHA: NOVIEMBRE 2019
	DIBUJO: PAOLA S. RODRÍGUEZ	ESCALA: INDICADA
	CALCULO: PAOLA S. RODRÍGUEZ	CONTENIDO: PLANTA, PERFIL
	REVISÓ: ING. LUIS A. AMBROCIO S.	
	ING. LUIS A. AMBROCIO S. ARQUITECTO E.P.S. FECHA:	
		HOJA No. 13 20



TRAMO	CAUDAL ACTUAL	CAUDAL ACUMULADO
M A 67	0.73	0.73
67 A 68	0.88	16.08
68 A 70	0.75	16.83
68 A 71	1.10	17.93
71 A 72	0.60	18.53
72 A 75	0.60	19.13
75 A 76	0.60	19.73
76 A 77	1.28	21.01

ALTURAS DE POZOS DE VISITA	
NO. DE POZO	ALTURA DE POZO EN (m)
66	1.20 m
67	2.93 m
69	2.95 m
70	3.18 m
65	1.22 m
71	1.22 m
72	1.24 m
73	1.31 m
28	1.22 m

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE - CLINICA									
PROYECTO: MANEJO DE ALERGIA EN EL CENTRO DE ATENCION PRIMARIA, AMBROSIO S.									
	<table border="1"> <tr> <td>DISEÑO: PAOLA S. RODRIGUEZ</td> <td>FECHA: NOVIEMBRE 2019</td> </tr> <tr> <td>DIBUJO: PAOLA S. RODRIGUEZ</td> <td>BIOMIA: INDICADA</td> </tr> <tr> <td>COLECCION: PAOLA S. RODRIGUEZ</td> <td>CONTENIDO: PLANTA, PERFIL</td> </tr> <tr> <td>REVISO: ING. LUIS A. AMBROSIO S.</td> <td></td> </tr> </table>	DISEÑO: PAOLA S. RODRIGUEZ	FECHA: NOVIEMBRE 2019	DIBUJO: PAOLA S. RODRIGUEZ	BIOMIA: INDICADA	COLECCION: PAOLA S. RODRIGUEZ	CONTENIDO: PLANTA, PERFIL	REVISO: ING. LUIS A. AMBROSIO S.	
DISEÑO: PAOLA S. RODRIGUEZ	FECHA: NOVIEMBRE 2019								
DIBUJO: PAOLA S. RODRIGUEZ	BIOMIA: INDICADA								
COLECCION: PAOLA S. RODRIGUEZ	CONTENIDO: PLANTA, PERFIL								
REVISO: ING. LUIS A. AMBROSIO S.									
<table border="1"> <tr> <td> ING. LUIS A. AMBROSIO S. ANALISTA SUPERVISOR E.P.S. </td> <td> 14 de </td> </tr> </table>		ING. LUIS A. AMBROSIO S. ANALISTA SUPERVISOR E.P.S.	14 de						
ING. LUIS A. AMBROSIO S. ANALISTA SUPERVISOR E.P.S.	14 de								

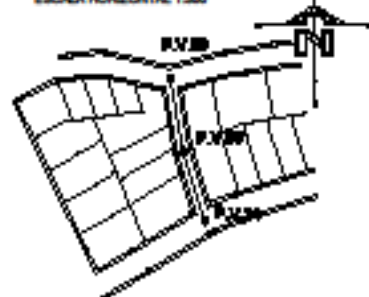


PERFIL DE P.V. 86 - P.V. 33
ESCALA VERTICAL 1:1000
ESCALA HORIZONTAL 1:300

PERFIL DE P.V. 34 - P.V. 89
ESCALA VERTICAL 1:1000
ESCALA HORIZONTAL 1:300



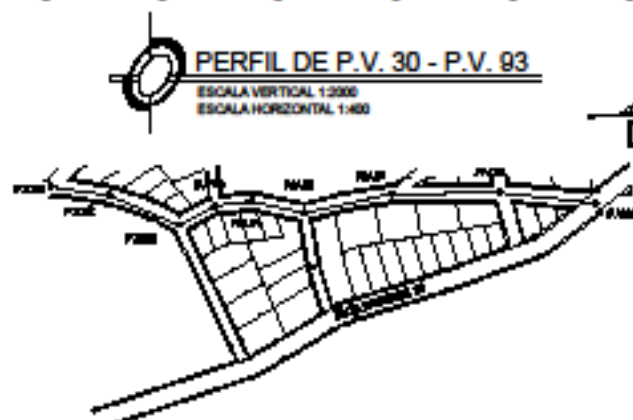
PLANTA DE P.V. 86 - P.V. 33
ESCALA 1:1000



PLANTA DE P.V. 34 - P.V. 89
ESCALA 1:1000

ALTURAS DE POZOS DE VISITA

NO. DE POZO	ALTURA DE POZO EN (m)
28	1.22 m
71	1.22 m
30	2.80 m
33	2.22 m
86	1.87 m
89	1.96 m
91	1.22 m
81	1.22 m
36	1.24 m
92	1.26 m
93	1.35 m



PERFIL DE P.V. 30 - P.V. 93
ESCALA VERTICAL 1:2000
ESCALA HORIZONTAL 1:400

PLANTA DE P.V. 30 - P.V. 93
ESCALA 1:2000

ALTURAS DE POZOS DE VISITA

NO. DE POZO	ALTURA DE POZO EN (m)
86	1.83 m
33	1.22 m
34	1.56 m
90	1.75 m
89	1.96 m

CAUDALES POR TRAMO EN M3/S

TRAMO	CAUDAL ACTUAL	CAUDAL ACUMULADO
30 A 33	0.18	0.18
33 A 86	0.07	0.25
86 A 89	0.02	0.27
89 A 91	0.05	0.32
91 A 81	0.07	0.39
81 A 36	0.07	0.47
36 A 92	0.06	0.53
92 A 93	0.07	0.60
93 A 30	0.18	0.78
30 A 86	0.18	0.96
86 A 89	0.07	1.03

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE - CUNO

PROYECTO:

ESTUDIO DE ALIMENTACION DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SAN CARLOS, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

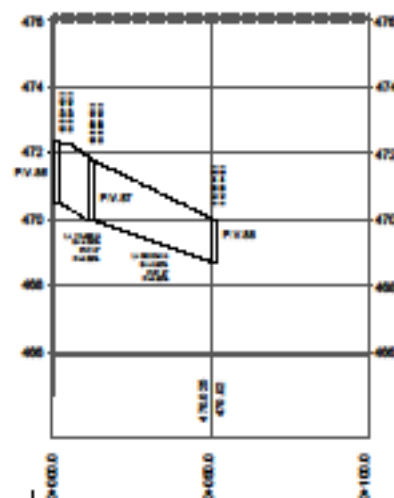


DISEÑO:
PAOLA S. RODRÍGUEZ
DISEÑO:
PAOLA S. RODRÍGUEZ
CALCULO:
PAOLA S. RODRÍGUEZ
REVISÓ:
ING. LUISA AMOROSO S.

FECHA:
NOVIEMBRE 2019
ESCALA:
INDICADA
CONTENIDO:
PLANTA, PERFIL

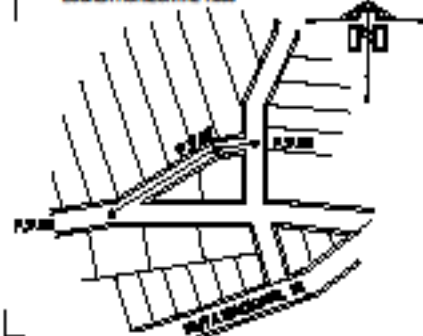
ING. LUISA AMOROSO S.
ASISTENTE SUPERVISOR E.P.S.

HORA NO.
15
20



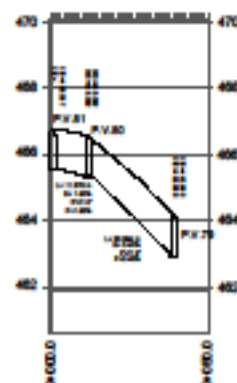
PERFIL DE P.V. 86 - P.V. 88

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:300



PLANTA DE P.V. 86 - P.V. 88

ESCALA 1:500



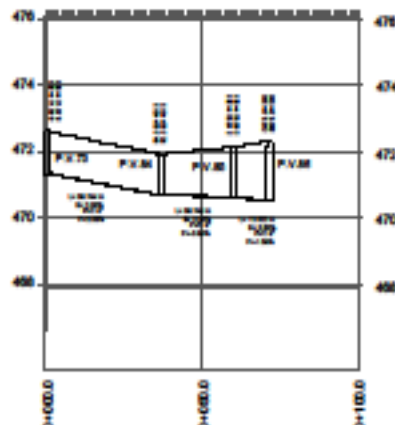
PERFIL DE P.V. 81 - P.V. 79

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:300



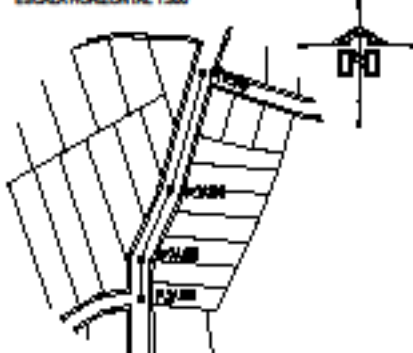
PLANTA DE P.V. 81 - P.V. 79

ESCALA 1:500



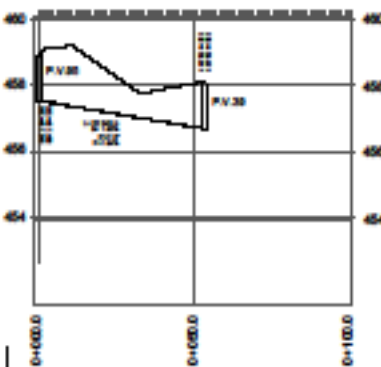
PERFIL DE P.V. 73 - P.V. 86

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:300



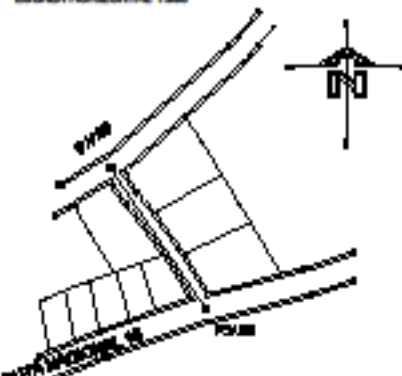
PLANTA DE P.V. 73 - P.V. 86

ESCALA 1:500



PERFIL DE P.V. 95 - P.V. 39

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:300



PLANTA DE P.V. 95 - P.V. 39

ESCALA 1:500

ALTURAS DE POZOS DE VISITA	
NO. DE POZO	ALTURA DE POZO EN (m)
81	1.22 m
80	1.22 m
79	1.28 m
86	1.83 m
87	1.85 m
88	1.87 m

ALTURAS DE POZOS DE VISITA	
NO. DE POZO	ALTURA DE POZO EN (m)
73	1.31 m
84	1.22 m
85	1.55 m
86	1.83 m
95	1.38 m
39	1.40 m

CAUDALES POR TRAMO EN M3/S		
TRAMO	CAUDAL ACTUAL	CAUDAL ACUMULADO
84-87	0.18	2.35
87-86	1.10	3.38
86-85	0.37	0.37
85-84	0.88	0.88
84-83	0.88	0.88
83-82	0.88	2.04
82-81	0.88	36.80

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE - CUCOR

PROYECTO:

RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA DE LA CUCOR



DISEÑO:
PAOLA S. RODRÍGUEZ
DISEÑO:
PAOLA S. RODRÍGUEZ
CALCULO:
PAOLA S. RODRÍGUEZ
REVISÓ:
ING. LUIS A. AMARRO S.

FECHA:
NOVIEMBRE 2019
ESCALA:
INDICADA
CONTENIDO:
PLANTA, PERFIL

ING. LUIS A. AMARRO S.
ABASTECIMIENTO E.P.S.

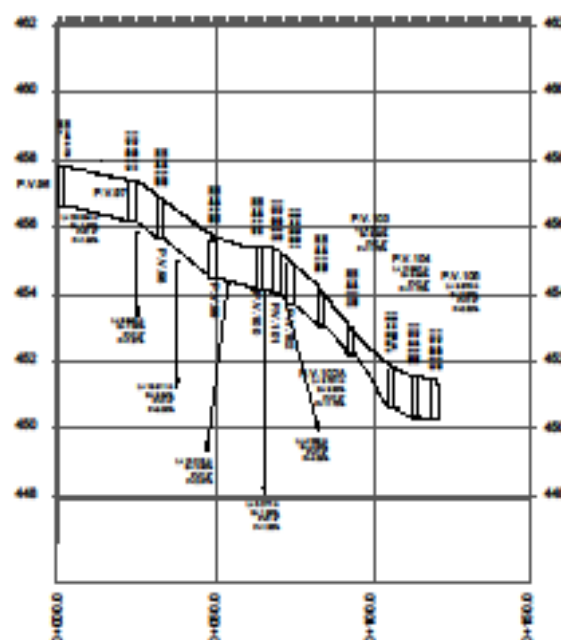
Hoja No.
16
20

ALTURAS DE POZOS DE VISITA

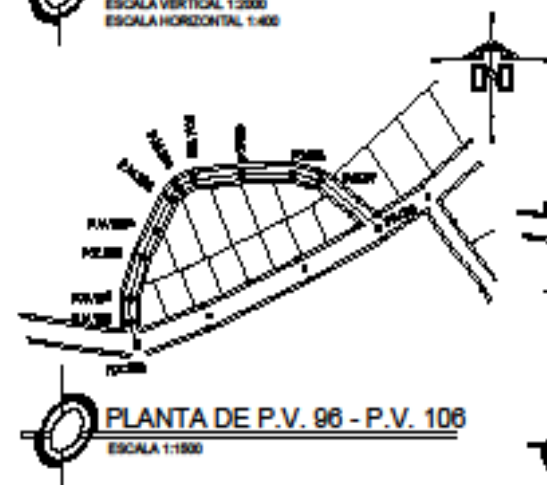
NO. DE POZO	ALTURA DE POZO BN (m)
95	1.22 m
97	1.22 m
98	1.24 m
99	1.26 m
100	1.28 m
101	1.30 m
102	1.32 m
103a	1.10 m
103	0.80 m
104	1.22 m
105	1.22 m
106	1.24 m

ALTURAS DE POZOS DE VISITA

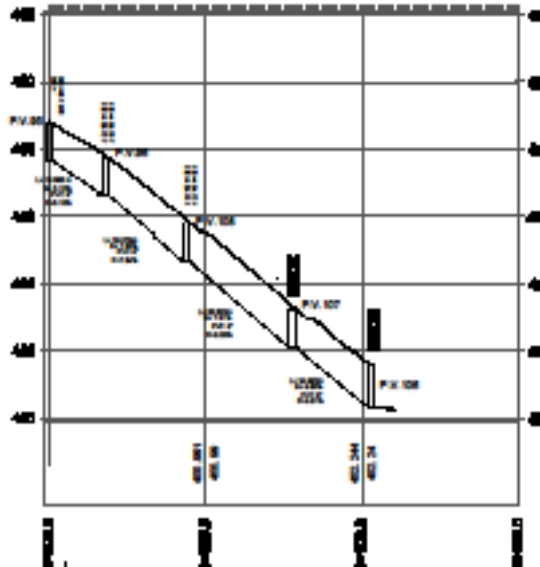
NO. DE POZO	ALTURA DE POZO BN (m)
95	1.28 m
96	1.22 m
106	1.24 m
107	1.22 m
108	1.24 m
41	1.44 m
109	1.24 m



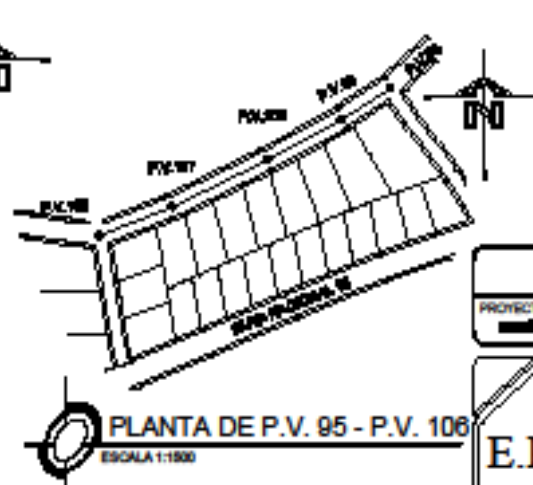
PERFIL DE P.V. 96 - P.V. 106
ESCALA VERTICAL 1:2000
ESCALA HORIZONTAL 1:400



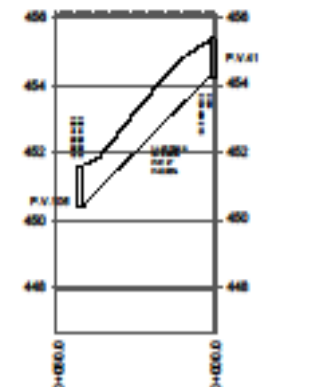
PLANTA DE P.V. 96 - P.V. 106
ESCALA 1:1500



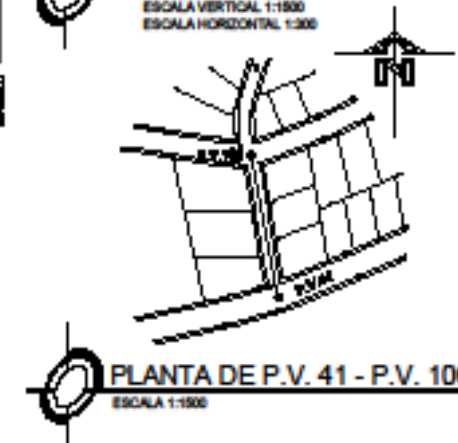
PERFIL DE P.V. 95 - P.V. 106
ESCALA VERTICAL 1:1800
ESCALA HORIZONTAL 1:300



PLANTA DE P.V. 95 - P.V. 106
ESCALA 1:1500



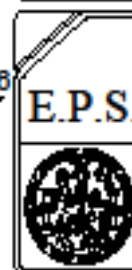
PERFIL DE P.V. 41 - P.V. 106
ESCALA VERTICAL 1:1800
ESCALA HORIZONTAL 1:300



PLANTA DE P.V. 41 - P.V. 106
ESCALA 1:1500

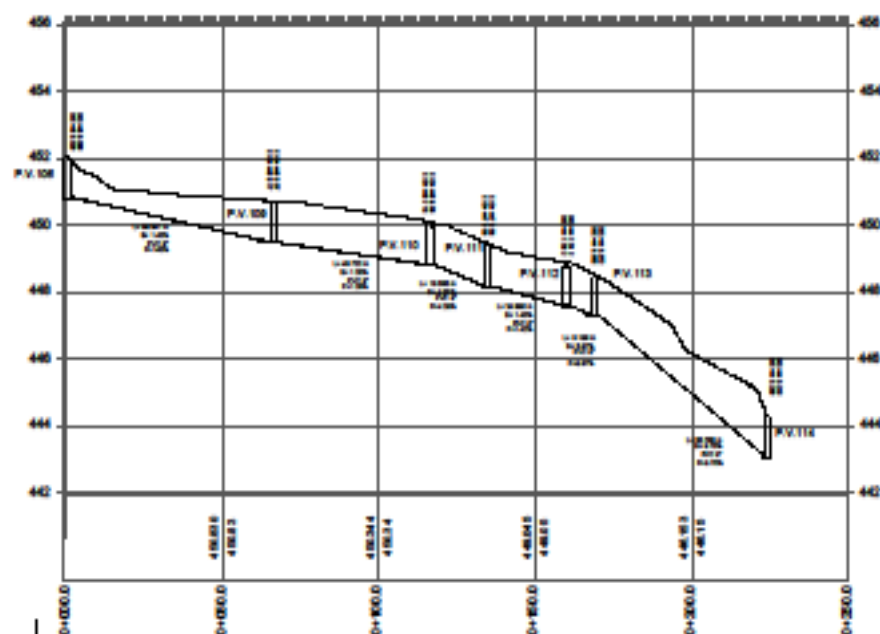
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OMBITE - CUNO

PROYECTO: **RECONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA DE ALFARERÍA A LA COMUNIDAD DE LA SIERRA, MUNICIPIO DE SAN JUAN, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**



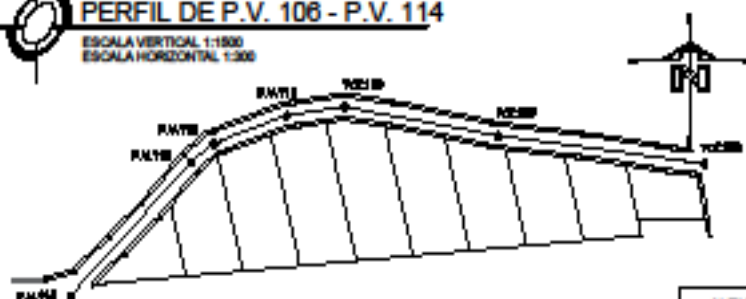
DISEÑO: PAOLA S. RODRÍGUEZ	FECHA: NOVIEMBRE 2019
DIBUJO: PAOLA S. RODRÍGUEZ	ESCALA: INDICADA
CALCULO: PAOLA S. RODRÍGUEZ	CONTENIDO: PLANTA, PERFIL
REVISÓ: ING. LUIS A. AMBROCIO S.	

ING. LUIS A. AMBROCIO S. ASESOR SUPERVISOR E.P.S.	HOJA NO. 17 DE 20
--	--



PERFIL DE P.V. 106 - P.V. 114

ESCALA VERTICAL 1:1000
ESCALA HORIZONTAL 1:300

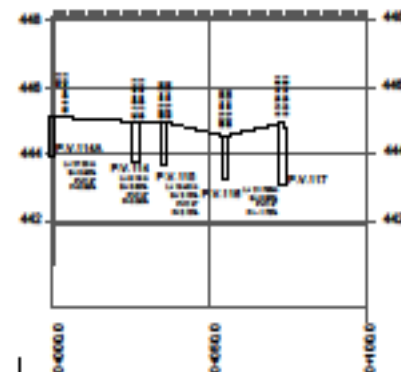


PLANTA DE P.V. 106 - P.V. 114

ESCALA 1:1000

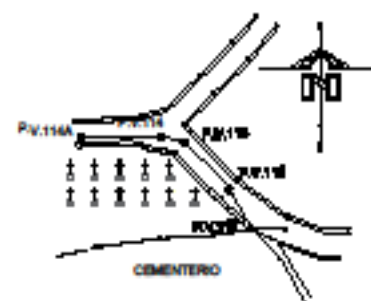
ALTURAS DE POZOS DE VISITA	
NO. DE POZO	ALTURA DE POZO EN (m)
106	1.20 m
108	1.28 m
110	1.28 m
111	1.30 m
112	1.32 m
113	1.22 m
114	1.22 m

ALTURAS DE POZOS DE VISITA	
NO. DE POZO	ALTURA DE POZO EN (m)
114 "V"	1.20 m
116	1.22 m
118	1.28 m
45	1.80 m
117	1.81 m
120	1.82 m
120	1.84 m
124	1.86 m
DESCARGA	1.88 m



PERFIL DE P.V. 114 - P.V. 117

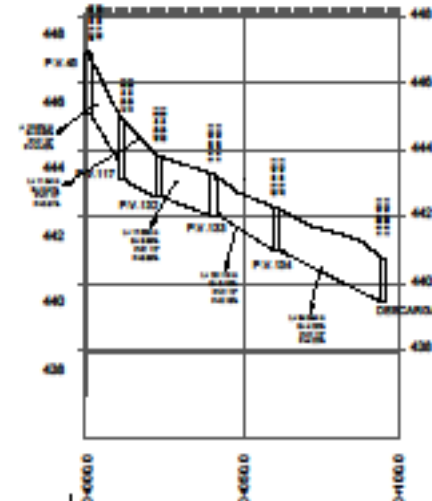
ESCALA VERTICAL 1:1000
ESCALA HORIZONTAL 1:300



PLANTA DE P.V. 114 - P.V. 117

ESCALA 1:1000

CAUDALES POR TRAMO EN MGS		
TRAMO	CAUDAL ACTUAL	CAUDAL ACUMULADO
106 A 108	0.75	7.58
108 A 110	1.10	8.78
110 A 111	0.37	9.15
111 A 112	0.87	9.82
112 A 113	0.37	9.88
113 A 114	0.37	10.28
114 A 114	0.75	0.75
114 A 116	0.00	10.28
116 A 118	0.00	10.28
118 A 117	0.00	10.28
117 A 117	0.00	10.28
117 A 120	0.00	10.28
120 A 120	0.00	10.28
120 A 124	0.00	10.28
124 A 126	0.00	10.28



PERFIL DE P.V. 45 - DESCARGA

ESCALA VERTICAL 1:1000
ESCALA HORIZONTAL 1:300



PLANTA DE P.V. 45 - DESCARGA

ESCALA 1:1000

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE - CLUNOR

PROYECTO:

REVISIÓN DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

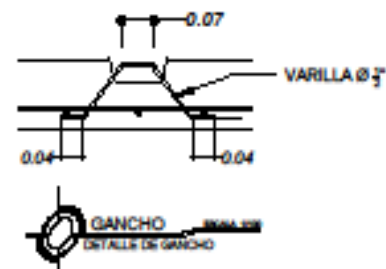
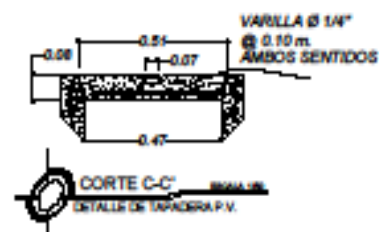
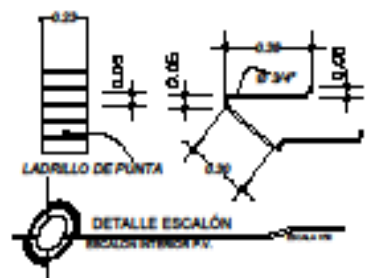
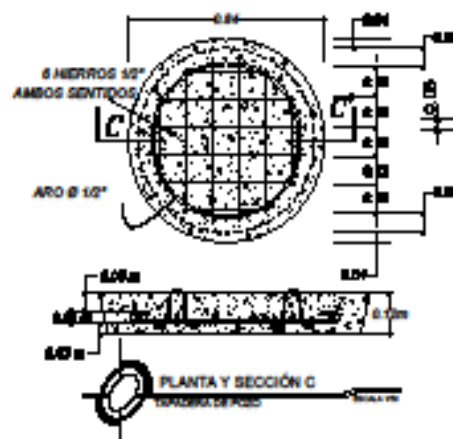
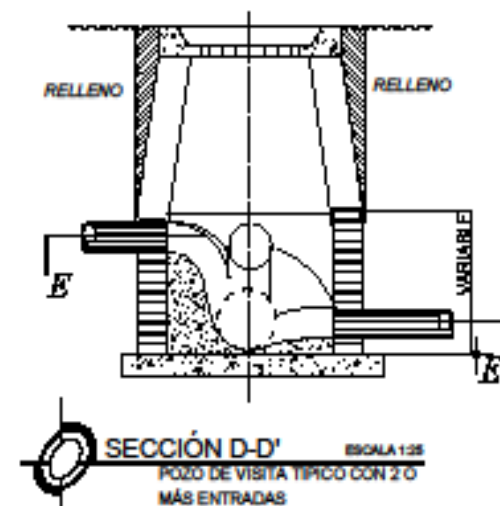
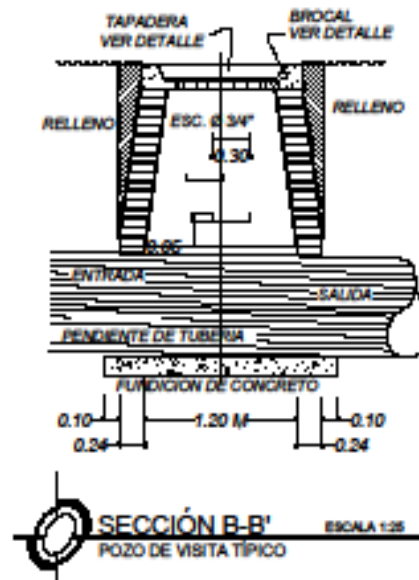
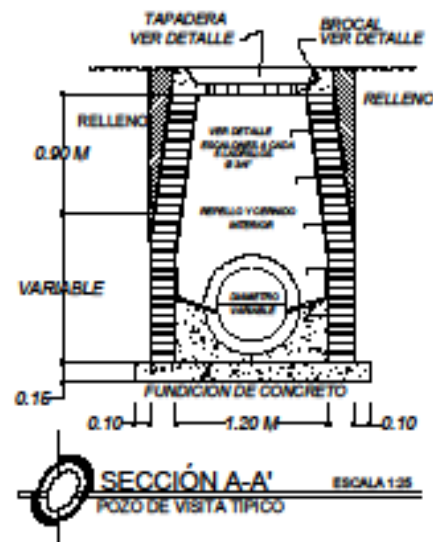


DISEÑO:
PAOLA S. RODRÍGUEZ
DISEÑO:
PAOLA S. RODRÍGUEZ
CALCULO:
PAOLA S. RODRÍGUEZ
REVISÓ:
ING. LUISA AMBRICIO S.

FECHA:
NOVIEMBRE 2019
SICLA:
INDICADA
CONTENIDO:
PLANTA, PERFIL

ING. LUISA AMBRICIO S.
AUTORA SUPERVISORA E.P.S.

Hoja No.
18
20



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS - CUCIEN			
PROYECTO: DISEÑO DE ALFARERÍA PARA EL CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS - CUCIEN			
	DISEÑO:	PAOLA S. RODRÍGUEZ	FECHA:
	DISEÑO:	PAOLA S. RODRÍGUEZ	ESCALA:
	DISEÑO:	PAOLA S. RODRÍGUEZ	CONTENIDO:
	DISEÑO:	PAOLA S. RODRÍGUEZ	DETALLES
	DISEÑO:	PAOLA S. RODRÍGUEZ	CONSTRUCTIVOS
REVISÓ:		ING. LUIS A. AMBROCIO S.	POZOS DE VISITA
ING. LUIS A. AMBROCIO S.		AMBROCIO S. AMBROCIO S.	19
			20

ANEXOS

Tabla A1. Relaciones hidráulicas

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.000001	0.019224	0.001	0.000054
0.000005	0.030507	0.002	0.000152
0.000011	0.039963	0.003	0.000279
0.000021	0.048396	0.004	0.000429
0.000034	0.056141	0.005	0.000599
0.00005	0.06337	0.006	0.000788
0.00007	0.070215	0.007	0.000992
0.000093	0.076728	0.008	0.001212
0.00012	0.08297	0.009	0.001446
0.000151	0.08898	0.01	0.001693
0.000185	0.094787	0.011	0.001952
0.000223	0.100417	0.012	0.002224
0.000265	0.105887	0.013	0.002506
0.000311	0.111215	0.014	0.0028
0.000361	0.116413	0.015	0.003105
0.000415	0.121493	0.016	0.003419
0.000473	0.126464	0.017	0.003744
0.000536	0.131335	0.018	0.004078
0.000602	0.136112	0.019	0.004421
0.000672	0.140803	0.02	0.004773
0.000746	0.145412	0.021	0.005134
0.000825	0.149945	0.022	0.005503
0.000825	0.149945	0.022	0.005503
0.000908	0.154406	0.023	0.005881
0.000995	0.1588	0.024	0.006266
0.001086	0.163129	0.025	0.00666
0.001182	0.167398	0.026	0.007061
0.001282	0.171609	0.027	0.00747
0.001386	0.175765	0.028	0.007887
0.001495	0.179868	0.029	0.008311
0.001608	0.183921	0.03	0.008741
0.01725	0.187926	0.031	0.009179
0.001847	0.191885	0.032	0.009624
0.001973	0.1958	0.033	0.010076
0.002103	0.19962	0.034	0.010534
0.002238	0.203503	0.035	0.010999
0.002378	0.207295	0.036	0.01147
0.002521	0.211049	0.037	0.011947
0.00267	0.214766	0.038	0.012431
0.002823	0.218448	0.039	0.012921
0.00298	0.222095	0.04	0.013417
0.003142	0.225709	0.041	0.013919
0.003308	0.229291	0.042	0.014427
0.003479	0.232842	0.043	0.014941
0.003654	0.236362	0.044	0.01546
0.003814	0.239853	0.045	0.015985
0.004019	0.243315	0.046	0.016516
0.004208	0.246749	0.047	0.017052
0.004401	0.250157	0.048	0.017594
0.004599	0.253537	0.049	0.018141
0.004802	0.256893	0.05	0.018693
0.005009	0.260223	0.051	0.019251
0.005221	0.263528	0.052	0.019813
0.005438	0.26681	0.053	0.020381
0.005659	0.270068	0.054	0.020954
0.005885	0.273304	0.055	0.021532
0.006115	0.276517	0.056	0.022116
0.00635	0.279709	0.057	0.022703

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.00659	0.282879	0.058	0.023296
0.006834	0.286029	0.059	0.023894
0.007083	0.289158	0.06	0.024496
0.007337	0.292267	0.061	0.025103
0.007595	0.295356	0.062	0.025715
0.007858	0.298427	0.063	0.026332
0.008126	0.30148	0.064	0.026953
0.008398	0.304512	0.065	0.027578
0.008675	0.307527	0.066	0.028208
0.008956	0.310524	0.067	0.028843
0.009243	0.313504	0.068	0.029481
0.009533	0.316466	0.069	0.030125
0.009829	0.319412	0.07	0.030772
0.010129	0.322342	0.071	0.031424
0.010434	0.325255	0.072	0.03208
0.010744	0.328152	0.073	0.032741
0.011058	0.331034	0.074	0.033405
0.011377	0.3339	0.075	0.034074
0.011701	0.33651	0.076	0.034746
0.012029	0.33958	0.077	0.035423
0.012362	0.342408	0.078	0.036104
0.0127	0.345215	0.079	0.036789
0.0127	0.345215	0.079	0.036789
0.013043	0.348007	0.08	0.037478
0.01339	0.350786	0.081	0.038171
0.013742	0.353551	0.082	0.038868
0.014098	0.356302	0.083	0.039568
0.014459	0.359039	0.084	0.040273
0.014825	0.361764	0.085	0.040981
0.015196	0.364475	0.086	0.041693
0.015571	0.367173	0.087	0.042409
0.015951	0.369859	0.088	0.043128
0.016336	0.372532	0.089	0.043851
0.016726	0.375193	0.09	0.044578
0.01712	0.37842	0.091	0.045309
0.017518	0.380479	0.092	0.046043
0.017922	0.383103	0.093	0.046781
0.01833	0.385717	0.094	0.047522
0.018743	0.388318	0.095	0.048267
0.019161	0.390908	0.096	0.049016
0.019583	0.393487	0.097	0.049768
0.02001	0.396055	0.098	0.050523
0.020441	0.398611	0.099	0.051282
0.020878	0.401157	0.1	0.052044
0.021319	0.403692	0.101	0.05281
0.021765	0.406216	0.102	0.053579
0.022215	0.40873	0.103	0.054351
0.02267	0.411234	0.104	0.055127
0.02313	0.413727	0.105	0.055906
0.023594	0.41621	0.106	0.056688
0.024063	0.418683	0.107	0.057473
0.024537	0.421146	0.108	0.058262
0.025015	0.423599	0.109	0.059054
0.025498	0.426042	0.11	0.059849
0.025986	0.428476	0.111	0.060648
0.026479	0.430901	0.112	0.061449
0.026976	0.433316	0.113	0.062254
0.027477	0.435721	0.114	0.063062

Continuación tabla A1

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.027984	0.438117	0.115	0.063873
0.028495	0.440505	0.116	0.064686
0.02901	0.442883	0.117	0.065503
0.029531	0.445252	0.118	0.066323
0.030056	0.447612	0.119	0.067146
0.030585	0.449964	0.12	0.067972
0.031119	0.452307	0.121	0.068801
0.031658	0.454641	0.122	0.069633
0.032202	0.456967	0.123	0.070468
0.03275	0.459284	0.124	0.071306
0.033302	0.461593	0.125	0.072147
0.03386	0.463893	0.126	0.07299
0.034422	0.466185	0.127	0.073837
0.034988	0.46847	0.128	0.074686
0.035559	0.470746	0.129	0.075538
0.036135	0.473014	0.13	0.076393
0.036715	0.475274	0.131	0.077251
0.0373	0.477526	0.132	0.078112
0.03789	0.47977	0.133	0.078975
0.038484	0.482007	0.134	0.079841
0.039083	0.484236	0.135	0.08071
0.039686	0.486457	0.136	0.081582
0.040294	0.488671	0.137	0.082456
0.040906	0.490877	0.138	0.083333
0.041523	0.493076	0.139	0.084212
0.042145	0.495268	0.14	0.085095
0.042771	0.497452	0.141	0.08598
0.043401	0.499629	0.142	0.086867
0.044036	0.501799	0.143	0.087757
0.044676	0.503961	0.144	0.08865
0.04532	0.506117	0.145	0.089545
0.045969	0.508265	0.146	0.090443
0.046622	0.510407	0.147	0.091344
0.04728	0.512541	0.148	0.092247
0.047943	0.514669	0.149	0.093152
0.048609	0.51679	0.15	0.09406
0.049281	0.518904	0.151	0.094971
0.049956	0.52011	0.152	0.095884
0.050637	0.523112	0.153	0.096799
0.051322	0.525206	0.154	0.097717
0.052011	0.527293	0.155	0.098637
0.052705	0.529374	0.156	0.09956
0.053403	0.531449	0.157	0.100485
0.054106	0.533517	0.158	0.101413
0.054813	0.535578	0.159	0.102343
0.055524	0.537633	0.16	0.103275
0.05624	0.539682	0.161	0.10421
0.056961	0.541725	0.162	0.105147
0.057686	0.543761	0.163	0.106087
0.058415	0.545792	0.164	0.107028
0.059149	0.547816	0.165	0.107972
0.059887	0.549834	0.166	0.108919
0.06063	0.551845	0.167	0.109867
0.061377	0.553851	0.168	0.110818
0.062128	0.555851	0.169	0.111772
0.062884	0.557845	0.17	0.112727
0.063644	0.559833	0.171	0.113685

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.064409	0.561815	0.172	0.114645
0.065178	0.563791	0.173	0.115607
0.065951	0.565762	0.174	0.116571
0.066729	0.567726	0.175	0.117537
0.067511	0.569685	0.176	0.118506
0.068298	0.571638	0.177	0.119477
0.069088	0.573586	0.178	0.12045
0.069883	0.575528	0.179	0.121425
0.070683	0.577464	0.18	0.122402
0.071487	0.59395	0.181	0.123382
0.072295	0.58132	0.182	0.124363
0.073107	0.58324	0.183	0.125347
0.073924	0.585154	0.184	0.126332
0.074745	0.587063	0.185	0.12732
0.07557	0.588966	0.186	0.12831
0.0764	0.590864	0.187	0.129302
0.077234	0.592756	0.188	0.130296
0.078072	0.594644	0.189	0.131292
0.078914	0.596526	0.19	0.13229
0.079761	0.598402	0.191	0.13329
0.080612	0.600274	0.192	0.134292
0.081467	0.60214	0.193	0.135296
0.082326	0.604001	0.194	0.136302
0.08319	0.605857	0.195	0.13731
0.0840058	0.607708	0.196	0.13832
0.08493	0.609553	0.197	0.139331
0.085806	0.611394	0.198	0.140345
0.086687	0.61323	0.199	0.141361
0.087571	0.61506	0.2	0.142377
0.08846	0.61689	0.201	0.143398
0.089353	0.61872	0.202	0.144419
0.09025	0.62055	0.203	0.145443
0.091152	0.62238	0.204	0.146468
0.092057	0.62421	0.205	0.147495
0.092967	0.62604	0.206	0.148524
0.093881	0.62787	0.207	0.149555
0.094799	0.6297	0.208	0.150587
0.095721	0.63153	0.209	0.151622
0.096647	0.63336	0.21	0.152658
0.097577	0.634871	0.211	0.153696
0.098512	0.636643	0.212	0.154736
0.09945	0.638415	0.213	0.155778
0.100393	0.640187	0.214	0.156821
0.10134	0.641959	0.215	0.157867
0.10229	0.643731	0.216	0.158914
0.103245	0.645503	0.217	0.159963
0.104204	0.647275	0.218	0.161013
0.105167	0.649047	0.219	0.162065
0.106134	0.650819	0.22	0.163119
0.107105	0.652382	0.221	0.164175
0.10808	0.654108	0.222	0.165233
0.109059	0.655834	0.223	0.166292
0.110042	0.65756	0.224	0.167353
0.111029	0.659286	0.225	0.168415
0.11202	0.661012	0.226	0.169479
0.113015	0.662738	0.227	0.170545
0.114014	0.664464	0.228	0.171613

Continuación tabla A1

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.115017	0.66619	0.229	0.172682
0.116024	0.667916	0.23	0.173753
0.117035	0.669441	0.231	0.174825
0.11805	0.671122	0.232	0.175899
0.119069	0.672803	0.233	0.176975
0.120091	0.674484	0.234	0.178052
0.121118	0.676165	0.235	0.179131
0.122149	0.677846	0.236	0.180212
0.123183	0.679527	0.237	0.181294
0.124221	0.681208	0.238	0.182377
0.125263	0.682889	0.239	0.183463
0.12631	0.68457	0.24	0.184549
0.12736	0.686065	0.241	0.185638
0.128413	0.687704	0.242	0.186728
0.129471	0.689343	0.243	0.187819
0.130533	0.690982	0.244	0.188912
0.131598	0.692621	0.245	0.190006
0.132667	0.69426	0.246	0.191102
0.13374	0.695899	0.247	0.1922
0.134817	0.697538	0.248	0.193299
0.135897	0.699177	0.249	0.194399
0.136982	0.700816	0.25	0.195501
0.13807	0.702273	0.251	0.196605
0.139162	0.703871	0.252	0.197709
0.140258	0.705469	0.253	0.198816
0.141357	0.707067	0.254	0.199923
0.14246	0.708665	0.255	0.201033
0.143567	0.710263	0.256	0.202143
0.144678	0.711861	0.257	0.203255
0.145792	0.713459	0.258	0.204369
0.14691	0.715057	0.259	0.205484
0.148032	0.716655	0.26	0.2066
0.149158	0.718079	0.261	0.207718
0.150287	0.719635	0.262	0.208837
0.15142	0.721191	0.263	0.209957
0.152556	0.722747	0.264	0.211079
0.153696	0.724303	0.265	0.212202
0.15484	0.725859	0.266	0.213327
0.155988	0.727415	0.267	0.214452
0.157139	0.728971	0.268	0.21558
0.158293	0.730527	0.269	0.216708
0.159452	0.732083	0.27	0.217838
0.160613	0.733498	0.271	0.218969
0.161779	0.735	0.272	0.220102
0.162948	0.736502	0.273	0.221236
0.164121	0.738004	0.274	0.222371
0.165297	0.739506	0.275	0.223507
0.166477	0.741008	0.276	0.224645
0.16766	0.74251	0.277	0.225784
0.168847	0.744012	0.278	0.226924
0.170037	0.745514	0.279	0.228065
0.171231	0.747016	0.28	0.229208
0.172428	0.748542	0.281	0.230352
0.173629	0.750015	0.282	0.231497
0.174833	0.751488	0.283	0.232644
0.176041	0.752961	0.284	0.233792
0.177253	0.754434	0.285	0.23494

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.178467	0.755907	0.286	0.236091
0.179686	0.75738	0.287	0.237242
0.180907	0.758853	0.288	0.238394
0.182132	0.760326	0.289	0.239548
0.183361	0.761799	0.29	0.240703
0.184593	0.763223	0.291	0.241859
0.185828	0.76466	0.292	0.243016
0.187066	0.766097	0.293	0.244175
0.188309	0.767534	0.294	0.245334
0.189554	0.768971	0.295	0.246495
0.190803	0.770408	0.296	0.247657
0.192055	0.771845	0.297	0.24882
0.19331	0.773282	0.298	0.249984
0.194569	0.774719	0.299	0.251149
0.195831	0.776156	0.3	0.252316
0.197097	0.777553	0.301	0.253461
0.198365	0.778955	0.302	0.254622
0.199637	0.780357	0.303	0.255783
0.200913	0.781759	0.304	0.256944
0.202191	0.783161	0.305	0.258105
0.203473	0.784563	0.306	0.259266
0.204758	0.785965	0.307	0.260427
0.206046	0.787367	0.308	0.261588
0.207338	0.788769	0.309	0.262749
0.208633	0.790171	0.31	0.26391
0.20993	0.791539	0.311	0.265071
0.21232	0.79291	0.312	0.266232
0.212536	0.794281	0.313	0.267393
0.213843	0.795652	0.314	0.268554
0.215154	0.797023	0.315	0.269715
0.216468	0.798394	0.316	0.270876
0.217785	0.799765	0.317	0.272037
0.219105	0.801136	0.318	0.273198
0.220428	0.802507	0.319	0.274359
0.221755	0.803878	0.32	0.27552
0.223084	0.805193	0.321	0.276681
0.224416	0.806527	0.322	0.277842
0.225752	0.807861	0.323	0.279003
0.227091	0.809195	0.324	0.280164
0.228433	0.810529	0.325	0.281325
0.229777	0.811863	0.326	0.282486
0.231125	0.813197	0.327	0.283647
0.232476	0.814531	0.328	0.284808
0.23383	0.815865	0.329	0.285969
0.235187	0.817199	0.33	0.28713
0.236547	0.818521	0.331	0.288291
0.23791	0.819823	0.332	0.289452
0.239275	0.821125	0.333	0.290613
0.240644	0.822427	0.334	0.291774
0.242016	0.823729	0.335	0.292935
0.243391	0.825031	0.336	0.294096
0.244768	0.826333	0.337	0.295257
0.246149	0.827635	0.338	0.296418
0.247532	0.828937	0.339	0.297579
0.248919	0.830239	0.34	0.29874
0.250308	0.831531	0.341	0.299901
0.2517	0.832802	0.342	0.301062

Continuación tabla A1

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.253095	0.834073	0.343	0.302223
0.254493	0.835344	0.344	0.303384
0.255894	0.836615	0.345	0.304545
0.257297	0.837886	0.346	0.305706
0.258704	0.839157	0.347	0.306867
0.260113	0.840428	0.348	0.308028
0.261525	0.841699	0.349	0.309189
0.26294	0.84297	0.35	0.311919
0.264357	0.844231	0.351	0.313134
0.265778	0.84547	0.352	0.314349
0.267201	0.846709	0.353	0.315564
0.268627	0.847948	0.354	0.316779
0.270055	0.849187	0.355	0.317994
0.271487	0.850426	0.356	0.319209
0.272921	0.851665	0.357	0.320424
0.274357	0.852904	0.358	0.321639
0.275797	0.854143	0.359	0.322854
0.277239	0.855382	0.36	0.324069
0.278684	0.856627	0.361	0.325284
0.280131	0.85784	0.362	0.326499
0.281581	0.859053	0.363	0.327714
0.283034	0.860266	0.364	0.328929
0.284489	0.861479	0.365	0.330144
0.285947	0.862692	0.366	0.331359
0.287407	0.863905	0.367	0.332574
0.288871	0.865118	0.368	0.333789
0.290336	0.866331	0.369	0.335004
0.291805	0.867544	0.37	0.336219
0.293275	0.868725	0.371	0.337434
0.294749	0.869907	0.372	0.338649
0.296225	0.871089	0.373	0.339864
0.297703	0.872271	0.374	0.341079
0.299184	0.873453	0.375	0.342294
0.300667	0.874635	0.376	0.343509
0.302153	0.875817	0.377	0.344724
0.303642	0.876999	0.378	0.345939
0.305132	0.878181	0.379	0.347154
0.306626	0.879363	0.38	0.348369
0.308121	0.88053	0.381	0.349584
0.30962	0.881694	0.382	0.350799
0.31112	0.882858	0.383	0.352014
0.312623	0.884022	0.384	0.353229
0.314128	0.885186	0.385	0.354444
0.315636	0.88635	0.386	0.355659
0.317146	0.887514	0.387	0.356874
0.318659	0.888678	0.388	0.358089
0.320174	0.889842	0.389	0.359304
0.321691	0.890908	0.39	0.360519
0.32321	0.892047	0.391	0.361734
0.324732	0.893186	0.392	0.362949
0.326256	0.894325	0.393	0.364164
0.327782	0.895464	0.394	0.365379
0.329311	0.896603	0.395	0.366594
0.330842	0.897742	0.396	0.367809
0.332375	0.898881	0.397	0.369024
0.33391	0.90002	0.398	0.370239
0.335448	0.901057	0.399	0.371454

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.336988	0.90217	0.4	0.37353
0.33853	0.903283	0.401	0.374778
0.340074	0.904396	0.402	0.376026
0.34162	0.905509	0.403	0.377274
0.343169	0.906622	0.404	0.378522
0.34472	0.907735	0.405	0.37977
0.346272	0.908848	0.406	0.381018
0.347827	0.909961	0.407	0.382266
0.349385	0.911074	0.408	0.383514
0.350944	0.912187	0.409	0.384762
0.352505	0.9133	0.41	0.38601
0.354068	0.914237	0.411	0.387258
0.355634	0.915317	0.412	0.388506
0.357201	0.916397	0.413	0.389754
0.358771	0.917477	0.414	0.391002
0.360342	0.918557	0.415	0.39225
0.361916	0.919637	0.416	0.393498
0.363492	0.920717	0.417	0.394746
0.365069	0.921797	0.418	0.395994
0.366649	0.922877	0.419	0.397242
0.36823	0.923957	0.42	0.39849
0.369814	0.924918	0.421	0.399738
0.371399	0.925971	0.422	0.400986
0.372986	0.927021	0.423	0.402234
0.374576	0.928071	0.424	0.403482
0.376167	0.929121	0.425	0.40473
0.37776	0.930171	0.426	0.405978
0.379355	0.931221	0.427	0.407226
0.380952	0.932271	0.428	0.408474
0.382551	0.933321	0.429	0.409722
0.384151	0.934299	0.43	0.41097
0.385753	0.93532	0.431	0.412218
0.387358	0.936341	0.432	0.413466
0.388964	0.937362	0.433	0.414714
0.390571	0.938383	0.434	0.415962
0.392181	0.939404	0.435	0.41721
0.393792	0.940425	0.436	0.418458
0.395405	0.941446	0.437	0.419706
0.39702	0.942467	0.438	0.420954
0.398637	0.943488	0.439	0.422202
0.400255	0.944509	0.44	0.42345
0.401875	0.945469	0.441	0.424698
0.403497	0.94646	0.442	0.425946
0.40512	0.947451	0.443	0.427194
0.406745	0.948442	0.444	0.428442
0.408372	0.949433	0.445	0.42969
0.41	0.950424	0.446	0.430938
0.41163	0.951415	0.447	0.432186
0.413262	0.952406	0.448	0.433434
0.414895	0.953397	0.449	0.434682
0.41653	0.954388	0.45	0.43593
0.418166	0.955346	0.451	0.437178
0.419804	0.956312	0.452	0.438426
0.421443	0.957278	0.453	0.439674
0.423084	0.958244	0.454	0.440922
0.424727	0.95921	0.455	0.44217
0.426371	0.960176	0.456	0.443418

Continuación tabla A1

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.428016	0.961142	0.457	0.444666
0.429663	0.962108	0.458	0.445914
0.431312	0.963074	0.459	0.447162
0.432962	0.96404	0.46	0.44841
0.434613	0.964962	0.461	0.449658
0.436266	0.9659	0.462	0.450906
0.43792	0.966838	0.463	0.452154
0.439576	0.967776	0.464	0.453402
0.441233	0.968714	0.465	0.45465
0.442891	0.969652	0.466	0.455898
0.444551	0.97059	0.467	0.457146
0.446212	0.971528	0.468	0.458394
0.447874	0.972466	0.469	0.459642
0.449538	0.973404	0.47	0.46089
0.451203	0.974317	0.471	0.462138
0.452869	0.97523	0.472	0.463386
0.454537	0.976143	0.473	0.464634
0.456206	0.977056	0.474	0.465882
0.457876	0.977969	0.475	0.46713
0.459548	0.978882	0.476	0.468378
0.46122	0.979795	0.477	0.469626
0.462894	0.980708	0.478	0.470874
0.464569	0.981621	0.479	0.472122
0.466246	0.982534	0.48	0.47337
0.467923	0.983415	0.481	0.474618
0.469602	0.9843	0.482	0.475866
0.471281	0.985185	0.483	0.477114
0.472962	0.98607	0.484	0.478362
0.474644	0.986955	0.485	0.47961
0.476327	0.98784	0.486	0.480858
0.478012	0.988725	0.487	0.482106
0.479697	0.98961	0.488	0.483354
0.481383	0.990495	0.489	0.484602
0.483071	0.99138	0.49	0.48585
0.484759	0.992258	0.491	0.487098
0.486449	0.99312	0.492	0.488346
0.488139	0.993982	0.493	0.489594
0.489831	0.994844	0.494	0.490842
0.491523	0.995706	0.495	0.49209
0.493217	0.996568	0.496	0.493338
0.494911	0.99743	0.497	0.494586
0.496607	0.998292	0.498	0.495834
0.498303	0.999154	0.499	0.497082
0.5	1.000016	0.5	0.5
0.501698	1.000848	0.501	0.501273
0.503397	1.00169	0.502	0.502546
0.505097	1.002532	0.503	0.503819
0.506798	1.003374	0.504	0.505092
0.508499	1.004216	0.505	0.506365
0.510202	1.005058	0.506	0.507638
0.511905	1.0059	0.507	0.508911
0.513609	1.006742	0.508	0.510184
0.515314	1.007584	0.509	0.511457
0.517019	1.008426	0.51	0.51273
0.518726	1.009185	0.511	0.514003
0.520433	1.01	0.512	0.515276
0.52214	1.010815	0.513	0.516549

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.523849	1.01163	0.514	0.517822
0.525558	1.012445	0.515	0.519095
0.527268	1.01326	0.516	0.520368
0.528979	1.014075	0.517	0.521641
0.53069	1.01489	0.518	0.522914
0.532402	1.015705	0.519	0.524187
0.534114	1.01652	0.52	0.52546
0.535828	1.017271	0.521	0.526733
0.537541	1.018057	0.522	0.528006
0.539256	1.018843	0.523	0.529279
0.54097	1.019629	0.524	0.530552
0.542686	1.020415	0.525	0.531825
0.544402	1.021201	0.526	0.533098
0.546118	1.021987	0.527	0.534371
0.547836	1.022773	0.528	0.535644
0.549553	1.023559	0.529	0.536917
0.551271	1.024345	0.53	0.53819
0.55299	1.025108	0.531	0.539463
0.554709	1.02587	0.532	0.540736
0.556428	1.026632	0.533	0.542009
0.558148	1.027394	0.534	0.543282
0.559868	1.028156	0.535	0.544555
0.561589	1.028918	0.536	0.545828
0.56331	1.02968	0.537	0.547101
0.565031	1.030442	0.538	0.548374
0.566753	1.031204	0.539	0.549647
0.568475	1.031966	0.54	0.55092
0.570197	1.032696	0.541	0.552193
0.57192	1.033433	0.542	0.553466
0.573643	1.03417	0.543	0.554739
0.575366	1.034907	0.544	0.556012
0.57709	1.035644	0.545	0.557285
0.578814	1.036381	0.546	0.558558
0.580538	1.037118	0.547	0.559831
0.582262	1.037855	0.548	0.561104
0.583986	1.038592	0.549	0.562377
0.585711	1.039329	0.55	0.56365
0.587436	1.040036	0.551	0.564923
0.589161	1.04075	0.552	0.566196
0.590886	1.041464	0.553	0.567469
0.592611	1.042178	0.554	0.568742
0.594336	1.042892	0.555	0.570015
0.596062	1.043606	0.556	0.571288
0.597787	1.04432	0.557	0.572561
0.599513	1.045034	0.558	0.573834
0.601239	1.045748	0.559	0.575107
0.602964	1.046462	0.56	0.57638
0.60469	1.047128	0.561	0.577653
0.606416	1.047815	0.562	0.578926
0.608141	1.048502	0.563	0.580199
0.609867	1.049189	0.564	0.581472
0.611593	1.049876	0.565	0.582745
0.613318	1.050563	0.566	0.584018
0.615044	1.05125	0.567	0.585291
0.616769	1.051937	0.568	0.586564
0.618494	1.052624	0.569	0.587837
0.620219	1.053311	0.57	0.58911

Continuación tabla A1

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.621944	1.053973	0.571	0.590383
0.623669	1.054635	0.572	0.591656
0.625394	1.055297	0.573	0.592929
0.627119	1.055959	0.574	0.594202
0.628843	1.056621	0.575	0.595475
0.630567	1.057283	0.576	0.596748
0.632291	1.057945	0.577	0.598021
0.634015	1.058607	0.578	0.599294
0.635738	1.059269	0.579	0.600567
0.637461	1.059931	0.58	0.60184
0.639184	1.06057	0.581	0.603113
0.640906	1.061208	0.582	0.604386
0.642629	1.061846	0.583	0.605659
0.64435	1.062484	0.584	0.606932
0.646072	1.063122	0.585	0.608205
0.647793	1.06376	0.586	0.609478
0.649514	1.064398	0.587	0.610751
0.651234	1.065036	0.588	0.612024
0.652954	1.065674	0.589	0.613297
0.654673	1.066312	0.59	0.61457
0.656392	1.06692	0.591	0.615843
0.658111	1.06753	0.592	0.617116
0.659829	1.06814	0.593	0.618389
0.661546	1.06875	0.594	0.619662
0.663263	1.06936	0.595	0.620935
0.66498	1.06997	0.596	0.622208
0.666696	1.07058	0.597	0.623481
0.668411	1.07119	0.598	0.624754
0.670126	1.0718	0.599	0.626027
0.67184	1.07241	0.6	0.6264
0.673554	1.073021	0.601	0.627717
0.675267	1.073606	0.602	0.629034
0.676979	1.074191	0.603	0.630351
0.678691	1.074776	0.604	0.631668
0.680401	1.075361	0.605	0.632985
0.682112	1.075946	0.606	0.634302
0.683821	1.076531	0.607	0.635619
0.68553	1.077116	0.608	0.636936
0.687238	1.077701	0.609	0.638253
0.688945	1.078286	0.61	0.63957
0.690652	1.078871	0.611	0.640887
0.692357	1.079456	0.612	0.642204
0.694062	1.080041	0.613	0.643521
0.695766	1.080581	0.614	0.644838
0.697469	1.08114	0.615	0.646155
0.699172	1.081699	0.616	0.647472
0.700873	1.082258	0.617	0.648789
0.702574	1.082817	0.618	0.650106
0.704273	1.083376	0.619	0.651423
0.705972	1.083935	0.62	0.65274
0.707669	1.084494	0.621	0.654057
0.709366	1.085053	0.622	0.655374
0.711062	1.085567	0.623	0.656691
0.712757	1.0861	0.624	0.658008
0.71445	1.086633	0.625	0.659325
0.716143	1.087166	0.626	0.660642
0.717834	1.087699	0.627	0.661959

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.719525	1.088232	0.628	0.663276
0.721214	1.088765	0.629	0.664593
0.722903	1.089298	0.63	0.66591
0.72459	1.089829	0.631	0.667227
0.726276	1.09035	0.632	0.668544
0.727961	1.09086	0.633	0.669861
0.729645	1.09137733	0.634	0.671178
0.731327	1.09189283	0.635	0.672495
0.733008	1.09240833	0.636	0.673812
0.734688	1.09292383	0.637	0.675129
0.736367	1.09343933	0.638	0.676446
0.738045	1.09395483	0.639	0.677763
0.739721	1.09447033	0.64	0.67908
0.741396	1.09498583	0.641	0.680397
0.743069	1.095424	0.642	0.681714
0.744742	1.095909	0.643	0.683031
0.746413	1.096394	0.644	0.684348
0.748082	1.096879	0.645	0.685665
0.74975	1.097364	0.646	0.686982
0.751417	1.097849	0.647	0.688299
0.753082	1.098334	0.648	0.689616
0.754726	1.098819	0.649	0.690933
0.756408	1.099304	0.65	0.69225
0.758069	1.099789	0.651	0.693567
0.759729	1.100274	0.652	0.694884
0.761387	1.100759	0.653	0.696201
0.763043	1.101178	0.654	0.697518
0.764698	1.101635	0.655	0.698835
0.766351	1.102092	0.656	0.700152
0.768002	1.102549	0.657	0.701469
0.769652	1.103006	0.658	0.702786
0.771301	1.103463	0.659	0.704103
0.772947	1.10392	0.66	0.70542
0.774592	1.104377	0.661	0.706737
0.776236	1.104834	0.662	0.708054
0.777877	1.105291	0.663	0.709371
0.779517	1.105748	0.664	0.710688
0.781155	1.106205	0.665	0.712005
0.782791	1.106563	0.666	0.713322
0.784426	1.106985	0.667	0.714639
0.786059	1.107407	0.668	0.715956
0.78769	1.107829	0.669	0.717273
0.789319	1.108251	0.67	0.71859
0.790946	1.108673	0.671	0.719907
0.792571	1.109095	0.672	0.721224
0.794195	1.109517	0.673	0.722541
0.795816	1.109939	0.674	0.723858
0.797436	1.110361	0.675	0.725175
0.799054	1.110783	0.676	0.726492
0.800669	1.111205	0.677	0.727809
0.802283	1.111627	0.678	0.729126
0.803895	1.112049	0.679	0.730443
0.805504	1.112471	0.68	0.73176
0.807112	1.112768	0.681	0.733077
0.808717	1.11314	0.682	0.734394
0.810321	1.113512	0.683	0.735711
0.811922	1.113884	0.684	0.737028

Continuación tabla A1

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.813521	1.114256	0.685	0.738345
0.815118	1.114628	0.686	0.739662
0.816713	1.115	0.687	0.740979
0.818305	1.115372	0.688	0.742296
0.819896	1.115744	0.689	0.743613
0.821484	1.116116	0.69	0.74493
0.82307	1.116488	0.691	0.746247
0.824653	1.11686	0.692	0.747564
0.826235	1.117232	0.693	0.748881
0.827814	1.117604	0.694	0.750198
0.82939	1.117976	0.695	0.751515
0.830964	1.118348	0.696	0.752832
0.832536	1.11872	0.697	0.754149
0.834106	1.119092	0.698	0.755466
0.835673	1.119464	0.699	0.756783
0.837238	1.119836	0.7	0.747684
0.8388	1.120116	0.701	0.748851
0.84036	1.120439	0.702	0.750018
0.841917	1.120762	0.703	0.751185
0.843471	1.121085	0.704	0.752352
0.845024	1.121408	0.705	0.753519
0.846573	1.121731	0.706	0.754686
0.84812	1.122054	0.707	0.755853
0.849664	1.122377	0.708	0.75702
0.851206	1.1227	0.709	0.758187
0.852745	1.123023	0.71	0.759354
0.854282	1.123346	0.711	0.760521
0.855815	1.123669	0.712	0.761688
0.857346	1.123992	0.713	0.762855
0.858875	1.124315	0.714	0.764022
0.8604	1.124638	0.715	0.765189
0.861923	1.124961	0.716	0.766356
0.863443	1.125284	0.717	0.767523
0.86496	1.125607	0.718	0.76869
0.866474	1.12593	0.719	0.769857
0.867985	1.126253	0.72	0.771024
0.869494	1.126383	0.721	0.772191
0.870999	1.12666	0.722	0.773358
0.872502	1.126937	0.723	0.774525
0.874002	1.127214	0.724	0.775692
0.875498	1.127491	0.725	0.776859
0.876992	1.127768	0.726	0.778026
0.878482	1.128045	0.727	0.779193
0.87997	1.128322	0.728	0.78036
0.881455	1.128599	0.729	0.781527
0.882936	1.128876	0.73	0.782694
0.884414	1.129099	0.731	0.783861
0.885889	1.129344	0.732	0.785028
0.887361	1.129589	0.733	0.786195
0.88883	1.129834	0.734	0.787362
0.890296	1.130079	0.735	0.788529
0.891758	1.130324	0.736	0.789696
0.893217	1.130569	0.737	0.790863
0.894673	1.130814	0.738	0.79203
0.896125	1.131059	0.739	0.793197
0.897575	1.131304	0.74	0.794364
0.89902	1.131532	0.741	0.795531

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.900463	1.13175	0.742	0.796698
0.901902	1.131968	0.743	0.797865
0.903337	1.132186	0.744	0.799032
0.90477	1.132404	0.745	0.800199
0.906198	1.132622	0.746	0.801366
0.907623	1.13284	0.747	0.802533
0.909045	1.133058	0.748	0.8037
0.910463	1.133276	0.749	0.804867
0.911878	1.133494	0.75	0.806034
0.913289	1.133674	0.751	0.805601
0.914696	1.133865	0.752	0.806701
0.9161	1.134056	0.753	0.807801
0.9175	1.134247	0.754	0.808901
0.918896	1.134438	0.755	0.810001
0.920288	1.134629	0.756	0.811101
0.921677	1.13482	0.757	0.812201
0.923062	1.135011	0.758	0.813301
0.924443	1.135202	0.759	0.814401
0.925821	1.135393	0.76	0.815501
0.927194	1.13552	0.761	0.816601
0.928564	1.13568	0.762	0.817701
0.92993	1.13584	0.763	0.818801
0.931292	1.136	0.764	0.819901
0.93265	1.13616	0.765	0.821001
0.934003	1.13632	0.766	0.822101
0.935353	1.136482	0.767	0.823201
0.936699	1.136625	0.768	0.824301
0.938041	1.136768	0.769	0.825401
0.939379	1.136911	0.77	0.826501
0.940712	1.137054	0.771	0.827601
0.942042	1.137199	0.772	0.828701
0.943367	1.13733	0.773	0.829801
0.944688	1.137461	0.774	0.830901
0.946005	1.137592	0.775	0.832001
0.947317	1.137723	0.776	0.833101
0.948626	1.137854	0.777	0.834201
0.94993	1.137985	0.778	0.835301
0.951229	1.138116	0.779	0.836401
0.952524	1.138247	0.78	0.837501
0.953815	1.138293	0.781	0.838601
0.955102	1.138399	0.782	0.839701
0.956384	1.138501	0.783	0.840801
0.957661	1.138601	0.784	0.841901
0.958934	1.138697	0.785	0.843001
0.960203	1.138793	0.786	0.844101
0.961466	1.138889	0.787	0.845201
0.962726	1.138985	0.788	0.846301
0.96398	1.13904	0.789	0.847401
0.96523	1.139095	0.79	0.848501
0.966476	1.13915	0.791	0.849601
0.967716	1.139205	0.792	0.850701
0.968952	1.13926	0.793	0.851801
0.970183	1.139315	0.794	0.852901
0.971409	1.13937	0.795	0.854001
0.972631	1.139425	0.796	0.855101
0.973847	1.139593	0.797	0.856201
0.975059	1.139635	0.798	0.857301

Continuación tabla A1

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.976265	1.139677	0.799	0.858401
0.977467	1.139719	0.8	0.859501
0.978664	1.139761	0.801	0.858369
0.979855	1.139803	0.802	0.859655
0.981042	1.139845	0.803	0.860941
0.982223	1.139887	0.804	0.862227
0.983399	1.139929	0.805	0.863513
0.984571	1.139971	0.806	0.864799
0.985737	1.140013	0.807	0.866085
0.986897	1.140055	0.808	0.867371
0.988053	1.140097	0.809	0.868657
0.989203	1.140139	0.81	0.869943
0.990348	1.140023	0.811	0.871229
0.991487	1.140028	0.812	0.872515
0.992621	1.140033	0.813	0.873801
0.99375	1.140027	0.814	0.875087
0.994873	1.140021	0.815	0.876373
0.995991	1.140015	0.816	0.877659
0.997103	1.140009	0.817	0.878945
0.998209	1.140003	0.818	0.880231
0.99931	1.139997	0.819	0.881517
1.000405	1.139991	0.82	0.882803
1.001495	1.139985	0.821	0.884089
1.002579	1.139877	0.822	0.885375
1.003657	1.139841	0.823	0.886661
1.004729	1.139802	0.824	0.887947
1.005795	1.139763	0.825	0.889233
1.006856	1.139724	0.826	0.883429
1.00791	1.139685	0.827	0.884393
1.008959	1.139646	0.828	0.885357
1.010002	1.139551	0.829	0.886321
1.011038	1.139489	0.83	0.887285
1.012069	1.139423	0.831	0.888249
1.013093	1.139357	0.832	0.889213
1.014112	1.139291	0.833	0.890177
1.015124	1.139225	0.834	0.891141
1.01613	1.139159	0.835	0.892105
1.017129	1.139039	0.836	0.893069
1.018122	1.13895	0.837	0.894033
1.019109	1.138861	0.838	0.894997
1.02009	1.138772	0.839	0.895961
1.021064	1.138683	0.84	0.896925
1.022031	1.138594	0.841	0.897889
1.022992	1.138446	0.842	0.898853
1.023947	1.138333	0.843	0.899817
1.024895	1.13822	0.844	0.900781
1.025836	1.138107	0.845	0.901745
1.02677	1.137994	0.846	0.902709
1.027698	1.137881	0.847	0.903673
1.028619	1.137768	0.848	0.904637
1.029533	1.137569	0.849	0.905601
1.03044	1.137427	0.85	0.90594
1.031341	1.137281	0.851	0.906848
1.032234	1.137135	0.852	0.907756
1.03312	1.136989	0.853	0.908664
1.033999	1.136843	0.854	0.909572
1.034871	1.136697	0.855	0.91048

q/Q	v/V	d/D	a/A
1.035736	1.136486	0.856	0.911388
1.036594	1.136313	0.857	0.912296
1.037444	1.136137	0.858	0.913204
1.038287	1.135956	0.859	0.914112
1.039122	1.13577	0.86	0.91502
1.039951	1.135594	0.861	0.915928
1.040771	1.135413	0.862	0.916836
1.041584	1.135232	0.863	0.917744
1.04239	1.134983	0.864	0.918652
1.043187	1.134775	0.865	0.91956
1.043978	1.134562	0.866	0.920468
1.04476	1.134349	0.867	0.921376
1.045534	1.134136	0.868	0.922284
1.046301	1.133923	0.869	0.923192
1.04706	1.13371	0.87	0.9241
1.04781	1.133497	0.871	0.925008
1.048553	1.133186	0.872	0.925916
1.049287	1.13294	0.873	0.926824
1.050013	1.132689	0.874	0.927732
1.050731	1.132433	0.875	0.928606
1.051441	1.132172	0.876	0.929572
1.052142	1.131921	0.877	0.930338
1.052835	1.131665	0.878	0.931104
1.05352	1.131409	0.879	0.93187
1.054195	1.131077	0.88	0.932636
1.054863	1.130791	0.881	0.933402
1.055521	1.130499	0.882	0.934168
1.056171	1.130203	0.883	0.934934
1.056811	1.129907	0.884	0.9357
1.057443	1.129611	0.885	0.936466
1.058066	1.129315	0.886	0.937232
1.05868	1.129019	0.887	0.937998
1.059284	1.128638	0.888	0.938764
1.05988	1.128309	0.889	0.93953
1.060466	1.127975	0.89	0.940296
1.061043	1.127634	0.891	0.941062
1.06161	1.127293	0.892	0.941828
1.062168	1.126952	0.893	0.942594
1.062716	1.126611	0.894	0.94336
1.063254	1.12627	0.895	0.944126
1.063783	1.125847	0.896	0.944892
1.064301	1.125472	0.897	0.945658
1.06481	1.125097	0.898	0.946424
1.065309	1.124722	0.899	0.94719
1.065797	1.124311	0.9	0.947956