



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

**DISEÑO DE LA RED DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA
JOYA GRANDE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO**

Lesster Alexander Aguirre Escobar
Asesorado por el Ing. Oscar Argueta Hernández

Guatemala, febrero de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA RED DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA
JOYA GRANDE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LESSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR
ASESORADO POR EL ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE LA RED DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA
JOYA GRANDE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 20 de julio del 2018.



Lesster Alexander Aguirre Escobar



Guatemala, 22 de octubre de 2018
REF.EPS.DOC.862.10.2018

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

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Lesster Alexander Aguirre Escobar**, Registro Académico 201404015 y CUI 2387 88393 0409, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE LA RED DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA JOYA GRANDE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Oscar Argueta Hernández
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
OAH/ra



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
 05 de noviembre de 2018

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

Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA RED DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA JOYA GRANDE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil **Lesster Alexander Aguirre Escobar** con CUI 2387883930409 Registro Académico No. 201404015, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO
 DE
 HIDRAULICA
USAC

/mrrm.



Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua



Guatemala, 06 de noviembre de 2018
Ref.EPS.D.436.11.18

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

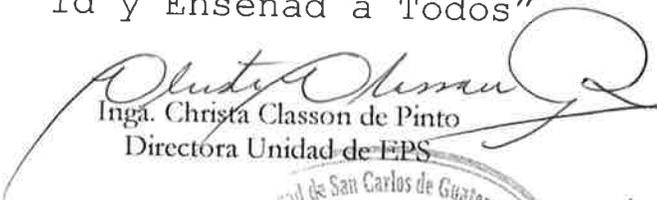
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE LA RED DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA JOYA GRANDE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Lesster Alexander Aguirre Escobar, Registro Académico 201404015 y CUI 2387 88393 0409**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Oscar Argueta Hernández y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Lester Alexander Aguirre Escobar titulado **DISEÑO DE LA RED DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA JOYA GRANDE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, febrero 2019

/mrrm.

Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua

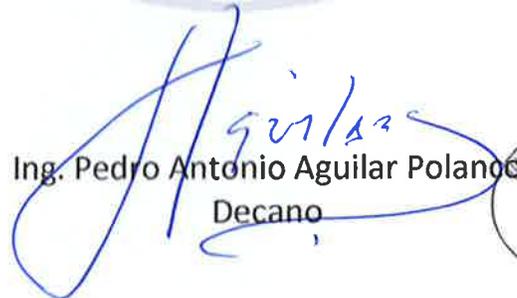




DTG. 067.2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LA RED DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA JOYA GRANDE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario: **Lesster Alexander Aguirre Escobar**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, febrero de 2019

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por regalarme la vida, bendiciones y permitirme alcanzar esta meta.
Mis padres	Alvaro Florindo Aguirre Morales e Izabel Escobar Santizo, por todo su amor, apoyo incondicional y su ejemplo de perseverancia, amor y unidad.
Mis tíos	Amelia y Ramiro Escobar, por su aprecio en todo momento y apoyo incondicional, forman parte importante en mi vida.
Mis hermanos	Jorge y Alvaro Aguirre, por estar conmigo en cada momento de mi vida y ser motivo de una búsqueda constante de crecimiento.
Mis sobrinos	Adriana, Marisa y Jorge Aguirre, por todos los momentos de alegría y diversión que aporta a mi vida, los quiero mucho.
Familia y amigos	Por los momentos y ayuda brindada a través de mi vida.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por brindarme los conocimientos necesarios para desarrollarme como ingeniero.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi casa de estudios y formarme como un buen profesional.
Facultad de Ingeniería	En especial a todos los catedráticos, por transmitirme todos sus conocimientos que fueron necesarios para lograr esta importante meta en mi vida.
Ing. Oscar Argueta Hernández	Por ser mi guía y mentor en mi etapa de mi Ejercicio Profesional Supervisado.
Municipalidad de Zaragoza, Chimaltenango	Por el tiempo, conocimiento y amistad compartida, en especial a la Dirección de Planificación por permitirme realizar mi EPS.
Mis padres	Por ser ejemplo de lucha, dedicación, arduo trabajo y darme su apoyo para lograr alcanzar este nivel profesional.
Mis amigos	Alexis Oliva, Andrés Martínez, Byron Melgar, Edwin Fernández, Edgar Barrera, Julio García y Marco González, por su amistad sincera, y haber compartido momentos de éxitos y fracasos juntos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XI
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía del municipio de Zaragoza.....	1
1.1.1. Aspectos generales del municipio de Zaragoza, Chimaltenango.....	1
1.1.1.1. Origen del nombre.....	1
1.1.1.2. Ubicación y localización.....	2
1.1.1.3. Límites y colindancias.....	3
1.1.1.4. Topografía.....	4
1.1.1.5. Hidrografía.....	4
1.1.1.6. Clima.....	4
1.1.1.7. Población actual.....	5
1.1.2. Aspectos socioeconómicos.....	6
1.1.2.1. Actividad económica.....	6
1.1.2.2. Educación.....	6
1.1.2.3. Salud.....	7
1.1.2.4. Tipos de vivienda.....	7
1.1.3. Servicios básicos e infraestructura.....	7
1.1.3.1. Vías de acceso.....	7

1.1.3.2.	Turismo.....	8
1.1.3.3.	Agua potable.....	8
1.1.3.4.	Alcantarillado sanitario.....	8
1.1.3.5.	Otros servicios públicos.....	9
1.1.3.5.1.	Energía eléctrica.....	9
1.1.3.5.2.	Servicio telefónico.....	9
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	11
2.1.	Diseño de la red del sistema de agua potable para la aldea Joya Grande, Zaragoza, Chimaltenango	11
2.1.1.	Descripción del proyecto.....	11
2.1.2.	Tipo de fuente.....	12
2.1.3.	Aforo.....	12
2.1.4.	Calidad de agua.....	13
2.1.4.1.	Examen bacteriológico.....	13
2.1.4.2.	Análisis fisicoquímico.....	14
2.1.5.	Levantamiento topográfico.....	14
2.1.5.1.	Altimetría.....	15
2.1.5.2.	Planimetría.....	15
2.1.6.	Parámetros de diseño.....	16
2.1.7.	Período de diseño.....	16
2.1.8.	Dotación.....	17
2.1.9.	Estimación de la población futura.....	18
2.1.10.	Factores de consumo.....	19
2.1.10.1.	Factor de día máximo (FDM).....	19
2.1.10.2.	Factor de hora máximo (FHM).....	20
2.1.11.	Caudales de diseño.....	20
2.1.11.1.	Caudal medio diario.....	21
2.1.11.2.	Caudal máximo diario.....	22

2.1.11.3.	Caudal máximo horario.....	22
2.1.11.3.1.	Caudal de vivienda.....	23
2.1.12.	Velocidad.....	24
2.1.13.	Presión.....	25
2.1.14.	Captación.....	26
2.1.15.	Especificaciones de la línea de conducción.....	26
2.1.16.	Especificaciones del sistema de desinfección.....	26
2.1.17.	Especificaciones del tanque de almacenamiento.....	28
2.1.17.1.	Forma del tanque.....	29
2.1.17.2.	Volumen del tanque.....	29
2.1.18.	Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías.....	30
2.1.19.	Red de distribución.....	30
2.1.19.1.	Red primaria (red mixta).....	32
2.1.19.2.	Red secundaria (red abierta).....	32
2.1.20.	Método de Hardy Cross para circuitos cerrados (mallas).....	32
2.1.21.	Diseño de la red de distribución mixta (red primaria).....	34
2.1.22.	Diseño de la red de distribución abierta (red secundaria).....	54
2.1.23.	Sistema de desinfección.....	63
2.1.24.	Obras de arte.....	64
2.1.24.1.	Válvulas.....	65
2.1.24.2.	Conexiones prediales.....	65
2.1.25.	Propuesta de operación y mantenimiento.....	66
2.1.25.1.	Propuesta de tarifa.....	66
2.1.26.	Presupuesto del proyecto.....	67

2.1.27.	Cronograma de ejecución.....	74
2.1.28.	Evaluación socioeconómica.....	75
2.1.28.1.	Valor presente neto (VPN).....	75
2.1.28.2.	Tasa interna de retorno (TIR).....	77
2.1.29.	Evaluación de impacto ambiental.....	79
2.1.30.	Elaboración de planos.....	82
3.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	83
3.1.	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Agua Dulce, Zaragoza, Chimaltenango	83
3.1.1.	Descripción del proyecto.....	83
3.1.2.	Levantamiento topográfico.....	84
3.1.2.1.	Altimetría.....	84
3.1.2.2.	Planimetría.....	85
3.1.3.	Período de diseño.....	85
3.1.4.	Parámetros hidráulicos.....	85
3.1.4.1.	Velocidades de diseño recomendadas.....	85
3.1.4.2.	Pendientes.....	87
3.1.4.3.	Diámetros mínimos de tubería.....	87
3.1.4.4.	Tirante mínimo y máximo.....	88
3.1.4.5.	Profundidades mínimas de tubería.....	88
3.1.4.6.	Ancho de zanja.....	89
3.1.4.7.	Pozos de visita.....	90
3.1.4.8.	Cotas invert.....	91
3.1.4.9.	Disipador de energía.....	93
3.1.4.10.	Acometida domiciliar.....	94
3.1.5.	Localización de la descarga.....	94
3.1.6.	Parámetros de diseño.....	95

3.1.6.1.	Estimación de la población futura.....	95
3.1.6.2.	Factor de retorno.....	96
3.1.7.	Determinación del caudal sanitario.....	96
3.1.7.1.	Caudal domiciliar.....	97
3.1.7.2.	Caudal comercial.....	98
3.1.7.3.	Caudal industrial.....	98
3.1.7.4.	Caudal de conexiones ilícitas.....	99
3.1.7.5.	Caudal de infiltración.....	100
3.1.7.6.	Cálculo del caudal sanitario.....	101
3.1.8.	Determinación del caudal de diseño.....	101
3.1.8.1.	Factor de caudal medio.....	102
3.1.8.2.	Factor de Harmon.....	102
3.1.8.3.	Cálculo del caudal de diseño.....	103
3.1.9.	Fundamentos hidráulicos.....	103
3.1.9.1.	Ecuación de Manning.....	103
3.1.9.2.	Relación de diámetro y caudales.....	104
3.1.9.3.	Diseño de secciones y pendientes.....	105
3.1.9.4.	Relaciones hidráulicas.....	105
3.1.10.	Conexión domiciliar.....	106
3.1.11.	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario.....	107
3.1.12.	Tratamiento.....	112
3.1.13.	Propuesta de operación y mantenimiento.....	112
3.1.13.1.	Conexión domiciliar.....	112
3.1.13.2.	Línea central.....	114
3.1.13.3.	Pozos de visita.....	115
3.1.14.	Propuesta de tarifa.....	115
3.1.15.	Presupuesto del proyecto.....	116

3.1.16.	Cronograma de ejecución alcantarillado sanitario.....	122
3.1.17.	Evaluación socioeconómica.....	123
3.1.17.1.	Valor presente neto (VPN).....	123
3.1.17.2.	Tasa interna de retorno (TIR).....	125
3.1.18.	Evaluación de impacto ambiental.....	127
3.1.19.	Elaboración de planos.....	128
CONCLUSIONES		129
RECOMENDACIONES		131
BIBLIOGRAFÍA		133
APÉNDICES		135
ANEXOS		141

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación y localización del municipio de Zaragoza	3
2.	Tipos de tanque.....	29
3.	Distribución de agua potable en red mixta (nodos).....	35
4.	Distribución de agua potable en red mixta (tuberías).....	36
5.	Distribución de agua potable en red mixta (número de casas)	37
6.	Diagrama de distribución de caudal en el nodo A1 y A.....	39
7.	Distribución de agua potable en red abierta (nodos)	55
8.	Distribución de agua potable en red abierta (tuberías)	56
9.	Distribución de agua potable en red abierta (número de casas)	56
10.	Flujo de caja del valor presente neto redes de agua potable	76
11.	VPN y TIR.....	77
12.	Flujo de caja de tasa interna de retorno redes de agua potable	78
13.	Flujo de caja del valor presente neto alcantarillado sanitario.....	124
14.	Flujo de caja de la tasa interna de retorno alcantarillado sanitario.....	126

TABLAS

I.	Población del municipio de Zaragoza	5
II.	Aforo pozo aldea Joya Grande	13
III.	Período de diseño (INFOM)	16
IV.	Factor de día máximo (INFOM)	19
V.	Factor de hora máximo (INFOM).....	20
VI.	Velocidad (INFOM).....	24

VII.	Velocidad (fabricante).....	24
VIII.	Valores para diseño.....	38
IX.	Diámetros de la tubería utilizada en los tramos	42
X.	Pérdidas por fricción en las tuberías utilizadas en los tramos	44
XI.	Primera iteración método de Hardy Cross	45
XII.	Segunda iteración método de Hardy Cross	48
XIII.	Velocidades del diseño.....	50
XIV.	Presiones del diseño	53
XV.	Valores para diseño.....	57
XVI.	Diámetros de la tubería utilizada en los tramos	59
XVII.	Pérdidas por fricción en las tuberías utilizadas en los tramos	60
XVIII.	Velocidades del diseño.....	61
XIX.	Presiones del diseño	62
XX.	Propuesta de tarifa	67
XXI.	Porcentaje de prestaciones	68
XXII.	Porcentaje de gastos indirectos.....	69
XXIII.	Porcentaje de factor ayudante.....	69
XXIV.	Integración tubería PVC Ø 4" (160 PSI).....	71
XXV.	Integración caja de válvula de Ø 4"	72
XXVI.	Resumen del presupuesto de la red del sistema de agua potable ...	73
XXVII.	Cronograma de ejecución redes de agua potable.....	74
XXVIII.	Ingresos y egresos redes de agua potable	76
XXIX.	Valor presente neto para distintas tasas de interés redes de agua potable.....	79
XXX.	Clasificación taxativa del proyecto	82
XXXI.	Velocidades mínimas y máximas según tipo de tubería.....	86
XXXII.	Velocidades mínimas y máximas según fabricante.....	86
XXXIII.	Diámetros mínimos de tubería para alcantarillado sanitario según material.....	88

XXXIV.	Tirante mínimo y máximo de tubería para alcantarillado sanitario según materiales.....	88
XXXV.	Profundidad mínima tubería PVC.....	89
XXXVI.	Profundidad mínima tubería cemento	89
XXXVII.	Ancho de zanja.	89
XXXVIII.	Resumen de datos de diseño para el tramo PV6 - PV7	111
XXXIX.	Propuesta de tarifa alcantarillado sanitario.....	116
XL.	Pozo de visita tipo artesanal de 1,20 m a 2,00 m	119
XLI.	Tubería PVC Ø 6" junta rápida.....	120
XLII.	Resumen del presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario.....	121
XLIII.	Cronograma de ejecución alcantarillado sanitario	122
XLIV.	Ingresos y egresos alcantarillado sanitario.....	124
XLV.	Valor presente neto para distintas tasas de interés.....	127

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Q	Caudal a sección llena
q	Caudal a sección parcialmente llena
Q dis	Caudal de diseño
Q dom	Caudal domiciliar
Q Ind	Caudal industrial
Q med	Caudal medio
cm	Centímetro
C	Coeficiente de escorrentía
CTF	Cota final de terreno
CTI	Cota inicial de terreno
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
D	Diámetro de tubería
DH	Distancia horizontal
Dot	Dotación
Fqm	Factor de caudal medio
F.H.	Factor de Harmon
=	Igual a
I	Intensidad de lluvia
Lts./hab./día	Litros por habitante por día
L	Longitud de tubería
>	Mayor que
<	Menor que

m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m³/s	Metro cúbico por segundo
m/s	Metro por segundo
msnm	Metros sobre el nivel del mar
Núm. hab	Número de habitantes
S	Pendiente
Pe	Pendiente de entrada
Ps	Pendiente de salida
%	Por ciento
PV	Pozo de visita
q/Q	Relación de caudales
d/D	Relación de diámetros
v/V	Relación de velocidades
a/A	Relación de áreas
GI	Global
Hg	Hierro galvanizado
IVA	Impuesto al valor agregado
PSI	Libra por pulgada cuadrada (lb/plg ²)
Pu	Precio unitario en quetzales
P	Presión

GLOSARIO

Agua pluvial	Agua que se origina durante los fenómenos meteorológicos con precipitación.
Agua residual	Tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales.
AutoCAD	Software en programas de diseño, dibujo, modelado, dibujo arquitectónico e ingeniería en 2d y 3d.
Acometida domiciliar	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de una vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
Caudal	Volumen de agua por unidad de tiempo que en un punto observado, en un instante determinado fluye dentro de una tubería.
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo.
Colector	Tubería; generalmente de servicio público, que recibe y conduce las aguas indeseables de la población.

Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas residuales desde el interior de la vivienda hasta el frente de esta, donde se encuentra la candela.
Consumo	Cantidad de agua real que utiliza una persona.
Cota invert	Cota o altura de la parte inferior del tubo ya instalado.
Densidad de vivienda	Relación existente entre el número de habitantes por unidad de área.
Descarga	Lugar donde se desfogan las aguas residuales provenientes de un colector, las cuales pueden estar crudas o tratadas.
Ecuación de Manning	Ecuación utilizada para determinar la velocidad de un flujo a cielo abierto, relaciona la rugosidad de la superficie, la pendiente y el radio hidráulico de la sección.
Factor de caudal medio	Relación entre la suma de los caudales y los habitantes a servir.
Factor de Harmond	Factor de seguridad para las horas pico, está en relación con la población.
Factor de retorno	Porcentaje de agua potable que después de ser utilizada va al sistema de drenaje.

Factor de rugosidad	Factor que expresa que tan lisa es una superficie.
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
Intensidad de lluvia	Relación entre la precipitación pluvial y su duración.
INE	Instituto Nacional de Estadística de Guatemala.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
Período de diseño	Período de tiempo el cual el sistema prestará un servicio eficiente.
Pendiente	Inclinación respecto a una línea horizontal.
Tirante	Altura de las aguas residuales y pluviales dentro de un drenaje.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene el desarrollo de los proyectos realizados durante el Ejercicio Profesional Supervisado, el diseño de la red del sistema de agua potable para la aldea Joya Grande y el diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Agua Dulce, ambos proyectos localizados en el municipio de Zaragoza, departamento de Chimaltenango.

El informe se divide en tres capítulos importantes: en el primero se presenta la fase de investigación conteniendo monografía del municipio, sus aspectos históricos, localización geográfica, clima, división política, entre otros.

El segundo y tercer capítulo, denominado servicio técnico profesional, contiene el desarrollo del diseño de la red del sistema de agua potable y diseño del alcantarillado sanitario detallando: tipo de red a utilizar, normas bajo las que se diseñó, cálculos, presupuestos y cronogramas de ejecución que conlleva el diseño de los proyectos. Estos fueron seleccionados con base en un diagnóstico, decisiones de las autoridades municipales y población.

Por último se presentan las conclusiones, recomendaciones, planos y estudios de laboratorio realizados.

OBJETIVOS

General

Diseñar la red del sistema de agua potable para la aldea Joya Grande y el sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Agua Dulce, Zaragoza, departamento de Chimaltenango.

Específicos

1. Diseñar la red del sistema de agua potable por gravedad de la aldea Joya Grande con base en los fundamentos hidráulicos y estructurales de la ingeniería, siguiendo los lineamientos propuestos por el Instituto Nacional de Fomento (INFOM) y especificaciones del fabricante.
2. Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Agua Dulce con base en los teoremas hidráulicos y estructurales de la ingeniería, siguiendo los lineamientos propuestos por el Instituto Nacional de Fomento (INFOM) y especificaciones del fabricante.
3. Elaborar los planos de construcción, presupuesto, cronograma de ejecución física y financiera para cada uno de los proyectos presentados
4. Promover programas de capacitación dentro de las aldeas para lograr un adecuado mantenimiento de los proyectos a realizarse, para mantenerlos en buen estado y que cumplan su periodo de vida útil.

5. Desarrollar una guía para la operación y mantenimiento de los diferentes proyectos en coordinación con las autoridades municipales

INTRODUCCIÓN

En la mayoría de las aldeas de Guatemala, la cobertura de los servicios básicos es un problema común. La deficiencia en infraestructura, saneamiento, vías de comunicación, entre otros afectan a los municipios, siendo un mal presente en las comunidades de Zaragoza.

La aldea Joya Grande, es una de las más afectadas en el municipio de Zaragoza, por la falta de un sistema de agua potable en óptimas condiciones. Este problema lo vienen enfrentado los pobladores desde hace aproximadamente 30 años, reflejando un incremento en las enfermedades gastrointestinales en sus habitantes y deterioro de la tubería en gran escala, razón por la cual, el COCODE del lugar solicitó ante la municipalidad de Zaragoza, el mejoramiento del mismo.

El proyecto que se diseñó para solucionar el problema de la aldea Joya Grande cuenta con una longitud aproximada de 3 943 metros lineales de distribución de agua potable, por lo que se plantea, para mantener un orden y buena distribución de agua potable, crear una red primaria y una secundaria que permita conexiones domiciliarias de agua potable.

Por otra parte, la aldea Agua Dulce de igual forma ha sido un poblado descuidado a lo largo de los años. La desatención de sus necesidades básicas ha provocado que sus pobladores vivan en el subdesarrollo. Son varias y diversas las carencias y necesidades que tienen, pero una de las más relevantes es la falta de drenaje sanitario en sus calles. Esto provoca que las aguas negras corran a flor de tierra. En época lluviosa, es uno de los sectores que más inundaciones

sufre. Debido a estas razones, los vecinos solicitaron la construcción del sistema de alcantarillado sanitario para un sector de la aldea que refleja el problema.

El proyecto que se diseñó para solucionar el problema de la aldea Agua Dulce cuenta con una longitud de 2 514 metros lineales, aproximadamente desde el inicio de la aldea hasta el final de esta. En las cercanías se encuentra un terreno municipal a un costado del río Agua Dulce, en el cual contemplan las autoridades la construcción de una planta de tratamiento, para no afectar el área boscosa y la fuente de agua que se encuentra cercana al desfogue de las aguas residuales.

La Ingeniería Civil tiene como finalidad darle solución a las necesidades referentes a infraestructura, para promover y facilitar el desarrollo económico y social de las diferentes comunidades de la República de Guatemala. La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, da la oportunidad mediante el programa de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) para dar una solución técnica a los diversos problemas que las comunidades presentan y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Zaragoza

Se dará una descripción muy concisa sobre los aspectos sociales, físicos y ambientales del municipio en investigación.

1.1.1. Aspectos generales del municipio de Zaragoza, Chimaltenango

Se proporcionará una pequeña reseña sobre el origen del nombre, ubicación y localización, límites y colindancias, topografía, hidrografía, clima y población actual del municipio.

1.1.1.1. Origen del nombre

Zaragoza según la historia era un valle llamado *Chicaj*, luego fue conocido con el nombre de *Chicoj* o *Chixoc*, que en lengua kaqchikel quiere decir: Francisco Oj, quien era un cacique kaqchikel de reconocido mando, persona que era el dueño de estas tierras en la época precolonial. En 1711 se le conoció también, como el Valle de los Duraznos.

En 1761 vinieron a radicarse varias familias españolas al lugar, quienes designaron una comisión para gestionar al gobierno precedido por don Alfonso de Heredia, la creación oficial del pueblo, a lo cual accedió, nombrándole Valle de Nuestra Señora del Pilar de Heredia, sin embargo, muchos años después, por Acuerdo Gubernativo de 27 de enero de 1892, queda establecido el municipio de

Zaragoza, cuyo nombre se debe a que la mayoría de españoles radicados eran oriundos de la Villa de Zaragoza, España; entre los que se encontraba la princesa Zara, bella dama, distinguida e influyente, quien se empeñó en lograr que el municipio se llamara así.

Cabe mencionar que al promulgarse la Constitución Política del Estado de Guatemala, el 11 de octubre de 1825, se declaran los pueblos que integran el territorio, apareció entonces este municipio en el distrito núm. 8 (Sacatepéquez), dentro del circuito denominado Chimaltenango.

Por Decreto de la Asamblea Constituyente, el 12 de septiembre de 1839, este municipio queda dentro de la jurisdicción del departamento de Chimaltenango, hasta la fecha.

Por ahora se desconoce la fecha en que Zaragoza se erigió en municipio. El Acuerdo Gubernativo del 27 de enero de 1892 se restableció la municipalidad que había sido suprimida, aunque en el mismo se indica que ello sucedió en 1888, el Acuerdo Gubernativo de supresión no aparece en la recopilación de leyes, de los años de 1879 a 1891.

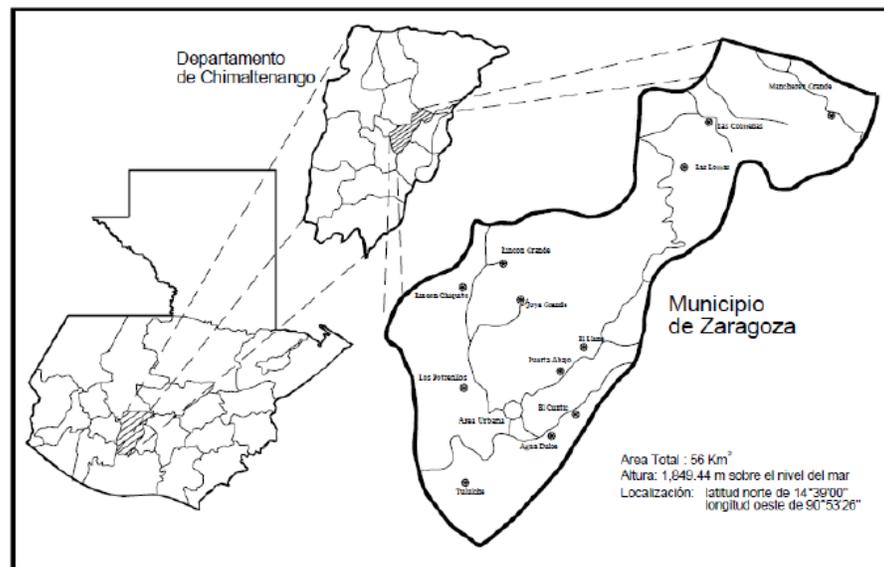
1.1.1.2. Ubicación y localización

El municipio de Zaragoza está situado en el centro del departamento de Chimaltenango (región V central), y se encuentra a 13 kilómetros de la cabecera departamental, y a 65,5 kilómetros de la ciudad capital.

Se localiza en una latitud norte de 14° 39' 00" y una longitud oeste de 90° 53' 26"; a una altura de 2 080 metros sobre el nivel del mar. Contando con una extensión territorial de 52 kilómetros cuadrados.

El municipio cuenta con dos ingresos, teniendo su principal acceso por la carretera Interamericana en el kilómetro 63,5; pasando por el pueblo la carretera que conduce a San Juan Comalapa. La segunda entrada se encuentra en el kilómetro 65. Posee vías de comunicación con todas sus comunidades, utilizables durante todo el año.

Figura 1. **Ubicación y localización del municipio de Zaragoza**



Fuente: Municipalidad de Zaragoza, departamento de Chimaltenango.

1.1.1.3. Límites y colindancias

El municipio de Zaragoza colinda de la siguiente forma:

- Norte: con Santa Cruz Balanyá y San Juan Comalapa
- Sur: con San Andrés Itzapa
- Este: con Chimaltenango
- Oeste: con Santa Cruz Balanyá y Patzicia

1.1.1.4. Topografía

La topografía se muestra accidentada, observándose diferentes cerros, barrancos y planicies

1.1.1.5. Hidrografía

Está constituido por los ríos Las Áreas, Balanyá, Blanco, Chicoy, Los Chilares, Coloyá, Las Nieves, Pachoj, Pixcavá, Sacsiguán, San Francisco, El Sitán, El Tránsito y de la Virgen, Xayá Pixcayá.

1.1.1.6. Clima

Según información de la estación meteorológica Santa Cruz Balanyá ubicada en el municipio de Santa Cruz Balanyá del departamento de Chimaltenango, se ubica a 14 kilómetros de distancia del municipio de Zaragoza, siendo la más cercana de las estaciones ubicadas en el departamento.

Con base de datos recabados desde 1990, se detallan los siguientes aspectos climáticos:

- Altitud: 2 080 msnm
- Temperatura media: 16,5 °C
- Temperatura máxima (promedio anual): 22,6 °C
- Temperatura mínima (promedio anual): 9,5 °C
- Temperatura máxima absoluta 32,8 °C
- Temperatura mínima absoluta: - 2,8 °C
- Humedad relativa: 77 %
- Velocidad del viento: 9,9 km/hora

1.1.1.7. Población actual

Según datos de la Municipalidad de Zaragoza, Chimaltenango, la población actual del municipio se acerca a 28 220 habitantes en total, con 13 753 habitantes del género masculino, 14 467 habitantes del género femenino y con una tasa de crecimiento del 2,5 % anual. En la tabla I se muestra la distribución de la población por centros poblados existentes.

Tabla I. Población del municipio de Zaragoza

Localidad	Sub-Total		Total
	M	F	
Zaragoza	6 123	6 446	12 569
Tululche	305	320	625
Potreros	249	261	510
Las Lomas	1 985	2 089	4 074
Las Colmenas	275	290	565
Rincón Grande	593	623	1 216
Rincón Chiquito	565	596	1 161
Joya Grande	896	942	1 838
Puerta Abajo	346	362	708
El Llano	702	739	1 441
Nueva Esperanza	305	321	626
El Cuntic	207	218	425
Agua Dulce	593	624	1 217
29 de Diciembre	332	347	679
Mancheren	142	148	290
Piero Morari	135	141	276
Total	13 753	14 467	28 220

Fuente: Municipalidad de Zaragoza, Chimaltenango.

1.1.2. Aspectos socioeconómicos

Se proporcionará una pequeña reseña sobre la actividad económica, educación, salud y tipos de vivienda actual del municipio.

1.1.2.1. Actividad económica

Los habitantes de las aldeas Joya Grande y Agua Dulce se dedican, esencialmente, a la agricultura. El eje principal de la economía es la siembra de: fresa, mora, claveles y rosas para la exportación. Los productos de mayor cultivo son: maíz, frijol y haba. También puede mencionarse el cultivo de hortalizas, tales como: brócoli, repollo, coliflor, cebollín y papa. Existe también, artesanos que se dedican a la elaboración de sombreros de palma, vainas para machetes, cinchos, monturas y otros artículos de cuero.

1.1.2.2. Educación

La aldea Joya Grande cuenta con escuela pública de un nivel, está destinada para educación primaria en jornada matutina. La aldea Agua Dulce también cuenta con escuela pública de un nivel para educación primaria en jornada matutina.

Las escuelas de estas aldeas han sido construidas recientemente y las condiciones de las mismas son óptimas para que los niños reciban clases en un ambiente adecuado.

1.1.2.3. Salud

En la aldea Joya Grande se cuenta con centro de salud que se ubica a 200 metros de la escuela de educación primaria, el cual funciona cinco días a la semana. La aldea Agua Dulce también cuenta con centro de salud que se ubica en el centro de la aldea y que presta el servicio cinco días a la semana.

1.1.2.4. Tipos de vivienda

En el área urbana del municipio se puede observar la tendencia de las construcciones con paredes de mampostería de block o ladrillo, existiendo en un pequeño porcentaje, todavía la utilización de mampostería de adobe, variando sus techos de lámina, teja y losa de concreto,

En el área rural se encuentra que el porcentaje de las casas con paredes de mampostería de block igual a las de adobe, pero la tendencia es la eliminación de las casas con paredes de mampostería de adobe por la de block.

1.1.3. Servicios básicos e infraestructura

Se proporcionará una pequeña reseña sobre las vías de acceso, turismo, agua potable y alcantarillado sanitario actual del municipio.

1.1.3.1. Vías de acceso

El municipio de Zaragoza se encuentra a continuación de la cabecera departamental de Chimaltenango, en el kilómetro 65,5 de la carretera CA1 Occidente. Como dato interesante el municipio sirve como acceso hacia el municipio de San Juan Comalapa, también del departamento de Chimaltenango.

La aldea Joya Grande se encuentra en el kilómetro 67,5 camino hacia el municipio de San Juan Comalapa.

La aldea Agua Dulce se encuentra en el kilómetro 65,5 de la carretera CA1 Occidente frente a la entrada principal del casco urbano.

1.1.3.2. Turismo

La cabecera municipal cuenta con un turicentro llamado Palocón, que tiene áreas verdes, canchas deportivas, ranchos, churrasqueras, dos piscinas y vestidores. Además se cuenta con el balneario Villa Alcázar, el cual está ubicado cerca de la gasolinera a las afueras del pueblo sobre la carretera CA1 Occidente.

Existen varios balnearios naturales que sirven como centros de recreación y turismo, entre los cuales pueden mencionarse: Cataratas el Salto, La Ladrillera, El Encanto, Los Jutes y Palocón.

1.1.3.3. Agua potable

El abastecimiento de agua en el área rural se hace por medio de varios manantiales y varios pozos de agua que son distribuidos a la población por medio de diferentes ramales, con deficiencias en su operación. Actualmente se realiza la introducción del uso de los contadores para el cobro del servicio.

1.1.3.4. Alcantarillado sanitario

Para el área rural se presta el servicio al 50 % de los hogares, con el inconveniente que los sistemas de alcantarillado existentes no cuenta con una planta de tratamiento para la disposición final de las aguas residuales producidas

por la población, éste problema para unas aldeas y para otras es la falta del sistema de alcantarillado sanitario en su totalidad.

1.1.3.5. Otros servicios públicos

Se proporcionara una pequeña reseña sobre la energía eléctrica y servicio telefónico actual del municipio.

1.1.3.5.1. Energía eléctrica

Se cuenta con una red de distribución general para el área urbana, cubriendo al 85 % de las viviendas, y para el interior del municipio se cubre cerca del 70 % del total de las viviendas, con diferentes sistemas.

1.1.3.5.2. Servicio telefónico

En el área rural aproximadamente un 60 % de la población cuenta con servicio telefónico en sus hogares. También existe la alternativa de telefonía móvil, la cual es brindada por varias empresas privadas. En el 2017 fueron instalados varios teléfonos públicos monederos.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de la red del sistema de agua potable para la aldea Joya Grande, Zaragoza, Chimaltenango

El diseño de la red del sistema de agua potable cuenta con las siguientes partes:

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consistirá en diseñar la red del sistema de agua potable para la aldea Joya Grande, Zaragoza, departamento de Chimaltenango, ya que la red existente culminó hace varios años su período de diseño, y ya no satisface las necesidades de varios hogares, además de presentar fugas en diversas partes de la misma. La propuesta está conformada por una red mixta, distribuidos en 7 circuitos cerrados con ramales abiertos distribuidos en cada uno de los circuitos. También está conformada por una red secundaria diseñada como red abierta, la cual va a cubrir las necesidades de la parte más alta de la aldea. El sistema de agua potable de la aldea Joya Grande cuenta con su pozo y su respectivo tanque de distribución.

La tubería de la red principal oscilará entre 1 a 4 pulgadas de diámetro, de PVC de 160 PSI y algunos tramos que se utilizó tubería de $\frac{3}{4}$ de pulgada de diámetro de PVC de 250 PSI, ésto por el motivo de aumentar la velocidad debido a la poca cantidad de viviendas en esos tramos.

La red secundaria oscilará entre 1 ¼ a 3 pulgadas de diámetro de PVC de 160 PSI; está formada por una red convencional de ramales abiertos, en las cuales se harán las conexiones domiciliarias, para abastecer a la población del sector.

Las conexiones domiciliarias para la red principal y secundaria se usará tubería de ½ pulgada de diámetro de 315 PSI de cloruro de polivinilo (PVC). Se incorporará un tratamiento a base de hipoclorito de calcio para cumplir los requisitos sanitarios establecidos en el país, por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

2.1.2. Tipo de fuente

El sistema de agua potable existente en la aldea Joya Grande cuenta con un pozo mecánico desde el 2014, el cual abastece el tanque de distribución por bombeo. Cabe mencionar que el tiempo de bombeo utilizado actualmente por el comité de agua potable de la aldea es de 4 horas.

2.1.3. Aforo

El aforo de una fuente es la medición de su caudal. Para el diseño de un sistema de agua potable, el aforo es una de las partes más importantes, ya que este indicará si la fuente de agua provee el suficiente caudal para abastecer a toda la población planificada a futuro en el diseño.

El pozo de la aldea Joya Grande provee el caudal necesario para el abastecimiento a población futura estimada, presentando el siguiente caudal:

Tabla II. **Aforo pozo aldea Joya Grande**

Pozo	Caudal
Pozo aldea Joya Grande	8,833 l/s
Tubería instalada en la conducción	4 plg

Fuente: Municipalidad de Zaragoza.

Cabe mencionar que la perforación y el aforo del pozo mecánico de la aldea Joya Grande lo realizó la empresa hidrobombas, ubicada en la 1 calle 5-76 zona 1 Chimaltenango. La perforación tuvo una profundidad de 640 pies.

2.1.4. Calidad de agua

Es un dato esencial para realizar el diseño, ya que el agua que sea de mala calidad debe de ser sometida a un tratamiento previo al consumo humano. La calidad del agua depende de factores fisicoquímicos y bacteriológicos que deben cumplir con ciertos parámetros que permitan beberla y destinarla a otros usos, sin que presente riesgos a la salud de los consumidores. Se deberá realizar el análisis de la fuente que se utilizará para abastecer de agua a la población, para establecer el tratamiento que se le dará al agua a distribuir, para la determinación de las características, se toma como referencia la norma de agua potable, COGUANOR NGO 29 001. Los resultados de este estudio se deben detallar en un certificado firmado por un profesional colegiado (ver anexo 1).

2.1.4.1. Examen bacteriológico

Es importante determinar las condiciones bacteriológicas del agua, desde el punto de vista sanitario. Los gérmenes patógenos de origen entérico y parásito intestinal son los que pueden transmitir enfermedades, por lo que el agua debe

de estar exenta de ellos. Este estudio se realizó en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería.

2.1.4.2. Análisis fisicoquímico

Desde el punto de vista físico, este análisis permite determinar las características que se perciben por los sentidos y que causan la aceptación o rechazo del agua por parte del consumidor, entre estas se pueden mencionar los siguientes aspectos: color, sabor, olor y temperatura; además, se determina el potencial de hidrógeno (pH) y la turbiedad. En este análisis se conoce la intensidad de condiciones ácidas o alcalinas; y cuando las aguas contienen materia en suspensión. Desde el punto de vista químico permite determinar la cantidad de materia orgánica y minerales presentes en el agua, que afectan la calidad de agua, cuyas concentraciones deben permanecer dentro de los límites establecidos para evitar efectos negativos en la salud. Entre las sustancias químicas que afectan la potabilidad del agua se encuentra: nitritos, nitratos, amoníaco, manganeso, cloruros, fluoruros, sulfatos, hierro, sólidos existentes y dureza del agua. Este estudio, al igual que el anterior, se realizó en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería.

2.1.5. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó para determinar la posición y elevación de puntos de relevancia para el proyecto de agua potable. El levantamiento topográfico para la red de agua potable contiene las dos acciones principales de la topografía, las cuales son:

- Planimetría
- Altimetría

Para el trabajo de topografía se utilizó el siguiente equipo:

- Estación total marca Nikon DTM 322
- Trípode
- 2 prismas
- 2 estadales
- Estacas
- Clavos de lámina
- Pintura para tráfico

2.1.5.1. Altimetría

La altimetría es la rama de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o cota de cada punto respecto de un plano de referencia.

Esta se realizó por medio de nivelación compuesta, la cual consiste en medir la diferencia de niveles entre dos puntos.

2.1.5.2. Planimetría

Planimetría es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles interesantes del terreno sobre una superficie plana.

Para el levantamiento topográfico se utilizó el método de conservación de azimut, con vuelta de campana.

2.1.6. Parámetros de diseño

Son factores que al momento de diseñar se deben tomar en cuenta y verificar que cumplan con lo establecido por las normas de diseño o especificaciones del fabricante, de tal manera que el sistema funcione eficientemente en el período de vida útil estimado.

2.1.7. Período de diseño

Es el tiempo que se considera que la red del sistema de agua potable funcionará de forma eficiente, cumpliendo los parámetros para los que ha sido diseñado. El Instituto de Fomento Municipal (INFOM) a través de su norma recomienda los siguientes períodos de diseño.

Tabla III. **Período de diseño (INFOM)**

Obra	Años de Diseño
Civiles	20
Equipos mecánicos	5 a 10

Fuente: Instituto de Fomento Municipal.

El período de diseño adoptado para el diseño de la red de agua potable primaria y secundaria fue de 20 años, más un año considerando el tiempo para la gestión respectiva de obtención financiera y el tiempo de ejecución del proyecto, para hacer un total de 21 años de período de diseño.

2.1.8. Dotación

Es una cantidad de agua asignada a un habitante en un día en una población. Se expresa en litros por habitante por día: l / habitante / día. Para la elección adecuada de la dotación deberán tomarse en cuenta los factores siguientes:

- Clima
- Abastecimiento privado
- Calidad y cantidad de agua
- Presiones
- Nivel de vida
- Servicios comunales o públicos
- Medición
- Actividades productivas
- Facilidad de drenaje
- Administración del sistema

Si los hubiera deberán tomarse en cuenta estudios de demanda de la población o poblaciones similares.

Debido a que no se cuenta con esta información se tomarán los valores detallados en la Guía de Normas Sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del INFOM:

- Servicio a base de llena cántaros exclusivamente: 30 a 60 litros por habitante por día.
- Servicio mixto de llena cántaros y conexiones prediales: 60 a 90 litros por habitante por día.

- Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda: 60 a 120 litros por habitante por día.
- Servicio de conexiones intradomiciliares con opción a varios grifos por vivienda de 90 a 170 litros por habitante por día.
- Servicio de pozo excavado o hincado con bomba manual mínimo 20 litros por habitante por día.
- Servicio de aljibes 20 litros por habitante por día.

Para este proyecto se adoptó la dotación de 100 litros / habitante / día, tanto para la red primaria como para la red secundaria.

2.1.9. Estimación de la población futura

La proyección de población futura es un parámetro básico a considerar y depende de características sociales, culturales y económicas de los habitantes.

Para calcular la población futura del presente proyecto se usará el método Geométrico, tanto para la red primaria como la red secundaria:

$$Pf = Po * (1 + r)^n$$

Donde:

Pf = población futura de habitantes

Po = población inicial de habitantes = 2 345 habitantes (red primaria)
265 habitantes (red secundaria)

r = tasa de crecimiento poblacional = 2,50 %

n = período de diseño en años = 21 años

$$P_f = 2\,345 * (1 + 0,0250)^{21} = 3\,939 \text{ habitantes (red primaria)}$$

$$P_f = 265 * (1 + 0,0250)^{21} = 446 \text{ habitantes (red secundaria)}$$

2.1.10. Factores de consumo

Se sabe que el consumo de agua no es uniforme en todas las horas del día, se puede ver como ejemplo que en horario nocturno va disminuyendo el consumo que pasa de ser grande a casi nulo y al transcurrir las horas del día se va modificando el valor de consumo, hasta que cierta hora del día el consumo alcanza el valor máximo. En poblaciones pequeñas los cambios son más frecuentes, es decir, que a mayor población corresponde un factor de menor valor y viceversa, entre estos factores están los siguientes:

2.1.10.1. Factor de día máximo (FDM)

Este define como la relación que existe entre el valor de consumo máximo diario registrado en un año y el consumo diario relativo a ese año. Según la Guía de Normas Sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), se tiene los siguientes parámetros

Tabla IV. **Factor de día máximo (INFOM)**

Poblaciones	FDM
Mayores a 1000	1,2
Menores a 1000	1,2 a 1,5

Fuente: Instituto de Fomento Municipal.

Para este proyecto se adoptó el FDM de 1,2 para la red primaria y 1,5 para la red secundaria.

2.1.10.2. Factor de hora máximo (FHM)

Este se define como la relación que durante el día hay horas en que los consumos son máximos, debido al uso simultáneo del servicio por parte de la mayoría de habitantes de una comunidad.

Según la Guía de Normas Sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del INFOM, se tiene los siguientes parámetros:

Tabla V. **Factor de hora máximo (INFOM)**

Poblaciones	FHM
Mayores a 1 000	2
Menores a 1 000	2 a 3

Fuente: Instituto de Fomento Municipal.

Para este proyecto se adoptó el FHM de 2 para la red primaria y 3 para la red secundaria.

2.1.11. Caudales de diseño

Los caudales de diseño son los consumos de agua requeridos por la población que se va a abastecer en un sistema de agua potable, los caudales utilizados son:

2.1.11.1. Caudal medio diario

Es la cantidad de agua que consume la población durante un día, la cual se obtiene como promedio de los consumos diarios durante un año; se calcula en función de la población futura a servir. El caudal medio diario para este proyecto, se calculó por medio de la expresión formulada en la Guía de Normas Sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del INFOM, la cual es la siguiente:

$$Q_{med} = \frac{Dot * Pf}{86\ 400}$$

Donde:

- Q_{med} = caudal medio diario (lts/seg)
 Dot = dotación (lts/hab/día)
 P_f = población futura

Calculando el caudal medio para la población futura de la red primaria y secundaria.

$$Q_{med} = \frac{100\ l/hab/dia * 3\ 939\ hab}{86\ 400\ seg} = 4,559\ l/s\ \text{(red primaria)}$$

$$Q_{med} = \frac{100\ l/hab/dia * 446\ hab}{86\ 400\ seg} = 0,516\ l/s\ \text{(red secundaria)}$$

2.1.11.2. Caudal máximo diario

Es el caudal de conducción máximo producido en un día durante un período de observación de un año, ya que es utilizado para diseñar la línea de conducción de un proyecto. Se define como el máximo consumo de agua durante 24 horas, observado en el período de años. Cuando no se cuente con información, se puede calcular lo establecido en la Guía de Normas Sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del INFOM, la cual es la siguiente:

$$Q_{MD} = Q_{med} * FDM$$

Donde:

Q_{MD} = consumo máximo diario o caudal de conducción
 Q_{med} = consumo medio diario o caudal medio
 FDM = factor día máximo

Debido a que la línea de conducción existente en la aldea Joya Grande es reciente, no se plantea modificarla, ya que funciona adecuadamente y no ha cumplido su vida útil para el que fue diseñado.

2.1.11.3. Caudal máximo horario

Es el caudal de distribución, ya que es utilizado para el diseño hidráulico de la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en un período de observación de un año.

El caudal máximo horario para este proyecto, se calculó por medio de la expresión formulada en la Guía de Normas Sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del INFOM, la cual es la siguiente:

$$Q_{MH} = Q_{med} * FHM$$

Donde:

Q_{MH} = consumo máximo horario o caudal de distribución

Q_{med} = consumo medio diario

FHM = factor hora máximo

El FHM utilizado es de 2, debido a que la población es mayor a 1 000 habitantes para la red primaria y FHM para la red secundaria es de 3, debido a que la población es menor de 1 000.

$$Q_{MH} = 4,559 \text{ l/s} * 2 = 9,118 \text{ l/s (red primaria)}$$

$$Q_{MH} = 0,516 \text{ l/s} * 3 = 1,594 \text{ l/s (red secundaria)}$$

2.1.11.3.1. Caudal de vivienda

Es la cantidad estimada de agua para el consumo de los habitantes de una vivienda. Se calcula dividiendo el caudal máximo horario dentro del total de viviendas que abastecerá el proyecto.

$$QV = Q_{MH} / \text{total de viviendas del proyecto}$$

$$QV = (9,118 \text{ l/s}) / (469 \text{ viviendas}) = 0,019 \text{ l/s (red primaria)}$$

$$QV = (1,594 \text{ l/s}) / (53 \text{ viviendas}) = 0,029 \text{ l/s (red secundaria)}$$

2.1.12. Velocidad

De conformidad a la Guía de Normas Sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del INFOM, se adoptarán las velocidades de diseño:

Tabla VI. **Velocidad (INFOM)**

Tipo	Vel. Mínima	Vel. Máxima
Conducción	0,4 m/s	3 m/s
Distribución	0,6 m/s	3 m/s

Fuente: Instituto de Fomento Municipal.

Por especificaciones de diseño del fabricante se adoptó en unos tramos velocidad mínima de 0,40 m/s debido a que el material a utilizar es pvc, por lo que la fricción entre el agua y material es mínima. Cabe mencionar que en tramos donde actualmente hay pocas viviendas (callejones) de la red primaria no se pudo cumplir con el mínimo de la velocidad recomendada, pero a futuro estará cumpliendo el diseño satisfactoriamente.

Tabla VII. **Velocidad (fabricante)**

Tipo	Vel. Mínima	Vel. Máxima
Distribución	0,4 l/s	3 m/s

Fuente: NOVAFORT Y NOVALOC. *Manual de diseño.*

2.1.13. Presión

Existen dos tipos de presiones: dinámica y estática.

Presión dinámica: presión que ejerce un flujo cuando existe consumo en la red. Cuando hay movimiento, la presión estática modifica su valor y disminuye por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería. Lo que era altura de carga estática, ahora se convierte en altura de presión más pequeña, debido al consumo de presión que se llama pérdida de carga. La energía consumida o pérdida de carga varía con respecto a la velocidad del agua y en proporción inversa al diámetro de la tubería.

Las presiones en la conducción no deben exceder a la presión de trabajo de las tuberías. En la distribución la presión de servicio debe estar en el rango de 10 a 60 metros columna de agua (mca).

Presión estática: presión que ejerce un fluido cuando no existe consumo en la red generalmente en horas de la noche. Es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua en el recipiente. La presión hidrostática o estática máxima será de 60 metros columna de agua (mca).

En el diseño de la red primaria y secundaria se mantuvo dentro del rango de las presiones, cumpliendo satisfactoriamente.

2.1.14. Captación

La captación es la obra que recolecta el agua proporcionada por la fuente. El diseño está en función del tipo de fuente a utilizar, las fuentes pueden ser de dos orígenes, agua subterránea y de origen superficial.

Para este proyecto la captación será de agua subterránea a través de un pozo mecánico, el pozo a utilizarse es el de la aldea Joya Grande, el cual su construcción fue en el año 2014 por la empresa hidrobombas, teniendo un aforo de 140 GPM (8,83 l/s) y cumple con el caudal requerido en este diseño.

2.1.15. Especificaciones de la línea de conducción

La conducción es la tubería que transporta el caudal de día máximo, desde la captación hasta el tanque de almacenamiento, la tubería debe ser capaz de resistir la máxima presión a la que va a ser sometida. La línea de conducción puede funcionar de dos formas: por gravedad o por bombeo. El funcionamiento depende de la ubicación geográfica de la fuente de abastecimiento y la del tanque de almacenamiento.

Para este proyecto la fuente de abastecimiento se encuentra en un punto más bajo que el tanque de almacenamiento, por lo que funciona por medio de bombeo. La línea de conducción fue instalada en el 2014 y no será modificada debido a que funciona adecuadamente.

2.1.16. Especificaciones del sistema de desinfección

El requisito sanitario mínimo que debe dársele al agua, con el fin de entregarla libre de organismos patógenos es la desinfección. Antes de tomar una

decisión acerca de qué tratamiento se le dará a la misma, deben realizarse exámenes bacteriológicos precisos, con el fin de determinar las concentraciones de los diferentes parámetros físicos y químicos. Para la desinfección del agua potable, pueden ser utilizados los siguientes procedimientos:

Desinfección por rayos ultravioleta: se hace pasar el agua en capas delgadas debajo de lámparas ultravioleta. Para que la desinfección sea efectiva, el agua debe ser de muy baja turbiedad, lo cual limita la aplicación y adicionalmente no se obtiene una desinfección posterior.

Desinfección por medio de ozono: el empleo de ozono como desinfectante es un sistema muy efectivo y de uso generalizado en Europa. El sistema de ozonificación consiste básicamente en una elevación de voltaje que, al producir chispas y entrar estas en contacto con el oxígeno, producen ozono.

Desinfección por medio de cloro (cloración): este procedimiento es bastante efectivo y es de uso generalizado en Estados Unidos de Norte América y en América Latina. Además, es un sistema de desinfección más económico que los métodos anteriores. Para que el cloro actúe efectivamente, se debe dejar un tiempo de contacto del cloro con el agua, preferentemente de 15 a 20 minutos como mínimo. Existen diferentes tipos de desinfección a través del cloro, como: cloro gaseoso, hipocloritos de sodio, calcio y dióxido de cloro. El cloro gaseoso, el hipoclorito de sodio, el hipoclorito de calcio y el dióxido de cloro son especialmente convenientes como desinfectantes del agua potable.

En Guatemala, el más usado es la cloración, ya que por mucho tiempo se ha probado que el cloro es un agente confiable para una desinfección segura.

El sistema de cloración propuesto para el proyecto tendrá como finalidad proporcionar una solución de hipoclorito de calcio al tanque de distribución de agua potable para la aldea Joya Grande del municipio de Zaragoza, para mantener la potabilidad del agua siendo seguro y confiable su consumo.

2.1.17. Especificaciones del tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento tiene como fin primordial almacenar agua, que permita cubrir las variaciones horarias de consumo, debido a que el consumo no es constante y varía según el horario, almacenando agua durante las horas de bajo consumo y proporcionando los gastos requeridos a lo largo del día.

Para diseñar un tanque de almacenamiento o distribución, debe tenerse presentes los elementos de su funcionalidad, que se rigen básicamente por:

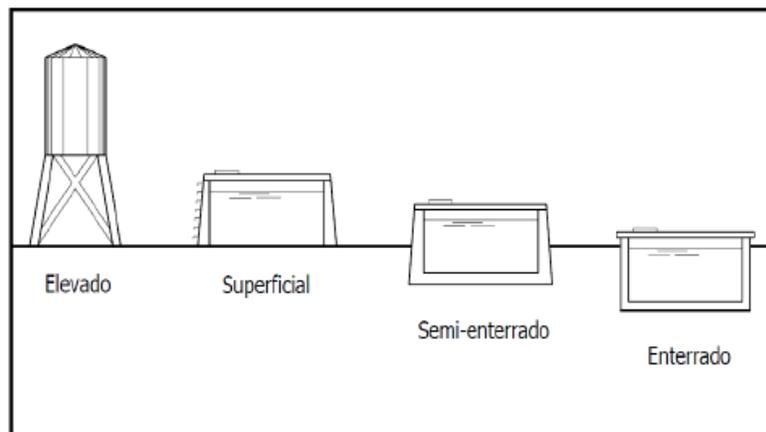
- Tener capacidad de regular las variaciones horarias del consumo o demanda, considerando la capacidad de producción de la fuente.
- Las dimensiones del predio donde se ubicará.
- Tipo de suelo y condiciones de anegabilidad.
- Conocer la capacidad de soporte del suelo donde se cimentará.
- Ventilación tubería de 2 pulgadas como mínimo.

Para determinar el tipo de tanque a utilizar se deben determinar las presiones de servicio y su diferencia de altura con la ubicación del tanque en relación a las viviendas, para analizar si afecta su altimetría. La función que tiene el tanque de almacenamiento es la siguiente:

- Compensar las variaciones horarias en el consumo de agua en la población.

- Mantener reserva de agua para suplir la demanda en caso de interrupción del bombeo, o mantenimiento de la línea de conducción o cualquier otro motivo.

Figura 2. Tipos de tanque



AGUILAR CHURUMÍA, Lester. *Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para el área urbana del municipio de Zaragoza, departamento de Chimaltenango*. p. 39.

2.1.17.1. Forma del tanque

El tanque actual en la aldea Joya Grande del municipio de Zaragoza es un tanque elevado, la estructura del tanque es de acero Norma AST A-36 y soldadura E60XX.

2.1.17.2. Volumen del tanque

El volumen del tanque de almacenamiento en la aldea Joya Grande del municipio de Zaragoza es de 105,05 metros cúbicos.

2.1.18. Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías

Pérdida de carga: es la pérdida por un paso unitario de agua a causa de la resistencia superficial dentro del conducto (tubería), energía mecánica que es convertida en energía térmica irrecuperable. Las pérdidas de carga se obtienen a través de la fórmula de Hazen-Williams.

$$H_f = \frac{1\,733,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$

Donde:

- H_f = pérdida de carga (m)
- Q = caudal en la tubería (l/s)
- L = longitud de tubería (m)
- D = diámetro (in)
- C = coeficiente de rugosidad de la tubería

Coeficiente de fricción (C): es el valor de la resistencia que ofrece la superficie interna de una tubería a la circulación de un líquido, este coeficiente para tubería de PVC tiene un valor de 150.

Para el diseño propuesto se utilizó el diámetro interno de la tubería, ya que representa el valor real, pero no el valor del diámetro comercial.

2.1.19. Red de distribución

Es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de almacenamiento, hasta las tomas domiciliarias. Su finalidad es

proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como el extinguir incendios. Existen varios tipos en que pueden formarse una red de distribución, las más comunes son:

- **Ramificada:** consiste en una conducción principal de la que derivan tuberías secundarias de las que parten otras tuberías de tercer o cuarto orden, cada vez de menor diámetro, semejante a las ramas de un árbol.
- **Malla:** la conducción del agua se hace a través de tuberías unidas formando circuitos cerrados y el agua puede llegar a un punto determinado por varios lados.
- **Mixta:** se refiere a que estará formada por circuitos abiertos y cerrados.

La elección del sistema idóneo y funcional, dependerá de las características urbanísticas del lugar, ubicación del tanque, entre otros. Desde el punto de vista hidráulico se recomienda optar por la red de mallas; ya que representa una mayor eficiencia y garantía de servicio.

La urbanización de la aldea Joya Grande, llena los requisitos para diseñar dos redes de distribución, una mixta (primaria) para la parte central de la aldea y una red de distribución ramificada (secundaria) para el sector más alejado y con mayor altura de la aldea, por lo tanto, se implementará ambos diseños en la aldea.

2.1.19.1. Red primaria (red mixta)

La red primaria está conformada por siete mallas y cada una de ellas tiene un promedio de dos a cuatro ramales abiertos, los cuales son callejones con un número bajo de viviendas. La función de las mallas es conducir el agua por de las líneas principales y alimentar a los ramales abiertos cumpliendo en la medida de lo posible con las presiones y velocidades. Esta red se calcula por medio del método Hardy Cross para los circuitos cerrados (mallas) y estableciendo como puntos de consumo a los ramales abiertos.

2.1.19.2. Red secundaria (red abierta)

La red secundaria se diseñará como ramales abiertos (ramificada) debido a que ese sector de la aldea se encuentra en la parte más alta de la misma y no se pudo diseñar junto con la red primaria, por la motivo se tomó la decisión de diseñar por aparte una nueva red de distribución que saldrá desde el tanque de distribución recorriendo la calle principal de la aldea.

2.1.20. Método de Hardy Cross para circuitos cerrados (mallas)

Este es un proceso de tanteos directos. Los ajustes hechos sobre los valores previamente admitidos o adoptados son calculados y por lo tanto, controlados. La convergencia de los errores es rápida, obteniéndose casi siempre una precisión satisfactoria en los resultados, después de tres iteraciones solamente, al exceder demasiadas iteraciones deben verificarse los datos propuestos, ya que puede existir error en algún planteamiento realizado.

El método se fundamenta en el cumplimiento de dos leyes:

- La suma algebraica de los caudales en un nudo, debe ser igual a cero, es decir el caudal que entra debe ser igual al caudal que sale o se consume ($\sum Q_e = \sum Q_s$).
- La conservación de energía en los circuitos, de tal forma que la suma algebraica de las pérdidas de energía, en los tramos conforma un anillo cerrado, debe ser igual a cero.

Esta última ley difícilmente se cumple, por lo que con el método de Hardy Cross únicamente se corrigen los caudales que circulan en cada circuito.

A continuación se presenta las fases de trabajo y criterios usados, para la determinación de los circuitos cerrados, para que se aplique el método de Hardy Cross al diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable.

- Fijar los puntos de consumo y determinar los caudales.
- Distribuir los caudales.
- Fijar los diámetros de las tuberías para los diferentes tramos de los circuitos. Es recomendable, cuando no se tiene experiencia, determinar los mismos, a través de la aplicación de la ecuación de Hazen & Williams, equiparando la pérdida de carga a la diferencia de altura entre cotas de cada nodo, aproximando el resultado al diámetro comercial más próximo o al diámetro mínimo.
- A través de la ecuación de Hazen & Williams, calcular la pérdida en cada tramo.
- Calcular la relación H_f/Q en cada tramo
- Efectuar las sumatorias
- Calcular el valor de corrección Δ para cada tramo, la Organización Panamericana de la Salud recomienda que sea $|\Delta| < 0,01 \cdot Q_e$.
- De no chequear el valor Δ calcular el nuevo caudal.

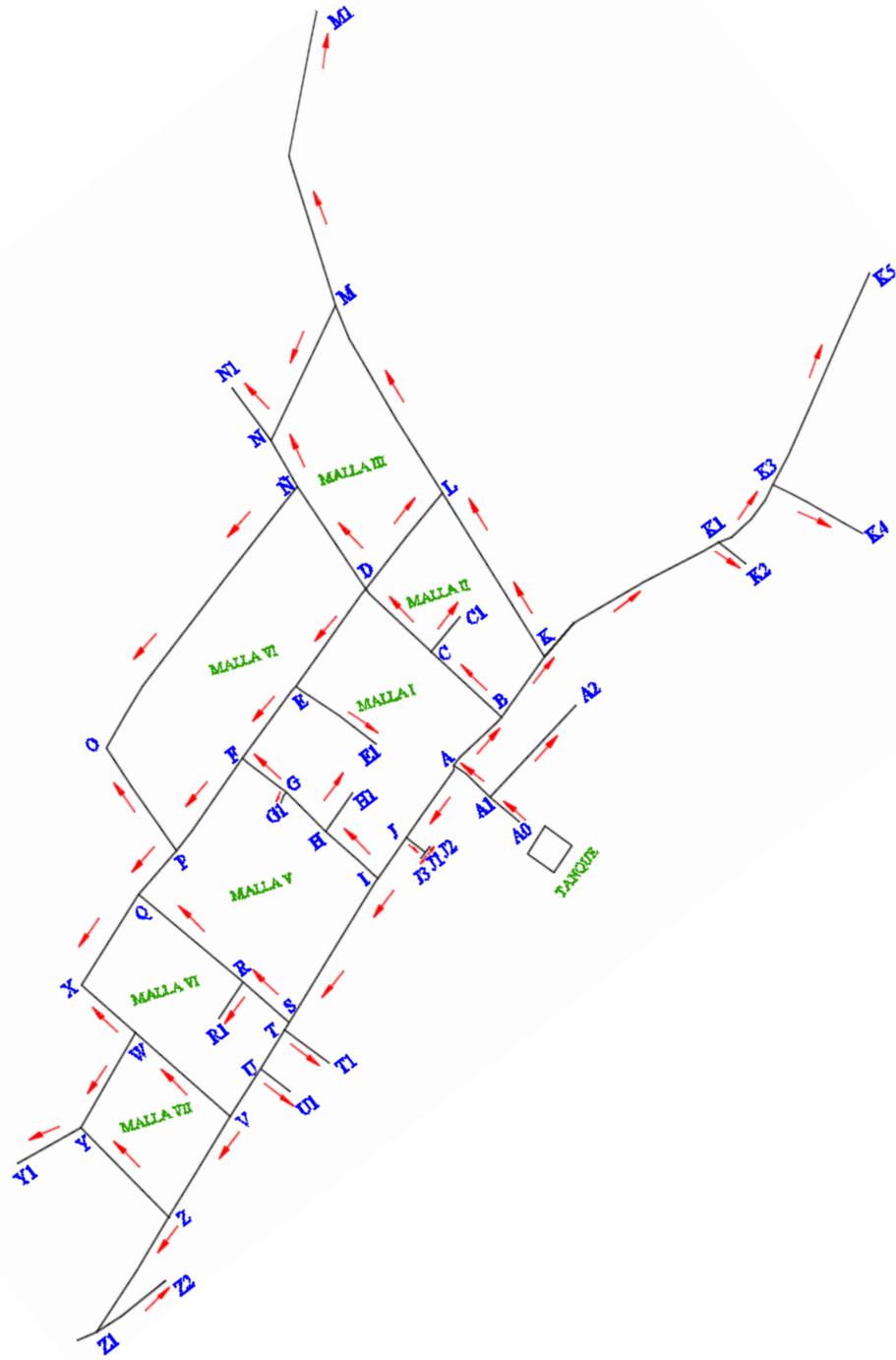
- Iniciar una nueva iteración, es decir, repetir los pasos indicados anteriormente, hasta que las correcciones sean inferiores al valor recomendado.
- Calcular los caudales finales.
- Calcular las pérdidas de carga finales.
- Determinar las presiones en la red.

2.1.21. Diseño de la red de distribución mixta (red primaria)

Datos de diseño

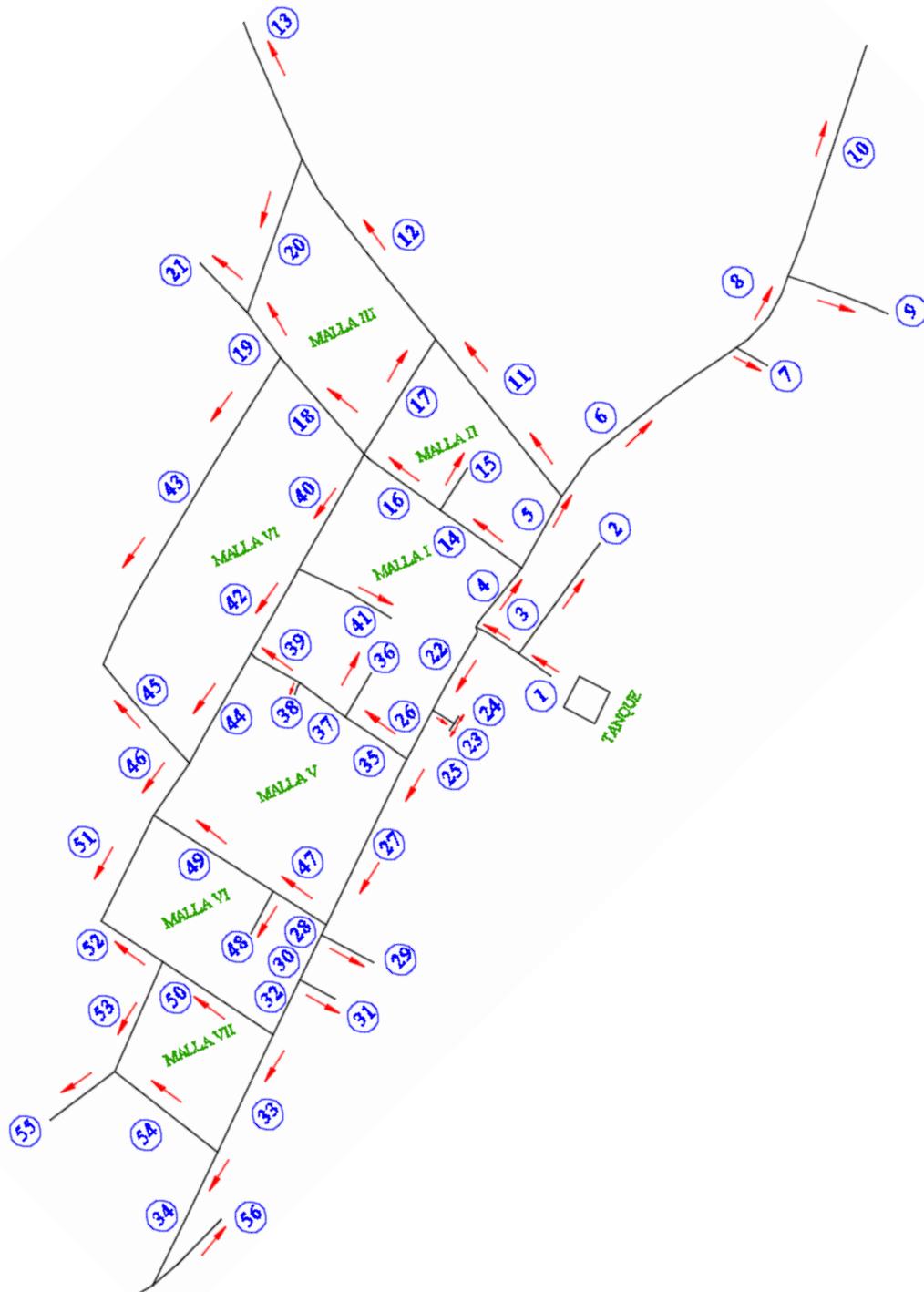
Fuente:	Agua subterránea (pozo mecánico)
Aforo:	8,83 l/s
Período de diseño:	21 años
Tipo de distribución:	Conexiones prediales
Dotación:	100 l/hab/día
Población actual (2018):	2 345 habitantes
Población futura (2039):	3 939 habitantes
Viviendas actuales:	469 Viviendas
Habitantes por vivienda:	5 habitantes
Tasa de crecimiento:	2,5 %
Factor de día máximo:	1,2
Factor de hora máximo:	2
Porcentaje de almacenamiento:	25 %

Figura 3. **Distribución de agua potable en red mixta (nodos)**



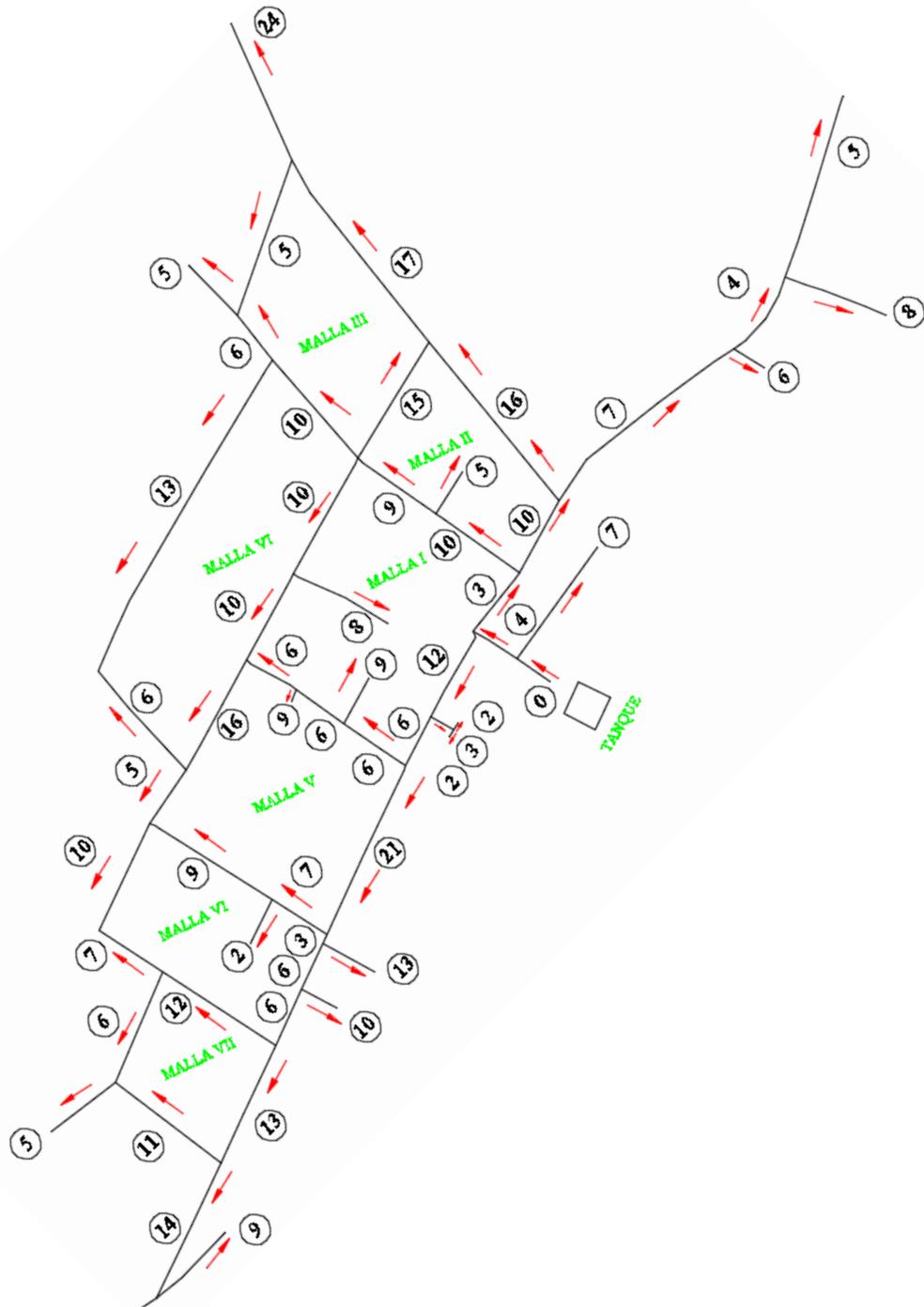
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 4. **Distribución de agua potable en red mixta (tuberías)**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 5. Distribución de agua potable en red mixta (número de casas)



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Se tomará como ejemplo el tramo A-B del circuito cerrado, este tramo pertenece a la malla I del proyecto; los datos necesarios para hacer todo el cálculo están en la tabla VIII.

Tabla VIII. Valores para diseño

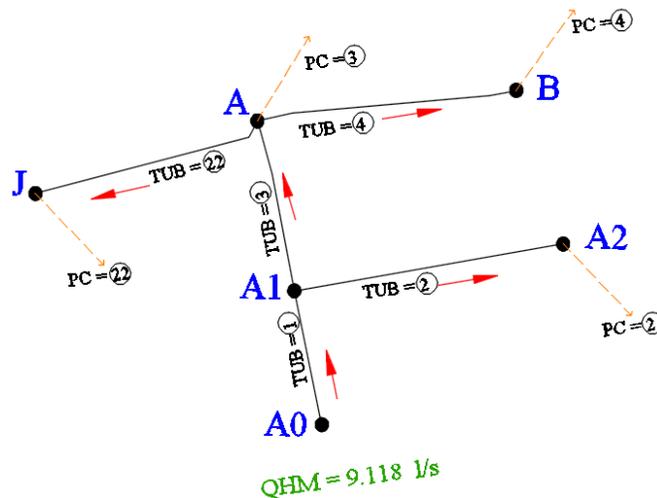
Tubería	Núm. Casas actuales	Longitud (m)	Demanda (l/s)	Caudal de Diseño (l/s)	Nodos	Cota
0	0	13	0	9,118	TQ	127,82
1	0	22,685	0,000	9,118	A0	109,96
2	7	75	0,136	0,136	A1	109,82
3	4	26,957	0,078	8,982	A2	109,53
4	3	40,447	0,058	4,316	A	110,08
5	10	44,207	0,194	1,560	B	109,64
6	7	126,392	0,136	0,583	K	107,98
7	6	19,932	0,117	0,117	K1	100,5
8	4	48,887	0,078	0,331	K2	102,63
9	8	57,136	0,156	0,156	K3	99,29
10	5	137,02	0,097	0,097	K4	96,91
11	16	107,862	0,311	0,783	K5	100,15
12	17	119,854	0,331	0,943	L	104,33
13	24	289,97	0,467	0,467	M	105,23
14	10	51,967	0,194	2,698	M1	104,2
15	5	27	0,097	0,097	C	107,54
16	9	51,967	0,175	2,406	C1	107,34
17	15	73,309	0,292	0,763	D	105,44
18	10	68,29	0,194	0,612	Ñ	100,99
19	6	29,657	0,117	0,165	N	98,26
20	5	88,671	0,097	0,146	N1	96,3
21	5	36,378	0,097	0,097	J	109,6
22	12	66,44	0,233	4,588	J1	109,5
23	3	13,451	0,058	0,136	J2	109,20
24	2	4,594	0,039	0,039	J3	109,20
25	2	4,594	0,039	0,039	I	109,20
26	6	15,81	0,117	4,219	H	107,50
27	21	100,336	0,408	3,091	H1	107,40
28	3	5,18	0,058	2,236	G	105,63
29	13	26,94	0,253	0,253	G1	105,22
30	6	27,73	0,117	1,925	F	102,40
31	10	15,79	0,194	0,194	S	105,51
32	6	33,195	0,117	1,614	V	104,69
33	13	70,428	0,253	0,962	Z	103,86
34	14	80,635	0,272	0,447	Z1	103,30
35	6	39,346	0,117	1,011	O	95,63
36	9	28,078	0,175	0,175	P	100,35
37	6	30,644	0,117	0,719	Q	98,68

Continuación de la tabla VIII.

38	9	7,091	0,175	0,175	R	101,01
39	6	30,778	0,117	0,428	R1	100,52
40	10	71,928	0,194	0,855	T	105,40
41	8	55,861	0,156	0,156	T1	105,20
42	10	52,861	0,194	0,505	U	105,11
43	13	193,096	0,253	0,253	U1	105,08
44	16	67,908	0,311	0,622	W	102,78
45	6	69,488	0,117	0,117	X	97,64
46	5	35,014	0,097	0,194	Y	102,44
47	7	35,04	0,136	0,447	Y1	102,26
48	2	23,69	0,039	0,039	Z2	103,78
49	9	74,538	0,175	0,272	Z3	113,22
50	12	70,76	0,233	0,535	Z3.1	113,15
51	10	63,832	0,194	0,194	Z4	111,93
52	7	39,768	0,136	0,136	Z4.1	111,88
53	6	65,83	0,117	0,165	Z5	109,46
54	11	70,43	0,214	0,262	E	103,48
55	5	42,95	0,097	0,097	E1	108,73
56	9	51,601	0,175	0,175		

Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Diagrama de distribución de caudal en el nodo A1 y A



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$Q \text{ M\u00e1ximo horario} = Q_E = Q_{TUB 1} = 9,118 \text{ l/s}$$

NODO A1

$$Q_E = \Sigma Q_S$$

$$Q_{TUB 1} = Q_{TUB 2} + Q_{TUB 3}$$

$$Q_{TUB 3} = Q_{TUB 1} - Q_{TUB 2}$$

Donde:

Q_E = caudal de entrada

ΣQ_S = sumatoria de caudales de salida

$Q_{TUB 1}$ = caudal de tuber\u00eda 1

$Q_{TUB 2}$ = caudal de tuber\u00eda 2

$Q_{TUB 3}$ = caudal de tuber\u00eda 3

Caudal asumido de acuerdo con la distribuci\u00f3n de caudales, y al n\u00famero de casas conectadas al respectivo tramo: $Q_{TUB 2}$

$Q_{TUB 2}$ = caudal de vivienda (Q_v) * casas conectadas en tuber\u00eda 2

$Q_{TUB 2}$ = (0,019 l/s) * (7) = 0,136 l/s

$$Q_{TUB 3} = Q_{TUB 1} - Q_{TUB 2}$$

$$Q_{TUB 3} = 9,118 - 0,136$$

$$Q_{TUB 3} = 8,982 \text{ l/s}$$

NODO A

$$Q_E = \Sigma Q_S$$

$$Q_{TUB 3} = Q_{TUB 4} + Q_{TUB 22} + P_{C3}$$

$$Q_{TUB 4} = Q_{TUB 3} - Q_{TUB 22} - P_{C3}$$

Donde:

- QE = caudal de entrada
ΣQS = sumatoria de caudales de salida
QTUB 3 = caudal de tubería 3
QTUB 4 = caudal de tubería 4
QTUB 22 = caudal de tubería 22
Pc3 = punto de consumo de tubería 3

Caudal asumido de acuerdo con la distribución de caudales, y al número de casas conectadas al respectivo tramo: Pc3

Pc3 = caudal de vivienda (Qv) * casas conectadas en tubería 3

$$Pc3 = (0,019 \text{ l/s}) * (4) = 0,078 \text{ l/s}$$

$$QTUB 4 = QTUB 3 - QTUB 22 - Pc3$$

$$QTUB 4 = 8,982 - 4,588 - 0,078$$

$$QTUB 4 = 4,316 \text{ l/s}$$

Datos para el cálculo del diámetro de la tubería para el tramo AB de la MALLA I.

LTUB 4 = distancia entre el nodo A y B = 40,447 m

QTUB 4 = caudal de salida hacia el nodo B = 4,316 l/s

ΔHfAB = diferencia de altura entre los nodos A y B = 0,440 m

$$DTUB 4 = \left(\frac{1743,811 * (Ltub4 * 1,05) * Qtub4^{1,85}}{(HfA - HfB) * C^{1,85}} \right)^{1/4,87}$$

$$DTUB\ 4 = \left(\frac{1\ 743,811 * (40,447 * 1,05) * 4,316^{1,85}}{(110,08 - 109,64) * 150^{1,85}} \right)^{1/4,87}$$

DTUB 4= 3,07 pulgadas

DTUB 4= 3 pulgadas (diámetro comercial)

Tabla IX. **Diámetros de la tubería utilizada en los tramos**

Tubería	Diámetro Teórico (plg)	Diámetro Comercial (plg)	Diámetro Interno (plg)
0	1,51	4	4,154
1	4,59	4	4,154
2	1,02	1	1,195
3	4,16	4	4,154
4	3,07	3	3,230
5	1,62	1 1/2	1,754
6	1,02	1	1,195
7	0,49	3/4	0,926
8	0,98	1	1,195
9	0,66	3/4	0,926
10	0,81	3/4	0,926
11	1,27	1 1/2	1,754
12	1,86	1 1/2	1,754
13	1,50	1	1,195
14	1,96	2	2,193
15	0,79	3/4	0,926
16	1,88	2	2,193
17	1,49	1 1/2	1,754
18	1,01	1	1,195
19	0,57	3/4	0,926
20	0,57	3/4	0,926
21	0,52	3/4	0,926
22	3,42	3	3,230
23	0,89	3/4	0,926
24	0,36	3/4	0,926
25	0,36	3/4	0,926
26	2,56	2 1/2	2,655
27	2,11	2	2,193
28	2,09	2	2,193
29	1,13	1	1,195
30	2,28	2	2,193
31	1,35	3/4	0,926
32	2,05	2	2,193
33	1,71	1 1/2	1,754
34	1,42	1	1,195
35	1,33	1 1/4	1,532

Continuación de la tabla IX.

36	1,14	3/4	0,926
37	1,09	1 1/4	1,532
38	0,65	3/4	0,926
39	0,80	1	1,195
40	1,38	1 1/2	1,754
41	0,56	3/4	0,926
42	1,20	1 1/4	1,532
43	0,86	1	1,195
44	1,19	1 1/4	1,532
45	0,54	3/4	0,926
46	0,70	3/4	0,926
47	0,78	1	1,195
48	0,45	3/4	0,926
49	0,87	1	1,195
50	1,15	1	1,195
51	0,87	3/4	0,926
52	0,50	3/4	0,926
53	1,04	1	1,195
54	0,93	1	1,195
55	0,89	3/4	0,926
56	0,94	3/4	0,926

Fuente: elaboración propia.

Se tomará el diámetro de la tubería del tramo AB de la MALLA I, para encontrar la pérdida generada por la fricción a lo largo del tramo de la tubería entre los puntos A y B. Para este cálculo nuevamente se utilizará la fórmula de Hazen-Williams.

$$H_{fTUB 4} = \frac{1\,743,811 * (L_{tub4} * 1,05) * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D_i^{4,87}}$$

$$H_{fTUB 4} = \frac{1\,743,811 * (40,447 * 1,05) * 4,316^{1,85}}{150^{1,85} * 3,230^{4,87}}$$

$$H_{fTUB 4} = 0,588 \text{ m}$$

Tabla X. **Pérdidas por fricción en las tuberías utilizadas en los tramos**

Tubería	Hf (fricción) (m)
0	0,361
1	0,477
2	0,686
3	0,513
4	0,588
5	1,061
6	1,838
7	0,306
8	0,676
9	0,677
10	0,679
11	0,875
12	1,096
13	2,265
14	1,108
15	0,301
16	0,997
17	0,705
18	1,413
19	0,516
20	0,795
21	0,350
22	0,798
23	0,290
24	0,053
25	0,053
26	0,580
27	1,746
28	0,294
29	0,392
30	0,592
31	0,438
32	0,551
33	0,856
34	1,148
35	0,932
36	0,529
37	0,600
38	0,266
39	0,681
40	0,776
41	0,669
42	0,569
43	1,048
44	0,781
45	0,572
46	0,652
47	0,757
48	0,121

Continuación de la tabla X.

49	0,697
50	1,269
51	0,880
52	0,499
53	0,413
54	0,656
55	0,380
56	0,718

Fuente: elaboración propia.

Luego de obtener todos los datos para el diseño es fundamental realizar el balance en la red de abastecimiento, para equilibrar los caudales que circulan en los circuitos cerrados.

Tabla XI. **Primera iteración método de Hardy Cross**

Circuito	Tramo	Longitud (m)	Diámetro	Caudal Q (l/s)	Pérdida (Hf)	Pérdida/Caudal Q	Δ	Δ común	
I	AB	40,447	3	-4,316	-0,588	0,136	0,036	0,169	CUMPLE
	BC	51,967	2	-2,698	-1,108	0,411	0,036		
	CD	51,967	2	-2,406	-0,997	0,414	0,036		
	DE	71,928	1 1/2	-0,855	-0,776	0,907	0,036		
	FE	52,861	1 1/4	-0,505	-0,569	1,125	0,036		
	AJ	66,44	3	4,588	0,798	0,174	0,036		
	JI	15,81	2 1/2	4,219	0,580	0,138	0,036		
	IH	39,346	1 1/4	1,011	0,932	0,921	0,036		
	HG	30,644	1 1/4	0,719	0,600	0,834	0,036		
	GF	30,778	1	0,428	0,681	1,592	0,036		
-0,447						6,652			

Circuito	Tramo	Longitud (m)	Diámetro	Caudal Q (l/s)	Pérdida (Hf)	Pérdida/Caudal Q	Δ	Δ común	
II	BC	51,967	2	2,698	1,108	0,411	-0,133	-0,169	FALSO
	CD	51,967	2	2,406	0,997	0,414	-0,133	-0,169	
	DL	73,309	1 1/2	0,763	0,705	0,924	-0,133	-0,161	
	BK	44,207	1 1/2	-1,560	-1,061	0,680	-0,133		
	KL	107,862	1 1/2	-0,783	-0,875	1,119	-0,133		
0,874						3,548			

Continuación de la tabla XI.

Circuito	Tramo	Longitud (m)	Diámetro	Caudal Q (l/s)	Pérdida (Hf)	Pérdida/Caudal Q	Δ	Δ común	
III	DN	68,29	1	0,612	1,413	2,308	0,028	0,037	CUMPLE
	ÑN	29,657	3/4	0,165	0,516	3,122	0,028	0,161	
	DL	73,309	1 1/2	-0,763	-0,705	0,924	0,028		
	LM	119,854	1 1/2	-0,943	-1,096	1,163	0,028		
	MN	88,671	3/4	-0,146	-0,795	5,450	0,028		
-0,667						12,966			
Circuito	Tramo	Longitud (m)	Diámetro	Caudal Q (l/s)	Pérdida (Hf)	Pérdida/Caudal Q	Δ	Δ común	
IV	DN	68,29	1	-0,612	-1,413	2,308	-0,009	-0,037	CUMPLE
	NO	193,096	1	-0,253	-1,048	4,147	-0,009		
	DE	71,928	1 1/2	0,855	0,776	0,907	-0,009	-0,045	
	EF	52,861	1 1/4	0,505	0,569	1,125	-0,009	-0,045	
	FP	67,908	1 1/4	0,622	0,781	1,255	-0,009	-0,028	
	PO	69,488	3/4	0,117	0,572	4,906	-0,009		
0,237						14,649			
Circuito	Tramo	Longitud (m)	Diámetro	Caudal Q (l/s)	Pérdida (Hf)	Pérdida/Caudal Q	Δ	Δ común	
V	IH	39,346	1 1/4	-1,011	-0,932	0,921	0,019	-0,018	CUMPLE
	HG	30,644	1 1/4	-0,719	-0,600	0,834	0,019	-0,018	
	GF	30,778	1	-0,428	-0,681	1,592	0,019	-0,018	
	PF	67,908	1 1/4	-0,622	-0,781	1,255	0,019	0,028	
	PQ	35,014	3/4	-0,194	-0,652	3,351	0,019		
	IS	100,336	2	3,091	1,746	0,565	0,019		
	SR	35,04	1	0,447	0,757	1,693	0,019	0,049	
RQ	74,538	1	0,272	0,697	2,562	0,019	0,049		
-0,444						12,774			
Circuito	Tramo	Longitud (m)	Diámetro	Caudal Q (l/s)	Pérdida (Hf)	Pérdida/Caudal Q	Δ	Δ común	
VI	SR	35,04	1	-0,447	-0,757	1,693	-0,030	-0,049	CUMPLE
	RQ	74,538	1	-0,272	-0,697	2,562	-0,030	-0,049	
	QX	63,832	3/4	-0,194	-0,880	4,525	-0,030		
	WX	39,768	3/4	0,136	0,499	3,669	-0,030		
	ST	5,18	2	2,236	0,294	0,132	-0,030		
	TU	27,73	2	1,925	0,592	0,308	-0,030		
	UV	33,195	2	1,614	0,551	0,341	-0,030		
VW	70,76	1	0,535	1,269	2,373	-0,030	-0,041		
0,871						15,602			
Circuito	Tramo	Longitud (m)	Diámetro	Caudal Q (l/s)	Pérdida (Hf)	Pérdida/Caudal Q	Δ	Δ común	
VII	VW	70,76	1	-0,535	-1,269	2,373	0,011	0,041	CUMPLE
	WY	65,83	1	-0,165	-0,413	2,500	0,011		
	VZ	70,428	1 1/2	0,962	0,856	0,890	0,011		
	ZY	70,43	1	0,262	0,656	2,498	0,011		
-0,17						8,261			

Fuente: elaboración propia.

A continuación se corrige el caudal del sistema, aplicando la siguiente fórmula en cada tramo de los circuitos:

$$\Delta Q = - \frac{\Sigma H_f}{n \Sigma \left| \frac{H_f}{Q} \right|}$$

Donde:

ΣH_f = sumatoria de pérdidas por fricción

$\Sigma \left| \frac{H_f}{Q} \right|$ = sumatoria del valor absoluto de pérdida por fricción dividido caudal.

n = 1,85

Δ circuito 1 = $-0,447 / (1,85 * 6,652) = 0,036$
 Δ circuito 2 = $0,874 / (1,85 * 3,548) = -0,133$
 Δ circuito 3 = $-0,667 / (1,85 * 12,966) = 0,028$
 Δ circuito 4 = $0,237 / (1,85 * 14,649) = 0,009$
 Δ circuito 5 = $-0,444 / (1,85 * 12,774) = 0,019$
 Δ circuito 6 = $0,871 / (1,85 * 15,602) = 0,030$
 Δ circuito 7 = $-0,170 / (1,85 * 8,261) = 0,011$

Como el $|\Delta|$ del circuito II es $> 0,01 * 9,118$ l/s, se tendrá que compensar nuevamente el sistema hasta que cumpla con la condición del método de Hardy-Cross.

Tabla XII. Segunda iteración método de Hardy Cross

Circuito	Tramo	Caudal Q (l/s)	Pérdida (Hf)	Pérdida/Caudal Q	Δ	Δ común
I	AB	-4,280	-0,698	0,163	-0,010	
	BC	-2,528	-1,306	0,517	-0,010	0,006
	CD	-2,236	-1,166	0,521	-0,010	0,006
	DE	-0,810	-1,081	1,333	-0,010	-0,008
	FE	-0,460	-0,856	1,859	-0,010	-0,008
	AJ	4,625	0,962	0,208	-0,010	
	JI	4,255	0,677	0,159	-0,010	
	IH	1,029	1,553	1,510	-0,010	-0,040
HG	0,737	1,007	1,366	-0,010	-0,040	
GF	0,445	1,090	2,449	-0,010	-0,040	
		0,183		10,086		
CUMPLE						
Circuito	Tramo	Caudal Q (l/s)	Pérdida (Hf)	Pérdida/Caudal Q	Δ	Δ común
II	BC	2,528	1,306	0,517	-0,016	-0,006
	CD	2,236	1,166	0,521	-0,016	-0,006
	DL	0,602	0,829	1,377	-0,016	-0,020
	BK	-1,693	-1,675	0,989	-0,016	
	KL	-0,916	-1,481	1,618	-0,016	
		0,144		5,022		
CUMPLE						
Circuito	Tramo	Caudal Q (l/s)	Pérdida (Hf)	Pérdida/Caudal Q	Δ	Δ común
III	DÑ	0,649	2,301	3,546	0,005	0,007
	ÑN	0,193	0,995	5,156	0,005	
	DL	-0,602	-0,829	1,377	0,005	0,020
	LM	-0,915	-1,561	1,706	0,005	
	MN	-0,118	-1,092	9,251	0,005	
		-0,185		21,035		
CUMPLE						
Circuito	Tramo	Caudal Q (l/s)	Pérdida (Hf)	Pérdida/Caudal Q	Δ	Δ común
IV	DÑ	-0,649	-2,301	3,546	-0,002	-0,007
	ÑO	-0,261	-1,669	6,383	-0,002	
	DE	0,810	1,081	1,333	-0,002	0,008
	EF	0,460	0,856	1,859	-0,002	0,008
	FP	0,595	1,229	2,067	-0,002	-0,032
	PO	0,108	0,890	8,244	-0,002	
		0,085		23,433		
CUMPLE						

Continuación de la tabla XII.

Circuito	Tramo	Caudal Q (l/s)	Pérdida (Hf)	Pérdida/Caudal Q	Δ	Δ común
V	IH	-1,029	-1,553	1,510	0,030	0,040
	HG	-0,737	-1,007	1,366	0,030	0,040
	GF	-0,445	-1,090	2,449	0,030	0,040
	PF	-0,595	-1,229	2,067	0,030	0,032
	PQ	-0,176	-0,991	5,642	0,030	
	IS	3,110	2,198	0,707	0,030	
	SR	0,496	1,286	2,592	0,030	0,031
	RQ	0,321	1,254	3,905	0,030	0,031
		-1,133		20,238		
CUMPLE						
Circuito	Tramo	Caudal Q (l/s)	Pérdida (Hf)	Pérdida/Caudal Q	Δ	Δ común
VI	SR	-0,496	-1,286	2,592	-0,001	-0,031
	RQ	-0,321	-1,254	3,905	-0,001	-0,031
	QX	-0,225	-1,680	7,479	-0,001	
	WX	0,106	0,662	6,246	-0,001	
	ST	2,206	0,363	0,165	-0,001	
	TU	1,895	0,730	0,386	-0,001	
	UV	1,583	0,677	0,428	-0,001	
	VW	0,493	1,818	3,684	-0,001	-0,005
		0,030		24,884		
CUMPLE						
Circuito	Tramo	Caudal Q (l/s)	Pérdida (Hf)	Pérdida/Caudal Q	Δ	Δ común
VII	VW	-0,493	-1,818	3,684	0,004	0,005
	WY	-0,154	-0,598	3,878	0,004	
	VZ	0,973	1,267	1,301	0,004	
	ZY	0,274	1,051	3,842	0,004	
		-0,097		12,706		
CUMPLE						

Fuente: elaboración propia.

$$\Delta \text{ circuito 1} = 0,183 / (1,85 \cdot 10,086) = -0,010$$

$$\Delta \text{ circuito 2} = 0,144 / (1,85 \cdot 5,022) = -0,016$$

$$\Delta \text{ circuito 3} = -0,185 / (1,85 \cdot 21,035) = 0,005$$

$$\Delta \text{ circuito 4} = 0,085 / (1,85 \cdot 23,433) = -0,002$$

$$\Delta \text{ circuito 5} = -1,133 / (1,85 \cdot 20,238) = 0,030$$

$$\Delta \text{ circuito 6} = 0,030 / (1,85 \cdot 24,884) = -0,001$$

$$\Delta \text{ circuito 7} = -0,097 / (1,85 \cdot 12,706) = 0,004$$

En la segunda iteración, el valor de la corrección es inferior al descrito en el procedimiento, se da por balanceada la red del sistema de agua potable, mostrando los valores finales de las pérdidas de carga por fricción y velocidades en la tabla XIII.

Tabla XIII. **Velocidades del diseño**

Tubería	Hf (fricción) real (m)	Área Tubos (m ²)	Caudal (m ³ /s)	Velocidad 0.4 < v < 3
0	0,361	0,0087	0,0091	1,043
1	0,477	0,0087	0,0091	1,043
2	0,686	0,0004	0,0001	0,400
3	0,513	0,0087	0,0090	1,027
4	0,698	0,0053	0,0043	0,811
5	1,675	0,0016	0,0017	1,096
6	1,838	0,0007	0,0006	0,806
7	0,306	0,0004	0,0001	0,268
8	0,676	0,0007	0,0003	0,457
9	0,677	0,0004	0,0002	0,400
10	0,679	0,0004	0,0001	0,300
11	1,481	0,0016	0,0009	0,597
12	1,561	0,0016	0,0009	0,584
13	2,265	0,0007	0,0005	0,645
14	1,306	0,0024	0,0025	1,035
15	0,301	0,0004	0,0001	0,300
16	1,166	0,0024	0,0022	0,915
17	0,829	0,0016	0,0006	0,400
18	2,301	0,0007	0,0007	0,906
19	0,995	0,0004	0,0002	0,455
20	1,092	0,0004	0,0001	0,300
21	0,350	0,0004	0,0001	0,300
22	0,962	0,0053	0,0046	0,880
23	0,290	0,0004	0,0001	0,400
24	0,053	0,0004	0,0000	0,089
25	0,053	0,0004	0,0000	0,089
26	0,677	0,0036	0,0042	1,189
27	2,198	0,0024	0,0031	1,289
28	0,363	0,0024	0,0022	0,905
29	0,392	0,0007	0,0003	0,400
30	0,730	0,0024	0,0019	0,777
31	0,438	0,0004	0,0002	0,447
32	0,677	0,0024	0,0016	0,650
33	1,267	0,0016	0,0010	0,627
34	1,148	0,0007	0,0004	0,618
35	1,553	0,0012	0,0010	0,831
36	0,529	0,0004	0,0002	0,500
37	1,007	0,0012	0,0007	0,586
38	0,266	0,0004	0,0002	0,500

Continuación de la tabla XIII.

39	1,090	0,0007	0,0004	0,560
40	1,081	0,0016	0,0008	0,525
41	0,669	0,0004	0,0002	0,400
42	0,856	0,0012	0,0005	0,400
43	1,669	0,0007	0,0003	0,400
44	1,229	0,0012	0,0006	0,473
45	0,890	0,0004	0,0001	0,300
46	0,991	0,0004	0,0001	0,400
47	1,286	0,0007	0,0005	0,728
48	0,121	0,0004	0,0000	0,089
49	1,254	0,0007	0,0004	0,487
50	1,818	0,0007	0,0005	0,675
51	1,680	0,0004	0,0002	0,518
52	0,662	0,0004	0,0001	0,300
53	0,598	0,0007	0,0001	0,300
54	1,051	0,0007	0,0003	0,400
55	0,380	0,0004	0,0001	0,300
56	0,718	0,0004	0,0002	0,500

Fuente: elaboración propia.

Los valores de velocidad menores a 0,4 m/s son debido a que la tubería estará pasando por callejones, en donde hay pocas viviendas actualmente y por consiguiente no se logra cumplir la condición.

Se procederá a encontrar las presiones en los nodos de las mallas, utilizando la presión en el punto A de entrada al sistema.

Datos del tanque:

Longitud de tubería de salida del tanque elevado al nodo A0 = 13 m

Diámetro de tubería = 3,318 m

Caudal de la tubería = 9,118 l/s

Altura del tanque = 18 m

Longitud de tubería del nodo A0 al nodo A1 = 22,685m

Longitud de tubería del nodo A1 al nodo A = 26,957m

Diámetro de tubería de conducción = 4 pulgadas

Presión en el nodo A0:

Cota del tanque = 127,82 m

Cota del nodo A0 = 109,96 m

Cota piezométrica del tanque = 127,82 m

Hf (fricción) tubería 0 = 0,361 m (método de Cross)

Cota piezométrica nodo A0 = 127,82 m – 0,361 m = 127,459 m

Presión nodo A0 = cota piezométrica nodo A0 – cota terreno nodo A0

Presión nodo A0 = 127,459 m – 109,96 m

Presión nodo A0 = 17,499 m

Presión en el nodo A1:

Cota del nodo A0 = 109,96 m

Cota del nodo A1 = 109,82 m

Cota piezométrica del nodo A0 = 127,459 m

Hf (fricción) tubería 1 = 0,477 m (método de Cross)

Cota piezométrica nodo A1 = 127,459 m – 0,477 m = 126,982 m

Presión nodo A1 = cota piezométrica nodo A1 – cota terreno nodo A1

Presión nodo A1 = 126,982 m – 109,82 m

Presión nodo A1 = 17,162 m

Presión en el nodo A:

Cota del nodo A1 = 109,82 m

Cota del nodo A = 119,08 m

Cota piezométrica del nodo A1 = 126,982 m

Hf (fricción) tubería 3 = 0,513 m (método de Cross)

Cota piezométrica nodo A = 126,982 m – 0,513 m = 126,470 m

Presión nodo A = cota piezométrica nodo A – cota terreno nodo A

Presión nodo A = 126,470 m – 110,08 m

Presión nodo A = 16,390 m

Se da por terminado el cálculo de presiones para el nodo A, mostrando los valores finales en la siguiente tabla, cumpliendo satisfactoriamente con la condición.

Tabla XIV. Presiones del diseño

Tubería	Cota piezométrica		Cota de terreno		Presión
	Inicial	Final	Inicial	Final	
0	127,820	127,459	127,82	109,96	17,499
1	127,459	126,982	109,96	109,82	17,162
2	126,982	126,297	109,82	109,53	16,767
3	126,982	126,470	109,82	110,08	16,390
4	126,470	125,771	110,08	109,64	16,131
5	125,771	124,096	109,64	107,98	16,116
6	124,096	122,258	107,98	100,5	21,758
7	122,258	121,952	100,5	102,63	19,322
8	122,258	121,583	100,5	99,29	22,293
9	121,583	120,905	99,29	96,91	23,995
10	121,583	120,904	99,29	100,15	20,754
11	124,096	122,615	107,98	104,33	18,285
12	122,615	121,054	104,33	105,23	15,824
13	121,054	118,789	105,23	104,2	14,589
14	125,771	124,466	109,64	107,54	16,926
15	124,466	124,164	107,54	107,34	16,824
16	124,466	123,300	107,54	105,44	17,860
17	123,300	122,471	105,44	104,33	18,141
18	123,300	120,999	105,44	100,99	20,009
19	120,999	120,003	100,99	98,26	21,743
20	121,054	119,962	105,23	98,26	21,702
21	120,003	119,653	98,26	96,3	23,353
22	126,470	125,508	110,08	109,6	15,908
23	125,508	125,218	109,6	109,5	15,718
24	125,218	125,164	109,5	109,20	15,964
25	125,218	125,164	109,5	109,20	15,964
26	125,508	124,831	109,6	109,20	15,631

Continuación de la tabla XIV.

27	124,831	122,633	109,20	105,51	17,123
28	122,633	122,270	105,51	105,40	16,870
29	122,270	121,878	105,40	105,20	16,678
30	122,270	121,539	105,40	105,11	16,429
31	121,539	121,102	105,11	105,08	16,022
32	121,539	120,862	105,11	104,69	16,172
33	120,862	119,595	104,69	103,86	15,735
34	119,595	118,447	103,86	103,30	15,147
35	124,831	123,278	109,20	107,50	15,778
36	123,278	122,748	107,50	107,40	15,348
37	123,278	122,271	107,50	105,63	16,641
38	122,271	122,005	105,63	105,22	16,785
39	122,271	121,180	105,63	102,40	18,780
40	123,300	122,219	105,44	103,48	18,739
41	122,219	121,550	103,48	108,73	12,820
42	122,219	121,363	103,48	102,40	18,963
43	120,999	119,330	100,99	95,63	23,700
44	121,180	119,951	102,40	100,35	19,601
45	119,951	119,062	100,35	95,63	23,432
46	119,951	118,960	100,35	98,68	20,280
47	122,633	121,347	105,51	101,01	20,337
48	121,347	121,226	101,01	100,52	20,706
49	121,347	120,093	101,01	98,68	21,413
50	120,862	119,045	104,69	102,78	16,265
51	118,960	117,281	98,68	97,64	19,641
52	117,281	116,619	97,64	102,78	13,839
53	116,619	116,022	102,78	102,44	13,582
54	119,595	118,544	103,86	102,44	16,104
55	118,544	118,164	102,44	102,26	15,904
56	118,447	117,730	103,30	103,78	13,950

Fuente: elaboración propia.

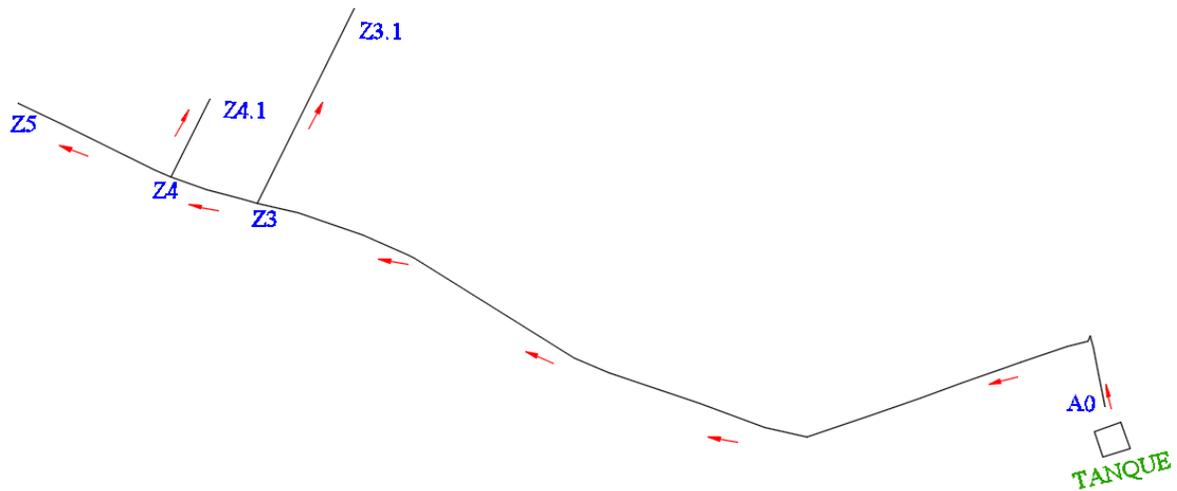
2.1.22. Diseño de la red de distribución abierta (red secundaria)

Datos de diseño

Fuente: Agua subterránea (pozo mecánico)
 Aforo: 8,83 l/s
 Período de diseño: 21 años
 Tipo de distribución: Conexiones prediales

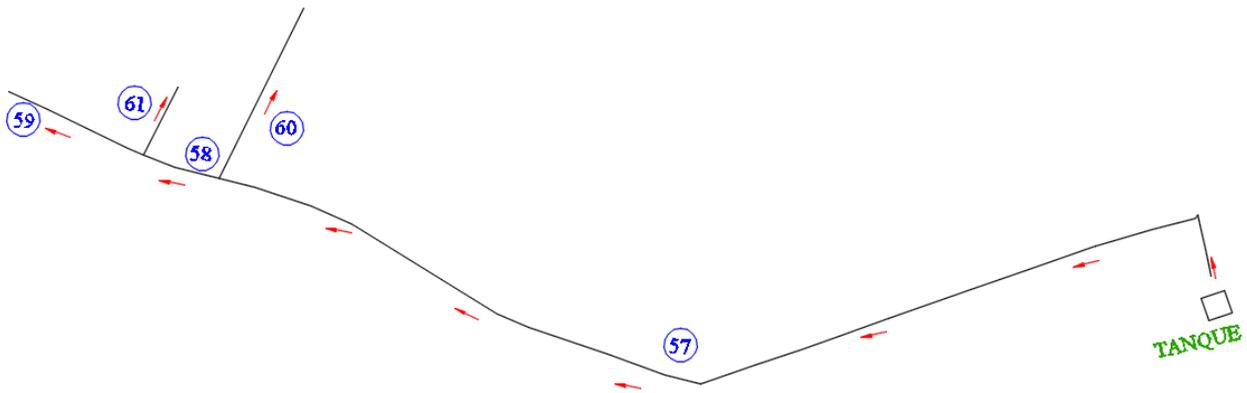
Dotación:	100 l/hab/día
Población actual (2018):	265 habitantes
Población futura (2039):	446 habitantes
Viviendas actuales:	53 Viviendas
Habitantes por vivienda:	5 habitantes
Tasa de crecimiento:	2,5 %
Factor de día máximo:	1,5
Factor de hora máximo:	3
Tubería a utilizar	PVC
Constante de fricción del PVC	150
Constante k del caudal instantáneo	0,20
Porcentaje de almacenamiento:	25 %

Figura 7. **Distribución de agua potable en red abierta (nodos)**



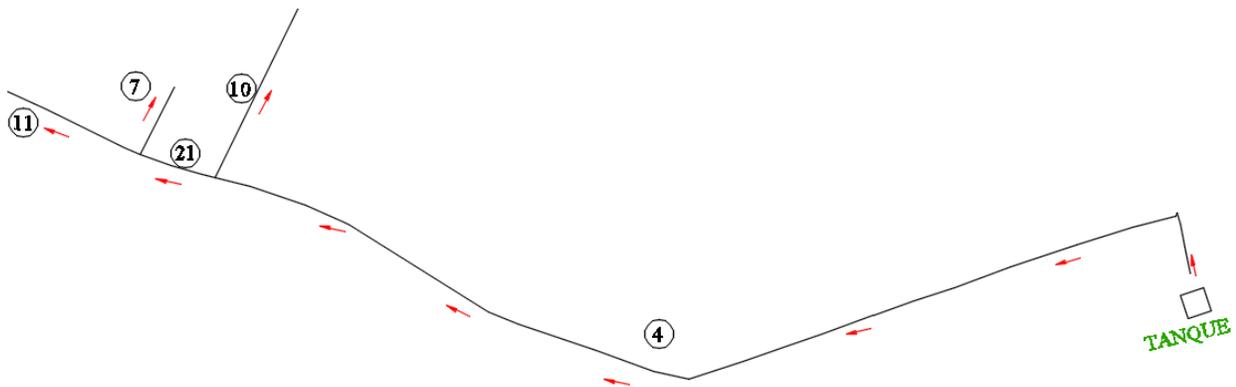
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 8. **Distribución de agua potable en red abierta (tuberías)**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 9. **Distribución de agua potable en red abierta (número de casas)**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Se tomará como ejemplo el tramo A0 - Z3 de la red abierta, este tramo pertenece a la tubería 57 del proyecto; los datos necesarios para hacer todo el cálculo están en la tabla XV.

Tabla XV. **Valores para diseño**

Tubería	Nodos		No. casas actuales	Longitud (m)	Longitud diseño (m)	Nodos	Cota (m)
	Inicial	Final					
57	AO	Z3	4	850,390	892,91	TQ	127,82
60	Z3	Z3.1	10	74,070	77,77	A0	109,96
						Z3	113,22
58	Z3	Z4	21	60,408	63,43	Z3.1	113,15
						Z4	111,93
61	Z4	Z4.1	7	53,370	56,04	Z4.1	111,88
59	Z4	5	11	113,327	118,99	Z5	109,46

Fuente: elaboración propia.

$$Q \text{ Máximo Horario} = Q_E = Q_{TUB 57} = 1,549 \text{ l/s}$$

Para determinar el caudal de diseño del tramo debe hacerse una comparación entre el caudal de vivienda y el caudal instantáneo, que se calculan sumando el caudal actual del tramo más los caudales acumulados de los ramales que salen del tramo, tomando siempre el mayor.

En este caso se tiene que en el tramo existen 4 viviendas actuales y 49 viviendas de los ramales que salen de dicho tramo, teniendo un total de 53 viviendas para las cuales se calculará el caudal de vivienda y el caudal instantáneo.

Caudal de vivienda (Qv):

$$QV_{\text{tub59}} = (0,029 \text{ l/s}) * (11 \text{ viviendas}) = 0,321 \text{ l/s}$$

$$QV_{\text{ tub61}} = (0,029 \text{ l/s}) * (7 \text{ viviendas}) = 0,205 \text{ l/s}$$

$$QV_{\text{ tub58}} = (0,029 \text{ l/s}) * (21 \text{ viviendas}) = 0,614 \text{ l/s}$$

$$QV_{\text{ tub60}} = (0,029 \text{ l/s}) * (10 \text{ viviendas}) = 0,292 \text{ l/s}$$

$$QV_{\text{ tub57}} = (0,029 \text{ l/s}) * (4 \text{ viviendas}) = 0,117 \text{ l/s}$$

Caudal instantáneo (Qins):

$$Q_{\text{ins}} = k \sqrt{(N - 1)}$$

Donde:

Qins = caudal instantáneo

N = número de viviendas actuales en el tramo

k = 0,20

$$Q_{\text{instub59}} = 0,20 \sqrt{(11 - 1)} = 0,632 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{instub61}} = 0,20 \sqrt{(7 - 1)} = 0,490 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{instub58}} = 0,20 \sqrt{(21 - 1)} = 0,894 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{instub60}} = 0,20 \sqrt{(10 - 1)} = 0,600 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{instub57}} = 0,20 \sqrt{(4 - 1)} = 0,346 \text{ l/s}$$

Dado lo anterior se utilizará el caudal instantáneo para calcular el caudal de diseño del tramo A0 – Z3 y el diámetro de la tubería, utilizando los siguientes datos del tramo en cuestión:

$$Q_{\text{tub58}} = 0,894 \text{ l/s} + 0,490 \text{ l/s} + 0,632 \text{ l/s} = 2,017 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{tub57}} = 0,346 \text{ l/s} + 600 \text{ l/s} + 2,017 \text{ l/s} = 2,963 \text{ l/s}$$

Datos para el cálculo del diámetro de la tubería para el tramo A0 – Z3 (tubería 57).

$L_{\text{TUB 57}}$ = distancia entre nodo A0 y Z3 = 850,390 m

$Q_{\text{TUB 57}}$ = caudal de salida hacia el nodo Z3 = 2,963 l/s

ΔH_{fA0-Z3} = diferencia de altura entre el TQ y Z3 = 0,440 m

$$D_{\text{TUB 4}} = \left(\frac{1\,743,811 * (L_{\text{tub57}} * 1,05) * Q_{\text{tub57}}^{1,85}}{(H_{fTQ} - H_{fZ3}) * C^{1,85}} \right)^{1/4,87}$$

$$D_{\text{TUB 57}} = \left(\frac{1\,743,811 * (850,390 * 1,05) * 2,963^{1,85}}{(127,82 - 113,22) * 150^{1,85}} \right)^{1/4,87}$$

$D_{\text{TUB 4}} = 2,43$ pulgadas

$D_{\text{TUB 57}} = 3$ pulgadas (diámetro comercial)

Tabla XVI. **Diámetros de la tubería utilizada en los tramos**

Tubería	Nodos		Diámetro		
	Inicial	Final	Comercial (plg)	Interno (plg)	Teórico (plg)
57	AO	Z3	3	3,23	2,43
60	Z3	Z3.1	1 1/4	1,532	2,40
58	Z3	Z4	2	2,193	2,03
61	Z4	Z4.1	1 1/4	1,532	2,2
59	Z4	Z5	1 1/4	1,532	1,29

Fuente: elaboración propia.

Se tomará el diámetro de la tubería del tramo A0 – ZE (tubería 57) para encontrar la pérdida generada por la fricción a lo largo del tramo. Para este cálculo nuevamente se utilizará la fórmula de Hazen-Williams.

$$H_{fTUB\ 57} = \frac{1\ 743,811 * (L_{tub57} * 1,05) * Q^{1,85}}{C^{1,85} * Di^{4,87}}$$

$$H_{fTUB\ 57} = \frac{1\ 743,811 * (850,390 * 1,05) * 2,963^{1,85}}{150^{1,85} * 3,230^{4,87}}$$

$$H_{fTUB\ 57} = 3,63\ m$$

Tabla XVII. **Pérdidas por fricción en las tuberías utilizadas en los tramos**

Tubería	Nodos		Hf (fricción) m
	Inicial	Final	
57	AO	Z3	3,63
60	Z3	Z3.1	0,62
58	Z3	Z4	0,83
61	Z4	Z4.1	0,31
59	Z4	Z5	1,05

Fuente: elaboración propia.

Se procederá al cálculo de la velocidad para la tubería del tramo A0 – Z3 (tubería 57) para que cumpla con la condición de diseño (0,4 m/s < v > 3 m/s).

$$V_{\ tub57} = \frac{Q_{tub57}}{A_{\ tub57}}$$

Donde:

V_{tub57} = velocidad de tubería 57 (de nodo A0 – Z3)

Q_{tub57} = caudal de la tubería 57 en $\frac{m^3}{s}$

A_{tub57} = área de la tubería 57 en m^2

$$Q_{\text{tub57}} = 2,963 \text{ l/s} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} = 0,00296 \frac{\text{m}^3}{s}$$

$$\text{Diámetro}_{\text{tub57}} = (3,230 \text{ plg} * \frac{2,54 \text{ cms}}{1 \text{ plg}} * \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}}) = 0,0820 \text{ m}$$

$$A_{\text{tub57}} = (\frac{\pi}{4}) * (0,0820)^2 = 0,005286 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{tub57}} = \frac{0,00296 \frac{\text{m}^3}{s}}{0,005286 \text{ m}^2}$$

$$V_{\text{tub57}} = 0,56 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Tabla XVIII. Velocidades del diseño

Tubería	Nodos		Diámetro			Área m^2	Caudal l/s	Caudal m^3	Velocidad $0.4 < v < 3$ m/S
	Inicial	Final	Comercial	Interno (plg)	Interno (m)				
57	AO	Z3	3	3,23	0,082042	0,005286427	2,963	0,002963191	0,56
60	Z3	Z3.1	1 1/4	1,532	0,0389128	0,001189254	0,600	0,0006	0,50
58	Z3	Z4	2	2,193	0,0557022	0,002436882	2,017	0,002016781	0,83
61	Z4	Z4.1	1 1/4	1,532	0,0389128	0,001189254	0,490	0,000489898	0,41
59	Z4	Z5	1 1/4	1,532	0,0389128	0,001189254	0,632	0,000632456	0,53

Fuente: elaboración propia.

Todos los tramos cumplen satisfactoriamente con la condición de diseño.

Se procederá a encontrar la presión en los nodos de la red abierta, utilizando la presión en el nodo Z3 como ejemplo.

Datos del tanque:

Longitud de tubería de salida del tanque elevado al nodo A0 = 13 m

Diámetro de tubería del tanque = 4,154 m

Caudal de la tubería = 1,549 l/s

Altura del tanque = 18 m

Longitud de tubería del nodo A0 al nodo Z3 = 850,390 m

Diámetro de tubería de conducción = 4 pulgadas

Presión en el nodo Z3:

Cota del tanque = 127,82 m

Cota del nodo Z3 = 113,22 m

Cota piezométrica del tanque = 127,82 m

Hf (fricción) tubería 57 = 3,630 m

Cota piezométrica nodo Z3 = 127,82 m – 3,630 m = 124,194 m

Presión nodo Z3 = Cota piezométrica nodo Z3 – Cota terreno nodo Z3

Presión nodo Z3 = 124,194 m – 113,22 m

Presión nodo Z3 = 10,974 m

Tabla XIX. **Presiones del diseño**

Tubería	Nodos		Cota piezométrica		Cota de Terreno		Presión (m)
	Inicial	Final	Inicial (m)	Final (m)	Inicial (m)	Final (m)	
57	AO	Z3	127,820	124,194	127,82	113,22	10,974
60	Z3	Z3.1	124,194	123,571	113,22	113,15	10,421
58	Z3	Z4	123,571	122,738	113,15	111,93	10,808
61	Z4	Z4.1	122,738	122,430	111,93	111,88	10,550
59	Z4	Z5	122,738	121,689	111,93	109,46	12,229

Fuente: elaboración propia.

2.1.23. Sistema de desinfección

La desinfección del agua significa la eliminación de las bacterias patógenas y la inactivación de los virus patógenos. En la práctica, la cloración del agua es un método confiable de desinfección en los tratamientos de agua potable y que exitosamente evita la reaparición de bacterias en las tuberías.

Para la desinfección del agua potable, las siguientes maneras pueden ser usadas:

Cloro gaseoso, hipocloritos de sodio y calcio, dióxido de cloro y ozono. El cloro gaseoso, el hipoclorito de sodio, el hipoclorito de calcio y el dióxido de cloro son especialmente convenientes como desinfectantes del agua potable.

Cloro gaseoso: hoy en día, todos los cloradores operan generalmente bajo el principio de vacío total y solamente son usados para la cloración directa. En el tratamiento de agua, cloración indirecta significa que una solución de cloro es producida en sitio utilizando cloro gaseoso y agua. Esta solución sirve como desinfectante.

Hipoclorito de calcio: es un compuesto sólido de cloro, disponible en el comercio en forma de tabletas o de gránulos. Para preparar una solución medidora, se usan sólo gránulos del 65 al 75 por ciento de cloro efectivo, dependiendo del producto.

Por muchas décadas, el cloro ha probado ser un agente confiable para desinfectar agua y no ha podido ser reemplazado por un desinfectante más conveniente, por lo cual es recomendable utilizarlo en esta red de abastecimiento de agua potable.

Tendrá por finalidad proporcionar una solución de cloro al tanque de distribución de ambos sistemas para mantener la potabilidad del caudal. La concentración de cloro en el tanque deberá garantizar una proporción de cloro residual en el punto más alejado de la red que esté en el rango entre 0,7 y 1,5 partes por millón. Deberá tener las siguientes características:

Alimentación de cloro: se hará con tabletas de hipoclorito de calcio [Ca(OCl)] al 90 % de ingrediente activo y con las siguientes dimensiones para cada tableta: diámetro 3 1/8", alto 1 1/4", peso 300 gramos.

Funcionamiento: deberá ser automático, sin partes móviles, sin requerir energía eléctrica para su funcionamiento, debe permitir el flujo de agua a través de las tabletas de hipoclorito de calcio para formar la solución.

Ubicación del clorador: deberá estar el clorador en una caja instalada, en la tubería de entrada al tanque elevado y deberá graduarse el flujo para permitir que la cantidad de cloro residual, en el punto más alejado oscile entre 0,7 y 1,5 ppm.

Caja para hipoclorador: tiene como finalidad proteger al clorador. En lo posible deberá construirse con materiales locales. Deberá tener una tapadera de registro con pasador y candado. Como referencia tórnense como dimensiones interiores 1,00 x 1,00 metros en planta por 1,00 metros de altura.

2.1.24. Obras de arte

Con este nombre se incluyen aquellas obras indispensables para el buen funcionamiento, protección y durabilidad de la red del sistema de agua potable, entre ellas están: válvulas de compuerta y conexiones prediales.

2.1.24.1. Válvulas

Las válvulas dentro de un sistema de acueducto sirven para abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar el flujo de agua.

- Red primaria: para esta red de abastecimiento se colocarán 5 válvulas de compuerta, en los nodos de las mallas para cerrar y abrir el flujo del agua y realizar el respectivo mantenimiento.
- Red secundaria: para esta red de abastecimiento se colocará una válvula de compuerta en el primer nodo del ramal principal para cerrar y abrir el flujo del agua y realizar el respectivo mantenimiento.
- Válvulas de compuerta: las características principales de esta válvula de compuerta son: cierra el orificio con un disco vertical de cara planamente que se desliza en ángulos rectos sobre el asiento. Se utiliza para abrir o cerrar total el flujo, no es utilizada para regular el caudal de agua y no debe de ser usada frecuentemente.

2.1.24.2. Conexiones prediales

Este es el último componente del sistema de abastecimiento de agua potable y tiene como finalidad, suministrar el líquido en condición aceptable a la población, ya sea a través de un servicio domiciliario o un servicio tipo comunitario (llena cántaros o chorros públicos). Básicamente consiste en una derivación de la tubería de la red, a través de un tubo de diámetro pequeño, generalmente de $\frac{1}{2}$ ó $\frac{3}{4}$ " de poca longitud, que termina en una llave de paso o en un medidor de caudal, para la instalación interna del servicio en el predio.

- Red primaria: para este proyecto las conexiones prediales se harán desde la línea central del circuito cerrado y ramales abiertos; además, las conexiones incluyen un grifo dentro del terreno de la vivienda.
- Red secundaria: para este proyecto las conexiones prediales se harán desde la línea central de los ramales abiertos; además, las conexiones incluyen un grifo dentro del terreno de la vivienda.

2.1.25. Propuesta de operación y mantenimiento

Para la operación de la diferentes redes, se deberá limpiar y desinfectar la tubería instalada antes de su funcionamiento, haciendo correr agua a una velocidad mínima de 0,75 m/s y luego llenar la tubería, utilizando una concentración mínima de 1 mg/litro de cloro residual libre, buscando que exista un cloro residual de 0,5 mg/litro después de las 24 horas.

Antes de cerrar la zanja de instalación se deberá efectuar una prueba de presión de las tuberías instaladas, de preferencia entre cada tramo limitado por válvulas, a efecto de comprobar el hermetismo y el cierre de las válvulas, como mínimo deberá elevarse la presión en un 50 %, preferentemente deberá ser cercana a la presión nominal resistente de la tubería, indicada en la misma para comprobar su comportamiento.

2.1.25.1. Propuesta de tarifa

Para utilizar el servicio de agua potable es necesario proponer una tarifa, la cual tendrá que ser aprobada por la comunidad y autorizada por la municipalidad. A continuación se hace un desglose de los gastos necesarios para el funcionamiento del sistema.

Tabla XX. **Propuesta de tarifa**

Gastos por funcionamiento	
Actividad	monto/mes
Sueldo de personal (fontanero)	Q 2 742,36
Pago de energía eléctrica	Q 2 500,00
Materiales de servicio	Q 200,00
Tratamiento de agua potable	Q 800,00
Reserva administrativa	Q 500,00
Total	Q 6 742,36

Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta que el sistema beneficiará a 522 viviendas de la comunidad, se estableció una cuota aproximada de Q 15,00 por vivienda, que servirá para pagar los gastos; teniendo la municipalidad de Zaragoza que sufragar los gastos correspondientes al mantenimiento tanto del pozo mecánico, así como del tanque elevado. Sin embargo, esta cuota no ha sido presentada a la población de la aldea Joya Grande, para confirmar si es viable su pago.

2.1.26. Presupuesto del proyecto

Al presupuesto del proyecto se le aplicó un porcentaje de prestaciones de 85,67 % a la mano de obra calificada y no calificada, la integración del mismo se realizó en base a lo siguiente:

- Días no trabajados en el 2018
- Días efectivos en el 2018
- Relaciones porcentuales

A continuación se muestra la integración del porcentaje de prestaciones.

Tabla XXI. **Porcentaje de prestaciones**

PRESTACIONES		85,67	%
Días no trabajados 2018			
1 de enero	día	1	
Semana Santa	día	2,5	
1 de mayo	día	1	
30 de junio	día	1	
15 de septiembre	día	1	
20 de octubre	día	1	
1 de noviembre	día	1	
24 de diciembre	día	0,5	
25 de diciembre	día	1	
31 de diciembre	día	0,5	
Fiesta patronal	día	1	
Domingos	día	52	
Sábados	día	26	
Vacaciones	día	15	
TOTAL DÍAS NO TRABAJADOS	días	105,00	
Días efectivos 2018			
Días año 2018	días	365	
Días no trabajados 2018	días	105	
TOTAL DÍAS EFECTIVOS 2018	días	260,00	
RELACIONES PORCENTUALES			
Días no trabajados	%	40,38	
Indemnización	%	11,54	
Aguinaldo	%	11,54	
Bono 14	%	11,54	
TOTAL RELACIONES PORCENTUALES	%		75,00 %
IGSS	%	10,67	
TOTAL IGSS	%		10,67 %
TOTAL DE PRESTACIONES	%		85,67 %

Fuente: elaboración propia.

Al presupuesto del proyecto se le aplicó un porcentaje de gastos indirectos de 30 % al costo directo, la integración del mismo se realizó con base en lo siguiente:

- Gastos administrativos
- Imprevistos
- Utilidades

A continuación se muestra la integración de porcentaje de gastos indirectos.

Tabla XXII. **Porcentaje de gastos indirectos**

INDIRECTOS			30,00	%
Gastos administrativos	%	12,00		
Imprevistos	%	8,00		
Utilidades	%	10,00		
TOTAL DE INDIRECTOS				30,00 %

Fuente: elaboración propia.

De igual forma al presupuesto del proyecto se le aplicó un porcentaje de factor ayudante de 45,08 % a la mano de obra calificada, la integración del mismo se realizó en base a lo siguiente:

- Caso 1: Dos albañiles – un ayudante
- Caso 2: Un albañil – un ayudante

Los salarios diarios tanto para la mano de obra calificada (albañil) y no calificada (ayudante) se obtuvo con base en el Acuerdo Gubernativo 287-2017. A continuación se muestra la integración del porcentaje de factor ayudante.

Tabla XXIII. **Porcentaje de factor ayudante**

FACTOR AYUDANTE				45,08	%
	Salario diario albañil	día	Q150,00		
	Salario diario ayudante	día	Q90,16		
CASO 1 : DOS ALBAÑILES - UN AYUDANTE					
	2 albañiles * 1 día/albañil	día	Q300,00		
	1 ayudante * 1 día/ayudante	día	Q90,16		
	TOTAL CASO 1			30,05%	
CASO 2: UN ALBAÑIL - UN AYUDANTE					
	1 albañil * 1 día/albañil	día	Q150,00		
	1 ayudante * 1 día/ayudante	día	Q90,16		
	TOTAL CASO 2			60,11%	
TOTAL FACTOR AYUDANTE					45,08%

Fuente: elaboración propia.

También al presupuesto del proyecto se le aplicó un porcentaje de IVA del 12 % a los materiales, obteniendo un costo total con IVA y sin IVA.

La cuantificación de materiales y mano de obra para los trabajos de la red del sistema de agua potable se realizó con base a lo siguiente:

- La cantidad de tuberías y accesorios se realizó por unidad, de igual forma su instalación.
- La cantidad de cemento solvente se realizó por galón.
- La cantidad de materiales para las conexiones domiciliarias se realizó por unidad, de igual forma la instalación de cada conexión domiciliar.
- La cantidad de cemento, arena y piedrín a utilizarse para las cajas de válvulas se obtuvo a través del volumen de cada una de ellas, con una proporción de 2:1:1 y el acero de refuerzo se realizó por varillas.
- La construcción e instalación de las cajas de válvulas con sus accesorios se realizó por unidad.
- La totalidad de materiales será proporcionada por la municipalidad.
- La cuantificación de la mano de obra calificada se realizó en forma unitaria, metro lineal, metro cuadrado y metro cúbico.
- Los salarios de la mano de obra, se tomaron con base en los que se manejan en la comunidad.
- La cuantificación de la colocación de adoquín existente se realizó con una nivelación de cajuela de 0,40 metros de espesor y base granular de 0,15 metros de espesor.
- La cantidad de cemento, arena y piedrín a utilizarse para las llaves de confinamiento y remate se obtuvo a través del volumen, con una proporción de 2:1:1 y el acero de refuerzo se realizó por varillas.
- Los precios de los materiales se tomaron con base a las que se manejan en el municipio.

- Los precios de las tuberías y accesorios se tomaron con base en el listado de precios 2018 de Amanco.

A continuación se muestra la integración de la tubería de 4 pulgadas y la caja de válvula de 4 pulgadas a manera de ejemplo.

Tabla XXIV. Integración tubería PVC Ø 4" (160 PSI)

Tubería PVC Ø 4" (160 PSI)					1,00	m
RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U (Q)	SUBTOTAL (Q)	COSTO (Q)	
Materiales						
TUBERÍAS						
Tubería PVC Ø 4" (160 PSI)	unidad	0,170	Q501,90	Q85,32		
ACCESORIOS						
Reductor bushing PVC 4"x 3"	unidad	0,048	Q64,20	Q3,07		
Reductor bushing PVC 4"x 2"	unidad	0,016	Q64,20	Q1,02		
Tee PVC 4"	unidad	0,048	Q113,80	Q5,45		
Codo 45 ° PVC 4"	unidad	0,016	Q94,50	Q1,51		
Cemento solvente	galón	0,020	Q550,00	Q11,00		
TOTAL MATERIALES CON IVA					Q107,38	
TOTAL MATERIALES SIN IVA					Q95,88	
Mano de obra						
Instalación de tubería	m	1,000	Q9,69	Q9,69		
Instalación de accesorios	unidad	0,128	Q0,94	Q0,12		
TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA					Q9,81	
TOTAL AYUDANTE (45,08 %)					Q4,42	
TOTAL MANO DE OBRA					Q14,24	
PRESTACIONES (85,67 %)					Q12,20	
DIRECTOS					Q122,31	
INDIRECTOS (30 %)					Q36,69	
TOTAL DE RENGLÓN SIN IVA					Q159,01	
TOTAL DE RENGLÓN CON IVA					Q178,09	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Integración caja de válvula de Ø 4"

CAJA DE VÁLVULA DE 4"			1,00	unidad	
RENLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U (Q)	SUBTOTAL (Q)	COSTO (Q)
Materiales					
VÁLVULAS DE COMPUERTA (VC)					
VC de 4" de bronce	unidad	1,000	Q1 130,00	Q1 130,00	
ACCESORIOS					
Adaptador macho PVC Ø 4"	unidad	2,000	Q44,00	Q88,00	
MATERIALES					
Hierro No. 3 grado 40	varilla	1,420	Q35,00	Q49,70	
Hierro No. 2 grado 40	varilla	1,100	Q16,00	Q17,60	
Alambre de amarre	lb	0,320	Q8,00	Q2,56	
Clavo de 3" para madera	lb	0,160	Q6,00	Q0,96	
Candado de 60 mm	unidad	1,000	Q75,00	Q75,00	
Arena de río	m3	0,060	Q150,00	Q9,00	
Piedrín 1/2"	m3	0,070	Q260,00	Q18,20	
Cemento gris	saco	0,950	Q78,00	Q74,10	
Piedra bola	m3	0,220	Q160,00	Q35,20	
Madera	pt	13,360	Q7,00	Q93,52	
Cemento solvente	galón	0,080	Q550,00	Q44,00	
Teflón	unidad	4,720	Q15,00	Q70,80	
TOTAL MATERIALES CON IVA					Q1 708,64
TOTAL MATERIALES SIN IVA					Q1 525,57
Mano de obra					
Construcción e instalación	unidad	1,000	Q296,22	Q296,22	
TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA					Q296,22
TOTAL AYUDANTE (45,08 %)					Q133,54
TOTAL MANO DE OBRA					Q429,76
PRESTACIONES (85,67 %)					Q368,18
DIRECTOS					Q2 323,51
INDIRECTOS (30 %)					Q697,05
TOTAL DE RENGLÓN SIN IVA					Q3 020,56
TOTAL DE RENGLÓN CON IVA					Q3 383,03

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Resumen del presupuesto de la red del sistema de agua potable**

	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo (Q)	Total (Q)
1	TRABAJOS PRELIMINARES	m2	2 748	Q98,07	Q269 576,71
2	ZANJEO	m3	1 375	Q120,88	Q166 203,90
3	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	m	3 944		
3,1	Tubería PVC Ø 4" (160 PSI)	m	62	Q178,09	Q11 041,61
3,2	Tubería PVC Ø 3" (160 PSI)	m	957	Q110,52	Q105 771,42
3,3	Tubería PVC Ø 2 1/2" (160 PSI)	m	15	Q101,50	Q1 522,57
3,4	Tubería PVC Ø 2" (160 PSI)	m	330	Q78,38	Q25 865,18
3,5	Tubería PVC Ø 1 1/2" (160 PSI)	m	487	Q66,34	Q32 305,95
3,6	Tubería PVC Ø 1 1/4" (160 PSI)	m	431	Q60,59	Q26 113,97
3,7	Tubería PVC Ø 1" (160 PSI)	m	1 256	Q57,12	Q71 748,55
3,8	Tubería PVC Ø 3/4" (250 PSI)	m	851	Q54,73	Q46 578,38
4	CONEXIONES DOMICILIARES	unidad	522	Q1 811,51	Q945 609,96
5	CAJAS DE VÁLVULAS	unidad	6		
5,1	CAJA DE VÁLVULA DE 4"	unidad	1	Q3 383,03	Q3 383,03
5,2	CAJA DE VÁLVULA DE 3"	unidad	3	Q2 828,97	Q8 486,92
5,3	CAJA DE VÁLVULA DE 1 1/4"	unidad	1	Q2 006,59	Q2 006,59
5,4	CAJA DE VÁLVULA DE 1"	unidad	1	Q1 966,81	Q1 966,81
6	COLOCACION ADOQUIN EXISTENTE	m2	2 748	Q126,59	Q347 868,71
7	REPARACION LLAVES DE CONFINAMIENTO DE 0,20x0,25 mts	m	393	Q159,56	Q62 706,27
8	REPARACIÓN LLAVES DE REMATE DE 0,40x0,40 mts	m	25	Q347,82	Q8 695,60
TOTAL DEL PROYECTO					Q2 137 452,13

Fuente: elaboración propia.

2.1.27. Cronograma de ejecución

El cronograma muestra en cuánto tiempo durará la construcción de un proyecto. Esta se realizó con rendimientos brindados por la Municipalidad de Zaragoza obtenido para proyectos similares.

Tabla XXVII. Cronograma de ejecución redes de agua potable

Descripción	Unidad	Cantidad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				TOTAL
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1 TRABAJOS PRELIMINARES	m2	2748,00													Q269 576,71
2 ZANJEO	m3	1375,00													Q166 203,90
3 LINEA DE DISTRIBUCION	m	3944,00													
3,1 Tubería PVC Ø 4" (160 PSI)	m	62,00													Q11 041,61
3,2 Tubería PVC Ø 3" (160 PSI)	m	957,00													Q105 771,42
3,3 Tubería PVC Ø 2 1/2" (160 PSI)	m	15,00													Q1 522,57
3,4 Tubería PVC Ø 2" (160 PSI)	m	330,00													Q25 865,18
3,5 Tubería PVC Ø 1 1/2" (160 PSI)	m	487,00													Q32 305,95
3,6 Tubería PVC Ø 1 1/4" (160 PSI)	m	431,00													Q26 113,97
3,7 Tubería PVC Ø 1" (160 PSI)	m	1256,00													Q71 748,55
3,8 Tubería PVC Ø 3/4" (250 PSI)	m	851,00													Q46 578,38
4 CONEXIONES DOMICILIARES	unidad	522,00													Q945 609,96
5 CAJAS DE VÁLVULAS	unidad	6,00													
5,1 CAJA DE VÁLVULA DE 4"	unidad	1,00													Q3 383,03
5,2 CAJA DE VÁLVULA DE 3"	unidad	3,00													Q8 486,92
5,3 CAJA DE VÁLVULA DE 1 1/4"	unidad	1,00													Q2 006,59
5,4 CAJA DE VÁLVULA DE 1"	unidad	1,00													Q1 966,81
6 COLOCACIÓN ADOQUIN EXISTENTE	m2	2748,00													Q347 868,71
7 REPARACIÓN LLAVES DE CONFINAMIENTO DE 0,20x0,25 mts	m	393,00													Q62 706,27
8 REPARACIÓN LLAVES DE REMATE DE 0,40x0,40mts	m	25,00													Q8 695,60
TOTAL DEL PROYECTO													Q2 137 452,13		

Fuente: elaboración propia.

2.1.28. Evaluación socioeconómica

Para que un proyecto sea rentable, económicamente hablando, se requiere que no existan pérdidas de capital respecto a la inversión que se hará. Para conocer si una inversión vale la pena o no, se necesita analizar dicha inversión por medio de evaluaciones económicas que nos garantizaran las ganancias deseadas. Este proyecto será analizado económicamente por medio del valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR).

2.1.28.1. Valor presente neto (VPN)

Con este método se analiza el dinero en un tiempo establecido, en nuestro caso será el período de diseño del proyecto (21 años). Su metodología se basa en que todos los ingresos y egresos que se hagan en el futuro se transforman a cantidades de dinero del presente. Cuando el VPN es menor que cero indica que será una mala inversión y existirán pérdidas de capital; por el contrario si el VPN da positivo, existirán ganancias.

En este proyecto se tendrá una inversión inicial por parte de la municipalidad de Q2 137 452,13. Por derecho de servicio se cobrará a cada usuario la cantidad de Q300,00 teniendo en total Q156 600,00 provenientes de 522 usuarios; también se tendrá la cuota mensual que pagaran los usuarios, que suma Q93 960,00 anuales. En la evaluación también se incluirán los gastos de operación y mantenimiento que suman Q80 908,32 anuales.

Se tomará una tasa de interés del 12 % con la cual se analizarán los ingresos y egresos que se tendrán durante la vida útil del proyecto.

A continuación se resumen los ingresos y egresos que tendrán que efectuar para realizar el proyecto.

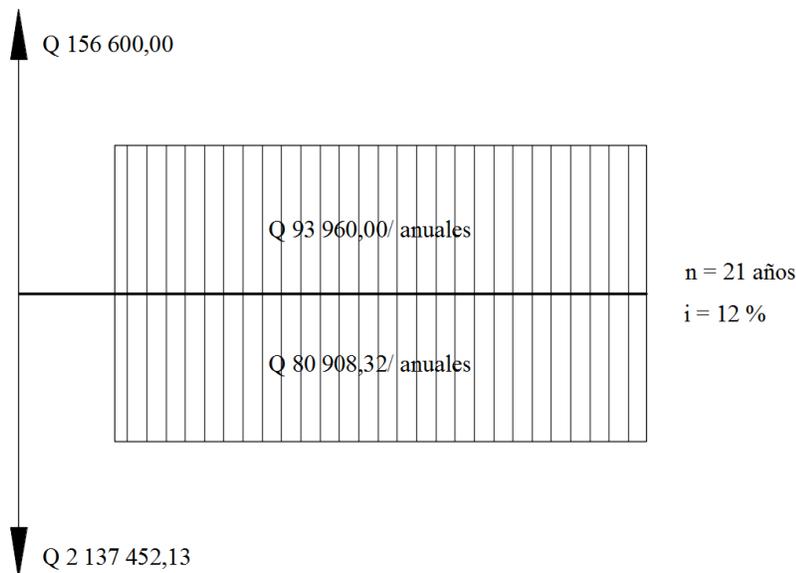
Tabla XXVIII. **Ingresos y egresos redes de agua potable**

Concepto	Ingresos	Egresos
Inversión inicial		Q2 137 452,13
Derecho de servicio	Q156 600,00	
Tarifa cobrada (anual)	Q93 960,00	
Operación y mantenimiento (anual)		Q80 908,32

Fuente: elaboración propia.

Para visualizar mejor los ingresos y egresos se colocarán en un diagrama de flujo de caja, donde los gastos se tomarán como valores negativos y los ingresos como positivos cuando se trasladen a un valor presente.

Figura 10. **Flujo de caja del valor presente neto redes de agua potable**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

El valor presente neto se calcula de la siguiente manera:

$$VPN = - Q2\ 137\ 452,13 + Q\ 156\ 600,00 + Q\ 93\ 960,00 (P/A, 12\ \%,21) - Q72\ 000,00 (P/A, 12\ \%,21).$$

$$VPN = - Q2\ 137\ 452,13 + Q\ 156\ 600,00 + Q\ 93\ 960,00 (7,5620) - Q72\ 000,00 (7,5620).$$

$$VPN = - Q1\ 814\ 790,61$$

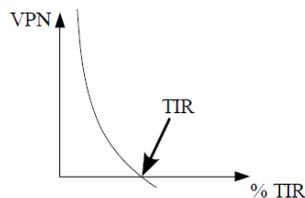
El valor negativo del valor presente neto calculado indica que el proyecto no es rentable económicamente y por lo tanto, no se obtendrán ganancias, sino que al contrario existirán muchas pérdidas, pero el proyecto si será rentable socialmente, ya que beneficiará a muchas familias dotándoles del vital líquido.

2.1.28.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Se puede decir que la tasa interna de retorno (TIR) es la tasa máxima de utilidad que podrá obtenerse o pagarse. En otras palabras la TIR será la tasa de interés que hará que los costos sean iguales o equivalentes a los ingresos.

Como se muestra en la gráfica la TIR es la tasa de descuento que hace que el valor presente de los flujos de efectivo sea igual a cero.

Figura 11. VPN y TIR

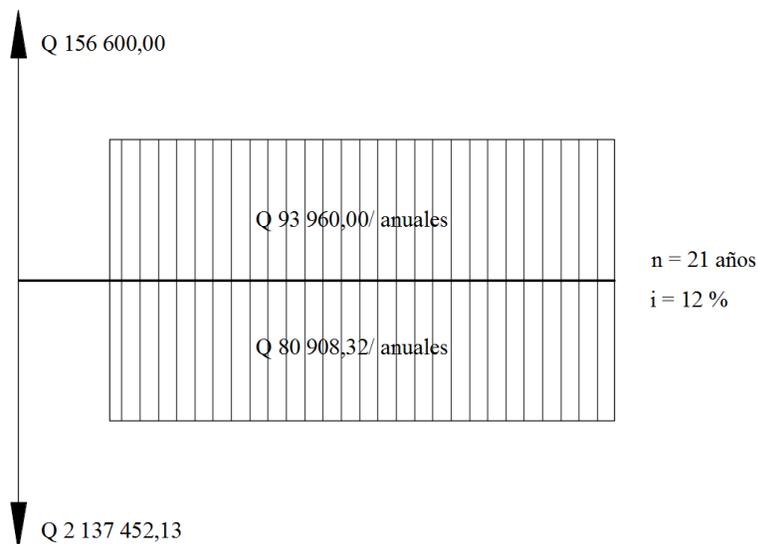


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Para encontrar la TIR en la inversión del proyecto de agua potable se cuentan con los siguientes datos: se tendrá una inversión inicial por parte de la municipalidad de Q2 139 418,94; un primer ingreso por el derecho del servicio que asciende a Q156 600,00; un ingreso anual por cobro de tarifa que asciende a Q93 960,00 anuales, también se tendrán costos de Q72 000,00 anuales por concepto de operación y mantenimiento del sistema.

Los datos necesarios para calcular la TIR se colocarán en un diagrama de flujo de caja y con esto se procede a calcular el valor presente para distintas tasas de interés. Lo que se busca es hallar un valor presente negativo y un valor presente positivo; para después interpolar esos datos y hallar la tasa de interés que haga al valor presente igual a cero.

Figura 12. **Flujo de caja de tasa interna de retorno redes de agua potable**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$\text{VPN} = - Q 1\,980\,852,13 + Q13\,051,68 (P/A, \text{TIR}, 21)$$

En la tabla XXIX se muestran los resultados obtenidos del valor presente para distintas tasas de interés:

Tabla XXIX. **Valor presente neto para distintas tasas de interés redes de agua potable**

n	Tasa %	(P/A, %, n)	VPN
21	5,00 %	12,8212	- Q 1 813 513,93
21	20,00 %	4,8913	- Q 1 917 012,45
21	30,00 %	3,3198	- Q 1 937 523,16
21	50,00 %	1,9996	- Q 1 954 753,99

Fuente: elaboración propia.

Para calcular la tasa interna de retorno es necesario contar con un valor positivo y un valor negativo del valor presente neto, y dado lo anterior se puede suponer que no se podrá obtener ningún valor positivo. Por lo tanto no se podrá calcular una tasa interna de retorno atractiva, ya que este proyecto será de carácter social y de beneficio único para 522 familias; dotándoles del servicio de agua potable en sus viviendas.

2.1.29. Evaluación de impacto ambiental

Un impacto ambiental es un cambio en el medio ambiente causado por la implementación de un proyecto o de una alternativa seleccionada, un plan, un programa o una política. Para impedir o disminuir los impactos que producen los proyectos, es importante saber a raíz de que suscita y en qué medida se está generando un impacto en el ambiente.

Los elementos en los que comúnmente se puede generar un impacto son:

- Aire
- Agua
- Suelo
- Biodiversidad
- Espacios visuales
- Sociedad

A nivel nacional el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) es el ente delegado para formular y ejecutar las políticas relativas al tema, cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país.

Para este proyecto urbanístico se hizo únicamente la evaluación ambiental inicial, a partir de la cual el MARN dará su aprobación mediante la Licencia Ambiental o solicitará se hagan las correcciones respectivas o la solicitud de algún otro instrumento de evaluación más profundo, a fin de aprobarlo. (Ver anexo 3)

El reglamento también contiene las categorías de los proyectos, obras, industrias o actividades para su evaluación ambiental, esto mediante la clasificación taxativa, basada de una lista que toma como referencia el Estándar Internacional del Sistema CIIU, (Código Internacional Industrial Uniforme) de todas las actividades productivas. Con ello se mantiene un sistema estandarizado que facilita la información a los usuarios del sistema, los orienta sobre los instrumentos de evaluación ambiental que deben aplicar, permite una mejor coordinación con otras autoridades del Estado y hace posible un mejor y más efectivo control estadístico de los procesos de gestión.

Así pues se pueden clasificar en tres diferentes categorías básicas A, B (B1 y B2) y C, tomando en cuenta los factores o condiciones que resultan pertinentes en función de sus características, naturaleza, impactos ambientales potenciales o riesgo ambiental.

La categoría A corresponde a aquellos proyectos, obras, industrias o actividades consideradas como las de más alto impacto ambiental potencial o riesgo ambiental de entre toda la lista taxativa. Los megaproyectos de desarrollo se consideran como parte de esta categoría.

La categoría B corresponde a aquellos proyectos, obras, industrias o actividades consideradas como las de moderado impacto ambiental potencial o riesgo ambiental de entre todo el listado taxativo y que no corresponden ni a la categoría A ni a la C. Se subdivide en dos subcategorías:

- B (B1), que comprende las que se consideran como de moderado a alto impacto ambiental potencial o riesgo ambiental.
- B (B2), que comprende las que se consideran como de moderado a bajo impacto ambiental potencial o riesgo ambiental.

La categoría C corresponde a aquellos proyectos, obras, industrias o actividades consideradas como de bajo impacto ambiental potencial o riesgo ambiental del listado taxativo, según el listado taxativo, de Acuerdo Gubernativo 137-2016, los distintos elementos del proyecto se clasifican así:

Tabla XXX. **Clasificación taxativa del proyecto**

Categoría	División	Descripción	A	B1	B2	C
Electricidad, gas y agua	4100	Diseño, construcción y operación de proyectos de aprovechamiento de aguas subterráneas.		Mayor de 200 m ³ /día	Mayor de 50 m ³ /día	Menor de 50 m ³ /día
Construcción	4520	Diseño, construcción y operación de urbanizaciones residenciales de mediana y baja densidad en área rural		mayor de 10 Ha	Hasta 10 Ha	Menor de 5 Ha
Construcción	4520	Diseño y construcción de redes de alcantarillado		todos		
Construcción, servicios comunitarios de inversión pública	9000	Diseño, construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales, que no formen parte de un proceso productivo			todos	

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, la urbanización de la aldea Joya Grande se cataloga como de bajo impacto ambiental potencial o riesgo ambiental por ser un proyecto de aprovechamiento de aguas subterráneas. Se realizó una evaluación de impacto ambiental inicial a través del formulario que proporciona el Ministerio de Ambiente (MARN), a partir de la cual dará su aprobación mediante la licencia ambiental o solicitará se hagan las correcciones respectivas o la solicitud de algún otro instrumento de evaluación más profundo, a fin de aprobarlo. (Ver anexo 3).

2.1.30. Elaboración de planos

La elaboración de los planos se realizó con base en los datos obtenidos en el diseño hidráulico, estos se mostrarán completos en el apéndice 2.

3. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

3.1. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Agua Dulce, Zaragoza, Chimaltenango

El diseño del sistema de alcantarillado cuenta con las siguientes partes:

3.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consistirá en el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario (red principal de colectores, pozos de visita y conexiones domiciliarias) para la aldea Agua Dulce, la cual tiene una longitud de 2 514,313 metros y es para una población actual de 3 624 habitantes.

Se aplicará las normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y especificaciones del fabricante, el colector central será de PVC y conducirá las aguas servidas hasta el área donde se le dará tratamiento a las aguas para luego ser desfogadas.

El sistema de alcantarillado sanitario es un sistema de recolección de aguas diseñado para llevar exclusivamente aguas de origen doméstico.

El tratamiento que se le dará a las aguas residuales se realizará a través de una planta de tratamiento que la Municipalidad de Zaragoza tiene planificada su construcción.

3.1.2. Levantamiento topográfico

Para el estudio de la topografía del lugar, se realizó el levantamiento a través de una estación total, la cual se encarga de recopilar y almacenar la información por medio de un sistema que consiste en apuntar con la estación a un prisma donde se envía un haz de luz, el cual rebota en el mismo y por medio de ángulos registrados por la estación total, más el tiempo que le toma al haz de luz en regresar, se registra la posición del punto por medio de triangulaciones y distancias S.

La determinación del norte para realizar el levantamiento topográfico se hizo mediante el uso de brújula.

Para el trabajo de topografía se utilizó el siguiente equipo:

- Estación total marca Nikon DTM 322
- Trípode
- 2 prismas
- 2 estadales
- Estacas
- Clavos de lámina
- Pintura para tráfico
- Cinta métrica

3.1.2.1. Altimetría

La altimetría es la rama de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o cota de cada punto respecto de un plano de referencia.

3.1.2.2. Planimetría

Planimetría es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles interesantes del terreno sobre una superficie plana.

3.1.3. Período de diseño

Es el tiempo durante el cual el sistema funcionara de forma eficiente, es importante mencionar que ese tiempo empieza a contar a partir de la puesta en operación, de acuerdo con las recomendaciones del INFOM este periodo puede ir de 20 a 30 años.

En el presente estudio se determinó un periodo de diseño de 30 años más 3 años de gestión y construcción, para ser un total 33 años. Este período de diseño debe tomar en cuenta diversos factores como: tendencia de crecimiento poblacional, calidad de los materiales a utilizar, posibilidades para la obtención del financiamiento y tasas de interés.

3.1.4. Parámetros hidráulicos

Son requerimientos mínimos que estipulan los parámetros de las normas de diseño de sistema de alcantarillado sanitario.

3.1.4.1. Velocidades de diseño recomendadas

Las velocidades en el flujo están en función de la pendiente del terreno, el diámetro de la tubería y la clase de tubería utilizada. La velocidad se determina

por medio de la ecuación de Manning y las relaciones hidráulicas v/V , donde v es la velocidad del flujo y V es la velocidad del flujo a sección llena.

Las velocidades en el flujo deben tener un máximo y mínimo, lo cual evita la generación de erosiones y sedimentos en la tubería.

Tabla XXXI. **Velocidades mínimas y máximas según tipo de tubería**

Tipo de alcantarillado	Tubería PVC		Tubería de cemento	
	Vel. Mínima	Vel. Máxima	Vel. Mínima	Vel. Máxima
Sanitario	0,6 m/s	4 m/s	0,6 m/s	3 m/s

Fuente: Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

Cabe mencionar que para el diseño se utilizó tubería PVC y se adoptó en unos tramos las especificaciones de velocidad del fabricante para optimizar el proyecto.

Tabla XXXII. **Velocidades mínimas y máximas según fabricante**

Tipo de alcantarillado	Tubería PVC	
	Vel. Mínima	Vel. Máxima
Sanitario	0,4 m/s	5 m/s

Fuente: NOVAFORT Y NOVALOC (AMANCO), *Manual de diseño*.

3.1.4.2. Pendientes

Es recomendable que la pendiente de la tubería sea la misma del terreno, para evitar costos excesivos de excavación y acarreo, la pendiente estará en función de que cumpla con las relaciones hidráulicas y velocidades permitidas.

Según especificaciones de diseño de velocidad del fabricante se puede utilizar pendiente mínima de 0,1 %, siempre y cuando cumpla con la velocidad mínima de 0,4 m/s

En las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo será de 4 plg, con una pendiente mínima de 2 % y una máxima de 6 % y que forme un ángulo horizontal con respecto a la línea central, de aproximadamente 45 grados, en el sentido de la corriente del mismo.

En áreas donde la pendiente del terreno es mínima se recomienda acumular mayor cantidad de caudales para generar mayor velocidad.

3.1.4.3. Diámetros mínimos de tubería

El diámetro mínimo de tubería para alcantarillados sanitario es 6" de diámetro para PVC y de 8" para tubería de concreto. Mientras que, para el drenaje pluvial, se manejan diámetros mínimos de 8" para tubería de PVC y 10" de concreto.

Para las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo con tubería de cemento es de 6" y de 4" para PVC.

Para el drenaje sanitario se utilizó la Norma ASTM-D3034. Se utilizaron estos parámetros debido a que fueron solicitados por la municipalidad de Zaragoza.

Tabla XXXIII. **Diámetros mínimos de tubería para alcantarillado sanitario según material**

Tipo de tubería	Alcantarillado sanitario
PVC	6"
Cemento	8"

Fuente: Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

3.1.4.4. Tirante mínimo y máximo

Se debe procurar mantener el tirante en los rangos permitidos expresados en la siguiente tabla.

Tabla XXXIV. **Tirante mínimo y máximo de tubería para alcantarillado sanitario según materiales**

Tipo de alcantarillado	Parámetros
Sanitario	$0,10 \leq d \leq 0,75$

Fuente: elaboración propia.

3.1.4.5. Profundidades mínimas de tubería

La profundidad se determina en función de las cotas invert. Se debe chequear que la tubería tenga un recubrimiento mínimo y adecuado para no ser

dañada por el paso de vehículos y peatones. En las tablas XXXV y XXXVI se presentan las profundidades mínimas de la tubería según diámetro y material.

Tabla XXXV. Profundidad mínima tubería PVC

Diámetros	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"	36"	42"	48"
Tránsito liviano	60 cms	60 cms	90 cms	90 cms	90 cms	90 cms	90 cms	100 cms	100 cms	120 cms
Tránsito pesado	90 cms	90 cms	90 cms	110 cms	110 cms	120 cms	120 cms	120 cms	140 cms	140 cms

Fuente: Norma ASTM F-949.

Tabla XXXVI. Profundidad mínima tubería cemento

Diámetros	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"	36"	42"	48"
Tránsito liviano	117 cms	122 cms	128 cms	134 cms	140 cms	149 cms	165 cms	170 cms	175 cms	180 cms
Tránsito pesado	137 cms	142 cms	148 cms	154 cms	160 cms	169 cms	185 cms	200 cms	205 cms	215 cms

Fuente: Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

3.1.4.6. Ancho de zanja

Para la instalación de tuberías se debe conocer que ancho de zanja se utilizará, el cual está en función del diámetro de tubería. Se utiliza para determinar cuánto será la excavación para su instalación.

Tabla XXXVII. Ancho de zanja

Ø Tubería	Ancho
6	0,55
8	0,62
10	0,67

Continuación de la tabla XXXVII.

12	0,75
15	0,8
18	0,9
24	1,1
27	1,16
30	1,25
33	1,35
36	1,45
42	1,55
48	1,8
54	2
60	2,2

Fuente: NOVAFORT Y NOVALOC (AMANCO). *Manual de diseño.*

3.1.4.7. Pozos de visita

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un sistema de alcantarillado y son empleados como medios de inspección y limpieza.

La forma constructiva de los pozos de visita se ha normalizado considerablemente y se han establecido diseños que se adoptan de un modo general. Están contruidos con ladrillos y concreto reforzado, de forma cilíndrica, que remata generalmente en su parte superior en forma de tronco cónico y con tapa removible, la cual se construye con el objeto de permitir el acceso y mantenimiento de la estructura. Las paredes del pozo deben estar impermeabilizadas con repello más un cernido liso, el fondo está conformado de concreto; para realizar la inspección o limpieza los pozos profundos se deben dejar escalones, los cuales serán de hierro y estarán empotrados a las paredes del pozo. La profundidad que poseen estos pozos es variable.

Un pozo de visita debe:

- Proporcionar un control de flujo hidráulico en cambios de dirección.
- Proporcionar acceso a la tubería para mantenimiento e inspección.
- Proporcionar ingreso de oxígeno al sistema.

Y se colocarán en los siguientes puntos:

- Al inicio de cualquier ramal.
- En intersecciones de dos o más tuberías.
- Donde exista cambio de diámetro.
- En distancias no mayores de 100 m.
- En las curvas no más de 30 m.
- Alivio o cambio de pendientes y dirección.

Comúnmente los pozos de visita están en las intersecciones de las calles, entre 90 y 100 m. El intervalo puede ser mayor cuando se utiliza tubería de PVC, que disminuye substancialmente los problemas de limpieza y mantenimiento, comparado con otros tipos de tubería que tienen pobres características de flujo y son propensos a penetración de raíces y daños.

Para el proyecto, los pozos de visita se construirán de ladrillo y concreto reforzado de forma cilíndrica.

3.1.4.8. Cotas invert

Es la distancia que existe entre el nivel del terreno natural y el nivel inferior de la tubería, tomando en cuenta que la cota invert sea, al menos, igual al recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Por lo tanto, las cotas invert se calculan con base en la pendiente del terreno y la distancia entre pozos.

Tipos de casos:

- Diámetro de tubería de entrada y el de tubería de salida son iguales

Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota invert de salida estará, como mínimo, a 3 cm debajo de la cota invert de entrada.

- Diámetro de tubería de entrada y el de tubería de salida no son iguales

Cuando a un pozo de visita entra una tubería de un diámetro y salga otra de diferente diámetro, la cota invert de salida estará, como mínimo, debajo de la cota invert de entrada, igual a la diferencia de los diámetros de la cota invert de entrada y salida.

- Diámetros de tuberías de entrada y el de tubería de salida son iguales

Cuando a un pozo de visita la tubería de salida es del mismo diámetro a las que ingresan en él, la cota invert de salida mínima estará a 3 cm debajo de la cota más baja que entre.

- Diámetros de tuberías de entrada y el de tubería de salida no son iguales

Cuando a un pozo de visita la tubería de salida es de diferente diámetro a las que ingresan en este, la cota invert de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomará el valor mayor.

3.1.4.9. Disipador de energía

Los disipadores de energía son elementos que generan una pérdida importante de energía cinética en el flujo y merman la erosión que esta podría ocasionar al impactar con la estructura. Son empleados en tramos con alta pendiente longitudinal.

Dependiendo de la diferencia entre la cota invert de entrada con cota invert de salida, se define si es necesario colocar un artefacto de disipación y de que tipo.

- Pozo de visita sin artefacto disipador: cuando la diferencia de alturas entre la cota invert de entrada de una tubería y la cota invert de salida de la siguiente tubería se encuentra en los siguientes valores, no se coloca ningún disipador.

$$0,03 \text{ m} \leq \text{Cota invert entrada} - \text{Cota invert salida} \leq 0,25 \text{ m}$$

- Colchón de agua: cuando la diferencia de alturas entre la cota invert de entrada de una tubería y la cota invert de salida de la siguiente tubería se encuentra en los siguientes valores, se coloca un colchón de agua.

$$0,26 \text{ m} \leq \text{Cota invert entrada} - \text{Cota invert salida} \leq 0,75 \text{ m}$$

- Codo disipador: cuando la diferencia de alturas entre la cota invert de entrada de una tubería y la cota invert de salida de la siguiente tubería se encuentra en los siguientes valores, se coloca un codo disipador a 45° en función del diámetro de la tubería y la pendiente de la tubería. Este tipo de disipador regularmente solo se coloca para drenaje sanitario.

$$0,76 \text{ m} \leq \text{Cota invert entrada} - \text{Cota invert salida} \leq 2,00 \text{ m}$$

- Bandejas disipadoras: cuando la diferencia de alturas entre la cota invert de entrada de una tubería y la cota invert de salida de la siguiente tubería se encuentra en los siguientes valores, se debe colocar bandejas cuadradas las cuales están separadas en función del caudal de entrada.

$$2,00 \text{ m} \leq \text{Cota invert entrada} - \text{Cota invert salida} \leq 6,00 \text{ m}$$

3.1.4.10. Acometida domiciliar

Se debe construir dos cajas de registro o candelas con una dimensión mínima de 38 centímetros de diámetro o 45 centímetros de por lado, con 1 metro de profundidad. Si son tubos de concreto deberán colocarse verticalmente o bien con mampostería reforzada debiendo estar impermeabilizados.

No se podrá realizar conexión domiciliar sin autorización de la municipalidad o el supervisor. Se podrá realizar conexiones individuales, transportando aguas residuales hacia el colector de una sola vivienda.

3.1.5. Localización de la descarga

La localización de la descarga estará en una planta de tratamiento que la Municipalidad de Zaragoza tiene planificada su construcción, dicha planta será instalada en un terreno municipal que se ubica al final del diseño del alcantarillado sanitario, en la cota más baja. Cabe destacar que el terreno municipal está a un costado del río Agua Dulce, en el cual se pretende sea el desfogue de las aguas residuales ya tratadas.

3.1.6. Parámetros de diseño

Son factores que al momento de diseñar se deben tomar en cuenta y verificar que cumplan con lo establecido por las normas de diseño o especificaciones del fabricante, de tal manera que el sistema funcione eficientemente en el período de vida útil estimado.

3.1.6.1. Estimación de la población futura

La proyección de población futura es un parámetro básico a considerar y el cual depende a características sociales, culturales y económicas de los habitantes.

Para el cálculo de población se utilizará el método geométrico, por ser el que más se adapta a las condiciones demográficas de Guatemala. La ecuación empleada es:

$$P_F = P_0 * (1 + r)^n$$

Donde:

- P_F = población futura o población de diseño
- P_0 = población actual
- r = tasa de crecimiento poblacional
- n = período de diseño

Sustituyendo valores:

$$P_0 = 3\,624 \text{ habitantes en aldea Agua Dulce}$$

r = 2,50 % dato según Municipalidad de Zaragoza, Chimaltenango
n = 33 años

$$P_F = 3\,624 * (1 + 0,0250)^{33} = 8\,187 \text{ habitantes}$$

3.1.6.2. Factor de retorno

Es el porcentaje de agua que después de ser utilizada se devuelve al drenaje, como se mencionó anteriormente está en función de las costumbres sociales de la población. Dicho factor debe estar entre los siguientes valores.

$$0,70 \leq FDR \leq 0,85$$

Para el cálculo del caudal domiciliar de este proyecto se determinó que se utilizará un FR de 0,80.

3.1.7. Determinación del caudal sanitario

El caudal sanitario es la sumatoria de los siguientes aportes: caudal máximo de origen doméstico, caudal comercial, caudal industrial, caudal de infiltración, caudal ilegal por aguas de lluvia que se conecten en patios o bajadas de techos por error.

$$Q_{\text{sanitario}} = Q_{\text{domiciliar}} + Q_{\text{comercial}} + Q_{\text{industrial}} + Q_{\text{ilic}} + Q_{\text{inf}}$$

Donde:

$Q_{\text{sanitario}}$ = caudal sanitario

$Q_{\text{domiciliar}}$ = caudal domiciliar

$Q_{\text{comercial}}$ = caudal comercial

- Q_{industrial} = caudal industrial
- Q_{ilic} = caudal conexiones ilícitas
- Q_{inf} = caudal de infiltración

3.1.7.1. Caudal domiciliar

Es el agua potable que ha sido utilizada en una vivienda por distintos usos domésticos como: sanitarios, baño, cocina, limpieza, entre otros, y que tiene que ser extraída y conducida hacia la red del sistema de alcantarillado.

Este caudal está relacionado con la dotación y la población. Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{DOM} = \frac{Dot * No. hab * FR}{86\ 400}$$

Donde:

- Q_{DOM} = caudal domiciliar (l/s)
- Dot = dotación (lts/hab/día)
- Núm. hab = cantidad de habitantes proyectada
- FR = factor de retorno del proyecto (0,80)

$$Q_{DOM} = \frac{100 * 8\ 187 * 0,80}{86\ 400} = 7,581 \text{ l/s}$$

Se sabe que no toda el agua que ingrese a cada vivienda regresará al alcantarillado sanitario, por diversas razones de uso que se le dé al agua en cada vivienda, en lo cual se considera que se puede perder un 20 % del agua que

ingresa, es por eso que el factor de retorno utilizado es de 80 % de retorno a la red de alcantarillado.

3.1.7.2. Caudal comercial

Es el agua desechada por el comercio existente en la comunidad, la determinación de estos caudales varía por la dotación y la función de cada comercio.

Para el proyecto realizado este caudal es muy pequeño, ya que el aporte de comercios es solamente de la Escuela Oficial Rural Mixta Agua Dulce, que cuenta con un total de 165 alumnos. Se calculan de la siguiente manera.

$$Q_{com} = \frac{No.com * No. alumnos * Dot}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{COM} = caudal comercial (l/s)
No. com = cantidad de comercios
No. alumnos = cantidad de alumnos
Dot = dotación (l /alum/día)

$$Q_{com} = \frac{1 * 165 alumnos * 10}{86\ 400} = 0,019 \text{ l/s}$$

3.1.7.3. Caudal industrial

Es el agua desechada por las industrias existentes en la comunidad, la determinación de estos caudales varían por la dotación y la función de cada

industria, regularmente este tipo de actividad utiliza dotaciones altas. La dotación industrial dependerá del tipo de industria, pero puede estimarse entre 1 000 a 1 800 l /industria/día.

Para el proyecto realizado este caudal es nulo, ya que no existe ningún tipo de contribución industrial. Se calcula de la siguiente manera.

$$Q_{Ind} = \frac{Núm. ind * Dot}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{ind} = caudal industrial (l/s)
Núm. Ind = cantidad de industrias
Dot = dotación (l /industria/día)

3.1.7.4. Caudal de conexiones ilícitas

Es el aporte de aguas pluviales al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de conexiones erradas de bajantes de tejados y patios. Existen varios métodos para calcular dicho caudal.

Para calcular el caudal se basó según lo establecido en los reglamentos generales para el diseño de alcantarillas y drenajes de Unepar - Infom, es posible representar este caudal como el 10 % del caudal domiciliar. Se calculan de la siguiente manera.

$$Q_{ilic} = 0,10 * Q_{Dom}$$

Donde:

Q_{iilic} = caudal de conexiones ilícitas (l/s)

0,10 = 10 % de conexiones ilícitas

Q_{Dom} = caudal domiciliar (l/s)

$$Q_{iilic} = 0,10 * 7,581 = 0,075 \text{ l/s}$$

3.1.7.5. Caudal de infiltración

Para la estimación del caudal de infiltración que entra en la alcantarilla , se toma en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad de las tuberías, la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas usadas en las tuberías y la calidad de mano de obra y supervisión con que se cuenta durante la construcción, hay dos formas de medirlo: en litros diarios por kilómetro de tubería, incluyendo la longitud de la tubería de los entronques domiciliarios, para lo cual puede asumirse como 6,00 m de longitud por cada vivienda. Este factor suele variar entre 1 200 y 1 800 l/km/día. Se calculan de la siguiente manera.

$$Q_{inf} = \frac{F_{inf} * (m \text{ de tub.} + \text{No. casas} * 6 \text{ m})}{\frac{1\ 000}{86\ 400}}$$

Donde:

Q_{inf} = caudal de infiltración (l/s)

F_{inf} = factor de infiltración

m de tub. = metros de tubería del proyecto

6m = longitud de la tubería de los entronques domiciliarios

$$Q_{inf} = \frac{1\ 700 * (2\ 514,313 + 1\ 365 * 6\ m)}{86\ 400} = 0,211\ l/s$$

3.1.7.6. Cálculo del caudal sanitario

Se toma la sumatoria del caudal domiciliar, caudal comercial, caudal industrial, caudal de conexiones ilícitas y caudal de infiltración.

$$Q_{sanitario} = Q_{domiciliar} + Q_{comercial} + Q_{industrial} + Q_{ilic} + Q_{inf}$$

$$Q_{sanitario} = 7,581 \frac{l}{s} + 0,019 \frac{l}{s} + 0,000 \frac{l}{s} + 0,075 \frac{l}{s} + 0,211 \frac{l}{s}$$

$$Q_{sanitario} = 7,881 \frac{l}{s}$$

3.1.8. Determinación del caudal de diseño

Es el caudal con que se diseñará cada tramo del sistema de alcantarillado sanitario, de acuerdo con los datos obtenidos e investigados. Este caudal se debe calcular en cada tramo de la red del colector y está integrado por los siguientes valores:

$$Q_{diseño} = F_{qm} * F.H. * \text{Núm. hab.}$$

Donde:

Q diseño	= caudal de diseño (l/s)
Núm. hab	= número de habitantes futuros acumulados
Fqm	= factor de caudal medio
F.H.	= factor de Harmon

3.1.8.1. Factor de caudal medio

La función de este factor es regular la aportación de caudal en la tubería. El valor de este factor según el INFOM debe estar entre rango de 0,002 a 0,005 y se expresa de la siguiente forma:

$$F_{qm} = \frac{Q_{\text{sanitario}}}{\text{Núm. de hab}}$$

Donde:

Fqm = factor de caudal medio

Q sanitario = caudal sanitario (l/s)

Núm. de hab = número de habitantes futuros acumulados

$$F_{qm} = \frac{7,881}{8\ 187} = 0,00096$$

Ya que el valor es menor a 0,002 de la condición del factor de caudal medio se asume el valor de 0,002 como factor de caudal medio.

3.1.8.2. Factor de Harmon

Este factor es el resultado de pruebas estadísticas que determina la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso simultáneo del servicio en un determinado tramo, el valor puede variar de 1,50 a 4,50 es adimensional y se expresa de la siguiente manera:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P/1\ 000}}{4 + \sqrt{P/1\ 000}}$$

Donde:

FH = factor de Harmon

P = número de habitantes futuros acumulados

$$FH = \frac{18 + \sqrt{8\,187/1\,000}}{4 + \sqrt{8\,187/1\,000}} = 3,040$$

3.1.8.3. Cálculo del caudal de diseño

Se toma la multiplicación del factor de caudal medio, factor de Harmon y número de habitantes futuros acumulados.

$$Q \text{ diseño} = F_{qm} * F.H. * \text{Núm. hab.}$$

$$Q \text{ diseño} = 0,002 * 3,040 * 8\,187 \text{ hab.} = 49,777 \text{ l/s}$$

3.1.9. Fundamentos hidráulicos

Son los criterios hidráulicos que debe tomar en cuenta el diseñador de la red de alcantarillado sanitario, para que el sistema funcione eficientemente en el período de vida establecido.

3.1.9.1. Ecuación de Manning

Se usará la ecuación de Manning para determinar la velocidad del flujo dentro de la tubería.

$$V = \frac{0,03429 * D^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde:

- V = velocidad de flujo a sección llena (m/s)
 D = diámetro de la sección circular (metros)
 S = pendiente de la gradiente hidráulica (m / m)
 n = coeficiente de rugosidad de Manning
 = 0,014 para tubos de concreto
 = 0,010 para tubos de PVC

El coeficiente de rugosidad de Manning utilizado en este caso es de 0,010, por utilizar tubería PVC ASTM F-949. Para evitar la sedimentación y taponamiento dentro de la tubería; el INFOM recomienda una velocidad máxima de 3,00 m/s. El fabricante de la tubería basado en la Norma ASTM F - 949 sugiere valores entre 0,40 m/s y 5,00 m/s.

3.1.9.2. Relación de diámetro y caudales

La relación de diámetros y caudales que se debe considerar en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario es la relación d/D, no deberá ser mayor a 0,75, ni menor a 0,10 del diámetro interno de la tubería, y el caudal de diseño debe ser menor al caudal a sección llena en el colector, esto es para que la tubería funcione como canal abierto, en el cual circula el flujo por acción de la gravedad sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera.

3.1.9.3. Diseño de secciones y pendientes

Se recomienda que la pendiente utilizada en el diseño sea la pendiente que tenga el terreno natural, de esta forma se evitará el sobre costo por excesiva excavación, siempre y cuando cumpla con las relaciones hidráulicas y las velocidades permisibles. La forma de determinar la pendiente natural del terreno es la siguiente:

$$\%S = \frac{CTI - CTF}{D} * 100$$

Donde:

- %S = porcentaje de pendiente de terreno
- CTI = cota inicial del terreno
- CTF = cota final del terreno
- D = distancia horizontal entre cota inicial y cota final

3.1.9.4. Relaciones hidráulicas

Se utilizan las tablas establecidas en la Norma del INFOM, en el cual primero se determina la relación (q/Q). Dicho valor se busca en las tablas; si no se encuentra el valor exacto, se busca el valor más aproximado.

La tabla se lee de derecha a izquierda, localizando la relación q/Q se busca de derecha a izquierda en la misma fila el valor de las relaciones v/V y d/D.

Estas relaciones son necesarias para poder asegurar que el sistema funcionará adecuadamente. Los parámetros hidráulicos que deberán considerarse son los siguientes:

Relaciones de caudales:

$$\frac{Q \text{ diseño}}{Q \text{ seccion llena}}$$

Relaciones de velocidades:

$$\frac{V \text{ diseño}}{V \text{ seccion llena}}$$

Relaciones de tirantes:

$$\frac{D \text{ diseño}}{D \text{ sección llena}}$$

Si el dato obtenido no cumple con las especificaciones deberá verificar la pendiente del colector con respecto al terreno, o verificar si el tramo a analizar requiere de un aumento de diámetro.

En la velocidad se tomó la velocidad recomendada por el fabricante, la que está basada en la Norma ASTM F-949, la que especifica que la velocidad indicada para este tipo de tubería será como mínima de 0,40 m/s y máximo de 5 m/s.

3.1.10. Conexión domiciliar

Se utilizará tubería PVC, el diámetro de la tubería será de 4" con coeficiente de rugosidad $n = 0,010$, candela de tubo de concreto de 12" diámetro, base y tapadera de concreto armado, la tubería tendrá una pendiente de 2 % a 6 %.

3.1.11. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario

El diseño de la red de alcantarillado sanitario, se diseñó de acuerdo a las Normas del INFOM y especificaciones del fabricante. Este proyecto beneficiará al 100 por ciento de la población actual de la aldea Agua Dulce. Se utilizó, para el diseño hidráulico, tubería PVC que cumple con la Norma ASTM F-949.

A continuación se presenta un ejemplo para el diseño del tramo PV-6 al PV-7.

Datos para diseño:

Período de diseño	33 años
Dotación de agua potable	100 lt/hab/día
Factor de retorno	0,80
Caudal de conexiones ilícitas	10 % caudal domiciliar.
Población actual acumulada	330 habitantes
Población futura acumulada	746 habitantes
Tasa de crecimiento	2,50 %
Cota de terreno PV6	94,55 m
Cota de terreno PV7	89,16 m
Distancia horizontal	66,38 m
Tubería a utilizar	PVC Norma ASTM F-949
Coefficiente de rugosidad	0,010
Factor de caudal medio	0,002

- Cálculo de la pendiente del terreno:

$$S = \frac{94,55 - 89,16}{66,376} * 100 = 8,12 \%$$

- Factor de Harmon:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{746/1\ 000}}{4 + \sqrt{746/1\ 000}} = 3,88$$

- Caudal de diseño (Qd):

$$Qd = 756 * 4,02 * 0,002 = 5,79 \text{ l/s}$$

- Valores hidráulicos a sección llena:

Mediante la metodología de prueba y error, buscamos la pendiente S que tendrá la tubería propuesta para que el caudal de diseño cumpla con los rangos de velocidad y con el tirante establecido.

Para el tramo de ejemplo, el diámetro y la pendiente son 6 pulgadas y 8,12 % respectivamente. Con estos datos se procede a calcular la velocidad, área y caudal a sección llena.

- Velocidad (V)

$$V = \frac{0,03429 * (6)^{\frac{2}{3}} * (0,0812)^{\frac{1}{2}}}{0,010} = 3,23 \text{ m/s}$$

- Área (A)

$$A = \pi/4 * D^2 = \pi/4 * (6 * 0,0254)^2 = 0,0182 \text{ m}^2$$

- Caudal (Q):

$$Q = VA = 3,23 * 0,0182 * 1000 = 58,92 \text{ l/s}$$

- Relación de caudal:

$$\frac{q}{Q} = \frac{Qd}{Q} = \frac{5,79}{58,92} = 0,09827$$

Al evaluar la relación de caudales con los valores de la columna q/Q de la tabla de relaciones hidráulicas para elementos de sección circular, se obtiene:

- Velocidad de diseño:

$$\frac{vf}{Vf} = 0,636182$$

Velocidad v de diseño:

$$vf = 0,636182 * 3,23 = 2,055 \text{ m/s}$$

Como v es mayor a 0,40 m/s y menor a 5 m/s, sí cumple.

- Tirante:

Valor obtenido de la tabla de relaciones hidráulicas para elementos de sección circular correspondiente a la columna de la relación de d/D .

$$\frac{df}{Df} = 0,21174$$

La relación d/D es mayor a 0,10 y menor a 0,75 por lo tanto, sí cumple.

- Cota invert:

Para la cota invert de salida (CIS), por tratarse de un tramo intermedio, la profundidad de la tubería está sujeta a la altura del pozo de visita del tramo anterior, siendo 1,38 m. Por lo tanto, se obtiene que:

$$\begin{aligned} \text{CIS} &= \text{Cota de terreno} - 1,38 \\ \text{CIS} &= 94,55 - 1,38 = 93,167 \text{ m} \end{aligned}$$

La cota invert de entrada (CIE) se puede calcular con la ecuación de punto pendiente, expresada de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{CIE} &= \text{CIS} - (\text{pendiente} * \text{distancia horizontal}) \\ \text{CIE} &= 93,167 - (0,0812 * 66,38) = 87,777 \text{ m} \end{aligned}$$

- Altura de pozos de visita:

La altura que tendrá el pozo de visita, es la diferencia entre la cota del terreno y la cota invert.

$$\begin{aligned} H_{\text{inicio}} &= 94,55 - 93,167 = 1,383 \text{ m} \\ H_{\text{final}} &= 89,16 - 87,777 = 1,383 \text{ m} \end{aligned}$$

- Volumen de excavación:

Para el cálculo del volumen de excavación de PV6 a PV7 se puede utilizar la siguiente ecuación que involucra el ancho de zanja (5,55 m para tubería de

6 plg), distancia horizontal y el promedio entre profundidad de los pozos analizados.

$$\text{Vol. Excavación} = \text{ancho de zanja} * \text{dist. horizontal} * \left(\frac{\text{prof. PV6} + \text{prof. PV7}}{2} \right)$$

$$\text{Vol. Excavación} = 5,55 * 66,38 * \left(\frac{1,383 + 1,383}{2} \right) = 50,489 \text{ m}^3$$

- Resumen:

La información con la que se debe de construir el tramo que va de PV6 hacia PV7 se indica en la tabla XXXVIII.

Tabla XXXVIII. **Resumen de datos de diseño para el tramo PV6 - PV7**

Descripción	Valor
Pendiente de la tubería	8,12 %
Cota invert de salida (CIS)	93,167 m
Cota invert de entrada (CIE)	87,777 m
Altura inicial de pozo	1,383 m
Altura final de pozo	1,383 m
Diámetro de la tubería	6 plg
Volumen de excavación entre PV6 Y PV7	50,489 m ³

Fuente: elaboración propia.

Los datos y resultados del cálculo hidráulico para todos los ramales, se presentan en el apéndice 1.

3.1.12. Tratamiento

Tomando en consideración que la selección y diseño de un tipo de tratamiento es propiamente trabajo de un ingeniero sanitario, la municipalidad realizará la gestión, a través de la asesoría de un ingeniero sanitarista para las recomendaciones, estudio y diseño necesario para la construcción de la planta de tratamiento.

3.1.13. Propuesta de operación y mantenimiento

La responsabilidad del mantenimiento y operación del sistema será compartida entre la municipalidad de Zaragoza y el comité de vecinos de la aldea Agua Dulce. El tiempo recomendado para inspeccionar el funcionamiento del sistema debe ser en espacios no mayores a los tres meses.

A continuación se describen la inspección y mantenimiento de los elementos del alcantarillado.

3.1.13.1. Conexión domiciliar

- Posibles problemas
 - Tapadera de la candela está en mal estado.
 - Tubería parcialmente tapada.
 - Tubería totalmente tapada
 - Conexiones de agua de lluvia en la tubería.

- Soluciones y reparaciones

- Reparar la tapadera de la candela o en su defecto cambiarla por una nueva, ya que de no hacerlo corre peligro de que se introduzca tierra y basura a la tubería y provoque taponamientos en la misma.
- La tubería parcialmente tapada puede ser provocada por la introducción de basura o tierra en ésta, se verifica en la candela que cuando se vierte agua, no corre libremente. Se vierte una cantidad suficiente de agua de forma brusca para que el taponamiento se despeje y corra el agua sin mayor problema.
- Si la tubería está totalmente tapada, no corre nada de agua y se estanca en la candela, se vierte una cantidad de agua de forma brusca para que el taponamiento sea despejado. Si el taponamiento persiste, se introduce una guía metálica para tratar de quitar el taponamiento y luego nuevamente se vierte una cantidad de agua para que el taponamiento desaparezca.
- Si persiste el problema se introduce nuevamente la guía, se verifica la distancia en donde se encuentra el taponamiento, se marca sobre la calle en donde se ubica; luego se excava en el lugar marcado, se descubre el tubo para poder destaparlo y repararlo, para que las aguas corran libremente.
- Las conexiones de agua de lluvia provocan que se saturen las tuberías, ya que no fueron diseñadas para llevar esta agua. Se procede a cancelar la conexión de agua de lluvia a la conexión domiciliar.

3.1.13.2. Línea central

- Posibles problemas
 - Tubería parcialmente tapada
 - Tubería totalmente tapada

- Soluciones y reparaciones
 - Para descubrir los taponamientos se puede hacer dos pruebas.

- Prueba de reflejo: consiste en colocar una linterna en un pozo de visita y revisar el reflejo de la misma en el siguiente pozo de visita, si no es percibido claramente existe un taponamiento parcial, y si no se percibe en lo absoluto significa que existe un taponamiento total.

Para solucionarlo se vierte agua a presión en el pozo de visita luego se hace de nuevo la prueba de reflejo y, se verifica si el taponamiento se despejó y deja ver claramente el reflejo.

- Prueba de corrimiento 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, para ver que sea normal. Si es un corrimiento muy lento existe un taponamiento parcial y si no sale nada de agua en el pozo es que existe un taponamiento total.

La solución al no despejarse el taponamiento por medio de la presión de agua, es introducir una guía para localizar el taponamiento, se procede a excavar y descubrir la tubería para sacar la basura o tierra que provoca el taponamiento.

3.1.13.3. Pozos de visita

- Posibles problemas
 - Acumulación de residuos y lodos
 - Deterioro del pozo.
 - Tapadera del pozo en mal estado.

- Soluciones y reparaciones
 - Al inspeccionar los pozos de visita se puede constatar que no existan lodos ni desechos acumulados en el pozo que puedan obstruir el paso de las aguas negras. Se procede a quitar los lodos y residuos para dar paso libre a las aguas.

 - Verificar que el pozo de visita se encuentre en buen estado, revisar el brocal de arriba, los escalones deben estar en buen estado para que el inspector pueda bajar sin problema al pozo; si están en mal estado, repararlas o en su caso cambiarlas por unas nuevas.

 - Las tapaderas de los pozos de visita deben estar en su lugar y sin grietas por el paso de vehículos, es necesario cambiarlas por nuevas para garantizar la protección al sistema.

3.1.14. Propuesta de tarifa

Para utilizar el servicio de alcantarillado sanitario es necesario proponer una tarifa, la cual tendrá que ser aprobada por la comunidad y autorizada por la

municipalidad. A continuación se hace un desglose de los gastos necesarios para el funcionamiento del sistema.

Tabla XXXIX. **Propuesta de tarifa alcantarillado sanitario**

Gastos por funcionamiento	
Actividad	monto/mes
Sueldo de personal (fontanero)	Q 2 742,36
Gasolina diésel	Q 250,00
Materiales de servicio	Q 500,00
Mantenimiento mensual	Q 1 000,00
Reserva administrativa	Q 1 000,00
Total	Q 5 492,36

Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta que el sistema beneficiará a 604 viviendas de la comunidad, se estableció una cuota aproximada de Q 12,00 por vivienda, que servirá para pagar los gastos; teniendo la municipalidad de Zaragoza que sufragar los gastos correspondientes al mantenimiento tanto de la línea central, así como de los pozos de visita. Sin embargo, esta cuota no ha sido presentada a la población de la aldea Agua Dulce, para confirmar si es viable su pago.

3.1.15. Presupuesto del proyecto

Al presupuesto del proyecto se le aplicó los mismos porcentajes de prestaciones, gastos indirectos, factor ayudante para mano de obra y el IVA para materiales, siendo los porcentajes siguientes:

- Prestaciones 85,67 %
- Indirectos 30 %

- Factor ayudante 45,08 %
- IVA 12 %

La integración de cada porcentaje es la misma que el proyecto anterior.

La cuantificación de materiales y mano de obra, para los trabajos de alcantarillado sanitario se realizó con base a lo siguiente:

- La cantidad de arena de río y piedrín se calculó por metro cúbico de fundición por pozo de visita.
- La cantidad de cemento, arena y piedrín a utilizarse para los pozos de visita se obtuvo a través del volumen de fundición de la base, soleras y tapadera, con una proporción de 2:1:1.
- El concreto para la fundición de pozos se calculó por metro cúbico.
- La cantidad de refuerzo y alambre de amarre se calculó por varillas y libras respectivamente.
- La cantidad de materiales para las acometidas domiciliarias se realizó por unidad, de igual forma la instalación de cada acometida domiciliar.
- La mayoría de materiales serán proporcionados por la municipalidad.
- La cuantificación de la mano de obra calificada se realizó en forma unitaria, metro lineal, metro cuadrado y metro cúbico.
- Los salarios de la mano de obra, se tomaron con base en los que se manejan en la comunidad.
- La cuantificación de la colocación de adoquín existente se realizó con una nivelación de cajuela de 0,30 metros de espesor y base granular de 0,15 metros de espesor.
- La cantidad de cemento, arena y piedrín a utilizarse para las llaves de confinamiento y remate se obtuvo a través del volumen, con una proporción de 2:1:1 y el acero de refuerzo se realizó por varillas.

- Los precios de los materiales se tomaron con base a las que se manejan en el municipio.
- Los precios de las tuberías y accesorios se tomaron con base al listado de precios 2018 de Amanco.

A continuación se muestra la integración del pozo de visita de 1,20 metros a 2 metros de altura y de la tubería PVC de 6 pulgadas del colector principal a manera de ejemplo.

Tabla XL. Pozo de visita tipo artesanal de 1,20 m a 2,00 m

POZO DE VISITA TIPO ARTESANAL DE 1,20 m A 2,00 m					
REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U (Q)	1,00 SUBTOTAL (Q)	unidad COSTO (Q)
Materiales					
Ladrillo tayuyo	unidad	398,280	Q2,50	Q995,70	
Cemento	saco	11,580	Q78,00	Q903,24	
Arena	m3	0,980	Q150,00	Q147,00	
Piedrín	m3	0,470	Q260,00	Q122,20	
Hierro No. 2 grado 40	varilla	4,400	Q16,00	Q70,40	
Hierro No. 3 grado 40	varilla	3,300	Q35,00	Q115,50	
Hierro No. 4 grado 40	varilla	9,900	Q58,00	Q574,20	
Hierro No. 5 grado 40	varilla	1,100	Q98,00	Q107,80	
Alambre de amarre	lb	6,960	Q7,00	Q48,72	
TOTAL MATERIALES CON IVA					Q3 084,76
TOTAL MATERIALES SIN IVA					Q2 754,25
Mano de obra					
Fundición de concreto	m3	0,650	Q175,04	Q113,78	
Preparación de mortero	m3	0,350	Q41,47	Q14,51	
Levantado de ladrillo de punta (cilindro + cono)	m2	0,590	Q37,70	Q22,24	
Repello + cernido	m2	8,290	Q16,16	Q133,95	
TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA					Q284,48
TOTAL AYUDANTE (45,08%)					Q128,25
TOTAL MANO DE OBRA PRESTACIONES (85,67 %)					Q412,73 Q353,58
DIRECTOS					Q3 520,56
INDIRECTOS (30 %)					Q1 056,17
TOTAL DE REGLÓN SIN IVA					Q4 576,73
TOTAL DE REGLÓN CON IVA					Q5 125,94

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. Tubería PVC Ø 6" junta rápida

TUBERÍA PVC Ø 6" JUNTA RÁPIDA					
RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U (Q)	SUBTOTAL (Q)	COSTO (Q)
				1,00	m
Materiales					
Tubo corrugado con empaque pvc Ø 6"	unidad	0,180	Q665,30	Q119,75	
Lubricante para uniones	galón	0,010	Q500,00	Q5,00	
TOTAL MATERIALES CON IVA					Q124,75
TOTAL MATERIALES SIN IVA					Q111,39
Mano de obra					
Instalación de tubería	unidad	0,170	Q18,85	Q3,20	
Verificación de niveles	m	1,000	Q24,24	Q24,24	
TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA					Q27,44
TOTAL AYUDANTE (45,08 %)					Q12,37
TOTAL MANO DE OBRA					Q39,81
PRESTACIONES (85,67 %)					Q34,11
DIRECTOS					Q185,31
INDIRECTOS (30 %)					Q55,59
TOTAL DE RENGLÓN SIN IVA					Q240,90
TOTAL DE RENGLÓN CON IVA					Q269,81

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Resumen del presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario**

	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo (Q)	Total (Q)
1	TRABAJOS PRELIMINARES	m2	2 304,00	Q98,07	Q225 962,68
2	ZANJEO	m3	3 515,00	Q120,88	Q424 877,59
3	POZOS DE VISITA TIPO ARTESANAL	unidad	54,00		
3,1	POZO DE VISITA TIPO ARTESANAL DE 0,60 m A 1,20 m	unidad	17,00	Q3 983,63	Q67 721,70
3,2	POZO DE VISITA TIPO ARTESANAL DE 1,20 m A 2,00 m	unidad	29,00	Q5 125,94	Q148 652,23
3,3	POZO DE VISITA TIPO ARTESANAL DE 2,00 m A 4,00 m	unidad	6,00	Q10 137,15	Q60 822,93
3,4	POZO DE VISITA TIPO ARTESANAL DE 4,00 m EN ADELANTE	unidad	2,00	Q21 731,19	Q43 462,39
4	TUBERÍA PVC Ø 4" JUNTA RÁPIDA ACOMETIDA DOMICILIAR	m	1 812,00	Q352,33	Q638 425,08
5	COLECTOR PRINCIPAL	m	2 533,00		
5,1	TUBERÍA PVC Ø 6" JUNTA RÁPIDA	m	1 517,00	Q269,81	Q409 294,47
5,2	TUBERÍA PVC Ø 8" JUNTA RÁPIDA	m	129,00	Q351,98	Q45 405,52
5,3	TUBERÍA PVC Ø 10" JUNTA RÁPIDA	m	156,00	Q475,81	Q74 225,94
5,4	TUBERÍA PVC Ø 12" JUNTA RÁPIDA	m	363,00	Q608,94	Q221 045,88
5,5	TUBERÍA PVC Ø 15" JUNTA RÁPIDA	m	365,00	Q851,71	Q310 872,44
6	ACOMETIDA DOMICILIAR	unidad	604,00	Q459,91	Q277 784,22
7	COLOCACION ADOQUIN EXISTENTE	m2	2 304,00	Q123,42	Q284 362,51
8	REPARACION LLAVES DE CONFINAMIENTO DE 0,20x0,25 mts	m	279,00	Q159,56	Q44 516,67
9	REPARACIÓN LLAVES DE REMATE DE 0,40x0,40 mts	m	15,00	Q347,82	Q5 217,36
TOTAL DEL PROYECTO					Q3 282 649,61

Fuente: elaboración propia.

3.1.16. Cronograma de ejecución alcantarillado sanitario

El cronograma muestra en cuánto tiempo durará la construcción de un proyecto. Esta se realizó con rendimientos brindados por la Municipalidad de Zaragoza obtenido para proyectos similares

Tabla XLIII. Cronograma de ejecución alcantarillado sanitario

Descripción	Unidad	Cantidad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Total	
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1 TRABAJOS PRELIMINARES	m2	2304,00	■																	Q225 962,68
2 ZANJEO	m3	3515,00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Q424 877,59
3 POZOS DE VISITA TIPO ARTESANAL	unidad	54,00																		
3,1 POZO DE VISITA TIPO ARTESANAL DE 0,60 m A 1,20 m	unidad	17,00				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Q67 721,70
3,2 POZO DE VISITA TIPO ARTESANAL DE 1,20 m A 2,00 m	unidad	29,00							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Q148 652,23
3,3 POZO DE VISITA TIPO ARTESANAL DE 2,00 m A 4,00 m	unidad	6,00																	■	Q60 822,93
3,4 POZO DE VISITA TIPO ARTESANAL DE 4,00 m EN ADELANTE	unidad	2,00																	■	Q43 462,39
4 TUBERÍA PVC Ø 4" JUNTA RÁPIDA ACOMETIDA DOMICILIAR	m	1812,00				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Q638 425,08
5 COLECTOR PRINCIPAL	m	2533,00																		
5,1 TUBERÍA PVC Ø 6" JUNTA RÁPIDA	m	1517,00				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Q409 294,47
5,2 TUBERÍA PVC Ø 8" JUNTA RÁPIDA	m	129,00				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Q45 405,52
5,3 TUBERÍA PVC Ø 10" JUNTA RÁPIDA	m	156,00				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Q74 225,94
5,4 TUBERÍA PVC Ø 12" JUNTA RÁPIDA	m	363,00				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Q221 045,88
5,5 TUBERÍA PVC Ø 15" JUNTA RÁPIDA	m	365,00				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Q310 872,44
6 ACOMETIDA DOMICILIAR	unidad	604,00																	■	Q277 784,22
7 COLOCACION ADOQUIN EXISTENTE	m2	2304,00																	■	Q284 362,51
8 REPARACION LLAVES DE CONFINAMIENTO DE 0,20x0,25 mts	m	279,00																	■	Q44 516,67
9 REPARACION LLAVES DE REMATE DE 0,40x0,40 mts	m	15,00																	■	Q5 217,36
TOTAL DEL PROYECTO																		Q3 282 649,61		

Fuente: elaboración propia.

3.1.17. Evaluación socioeconómica

Para que un proyecto sea rentable, económicamente hablando, se requiere que no existan pérdidas de capital respecto a la inversión que se hará. Para conocer si una inversión vale la pena o no, se necesita analizar dicha inversión por medio de evaluaciones económicas que garantizarán las ganancias deseadas. Este proyecto será analizado económicamente por medio del valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR).

3.1.17.1. Valor presente neto (VPN)

Con este método se analiza el dinero en un tiempo establecido, en este caso será el período de diseño del proyecto (33 años). Su metodología se basa en que todos los ingresos y egresos que se hagan en el futuro se transforman a cantidades de dinero del presente. Cuando el VPN es menor que cero indica que será una mala inversión y existirán pérdidas de capital; por el contrario si el VPN da positivo, existirán ganancias.

En este proyecto se tendrá una inversión inicial por parte de la municipalidad de Q3 282 649,61. Por derecho de servicio se cobrará a cada usuario la cantidad de Q350,00 teniendo en total Q211 400,00 provenientes de 604 usuarios; también se tendrá la cuota mensual que pagarán los usuarios, que suma Q86 976,00 anuales. En la evaluación también se incluirán los gastos de operación y mantenimiento que suman Q65 908,32 anuales.

Se tomará una tasa de interés del 12 % con la cual se analizarán los ingresos y egresos que se tendrán durante la vida útil del proyecto.

A continuación se resumen los ingresos y egresos que tendrán que efectuar para realizar el proyecto.

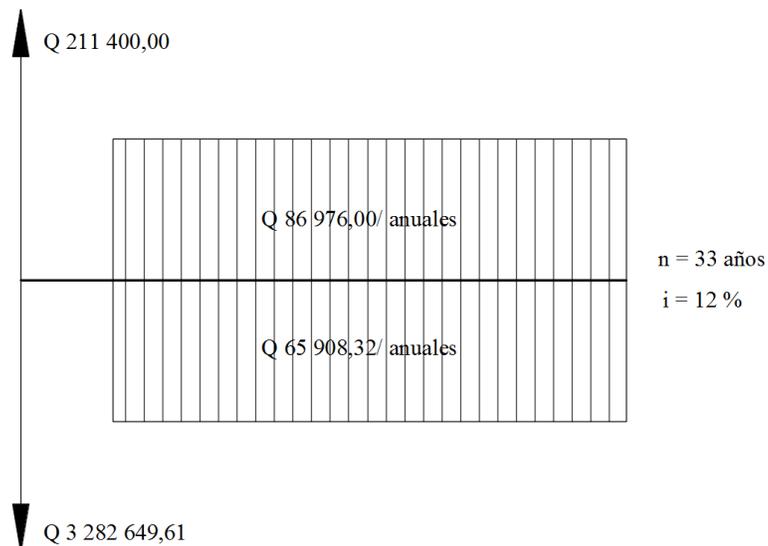
Tabla XLIV. **Ingresos y egresos alcantarillado sanitario**

Concepto	Ingresos	Egresos
Inversión inicial		Q3 282 649,61
Derecho de servicio	Q211 400,00	
Tarifa cobrada (anual)	Q86 976,00	
Operación y mantenimiento (anual)		Q65 908,32

Fuente: elaboración propia.

Para visualizar mejor los ingresos y egresos se colocarán en un diagrama de flujo de caja, donde los gastos se tomarán como valores negativos y los ingresos como positivos cuando se trasladen a un valor presente.

Figura 13. **Flujo de caja del valor presente neto alcantarillado sanitario**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

El valor presente neto se calcula de la siguiente manera:

$$VPN = - Q3\ 282\ 649,61 + Q211\ 400,00 + Q86\ 976,00 (P/A, 12\ \%, 33) - Q65\ 908,32(P/A, 12\ \%, 33).$$

$$VPN = - Q3\ 282\ 649,61 + Q211\ 400,00 + Q86\ 976,00 (8,1354) - Q65\ 908,32 (8,1354).$$

$$VPN = - Q2\ 899\ 855,61$$

El valor negativo del valor presente neto calculado indica que el proyecto no es rentable económicamente y por lo tanto, no se obtendrán ganancias, sino que al contrario existirán muchas pérdidas, pero el proyecto si será rentable socialmente, ya que beneficiará a muchas familias evacuando las aguas residuales que generan en sus viviendas.

3.1.17.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Se puede decir que la tasa interna de retorno (TIR) es la tasa máxima de utilidad que podrá obtenerse o pagarse. En otras palabras la TIR será la tasa de interés que hará que los costos sean iguales o equivalentes a los ingresos.

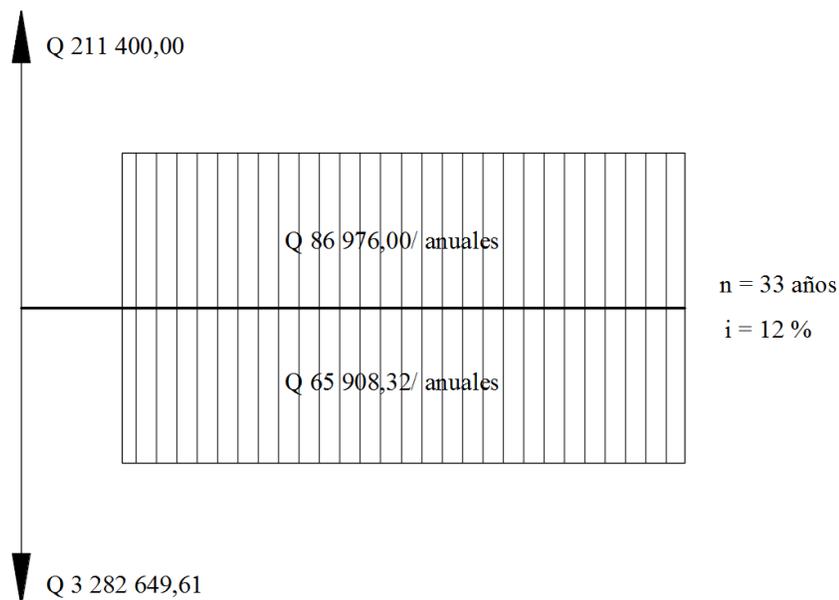
Como se muestra en la gráfica la TIR es la tasa de descuento que hace que el valor presente de los flujos de efectivo sea igual a cero.

Para encontrar la TIR en la inversión del proyecto de alcantarillado sanitario se cuentan con los siguientes datos: se tendrá una inversión inicial por parte de la municipalidad de Q3 282 649,61; un primer ingreso por el derecho del servicio que asciende a Q211 400,00; un ingreso anual por cobro de tarifa que asciende

a Q86 976,00 anuales, también se tendrán costos de Q65 908,32 anuales por concepto de operación y mantenimiento del sistema.

Los datos necesarios para calcular la TIR se colocarán en un diagrama de flujo de caja y con esto se procede a calcular el valor presente para distintas tasas de interés. Lo que se busca es hallar un valor presente negativo y un valor presente positivo; para después interpolar esos datos y hallar la tasa de interés que haga al valor presente igual a cero.

Figura 14. **Flujo de caja de la tasa interna de retorno alcantarillado sanitario**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$VPN = - Q 3 071 249,61 + Q 21 067,68 (P/A, TIR, 33)$$

En la tabla XLV se muestran los resultados obtenidos del valor presente para distintas tasas de interés:

Tabla XLV. **Valor presente neto para distintas tasas de interés**

n	Tasa %	(P/A, %, n)	VPN
33	5,00 %	16,0025	- Q 2 734 114,061
33	20,00 %	4,9878	- Q 2 966 168,236
33	30,00 %	3,3328	- Q 3 001 035,246
33	50,00 %	2,00	- Q 3 029 114,250

Fuente: elaboración propia.

Para calcular la tasa interna de retorno es necesario contar con un valor positivo y un valor negativo del valor presente neto, y dado lo anterior se puede suponer que no se podrá obtener ningún valor positivo. Por lo tanto no se podrá calcular una tasa interna de retorno atractiva, ya que este proyecto será de carácter social y de beneficio único para 604 familias; dotándoles del servicio de alcantarillado sanitario.

3.1.18. Evaluación de impacto ambiental

El proyecto para la aldea Agua Dulce se cataloga como de moderado a alto impacto ambiental potencial o riesgo ambiental por ser un proyecto de alcantarillado sanitario. Se realizó únicamente la evaluación ambiental inicial, a partir de la cual el MARN dará su aprobación mediante la licencia ambiental o solicitará se hagan las correcciones respectivas o la solicitud de algún otro instrumento de evaluación más profundo, a fin de aprobarlo. (Ver anexo 4).

3.1.19. Elaboración de planos

La elaboración de los planos se realizó con base en los datos obtenidos en el diseño hidráulico, estos se mostrarán completos en el apéndice 3.

CONCLUSIONES

1. La red del sistema de agua potable para la aldea Joya Grande se diseñó para un período de vida de 21 años y el sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Agua Dulce se diseñó para un periodo de vida de 33 años.
2. La construcción de la red del sistema de agua potable para la aldea Joya Grande, Zaragoza, departamento de Chimaltenango, contribuirá a satisfacer las necesidades básicas de los pobladores, elevando el nivel y calidad de vida, ya que tendrán un servicio en cantidad suficiente con la calidad recomendada.
3. La construcción del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Agua Dulce, Zaragoza, departamento de Chimaltenango, evitará la transmisión de enfermedades gastrointestinales, causadas por las escorrentías de agua residual que fluyen superficialmente a flor de tierra. Contribuye también, al ornato y evita la proliferación de insectos y la contaminación del medio ambiente.
4. La inversión realizada a la hora de ejecución de ambos proyectos no es recuperable, ya que este tipo de proyectos es de carácter social, la Municipalidad asumirá los costos del mismo para la construcción.
5. Después de realizar la evaluación de impacto ambiental inicial de ambos proyectos, se considera que ninguno afectará de manera

significativa el ecosistema que les rodea, siempre y cuando se realicen los procedimientos adecuados en su construcción.

6. La realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) es una etapa importante para el desarrollo del estudiante de ingeniería civil, ya que se aplican conocimientos adquiridos durante la etapa de estudio y se adquiere experiencia en campo. Esto conlleva a adquirir un mayor conocimiento y experiencia, así a como formar un criterio adecuado para la solución de problemas en proyectos, situaciones reales y por sobre todo, a colaborar con el desarrollo en las comunidades necesitadas.

RECOMENDACIONES

1. Para que ambos proyectos brinden y proporcionen los resultados esperados, es importante que las especificaciones contenidas en los planos se cumplan a cabalidad, además, nunca variar los materiales y la calidad de los mismos.
2. Concientizar a los habitantes de la aldea Joya Grande sobre el uso adecuado del agua potable, ya que su costo para la distribución representa un gasto muy grande a la Municipalidad, así se evita más costos y desperdicio innecesario del agua.
3. Concientizar a los habitantes de la aldea Agua Dulce para no tirar basura en las tuberías y pozos del alcantarillado sanitario, también para no conectar el agua pluvial, de esta forma se tendrá un sistema en óptimas condiciones al mismo tiempo que se evitará problemas económicos para su reparación.
4. Es importante que la Municipalidad mantenga un control para garantizar la potabilidad del agua del sistema de abastecimiento para la aldea Joya Grande, utilizando un tratamiento de desinfección bacteriológica mediante cloro, así se tendrá una población sana y libre de enfermedades gastrointestinales.
5. Antes de contratar a una empresa para la ejecución de los diferentes proyectos, es de vital importancia actualizar los costos unitarios de cada renglón de trabajo de los proyectos, ya que están sujetos a variar

debido a factores económicos y de inflación en los precios de materiales, mano de obra y equipo.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR CHURUMÍA, Lester Antonio. *Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para el área urbana del municipio de Zaragoza, departamento de Chimaltenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2004. 119 p.
2. AGUILAR RUÍZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria 1*. Tesis Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2007. 169 p.
3. AMANCO. *Manual de Diseño NOVAFORT Y NOVALOC*. Guatemala. 2018. 46 p.
4. Instituto de Fomento Municipal. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: INFOM, UNEPAR. 2011. 63 p.
5. OROZCO FUENTES, Byron Fuentes. *Diseño de alcantarillado sanitario para la aldea Panabajal y red de distribución de agua potable para un sector de la zona 4 de la cabecera municipal de San Juan Comalapa, Chimaltenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2004. 65 p.

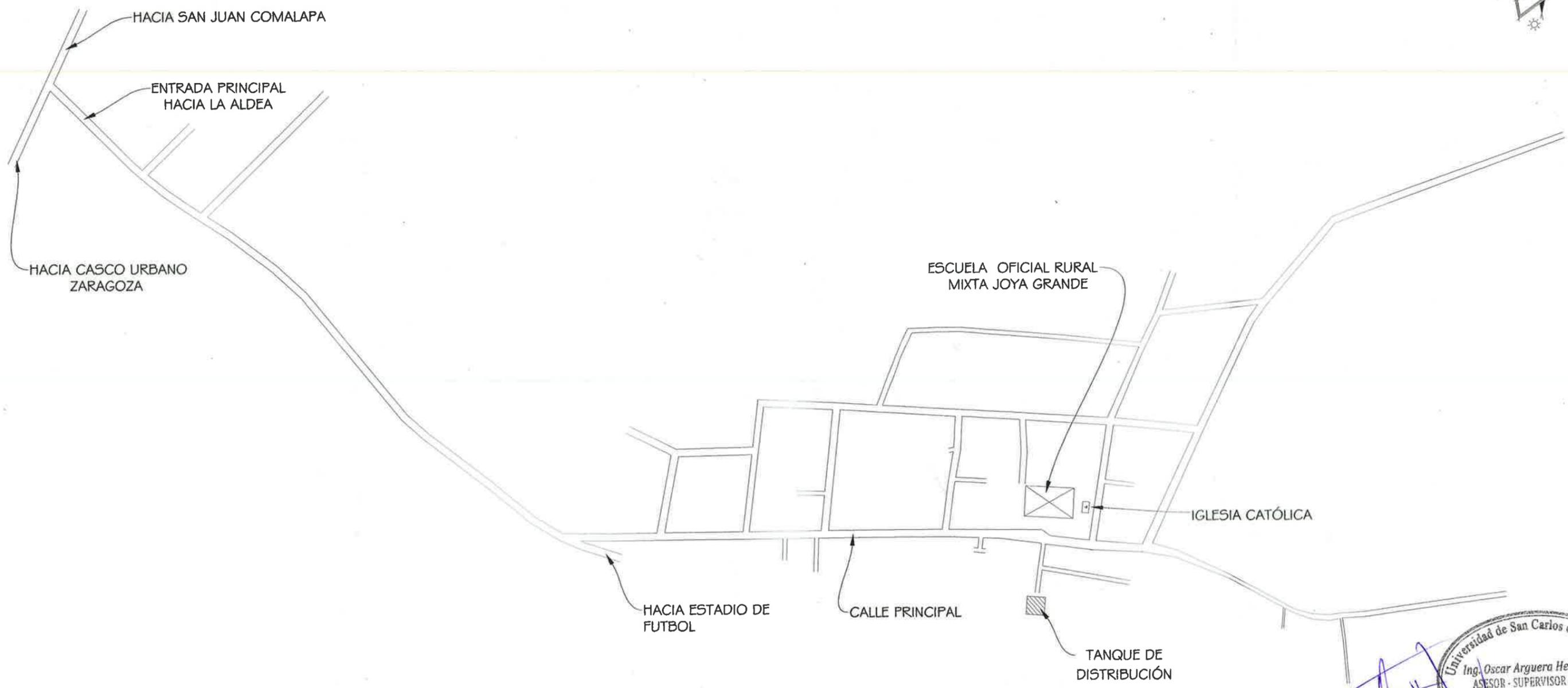
6. PER TAQUIRÁ, Luis Emmanuel. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Potrerillos y sistema de agua potable para la zona 1, Zaragoza, Chimaltenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2014. 71 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Resumen de cálculo hidráulico para el sistema de alcantarillado sanitario

DE	COTA ESTERNO		Viviendas		No habitantes		F.H.		F.4.m		φ diseño		S %	Sección línea		Relación φQ		Relación VV		V Diseño		Razón d/D		Cotas Invert		Altura de Pico		Ancho Excavación		Volumen (m3)			
	Inicio	Final	Local	For.	Ac.	Ac.	F.	Ac.	Actual	Futura	Actual	Futura		Actual	Futura	V (m/s)	Q (l/s)	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Inchici	Final	Inchici	Final		Zanja (m)	Altura (m)	
TRAMO A																																	
PV0	118.541	102.25	77.98	8.0%	3	7	18	4.1	4.9	4.53	0.002	0.18	0.3	6	3.09%	3.220	58.740	0.003	0.006	0.216	0.277	0.668	0.801	0.038	0.659	117.341	111.040	1.200	1.200	0.550	51.444		
PV1	112.23	106.17	84.68	11.6%	6	12	48	10.8	4.3	4.23	0.002	0.41	0.82	6	11.6%	3.760	68.950	0.006	0.013	0.274	0.356	1.058	1.325	0.061	1.011	118.340	1.232	1.232	0.550	38.871			
PV2	103.78	103.68	82.76	3.62%	5	12	31	78	17.7	4.22	0.002	0.67	1.48	6	3.62%	2.150	39.220	0.017	0.038	0.378	0.478	0.812	1.000	0.133	1.040	102.420	1.200	1.200	0.550	30.765			
PV3	104.68	100.78	80.24	6.78%	7	16	20	42	4.1	0.002	0.02	0.11	2.23	6	6.78%	53.010	0.019	0.041	0.384	0.463	1.034	1.263	0.100	1.155	99.469	96.861	1.321	1.321	0.550	50.308			
PV4	107.78	81.33	83.639	7.28%	7	16	27	65	162	3.66	4.18	0.002	1.35	2.36	6	7.29%	56.520	0.024	0.024	0.419	0.530	1.263	1.623	0.100	1.155	99.469	96.861	1.321	1.321	0.550	25.308		
PV5	98.18	94.55	80.033	6.8%	13	30	40	93	240	543	4.12	3.96	0.002	1.38	4	6.09%	2.760	50.800	0.039	0.084	0.484	0.605	1.346	1.688	0.183	1.197	96.838	93.197	1.351	1.351	0.550	44.885	
PV6	94.55	81.16	83.376	8.12%	15	34	55	127	330	746	4.08	3.88	0.002	2.88	5	8.12%	3.230	58.320	0.045	0.098	0.507	0.636	1.637	2.055	0.143	0.212	93.167	87.771	1.383	1.383	0.550	50.489	
TRAMO B																																	
PV7	89.16	90.34	15.99	-7.38%	4	10	59	137	354	800	4.05	3.86	0.002	2.87	6	0.15%	0.440	6.030	0.357	0.770	0.917	1.103	0.403	0.465	0.415	0.655	87.627	87.725	1.413	2.617	0.550	17.721	
PV8	97.34	90.34	46.919	2.15%	11	25	11	25	66	150	4.29	4.19	0.002	0.57	1.26	6	-2.19%	1.850	31.000	0.019	0.042	0.330	0.464	0.843	0.816	0.058	0.140	95.140	86.140	1.200	1.198	0.550	9.954
PV9	90.34	83.58	64.04	3.9%	16	37	86	188	516	1166	3.97	3.76	0.002	4.1	8.77	6	-7.69%	3.140	57.280	0.072	0.153	0.580	0.723	1.820	2.275	0.181	0.264	87.863	86.775	2.647	1.215	0.550	89.014
PV10	83.58	79.55	46.41	8.7%	10	23	36	222	576	1302	3.98	3.72	0.002	4.54	9.69	6	8.65%	3.330	60.740	0.076	0.165	0.587	0.725	1.955	2.498	0.188	0.270	82.745	76.740	2.651	1.210	0.550	31.333
PV11	79.55	74.54	36.35	8.9%	12	28	103	250	648	1644	3.91	3.69	0.002	5.07	10.3	6	8.97%	3.390	61.840	0.082	0.175	0.603	0.751	2.045	2.597	0.194	0.283	78.010	73.003	2.601	1.238	0.550	38.839
PV12	74.54	74.54	33.839	2.51%	7	16	16	42	95	433	4.25	0.002	0.26	0.61	6	2.51%	1.790	32.650	0.011	0.025	0.331	0.423	0.856	0.704	0.109	0.149	74.600	73.841	1.200	1.198	0.550	26.283	
PV13	74.54	73.18	69.017	0.93%	3	7	18	273	708	1600	3.89	3.66	0.002	0.53	1.17	6	0.93%	4.450	44.630	0.039	0.081	0.401	0.601	2.143	0.139	0.152	73.972	73.861	1.200	1.200	0.550	12.931	
PV14	73.18	74.54	76.52	14.94%	2	23	12	63	428	1418	4.18	0.002	0.02	0.32	0.8	6	14.94%	4.410	25.120	0.024	0.053	0.419	0.539	0.991	0.741	0.107	0.139	76.250	75.251	1.200	1.200	0.550	42.941
PV15	74.54	74.54	33.839	2.51%	7	16	16	42	95	433	4.25	0.002	0.26	0.61	6	2.51%	1.790	32.650	0.011	0.025	0.331	0.423	0.856	0.704	0.109	0.149	74.600	73.841	1.200	1.198	0.550	12.931	
PV16	74.54	74.54	33.839	2.51%	7	16	16	42	95	433	4.25	0.002	0.26	0.61	6	2.51%	1.790	32.650	0.011	0.025	0.331	0.423	0.856	0.704	0.109	0.149	74.600	73.841	1.200	1.198	0.550	12.931	
PV17	74.54	74.54	33.839	2.51%	7	16	16	42	95	433	4.25	0.002	0.26	0.61	6	2.51%	1.790	32.650	0.011	0.025	0.331	0.423	0.856	0.704	0.109	0.149	74.600	73.841	1.200	1.198	0.550	12.931	
PV18	74.54	74.54	33.839	2.51%	7	16	16	42	95	433	4.25	0.002	0.26	0.61	6	2.51%	1.790	32.650	0.011	0.025	0.331	0.423	0.856	0.704	0.109	0.149	74.600	73.841	1.200	1.198	0.550	12.931	
PV19	74.54	74.54	33.839	2.51%	7	16	16	42	95	433	4.25	0.002	0.26	0.61	6	2.51%	1.790	32.650	0.011	0.025	0.331	0.423	0.856	0.704	0.109	0.149	74.600	73.841	1.200	1.198	0.550	12.931	
PV20	74.54	74.54	33.839	2.51%	7	16	16	42	95	433	4.25	0.002	0.26	0.61	6	2.51%	1.790	32.650	0.011	0.025	0.331	0.423	0.856	0.704	0.109	0.149	74.600	73.841	1.200	1.198	0.550	12.931	
PV21	74.54	74.54	33.839	2.51%	7	16	16	42	95	433	4.25	0.002	0.26	0.61	6	2.51%	1.790	32.650	0.011	0.025	0.331	0.423	0.856	0.704	0.109	0.149	74.600	73.841	1.200	1.198	0.550	12.931	
PV22	74.54	74.54	33.839	2.51%	7	16	16	42	95	433	4.25	0.002	0.26	0.61	6	2.51%	1.790	32.650	0.011	0.025	0.331	0.423	0.856	0.704	0.109	0.149	74.600	73.841	1.200	1.198	0.550	12.931	
PV23	74.54	74.54	33.839	2.51%	7	16	16	42	95	433	4.25	0.002	0.26	0.61	6	2.51%	1.790	32.650	0.011	0.025	0.331	0.423	0.856	0.704	0.109	0.149	74.600	73.841	1.200	1.198	0.550	12.931	
PV24	74.54	74.54	33.839	2.51%	7	16	16	42	95	433	4.25	0.002	0.26	0.61	6	2.51%	1.790	32.650	0.011	0.025	0.331	0.423	0.856	0.704	0.109	0.149	74.600	73.841	1.200	1.198	0.550	12.931	
PV25	74.54	74.54	33.839	2.51%	7	16	16	42	95	433	4.25	0.002	0.26	0.61	6	2.51%	1.790	32.650	0.011	0.025	0.331	0.423	0.856	0.704	0.109	0.149	74.600	73.841	1.200	1.198	0.550	12.931	
PV26	74.54	74.54	33.839	2.51%	7	16	16	42	95	433	4.25	0.002	0.26	0.61	6	2.51%	1.790	32.650	0.011	0.025	0.331	0.423	0.856	0.704	0.109	0.149	74.600	73.841	1.200	1.198	0.550	12.931	
PV27	74.54	74.54	33.839	2.51%	7	16	16	42	95	433	4.25	0.002	0.26	0.61	6	2.51%	1.790	32.650	0.011	0.025	0.331	0.423	0.856	0.704	0.109	0.149	74.600	73.841	1.200	1.198	0.550	12.931	
PV28	74.54	74.54	33.839	2.51%	7	16	16	42	95	433	4.25	0.002	0.26	0.61	6	2.51%	1.790	32.650	0.011	0.025	0.331	0.423	0.856	0.704	0.109	0.149	74.600	73.841	1.200	1.198	0.550	12.931	
PV29	74.54	74.54	33.839	2.51%	7	16	16	42	95	433	4.25	0.002	0.26	0.61	6	2.51%	1.790	32.650	0.011	0.025	0.331	0.423	0.856	0.704	0.109	0.149	74.600	73.841	1.200	1.198	0.550	12.931	
PV30	74.54	74.54	33.839	2.51%	7	16	16	42	95	433	4.25	0.002	0.26	0.61	6	2.51%	1.790	32.650	0.011	0.025	0.331	0.423	0.856	0.704	0.109	0.149	74.600	73.841	1.200	1.198	0.550	12.931	
PV31	74.54	74.54	33.839	2.51%	7	16	16	42	95	433	4.25	0.002	0.26	0.61	6	2.51%	1.790	32.650	0.011	0.025	0.331	0.423	0.856	0.704	0.109	0.149	74.600	73.841	1.200	1.198	0.550	12.931	
PV32	74.54	74.54	33.839	2.51%	7	16	16	42	95	433	4.25	0.002	0.26	0.61	6	2.51%	1.790	32.650	0.011	0.025	0.331	0.423	0.856	0.704	0.109	0.149	74.600	73.841	1.200	1.198	0.550	12.931	
PV33	74.54	74.54	33.839	2.51%	7	16	16	42	95	433	4.25	0.002	0.26	0.61	6	2.51%	1.790	32.650	0.011	0.025	0.331	0.423	0.856	0.704	0.109	0.149	74.600	73.841	1.200	1.198			

Apéndice 2. **Planos constructivos de la red del sistema de agua potable**



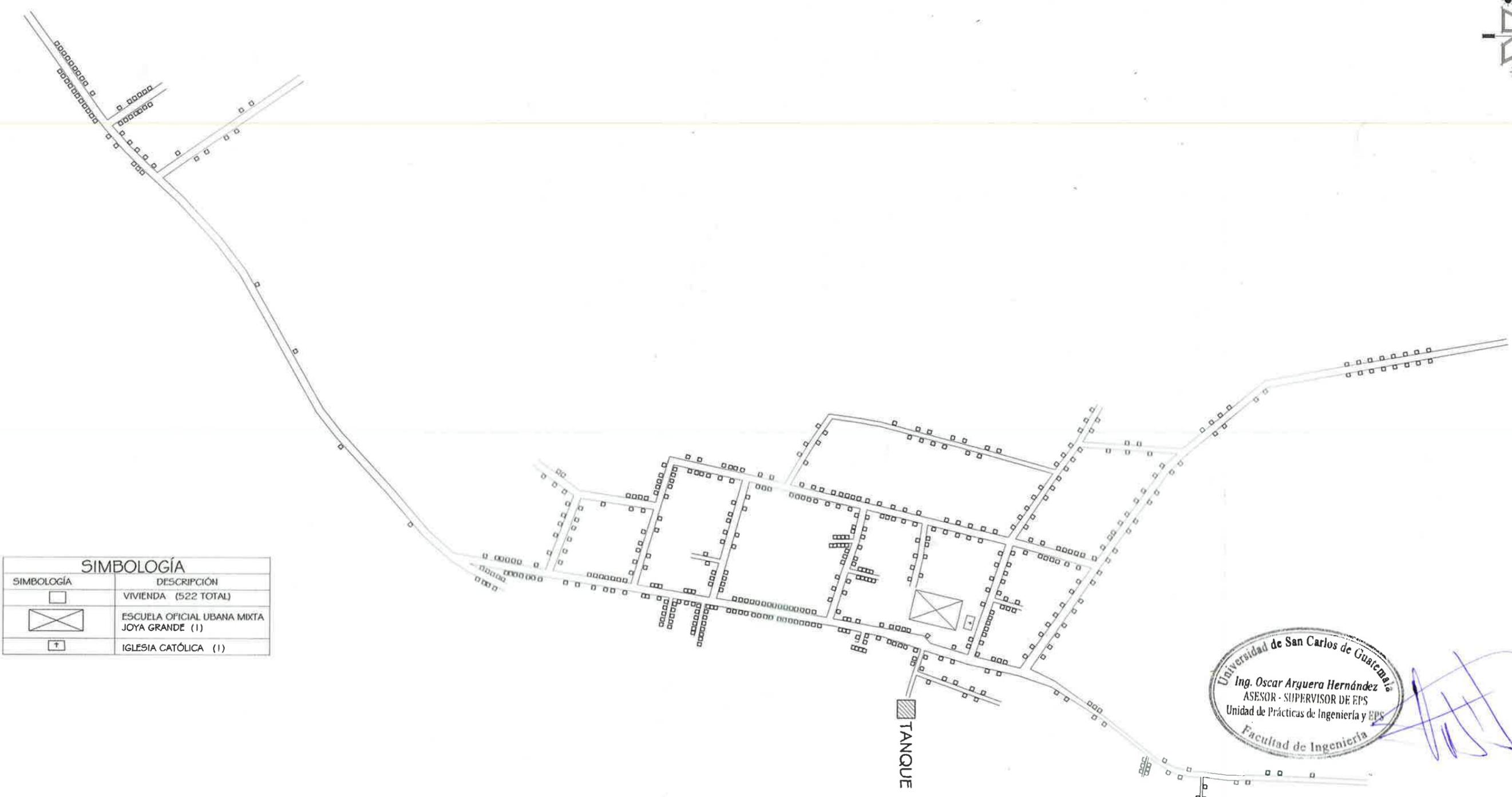
PLANTA DE UBICACIÓN
 ESCALA: 1 / 3,250

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Oscar Argueta Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

RÉD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA JOYA GRANDE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

CONTENIDO:	PLANTA DE UBICACIÓN	NO. PLANO: 01 / 11	ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ASESOR
------------	---------------------	-----------------------	--

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
DISEÑO: LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	CARGO: LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	
ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE 2018	



SIMBOLOGÍA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	VIVIENDA (522 TOTAL)
	ESCUELA OFICIAL UBANA MIXTA JOYA GRANDE (1)
	IGLESIA CATÓLICA (1)

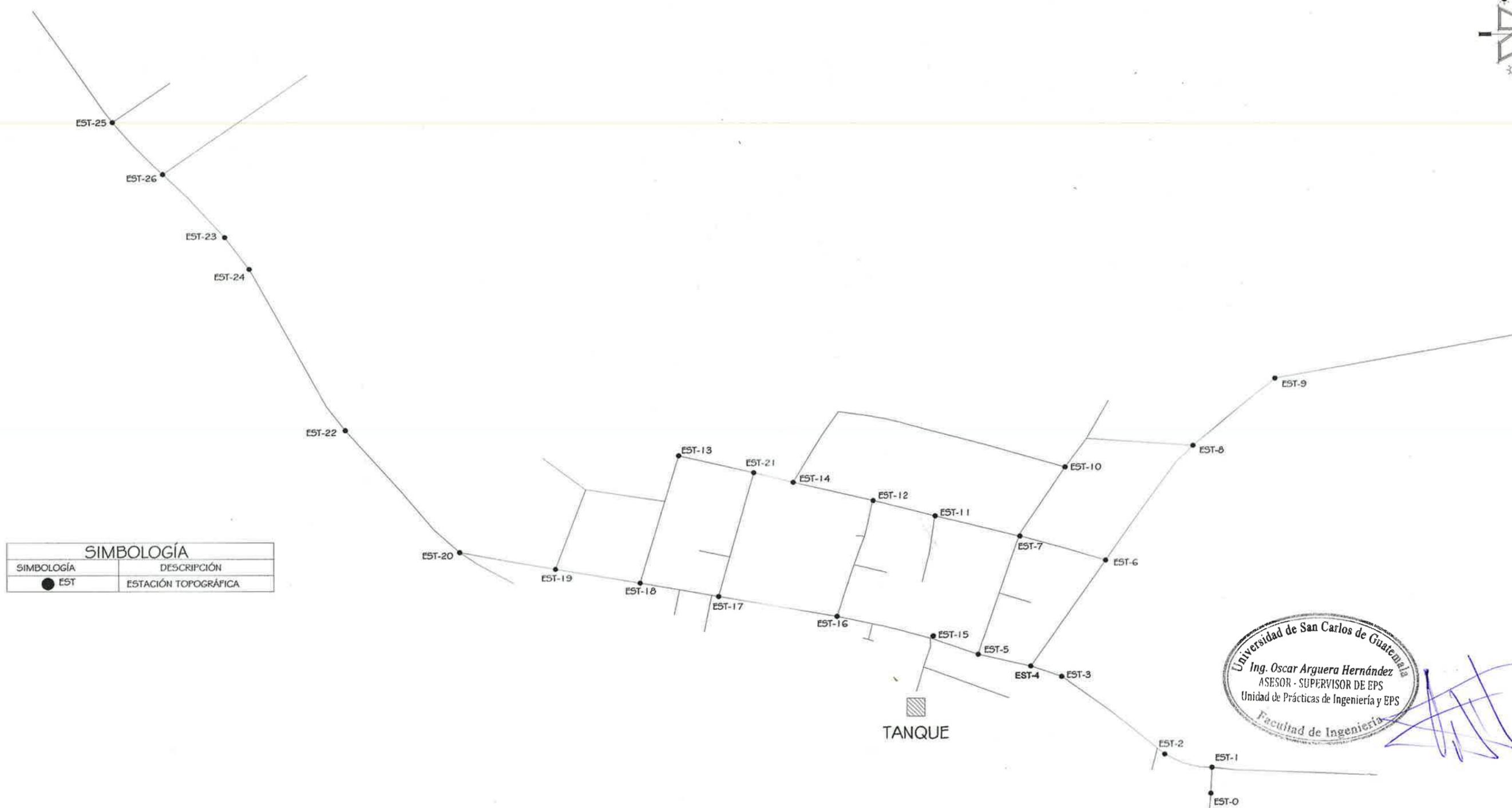
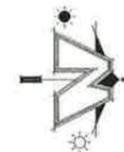
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Oscar Arguera Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

RED DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA JOYA GRANDE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

CONTENIDO:	PLANTA DENSIDAD DE POBLACIÓN	NO. PLANO 02 / 11	ING. OSCAR ARGUERA HERNANDEZ ASESOR
------------	------------------------------	----------------------	--

PLANTA DENSIDAD DE POBLACIÓN
 ESCALA 1 / 3,250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FACULTAD DE INGENIERIA	
DISEÑO: LUISER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	CÁLCULO: LUISER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR		LUISER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR ESTUDIANTE
ESCALA: 1:3250	FECHA: OCTUBRE 2018		



SIMBOLOGÍA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
● EST	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA

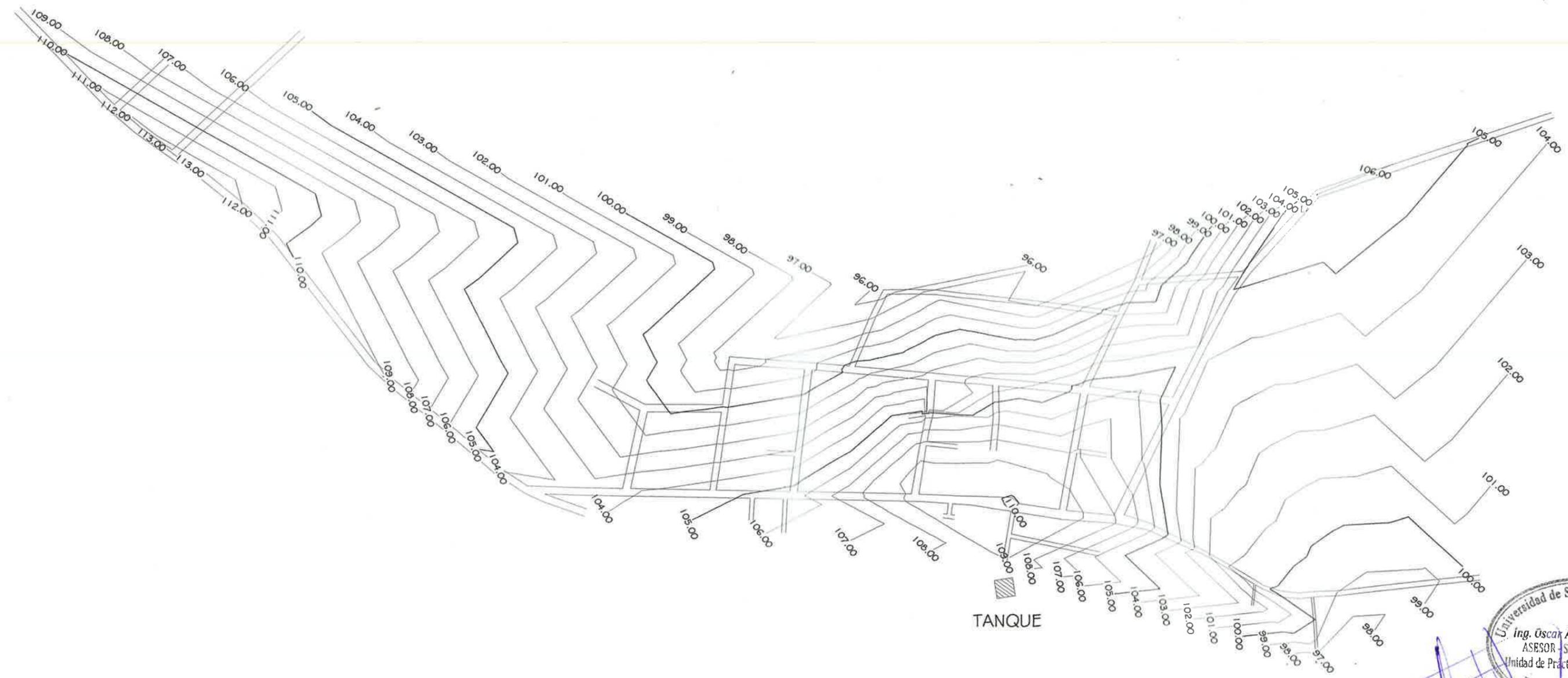
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Oscar Arguera Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

RED DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA JOYA GRANDE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

PLANTA TOPOGRÁFICA	NO. PLANO 03 11	ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ASESOR
--------------------	-----------------------	--

PLANTA TOPOGRÁFICA
 ESCALA 1 / 3,250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		EPS C. M. EPS	
FACULTAD DE INGENIERIA		LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	
DIRECCION LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	CÁLCULO LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	FECHA OCTUBRE 2018	LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR EPSISTA



TANQUE

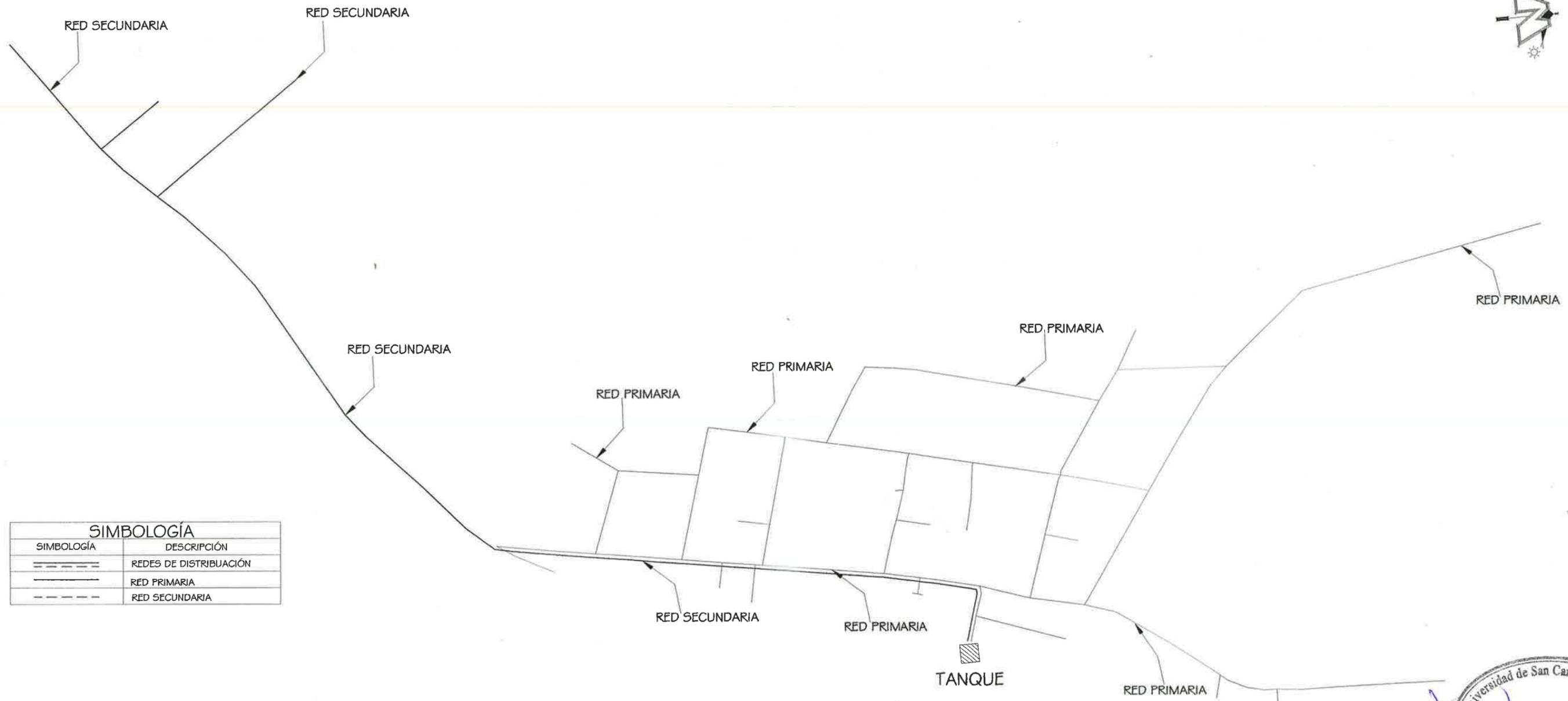
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Oscar Argueta Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

RED DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA JOYA GRANDE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

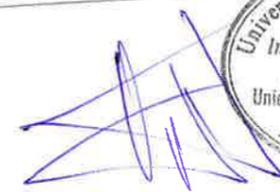
PLANTA CURVAS DE NIVEL	NO. PLANO 04 11	ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ASESOR
------------------------	-----------------------	--

PLANTA CURVAS DE NIVEL
 ESCALA 1 / 3,250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
DISEÑO: LUIS ALVARADO AGUIRRE ESCOBAR ESCALA INDICADA	CÁLCULO: LUIS ALVARADO AGUIRRE ESCOBAR FECHA: OCTUBRE 2018	



SIMBOLOGÍA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
=====	REDES DE DISTRIBUCIÓN
—————	RED PRIMARIA
-----	RED SECUNDARIA


 Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Oscar Argueta Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería - EPS
 Facultad de Ingeniería

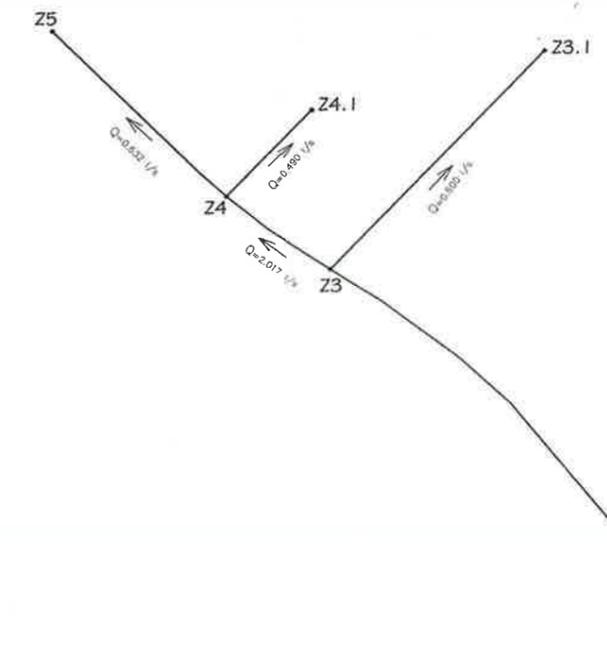
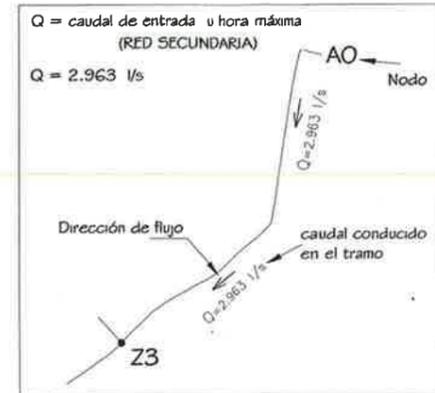
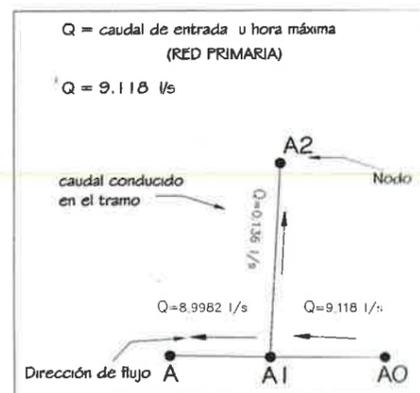
RED DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA JOYA GRANDE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

REDES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	NO. PLANO 05 11	ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ASESOR
-----------------------------------	------------------------------	--

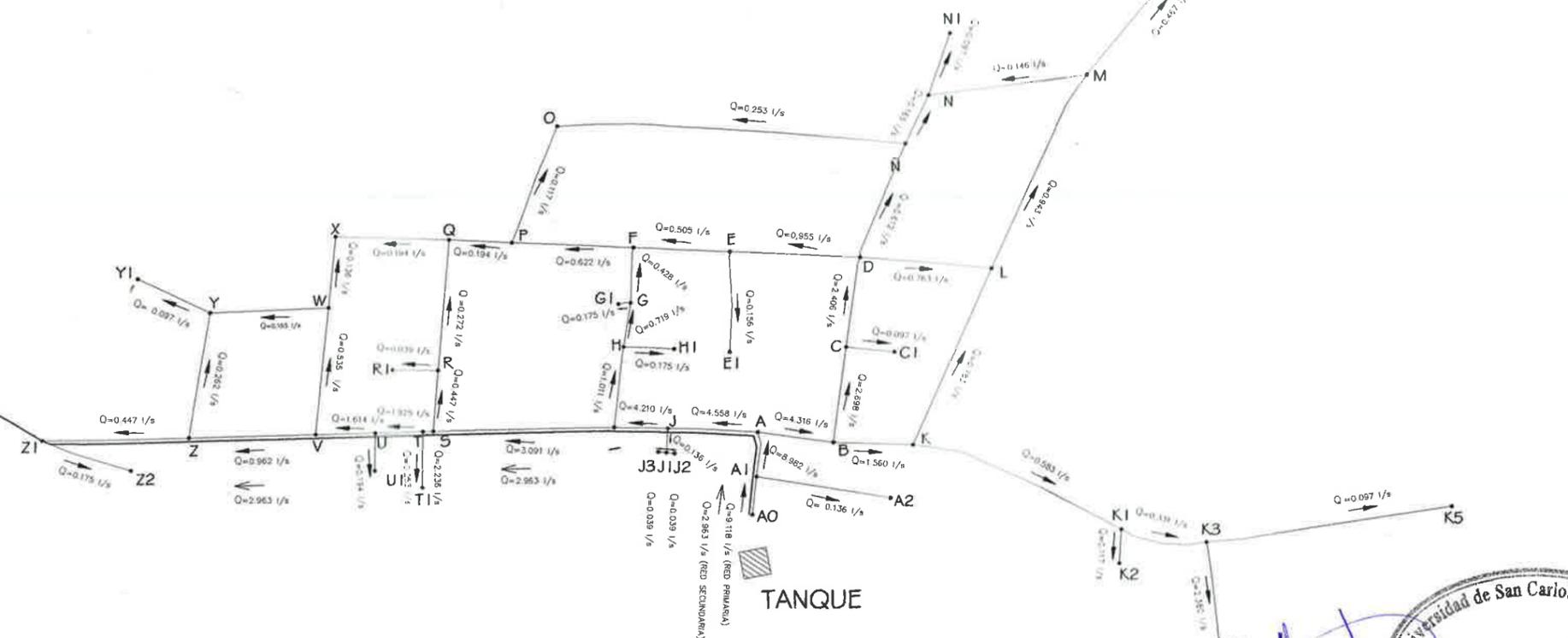
REDES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

ESCALA 1 / 3,250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
DISUO: LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	CÁLULO: LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	FECHA: OCTUBRE 2018
ESCALA: INDICADA	INDICADA	LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR EPB87A



SIMBOLOGÍA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	CAUDAL ENTRE TRAMOS (RED PRIMARIA)
	CAUDAL ENTRE TRAMOS (RED SECUNDARIA)



RED DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA JOYA GRANDE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

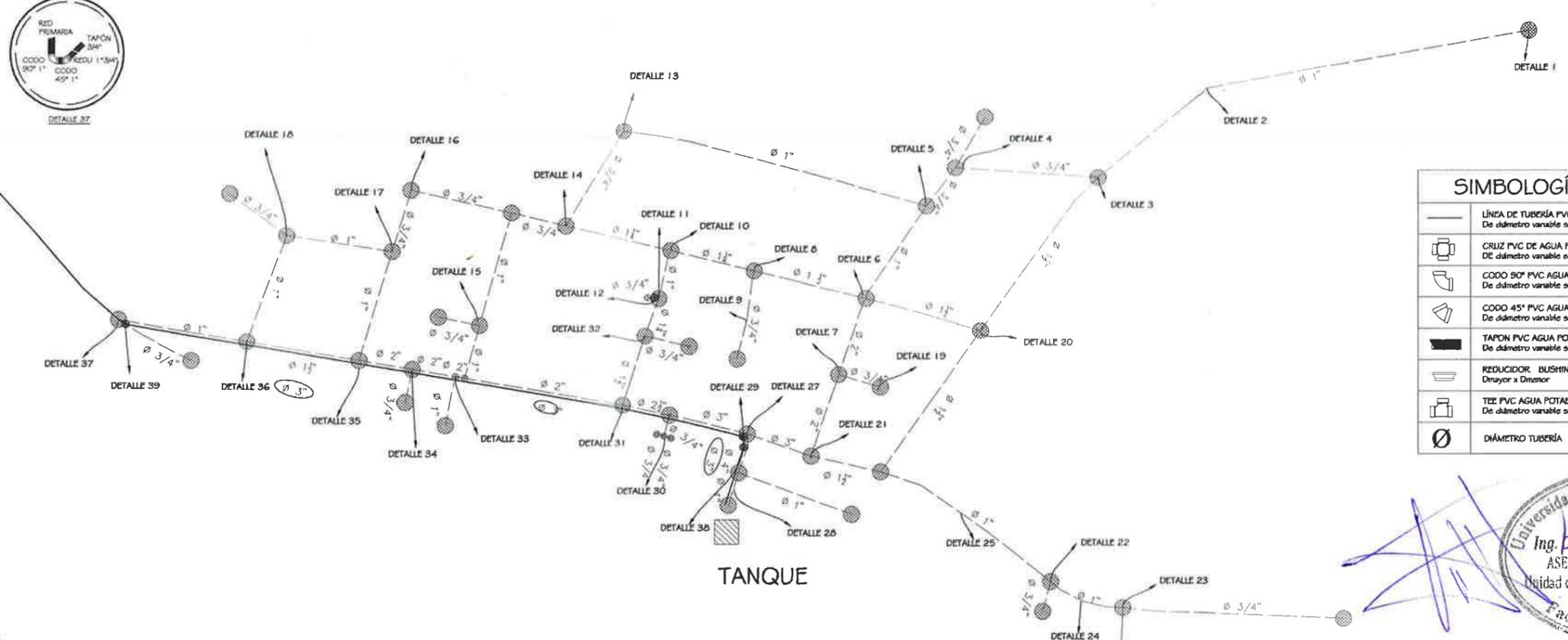
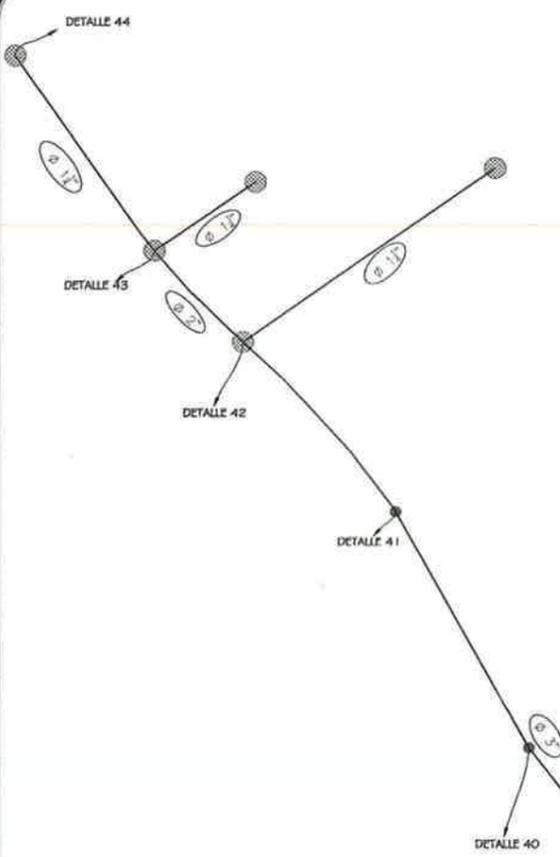
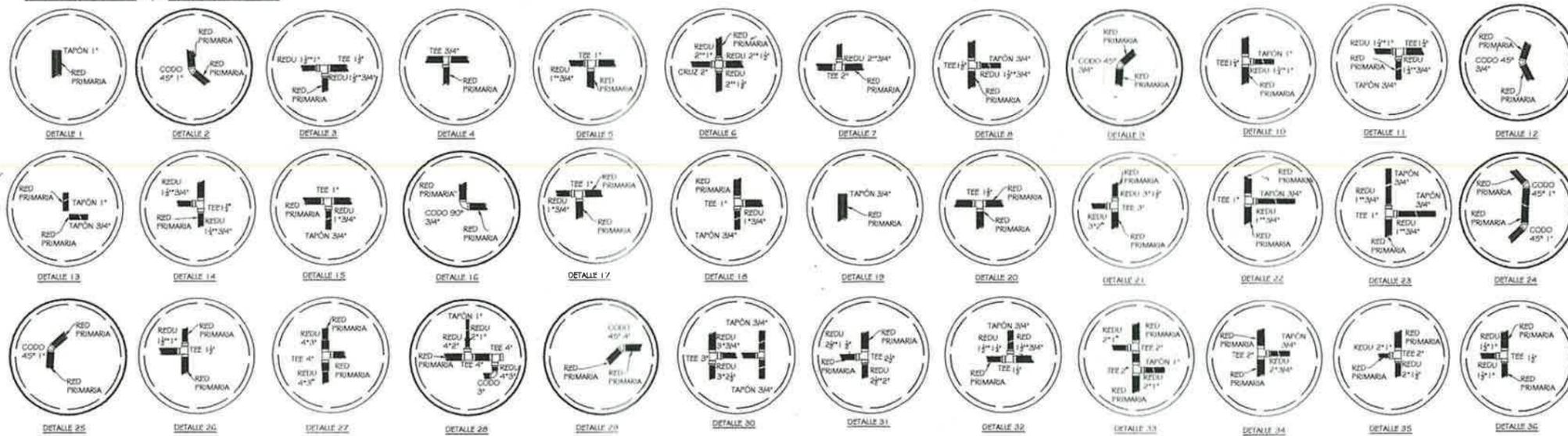
PLANTA DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES	NO. PLANO 08/11	ING. OSCAR ARGÜETA HERNÁNDEZ ASESOR
---------------------------------	--------------------	--

PLANTA DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES
 ESCALA 1 / 3,250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERÍA		
DISEÑO: LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR ESCALA: INDICADA	CÁLCULO: LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR FECHA: OCTUBRE 2018	LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR EPSISTA

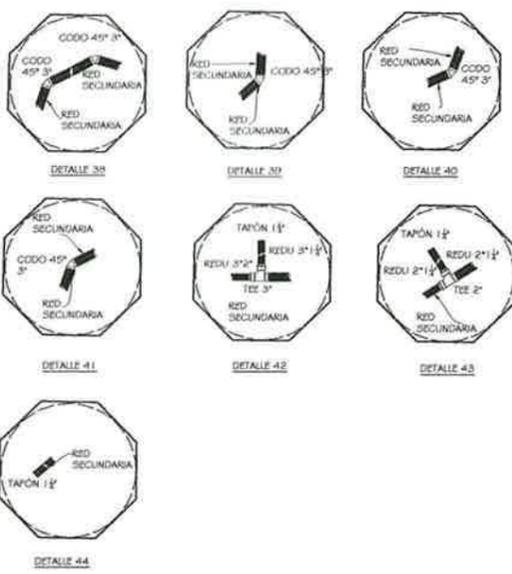
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Oscar Argüeta Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

RED PRIMARIA



SIMBOLOGÍA	
	LÍNEA DE TUBERÍA PVC De diámetro variable según tramo
	CRUZ PVC DE AGUA POTABLE De diámetro variable según tramo
	CODO 90° PVC AGUA POTABLE De diámetro variable según tramo
	CODO 45° PVC AGUA POTABLE De diámetro variable según tramo
	TAPÓN PVC AGUA POTABLE De diámetro variable según tramo
	REDUCIDOR BUSHING LISO PVC Dmayor x Dmenor
	TEE PVC AGUA POTABLE De diámetro variable según tramo
	DIÁMETRO TUBERÍA

RED SECUNDARIA



RED DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA JOYA GRANDE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

PLANTA DISTRIBUCIÓN DE ACCESORIOS	NO. PLANO	
	09	
CONTENIDO:	ING. OSCAR ARGÜETA HERNÁNDEZ ASESOR	

PLANTA DISTRIBUCIÓN DE ACCESORIOS

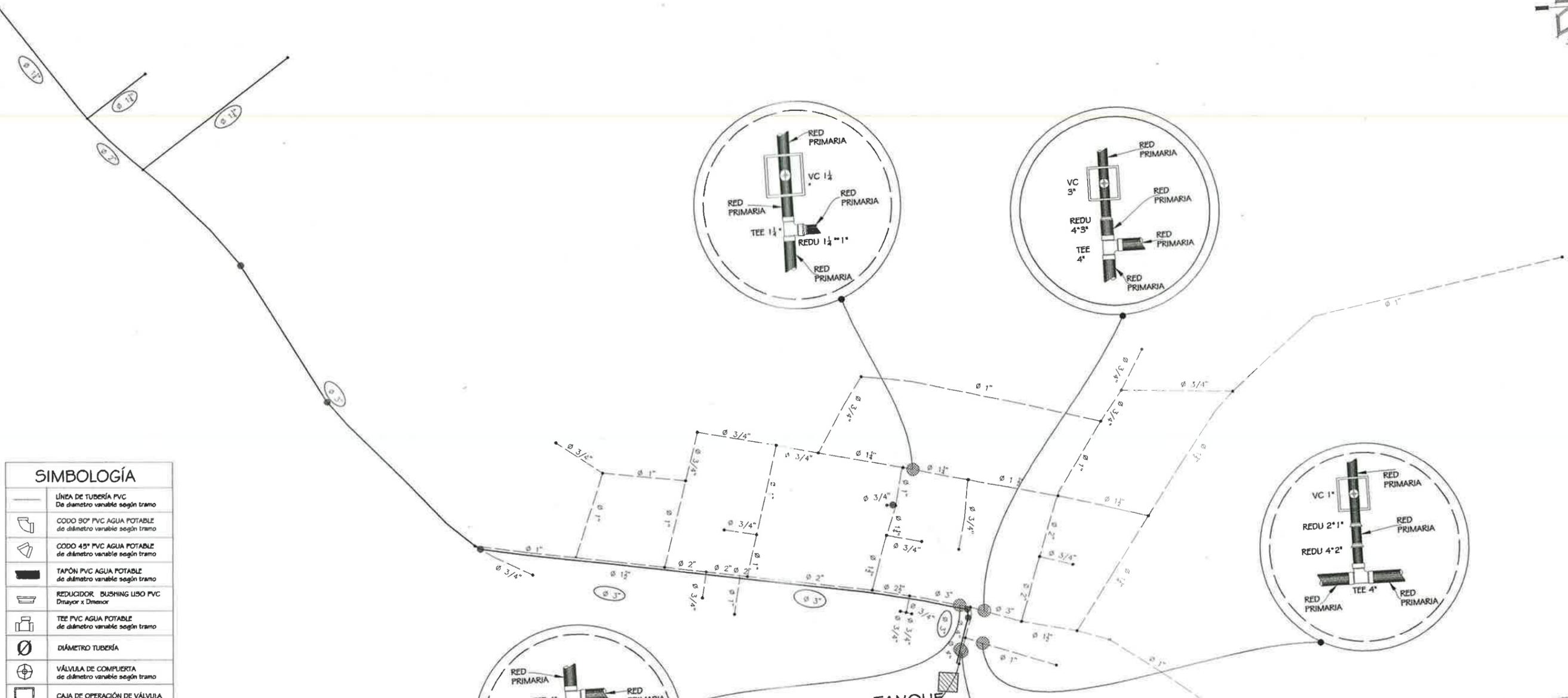
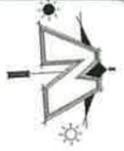
ESCALA 1 / 3,250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

ING. OSCAR ARGÜETA HERNÁNDEZ
ASESOR

INDICADA OCTUBRE 2018

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Oscar Argüeta Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



SIMBOLOGÍA	
	LÍNEA DE TUBERÍA PVC De diámetro variable según tramo
	CODO 90° PVC AGUA POTABLE de diámetro variable según tramo
	CODO 45° PVC AGUA POTABLE de diámetro variable según tramo
	TAPÓN PVC AGUA POTABLE de diámetro variable según tramo
	REDUCIDOR BUSHING LISO PVC Dr Mayor x Dimenor
	TEE PVC AGUA POTABLE de diámetro variable según tramo
	DIÁMETRO TUBERÍA
	VÁLVULA DE COMPUERTA de diámetro variable según tramo
	CAJA DE OPERACIÓN DE VÁLVULA

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Oscar Arguero Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

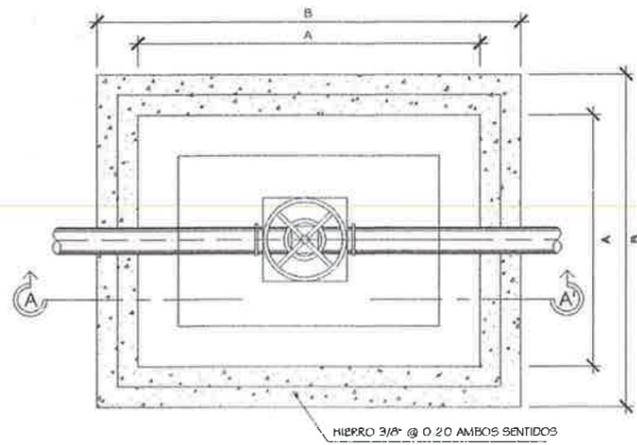
RED DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA JOYA
 GRANDE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

PLANTA DISTRIBUCIÓN DE VÁLVULAS	NO. PLANO 10 11	ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ASESOR
------------------------------------	-----------------------	--

PLANTA DISTRIBUCIÓN DE VÁLVULAS

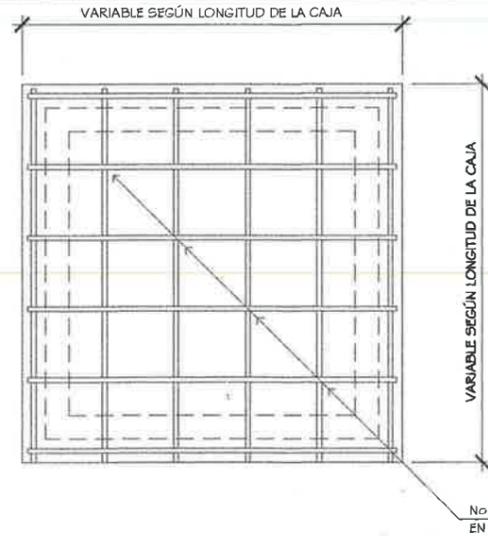
ESCALA 1 / 5,250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERÍA		
DIBUJO: LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR EESCALA: INDICADA	CÁLCULO: LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR FECHA: OCTUBRE 2018	EPS C. MESP LEISTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR EPSISTA



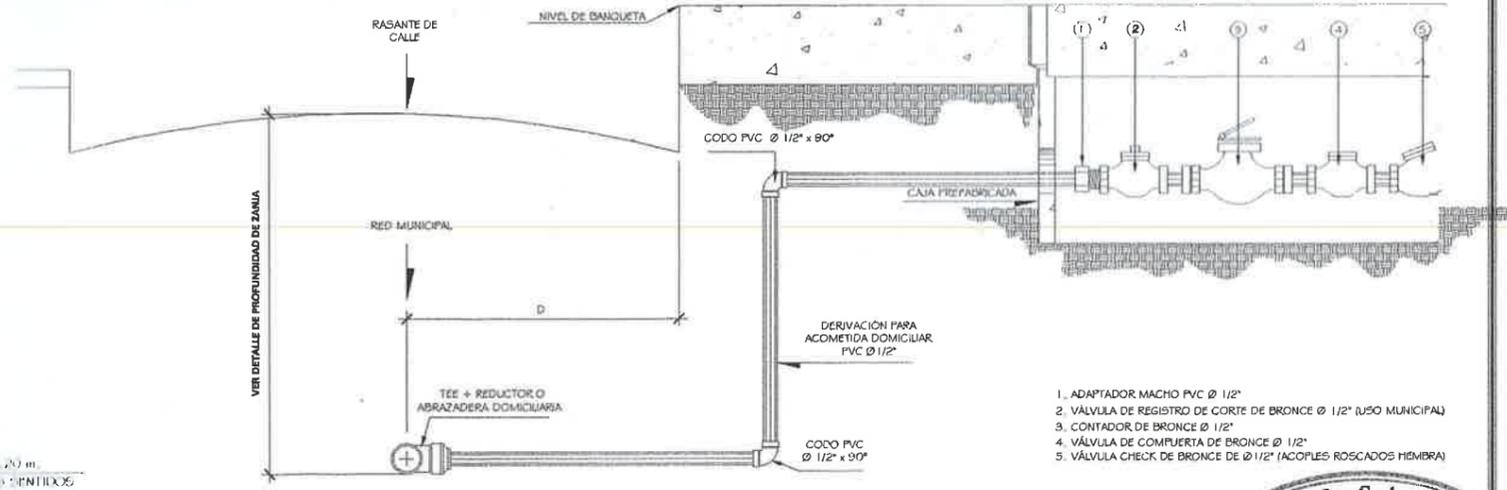
DETALLE CAJA DE VÁLVULAS

ESCALA 1 / 35



DETALLE ARMADO DE TAPADERA

ESCALA 1 / 15



1. ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1/2"
2. VÁLVULA DE REGISTRO DE CORTE DE BRONCE Ø 1/2" (USO MUNICIPAL)
3. CONTADOR DE BRONCE Ø 1/2"
4. VÁLVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Ø 1/2"
5. VÁLVULA CHECK DE BRONCE DE Ø 1/2" (ACOPLES ROSCADOS HEMBRA)

ACOMETIDA DOMICILIAR

ESCALA 1 / 15

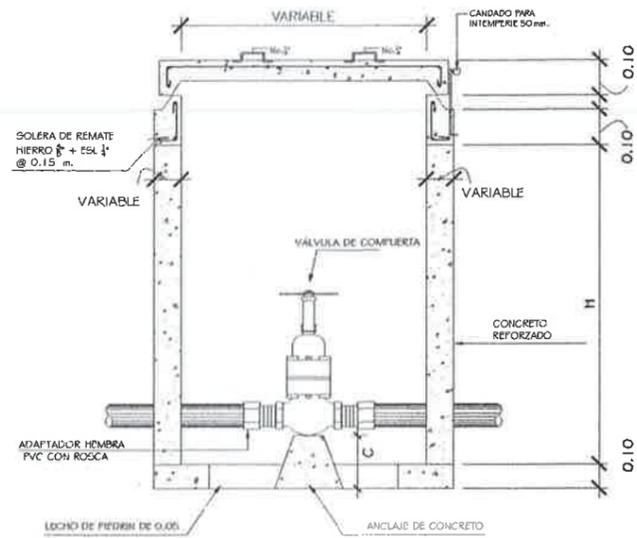


NOTAS:

- CONSIDERACIONES ACERCA DE LA COLOCACIÓN LONGITUDINAL DE LA TUBERÍA EN LAS CALLES (DISTANCIA D):
- DEBE COLOCARSE, DENTRO DE LO POSIBLE, DEL LADO EN EL CUAL LA CANTIDAD DE VIVIENDAS SEA MAYOR.
- EN LAS CALLES CUYO ANCHO SEA < 3.00m, DEBERÁ COLOCARSE A UNA DISTANCIA MÁXIMA DE 1.00m, DEL ROSTRO EXTERNO DE LA TUBERÍA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.
- EN LAS CALLES CUYO ANCHO SEA > 3.00m, DEBERÁ COLOCARSE A 0.50m, DEL ROSTRO EXTERNO DEL BORDILLO, LA SUPERVISIÓN DEBERÁ DETERMINAR ESTA DISTANCIA, DEBIENDO CUMPLIR CON LO DESCRITO EN EL INCISO ANTERIOR ACERCA DE LA SEPARACIÓN DE TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

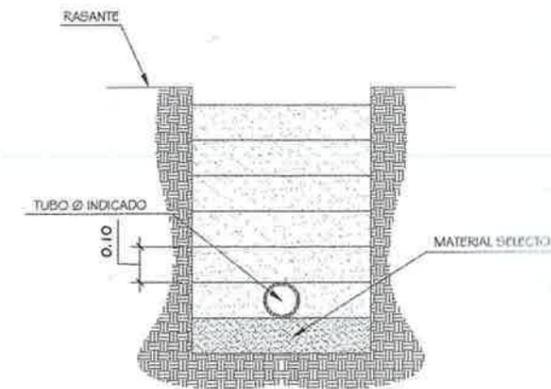
NOTAS GENERALES:

- INICIALMENTE SE COLOCARÁ UNA CAPA DE MATERIAL SELECTO DE ESPESOR IGUAL A 0.10m, SOBRE ESTA CAPA DEBIDAMENTE COMPACTADA SE COLOCARÁ LA TUBERÍA.
- LAS ZANJAS DEBEN RELLENARSE, HASTA QUE SE HAYAN REALIZADO LAS PRUEBAS DE PRESIÓN RESPECTIVAS.
- EN LA COLOCACIÓN DE TUBERÍAS, DEBERÁ CUMPLIRSE ADICIONALMENTE CON LAS ESPECIFICACIONES EMITIDAS POR EL FABRICANTE.
- DEBE CONSIDERARSE EN LO POSIBLE, CONSERVAR UNA DISTANCIA IGUAL A 1.00m, ENTRE LAS TUBERÍAS QUE FORMAN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y LAS REDES DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y TELEFÓNICAS.
- LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEBE CONSTRUIRSE EN UN NIVEL SUPERIOR AL DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO.



SECCION A - A

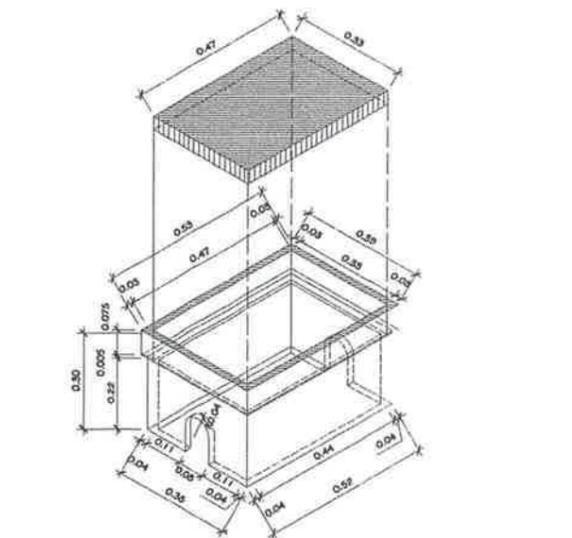
ESCALA 1 / 30



- INICIALMENTE SE COLOCARÁ UNA CAPA DE MATERIAL SELECTO DE ESPESOR IGUAL A 0.10m, SOBRE ESTA CAPA DEBIDAMENTE COMPACTADA SE COLOCARÁ LA TUBERÍA.
- LUEGO, SE UTILIZARÁ COMO MATERIAL DE RELLENO, EL MISMO MATERIAL PROVENIENTE DE LA EXCAVACIÓN, DEBIENDO ELIMINAR EN ESTE, ROCAS GRANDES Y MATERIAL ORGÁNICO. LA COMPACTACIÓN DE ESTE MATERIAL DEBERÁ HACERSE EN CAPAS DE ESPESOR MÁXIMO IGUAL A 0.10m.
- SI EL MATERIAL EXTRAÍDO DE LA EXCAVACIÓN NO ES EL ADECUADO A CRITERIO DE LA SUPERVISIÓN, ESTE DEBERÁ SER SUSTITUIDO POR MATERIAL SELECTO U OTRO FREVIAMENTE EVALUADO Y APROBADO, PARA SER UTILIZADO COMO MATERIAL DE RELLENO.

PROFUNDIDAD Y ANCHO DE ZANJA

ESCALA 1 / 15



ISOMÉTRICO CAJA PREFABRICADA DE CONCRETO

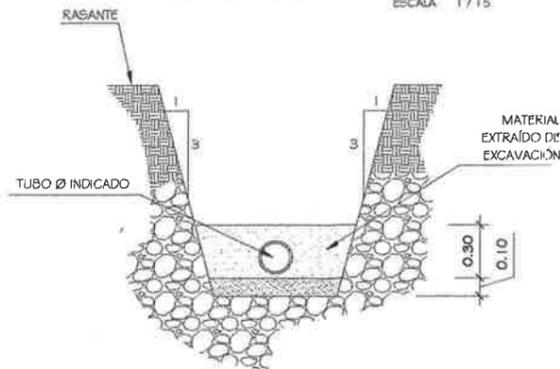
ESCALA 1 / 15

DIMENSIONES	DIÁMETROS							
	1 1/4", 1 1/2", 2"	2 1/2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"
A	0.60	0.60	0.70	1.00	0.60	0.80	0.80	0.80
B	0.72	0.72	0.82	1.12	0.46	0.46	0.46	0.46
C	0.20	0.30	0.35	0.45	1.30	1.30	1.30	1.30
H	0.50	0.60	0.70	0.80	0.95	1.20	1.55	1.55

NOTA:
-LA ALTURA (H) DE LAS CAJAS TAMBIÉN DEPENDERÁ DE LA PROFUNDIDAD A LA CUAL DEBA COLOCARSE LA TUBERÍA, POR LO CUAL SERÁ DEFINIDA POR EL ING. SUPERVISOR.
-LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD DE MEDIDA.

RELLENO DE ZANJA

ESCALA 1 / 15



- COLOCAR UNA CAPA DE MATERIAL SELECTO DE ESPESOR MÍNIMO IGUAL A 0.10 m.
- EL FONDO DE LA ZANJA DEBERÁ QUEDAR LISO Y COMPACTO PARA EVITAR FLEXIONES EN LA TUBERÍA.

ZANJA EN MATERIAL ROCOSO

ESCALA 1 / 30

RED DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA JOYA GRANDE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

DETALLES

CONTENIDO:

NO PLANO

ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ABESOR

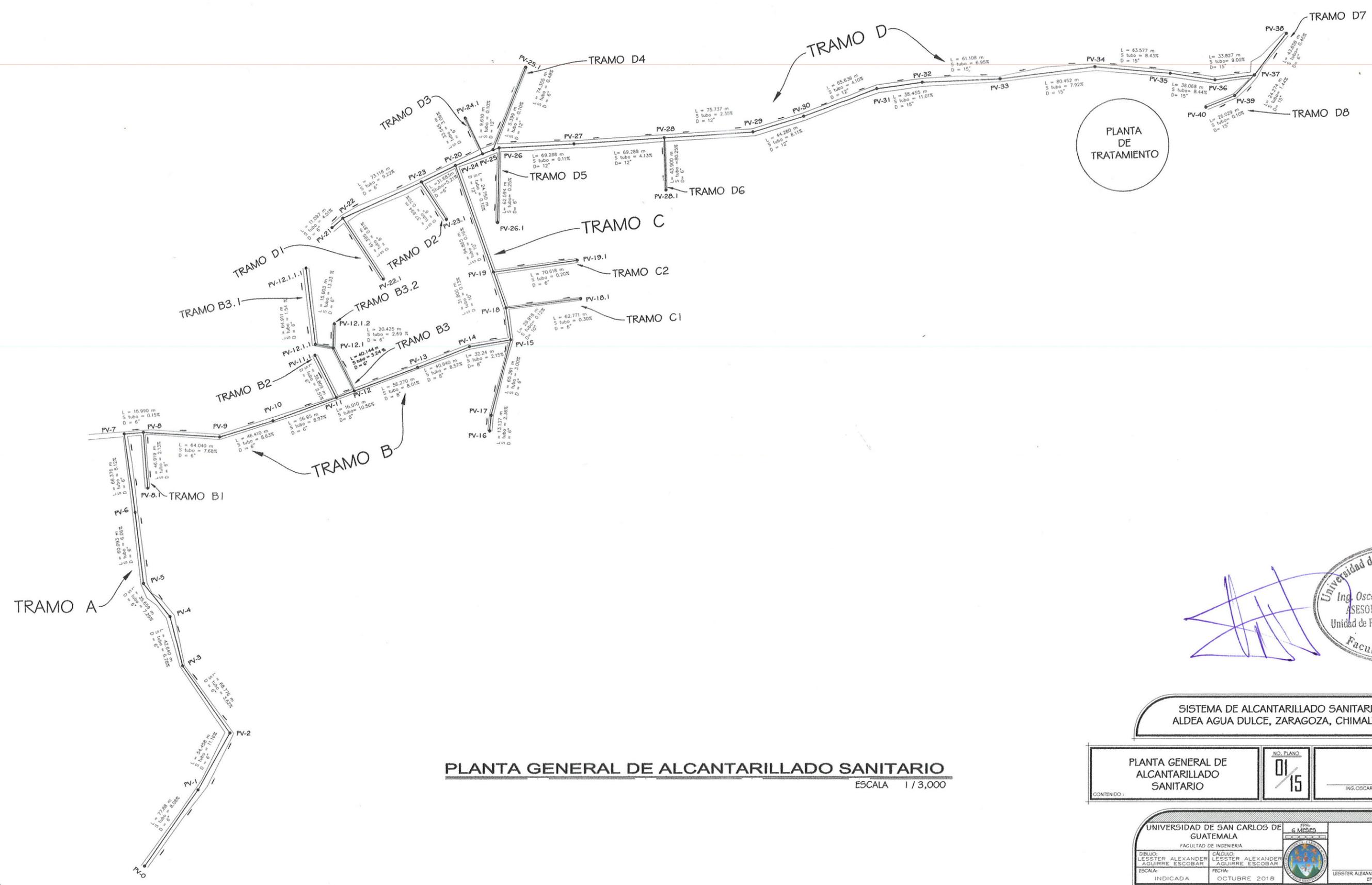
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROF. CALIBRO: LESSER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR
ESCALA: INDICADA
FECHA: OCTUBRE 2018

PROF. CALIBRO: LESSER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR
ESCALA: INDICADA
FECHA: OCTUBRE 2018

ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ABESOR

Apéndice 3. **Planos constructivos de sistema de alcantarillado sanitario**



PLANTA DE TRATAMIENTO

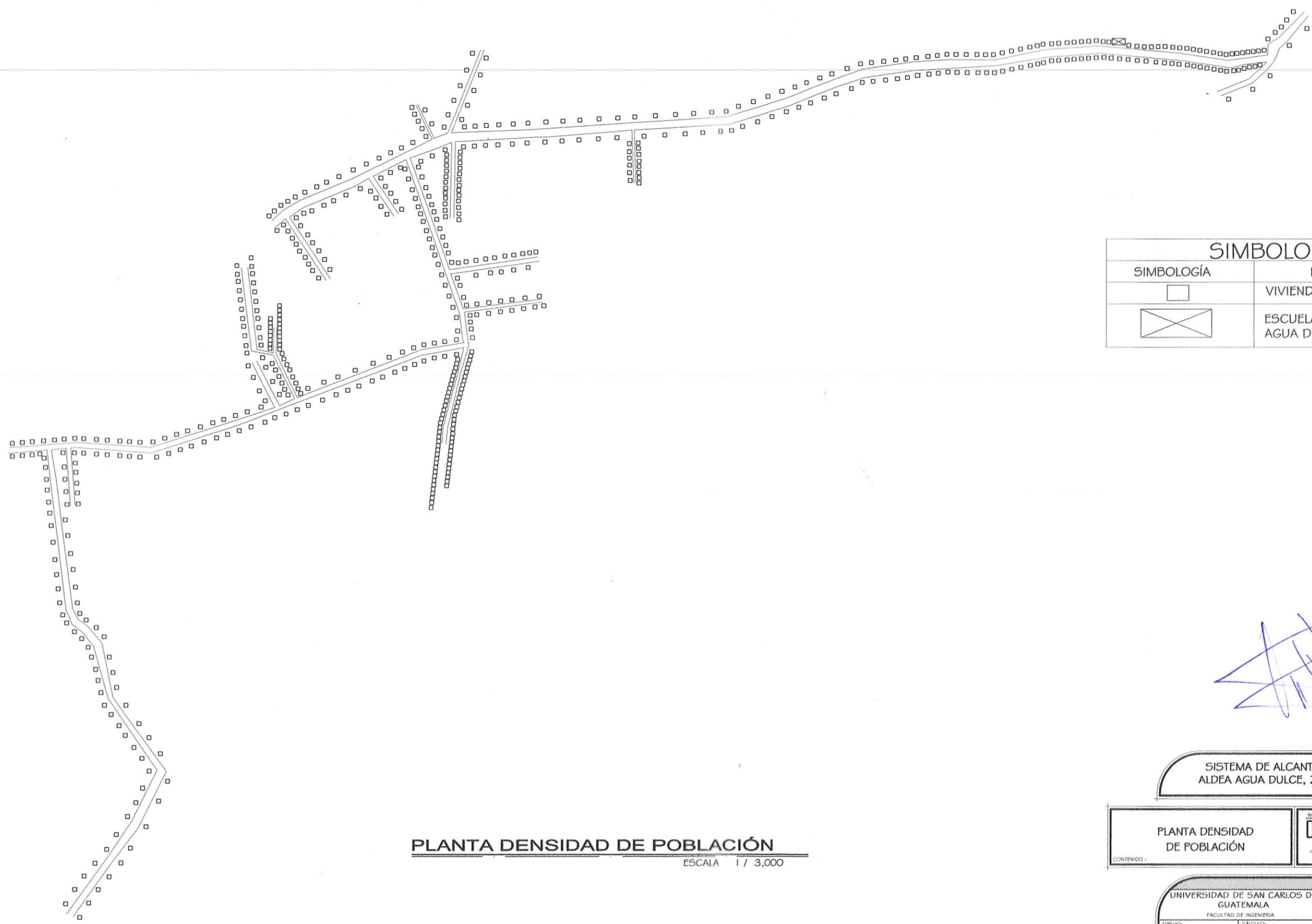
PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO
 ESCALA 1 / 3,000

Ing. Oscar Argueta Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

CONTENIDO:	PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO	NO. PLANO 01 / 15	ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ASESOR
------------	--	----------------------	--

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA			LESSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR EPESISTA
DIBUO: LESSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	CALCULO: LESSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR		
ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE 2018		



SIMBOLOGÍA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	VIVIENDA (604 TOTAL)
	ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA AGUA DULCE (1 TOTAL)

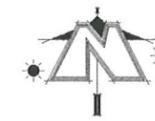
PLANTA DENSIDAD DE POBLACIÓN
 ESCALA 1 / 3,000

Ing. Oscar Arguera Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

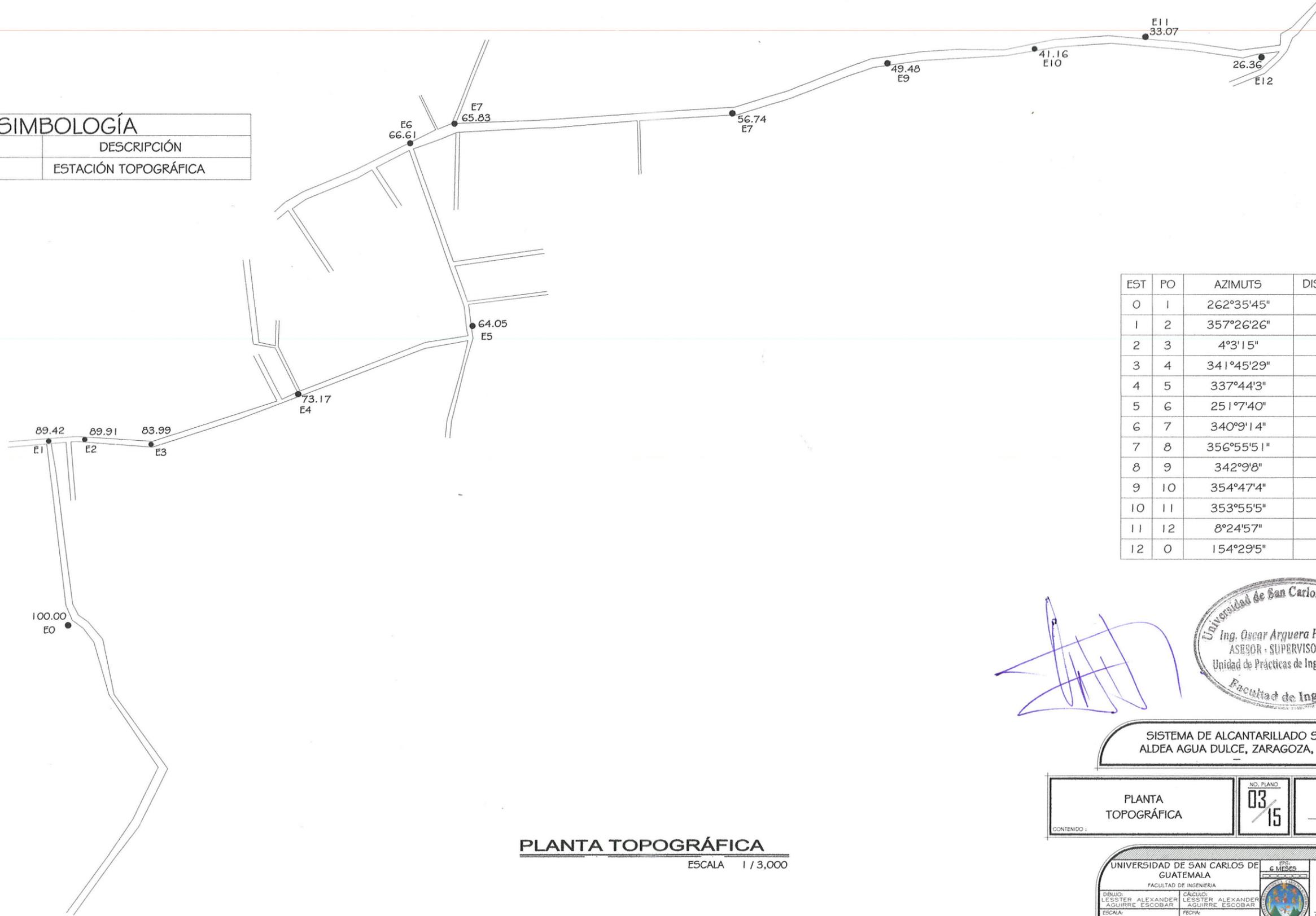
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

PLANTA DENSIDAD DE POBLACIÓN	NO. PLANO 02 15	ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ASESOR
------------------------------	-------------------------------------	--

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		EPS C.MCSFS
DISEÑO: LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	CÁLULO: LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	
ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE 2018	
		LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR EFESISTA



SIMBOLOGÍA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
● EST	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA



EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA (m)
0	1	262°35'45"	142.11
1	2	357°26'26"	27.53
2	3	4°3'15"	52.5
3	4	341°45'29"	119.28
4	5	337°44'3"	143.06
5	6	251°7'40"	147.63
6	7	340°9'14"	37.48
7	8	356°55'51"	215.06
8	9	342°9'8"	120.39
9	10	354°47'4"	113.07
10	11	353°55'5"	87.73
11	12	8°24'57"	92.38
12	0	154°29'5"	1014.22

[Handwritten signature in blue ink]

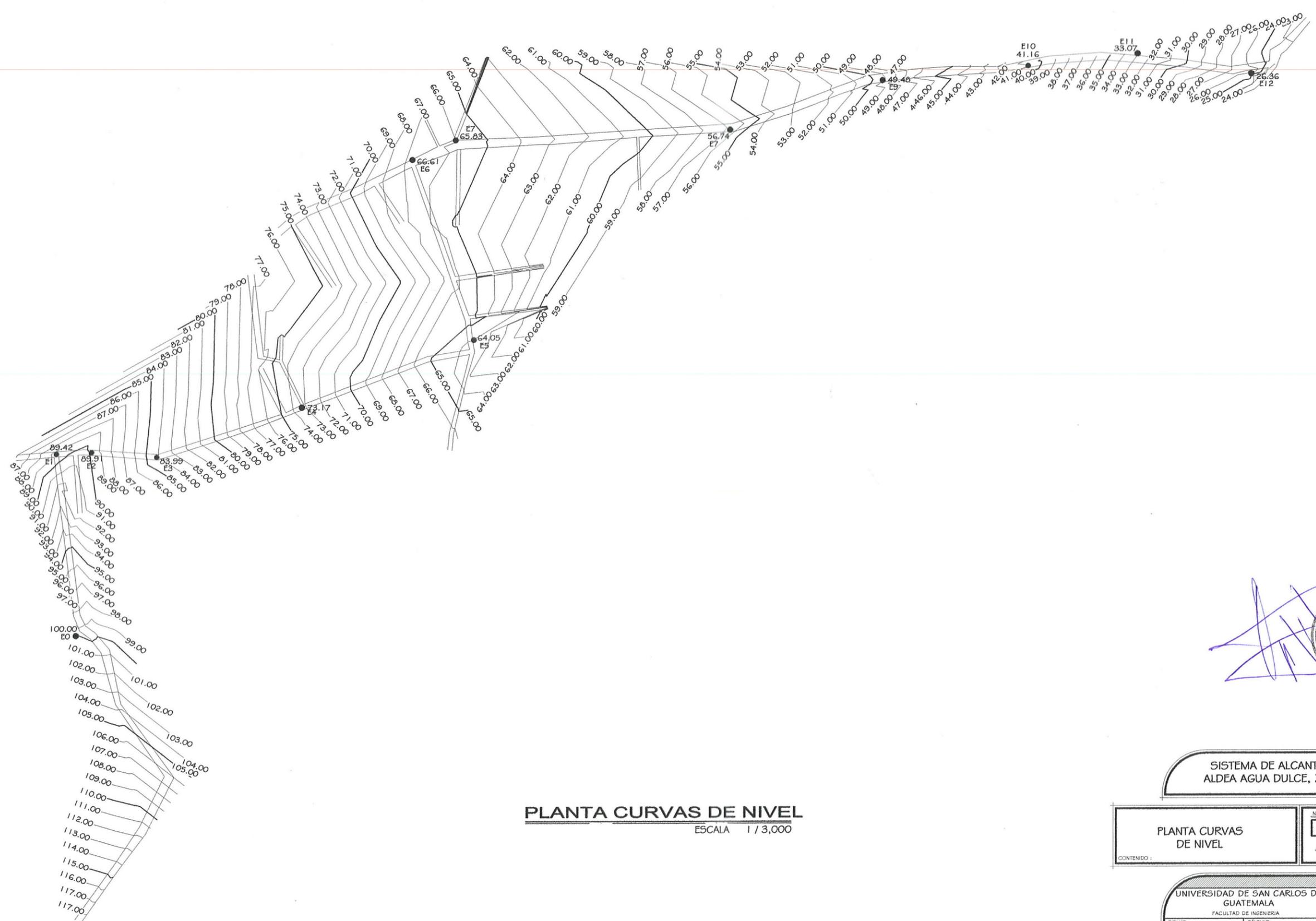
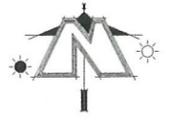


SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

PLANTA TOPOGRÁFICA	NO. PLANO	ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ASESOR
	03 / 15	

PLANTA TOPOGRÁFICA
ESCALA 1 / 3,000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		EPS: 6 MESES
DEBUIO: LESSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	CARGO: LESSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	
ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE 2018	



PLANTA CURVAS DE NIVEL
ESCALA 1 / 3,000

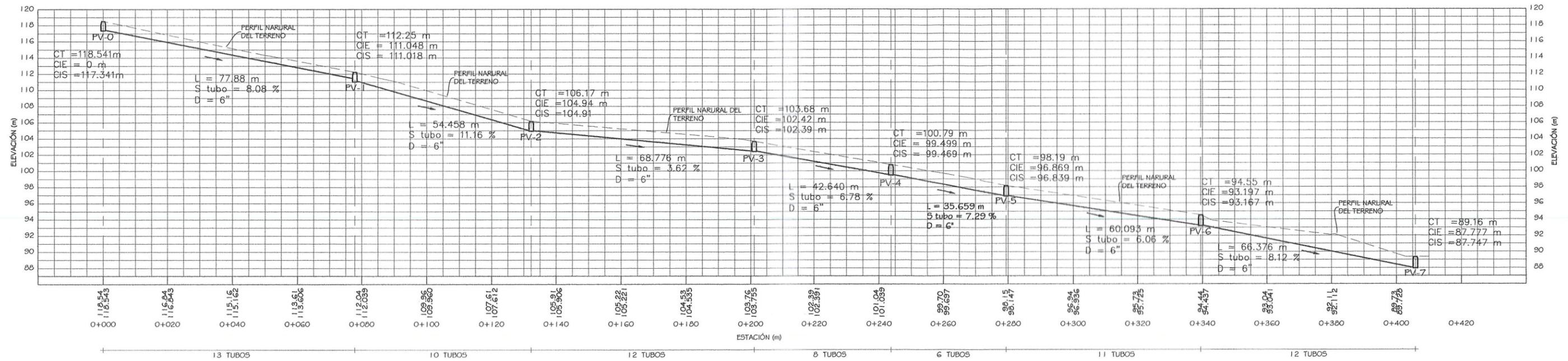
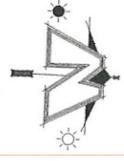
Ing. Oscar Arguera Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

CONTENIDO:	PLANTA CURVAS DE NIVEL	NO. PLANO 04 / 15	ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ASESOR
------------	------------------------	----------------------	--

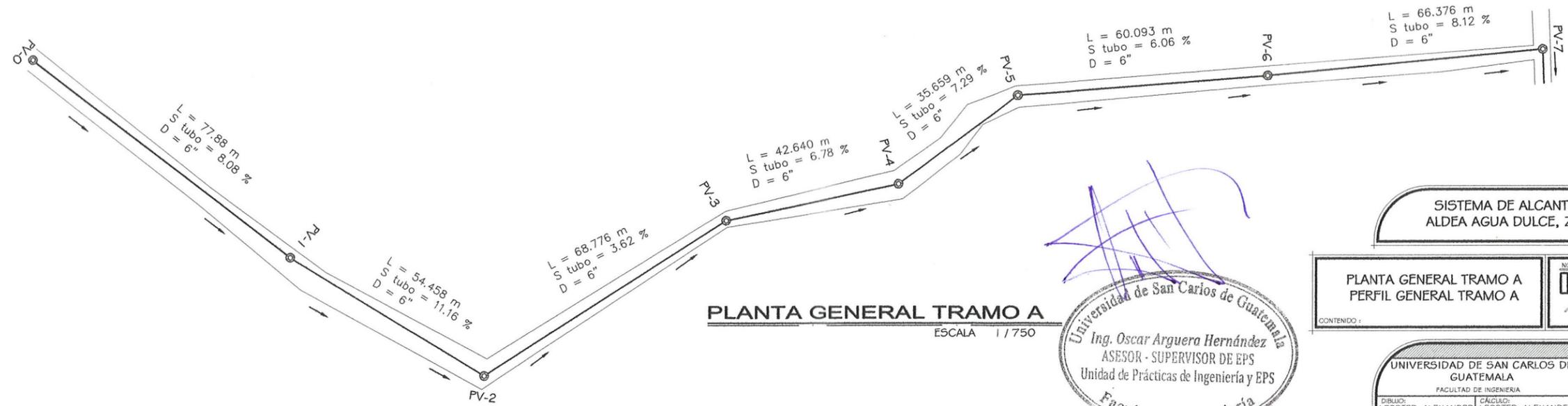
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		EPS 6 MESES
DIBUJO: LESSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	CÁLULO: LESSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	
ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE 2018	
		LESSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR EPESISTA

SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA PVC
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	POZO DE VISITA
L	LONGITUD (m)
S tub	PENDIENTE DE TUBERÍA (%)
D	DIÁMETRO (plg)
CT	COTA DE TERRENO (m)
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA



PERFIL GENERAL TRAMO A

ESCALA: HORIZONTAL 1 / 1,300
VERTICAL 1 / 750



PLANTA GENERAL TRAMO A

ESCALA 1 / 750

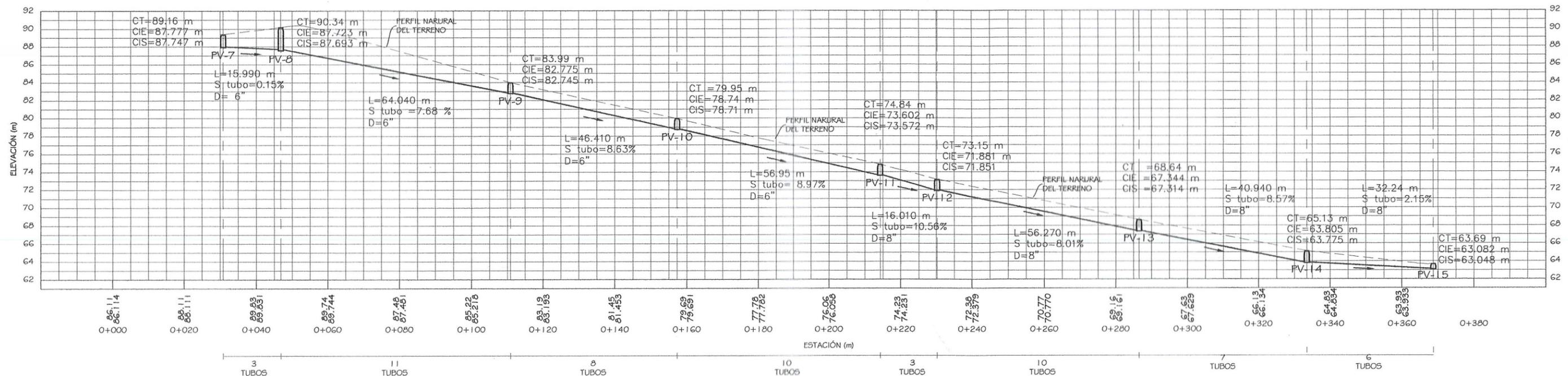
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

PLANTA GENERAL TRAMO A PERFIL GENERAL TRAMO A	NO. PLANO 05 15	ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ASESOR
--	------------------------------	--

Ing. Oscar Arguera Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

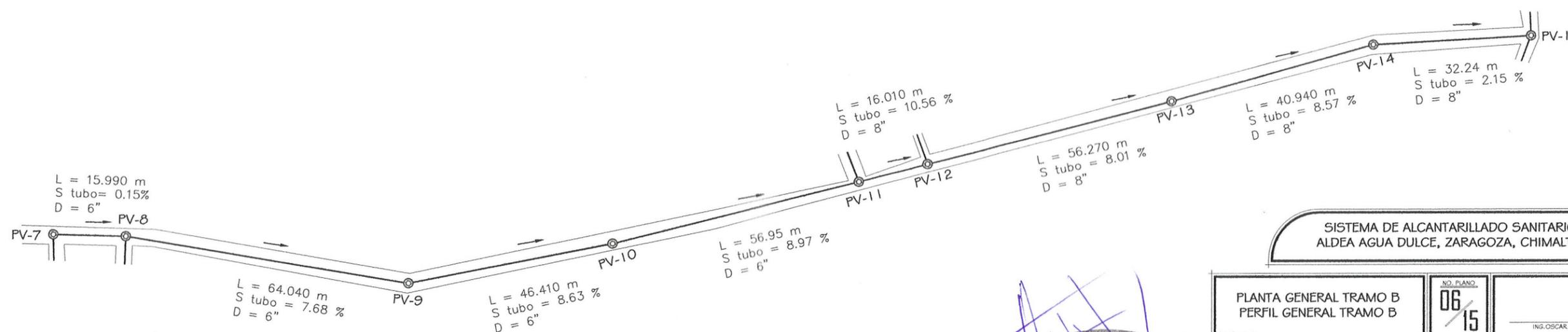
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		EPS: 6 MESES
DIBUJO: LESSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	CALIFICADO: LESSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	FECHA: OCTUBRE 2018
ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE 2018	LESSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR EFESISTA

SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA PVC
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	POZO DE VISITA
L	LONGITUD (m)
S tub	PENDIENTE DE TUBERÍA (%)
D	DIÁMETRO (plg)
CT	COTA DE TERRENO (m)
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA



PERFIL GENERAL TRAMO B

ESCALA: HORIZONTAL 1 / 1,000
VERTICAL 1 / 500



PLANTA GENERAL TRAMO B
ESCALA 1 / 1,000

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

PLANTA GENERAL TRAMO B
PERFIL GENERAL TRAMO B

NO. PLANO
06 / 15

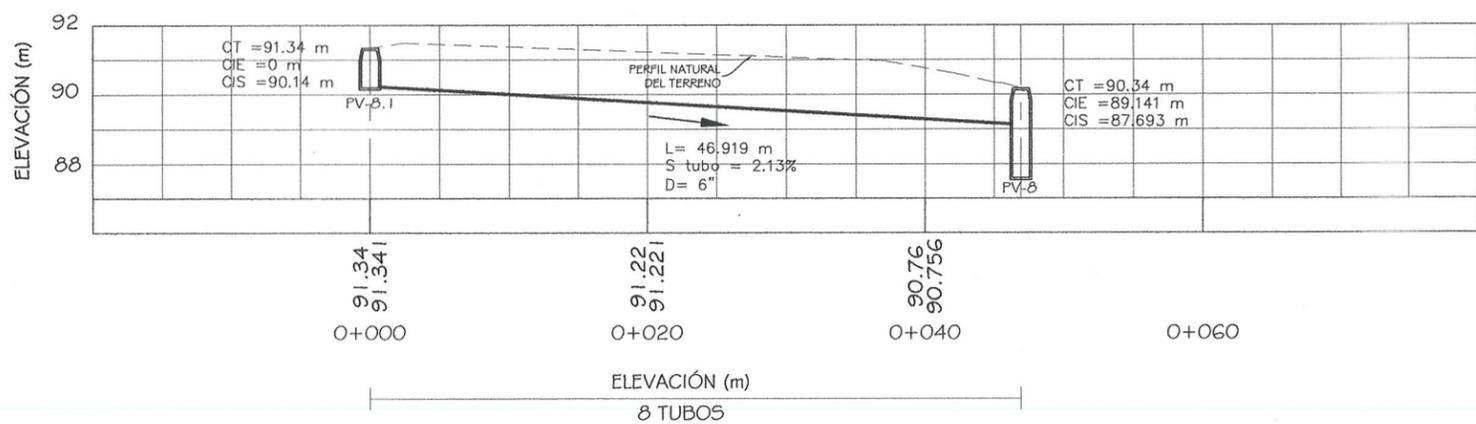
ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ
ASESOR



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIBUJO: LESSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR
ESCALA: INDICADA
FECHA: OCTUBRE 2018

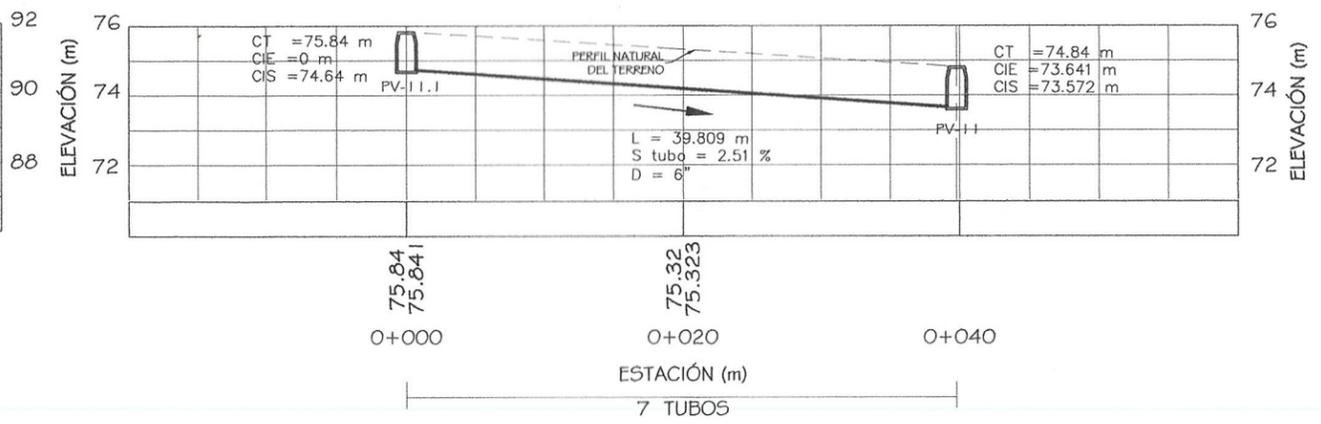
EPS C-MEPS
LESSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR
EFISIETA

SIMBOLOGÍA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA PVC
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	POZO DE VISITA
L	LONGITUD (m)
S tub	PENDIENTE DE TUBERÍA (%)
D	DIÁMETRO (plg)
CT	COTA DE TERRENO (m)
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA



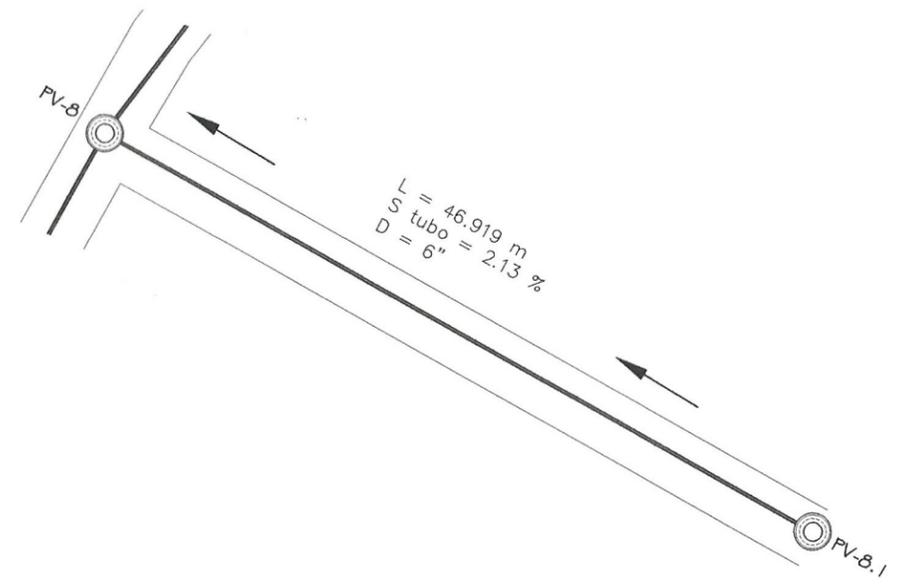
PERFIL GENERAL TRAMO B1

ESCALA: HORIZONTAL 1 / 500
VERTICAL 1 / 250



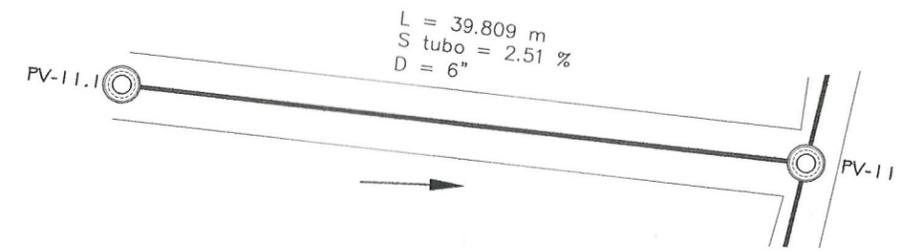
PERFIL GENERAL TRAMO B2

ESCALA: HORIZONTAL 1 / 500
VERTICAL 1 / 250



PLANTA GENERAL TRAMO B1

ESCALA 1 / 400



PLANTA GENERAL TRAMO B2

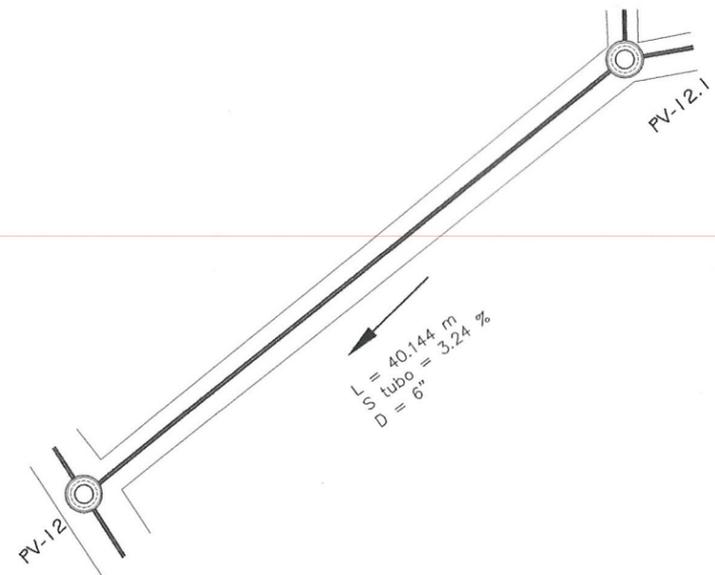
ESCALA 1 / 400

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

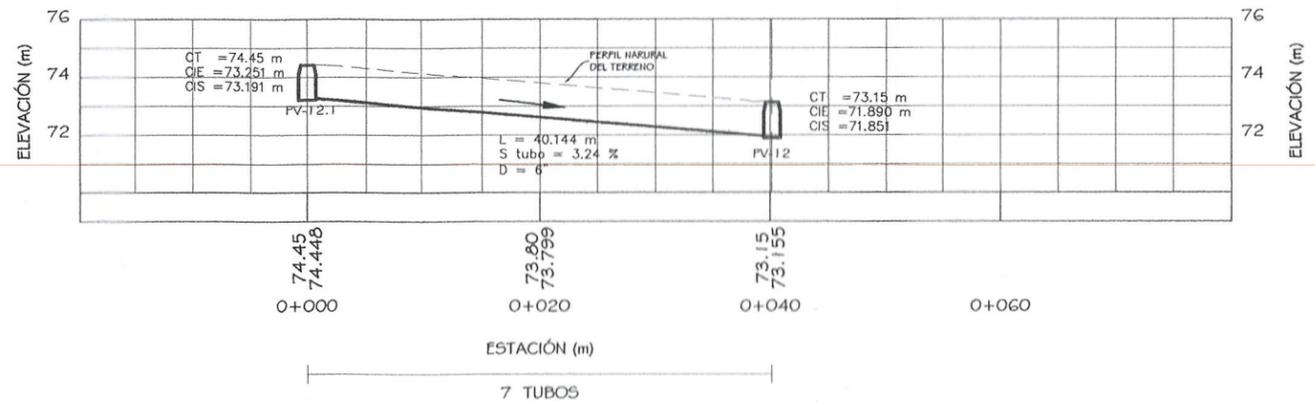
PLANTA GENERAL PERFIL GENERAL TRAMO B1 Y B2	NO. PLANO 07 15	ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ASESOR
---	-----------------------	--



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		EPS: G.M.E.P.S.
DRUJO: LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	CÁLULO: LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	
ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE 2018	

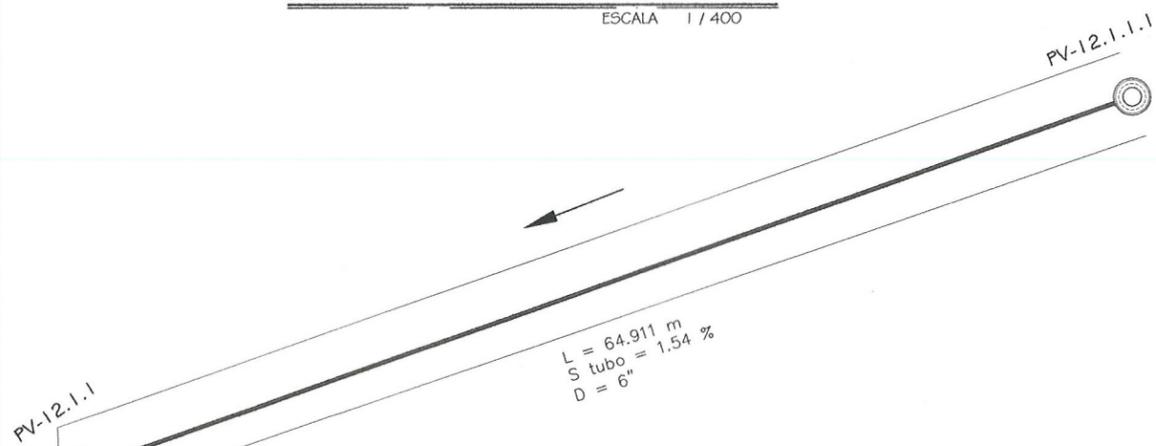


PLANTA GENERAL TRAMO B3
ESCALA 1 / 400

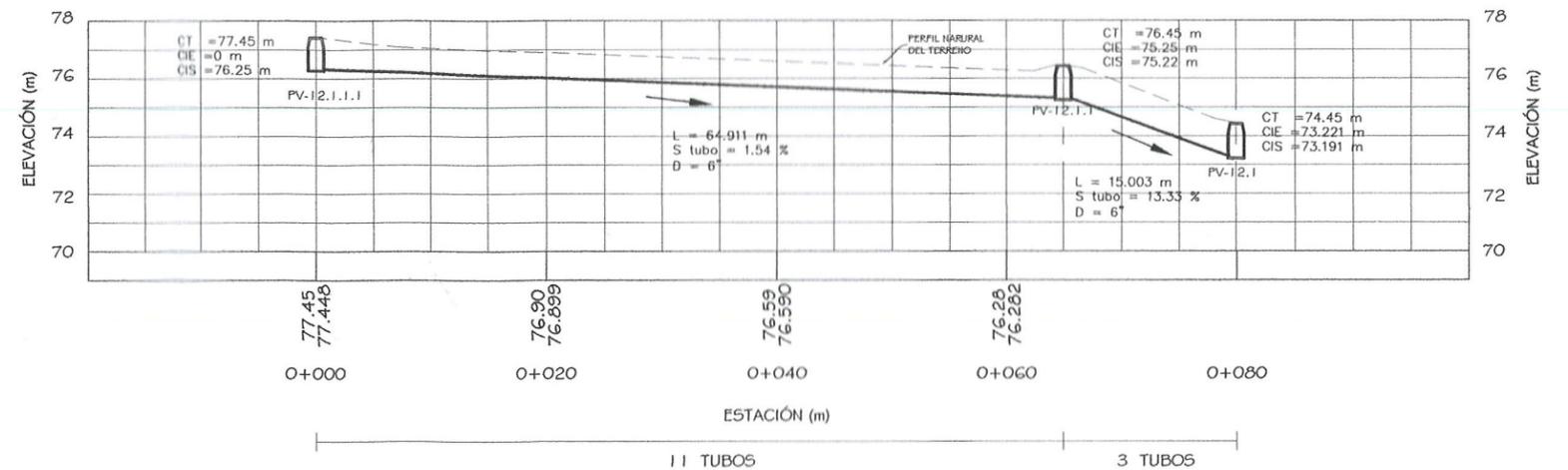


PERFIL GENERAL TRAMO B3

ESCALA: HORIZONTAL 1 / 600
VERTICAL 1 / 300

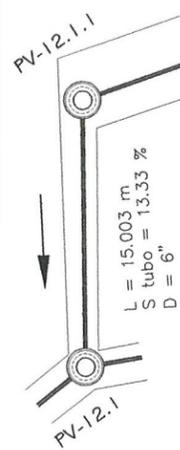


PLANTA GENERAL TRAMO B3.1
ESCALA 1 / 400

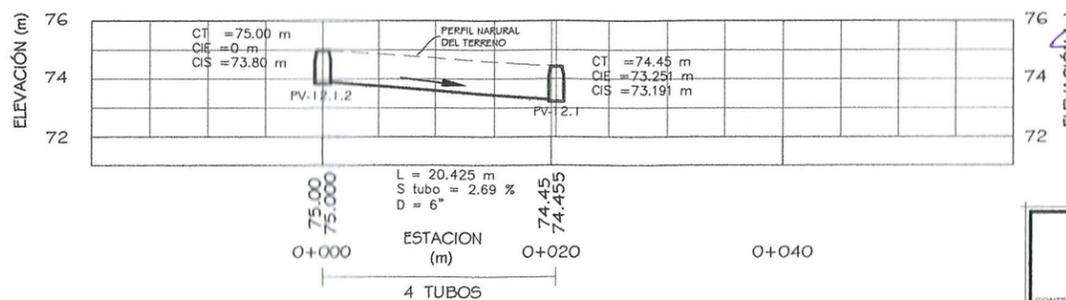


PERFIL GENERAL TRAMO B3.1

ESCALA: HORIZONTAL 1 / 600
VERTICAL 1 / 300



PLANTA GENERAL TRAMO B3.2
ESCALA 1 / 400



PERFIL GENERAL TRAMO B3.2

ESCALA: HORIZONTAL 1 / 600
VERTICAL 1 / 300



SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA PVC
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	POZO DE VISITA
L	LONGITUD (m)
S tubo	PENDIENTE DE TUBERÍA (%)
D	DIÁMETRO (pulg)
CT	COTA DE TERRENO (m)
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA

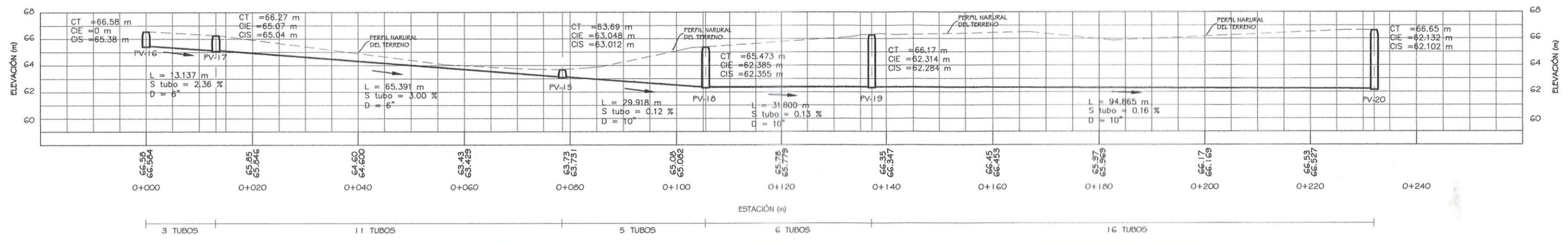
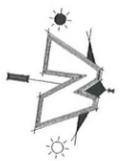


SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

PLANTA GENERAL PERFIL GENERAL TRAMO B3, B3.1 Y B3.2	NO. PLANO 08 / 15	ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ASESOR
---	----------------------	--

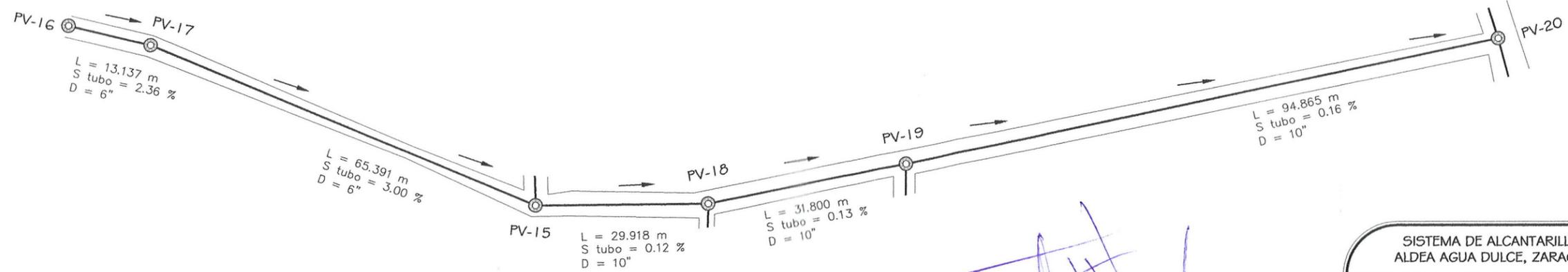
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		EPS S.M.E.P.S.
DIBUJO: LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	CÁLULO: LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR INGENIERO
ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE 2018	

SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA PVC
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	POZO DE VISITA
L	LONGITUD (m)
S tub	PENDIENTE DE TUBERÍA (%)
D	DIÁMETRO (plg)
CT	COTA DE TERRENO (m)
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA



PERFIL GENERAL TRAMO C

ESCALA: HORIZONTAL 1 / 750
VERTICAL 1 / 375



PLANTA GENERAL TRAMO C

ESCALA 1 / 750

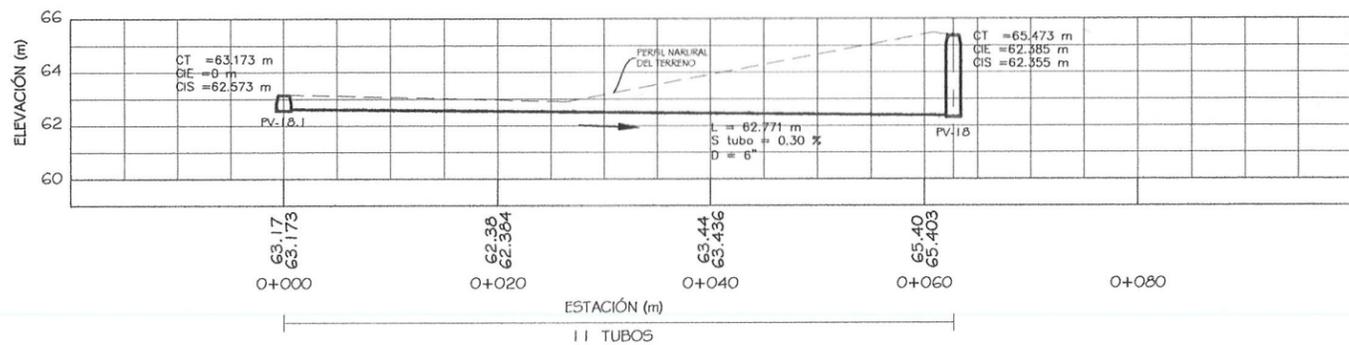
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

CONTENIDO: PLANTA GENERAL PERFIL GENERAL TRAMO C	NO. PLANO 09 15	ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ASESOR
---	-------------------------------------	--

Ing. Oscar Arguera Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

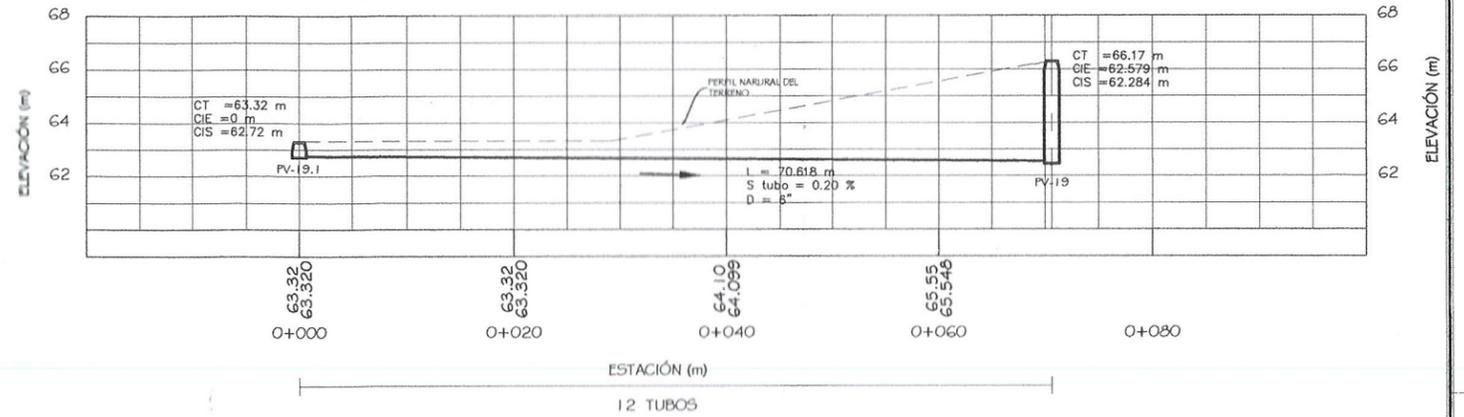
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		EPS G.M.E.P.S.
DIBUJO: LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	CALCULO: LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	
ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE, 2018	

SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA PVC
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	POZO DE VISITA
L	LONGITUD (m)
S tub	PENDIENTE DE TUBERÍA (%)
D	DIÁMETRO (plg)
CT	COTA DE TERRENO (m)
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA



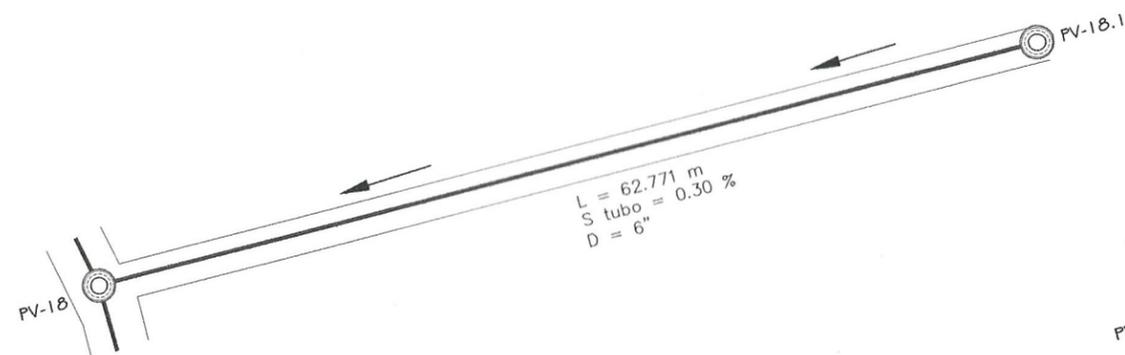
PERFIL GENERAL TRAMO C1

ESCALA: HORIZONTAL 1 / 650
VERTICAL 1 / 325



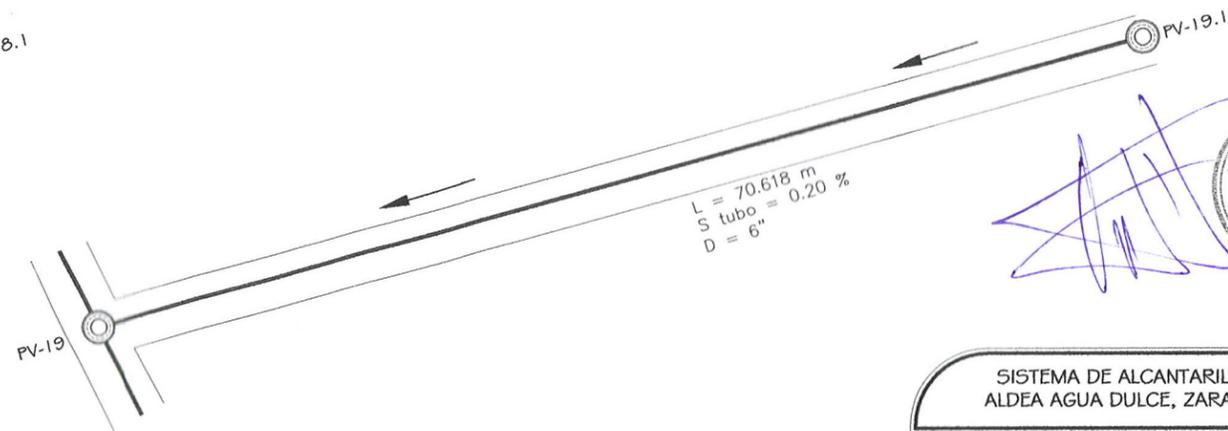
PERFIL GENERAL TRAMO C2

ESCALA: HORIZONTAL 1 / 650
VERTICAL 1 / 325



PLANTA GENERAL TRAMO C1

ESCALA 1 / 450



PLANTA GENERAL TRAMO C2

ESCALA 1 / 450

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

PLANTA GENERAL
PERFIL GENERAL
TRAMO C1 Y C2

NO. PLANO
10 / 15

ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ASESOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

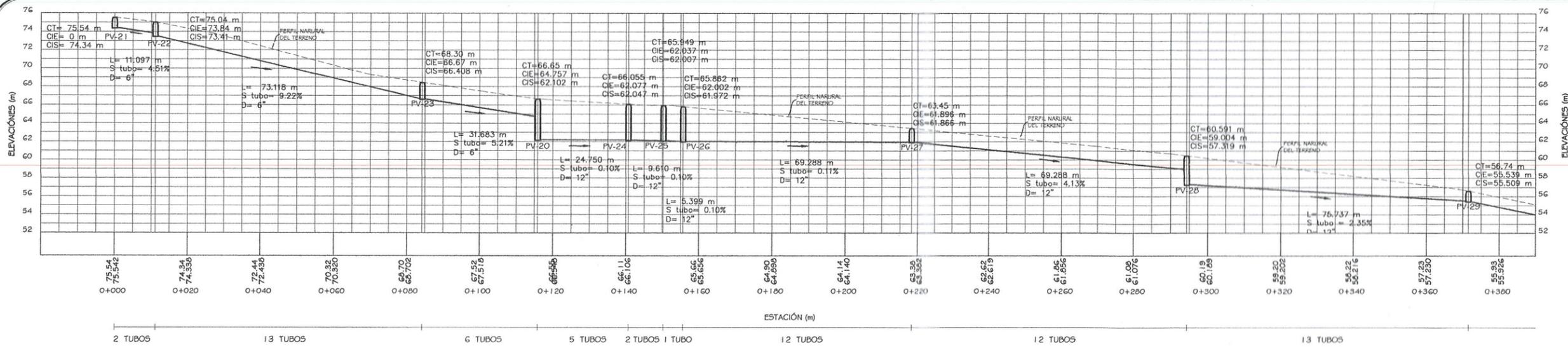
DIBUJO: LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR
ESCALA: INDICADA

CÁLULO: LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR
FECHA: OCTUBRE 2018



LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR
EPESISTA

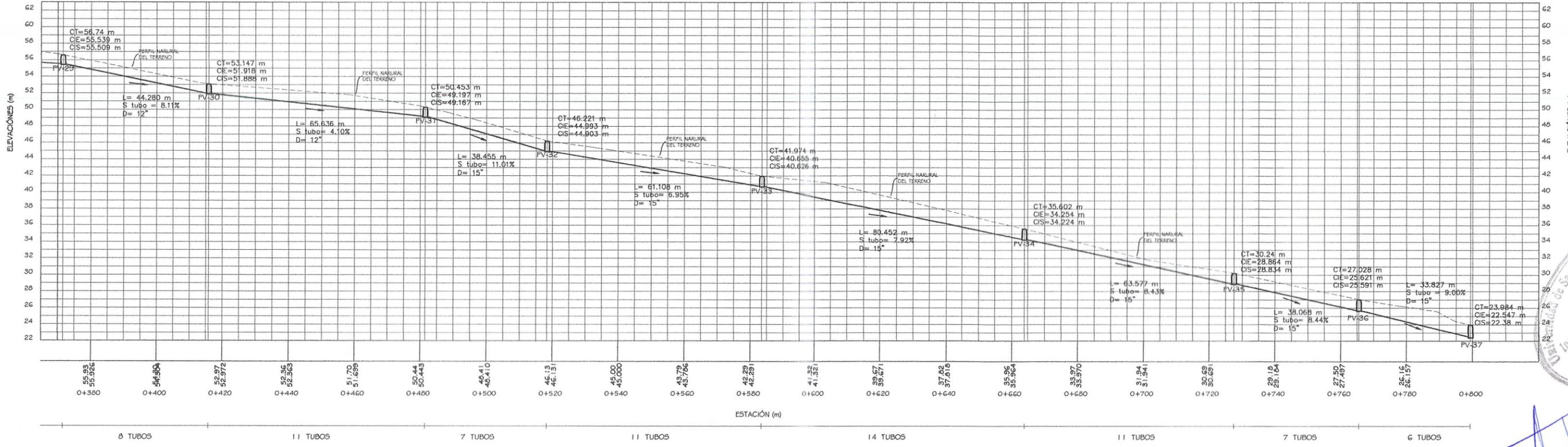




PERFIL GENERAL TRAMO D-A

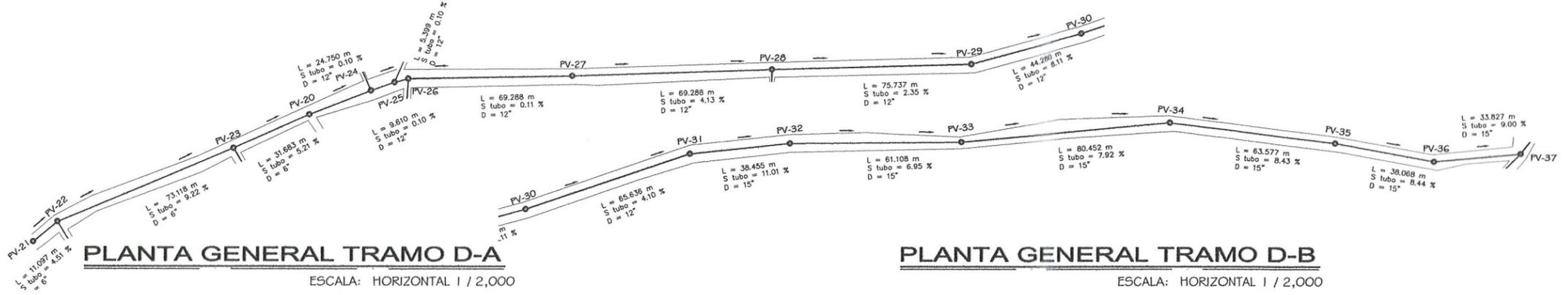
ESCALA: HORIZONTAL 1 / 1,200 VERTICAL 1 / 600

SIMBOLOGÍA	
—	TUBERÍA PVC
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
⊙	POZO DE VISITA
L	LONGITUD (m)
S tubo	PENDIENTE DE TUBERÍA (%)
D	DIÁMETRO (plg)
CT	COTA DE TERRENO (m)
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA



PERFIL GENERAL TRAMO D-B

ESCALA: HORIZONTAL 1 / 1,200 VERTICAL 1 / 600



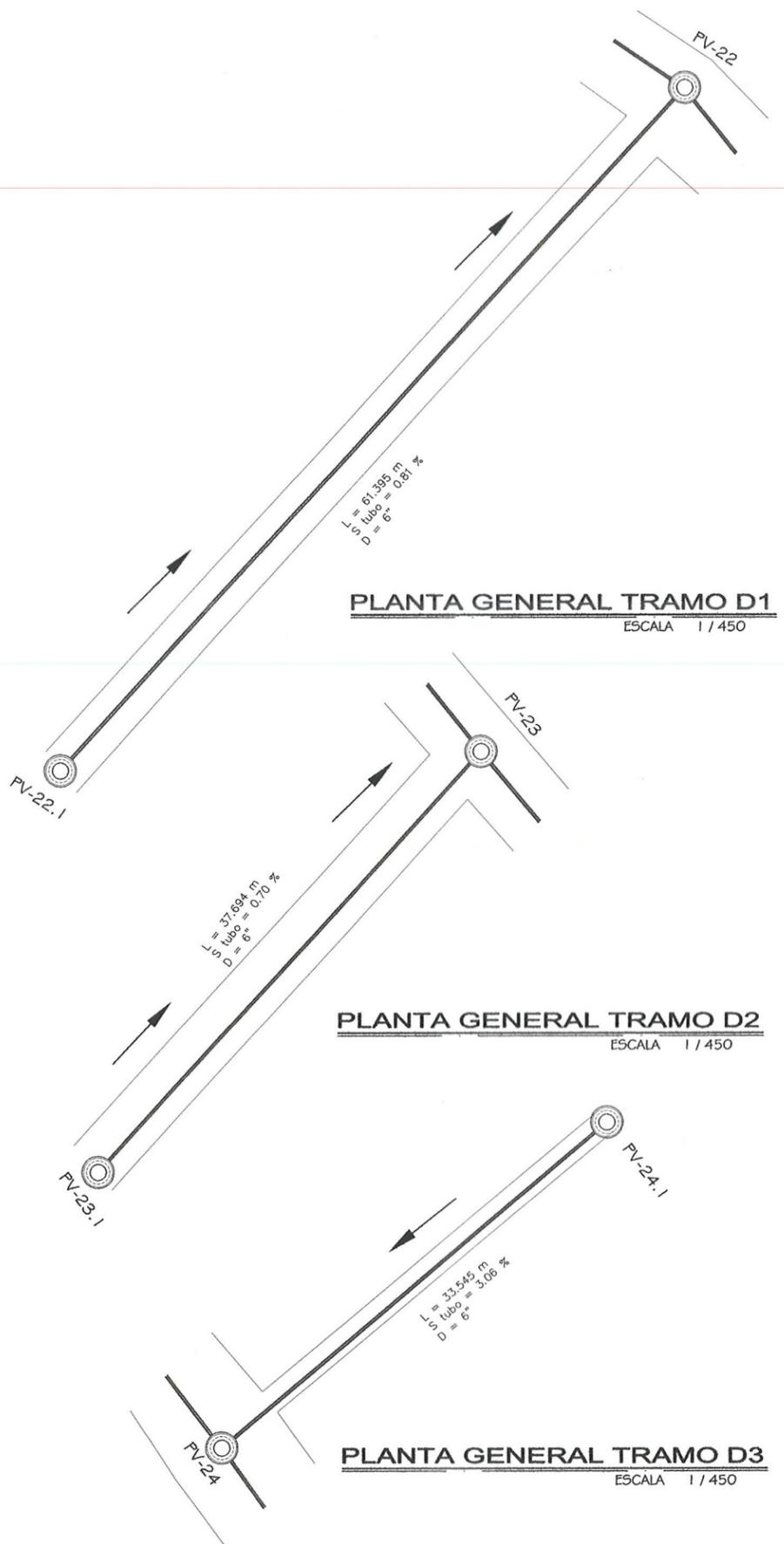
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

CONTENIDO:	PLANTA GENERAL PERFIL GENERAL TRAMO D	NO. PLANO 11 15	ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ASESOR
------------	---	------------------------------	--

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
DIBUJO: LESSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	CÁLCULO: LESSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	
ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE 2018	LESSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR EPESISTA



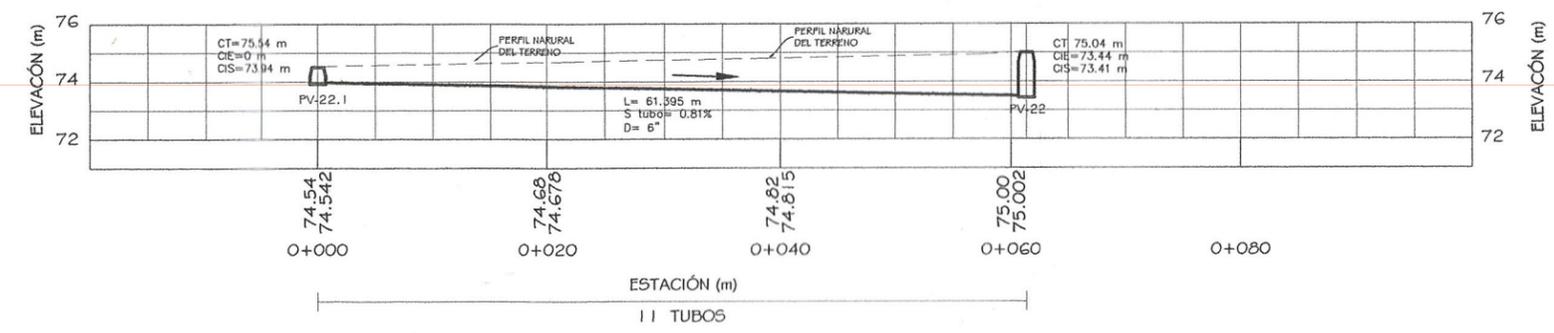
Handwritten signature in blue ink.



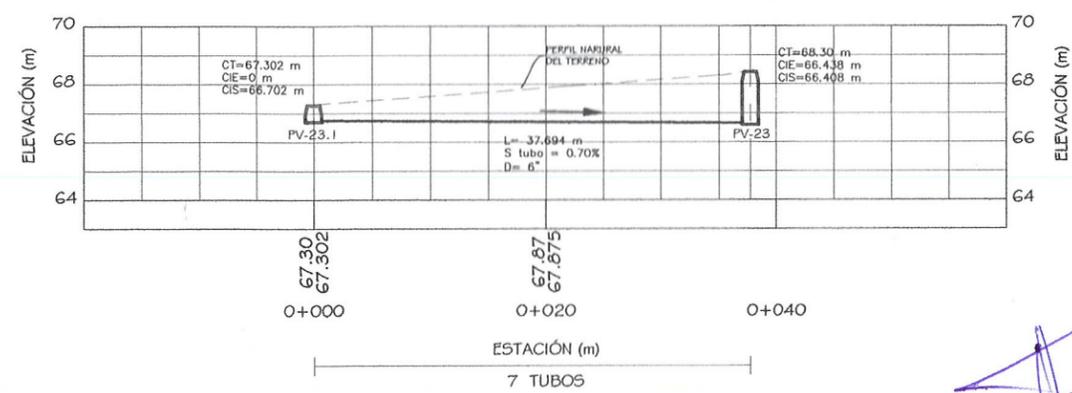
PLANTA GENERAL TRAMO D1
ESCALA 1 / 450

PLANTA GENERAL TRAMO D2
ESCALA 1 / 450

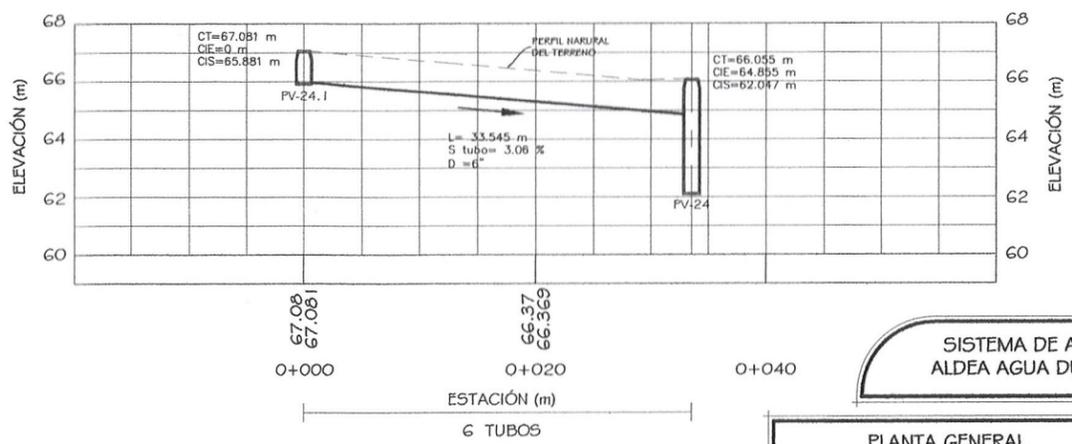
PLANTA GENERAL TRAMO D3
ESCALA 1 / 450



PERFIL GENERAL TRAMO D1
ESCALA: HORIZONTAL 1 / 600
VERTICAL 1 / 300



PERFIL GENERAL TRAMO D2
ESCALA: HORIZONTAL 1 / 600
VERTICAL 1 / 300



PERFIL GENERAL TRAMO D3
ESCALA: HORIZONTAL 1 / 600
VERTICAL 1 / 300

Ing. Oscar Argueta Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA PVC
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	POZO DE VISITA
L	LONGITUD (m)
S tubo	PENDIENTE DE TUBERÍA (%)
D	DIÁMETRO (pulg)
CT	COTA DE TERRENO (m)
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

PLANTA GENERAL
PERFIL GENERAL
TRAMO D1, D2 Y D3

NO. PLANO
12 / 15

ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ
ASESOR

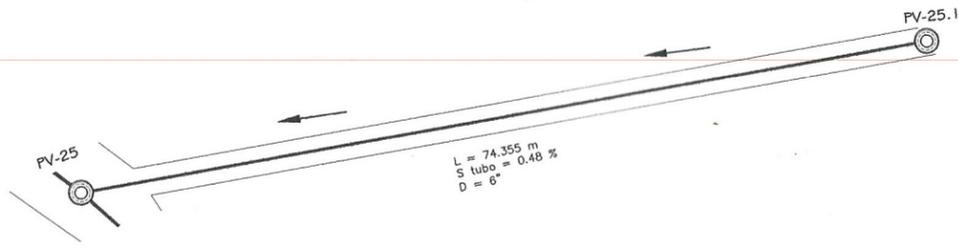
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

EPS
E.M.E.P.S.

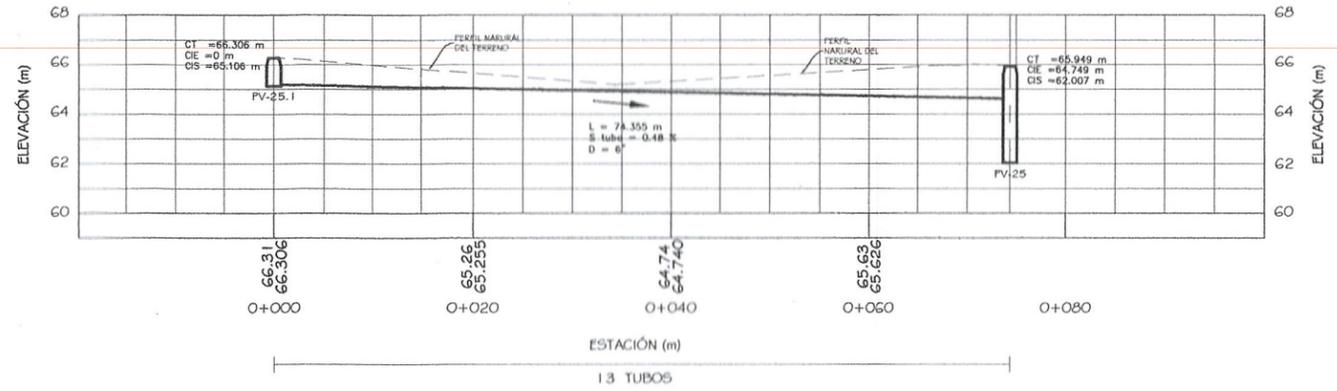
ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ
ASESOR

LESSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR
ESTUDIANTE

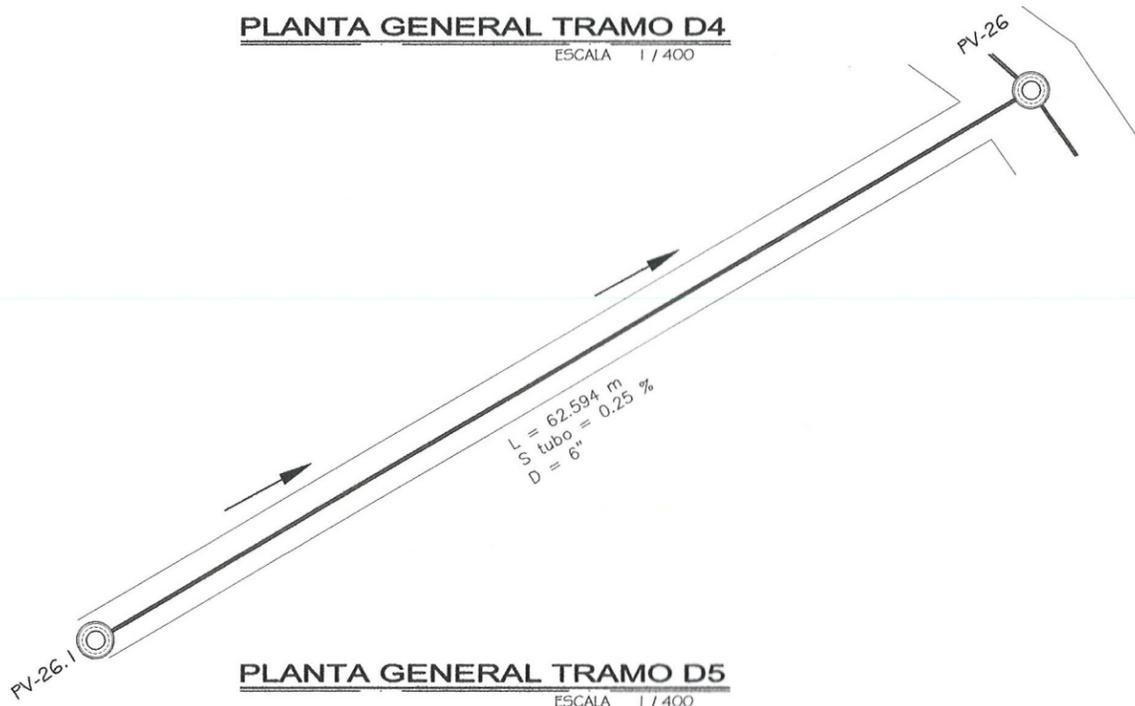
INDICADA
OCTUBRE 2018



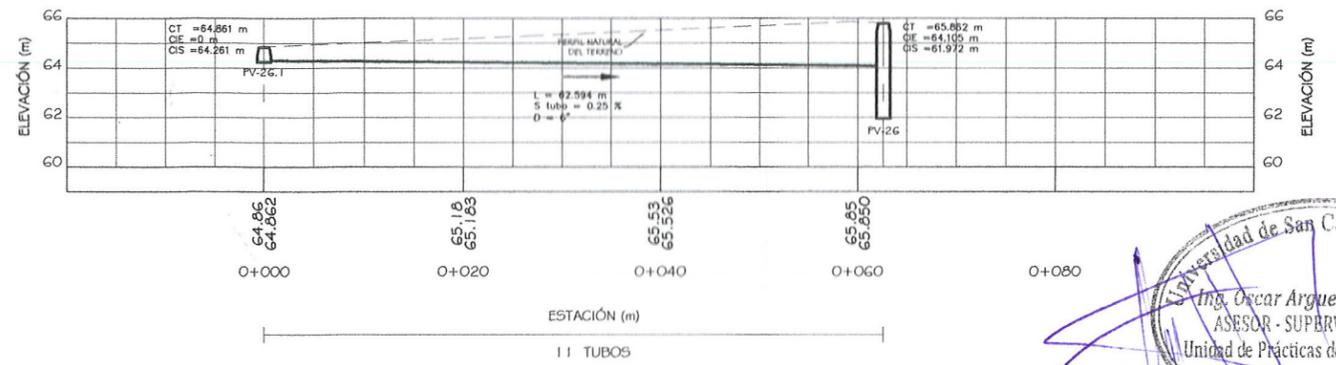
PLANTA GENERAL TRAMO D4
ESCALA 1 / 400



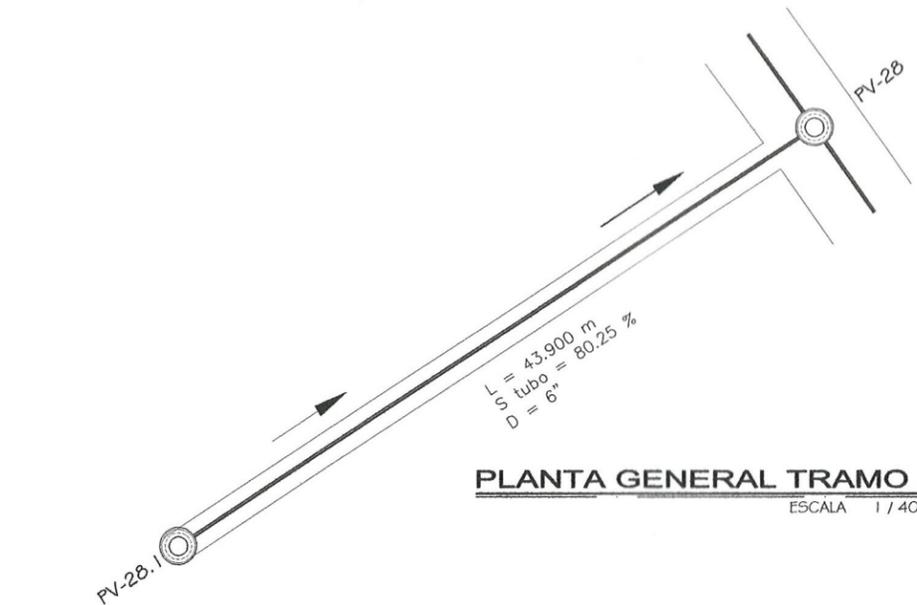
PERFIL GENERAL TRAMO D4
ESCALA: HORIZONTAL 1 / 700
VERTICAL 1 / 350



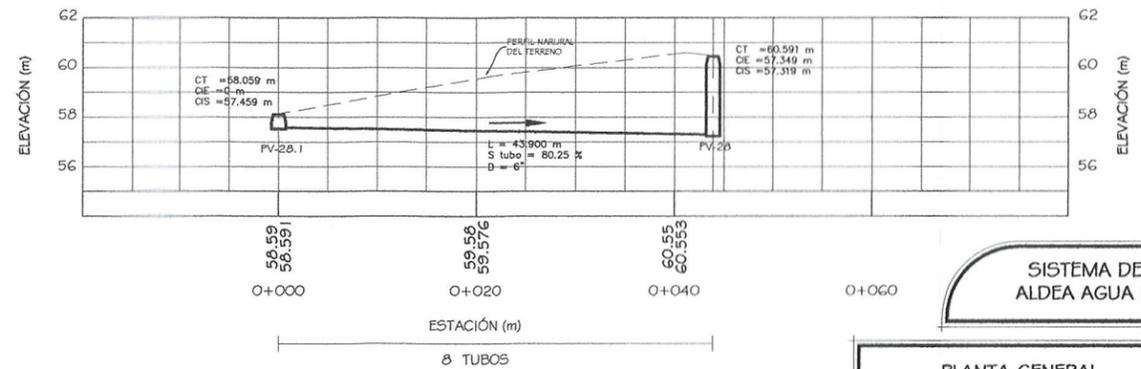
PLANTA GENERAL TRAMO D5
ESCALA 1 / 400



PERFIL GENERAL TRAMO D5
ESCALA: HORIZONTAL 1 / 700
VERTICAL 1 / 350



PLANTA GENERAL TRAMO D6
ESCALA 1 / 400



PERFIL GENERAL TRAMO D6
ESCALA: HORIZONTAL 1 / 700
VERTICAL 1 / 350

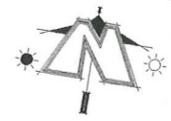
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Oscar Argueta Hernandez
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA FVC
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	POZO DE VISITA
	LONGITUD (m)
	PENDIENTE DE TUBERÍA (%)
	DIÁMETRO (pulg)
	COTA DE TERRENO (m)
	COTA INVERT DE ENTRADA
	COTA INVERT DE SALIDA

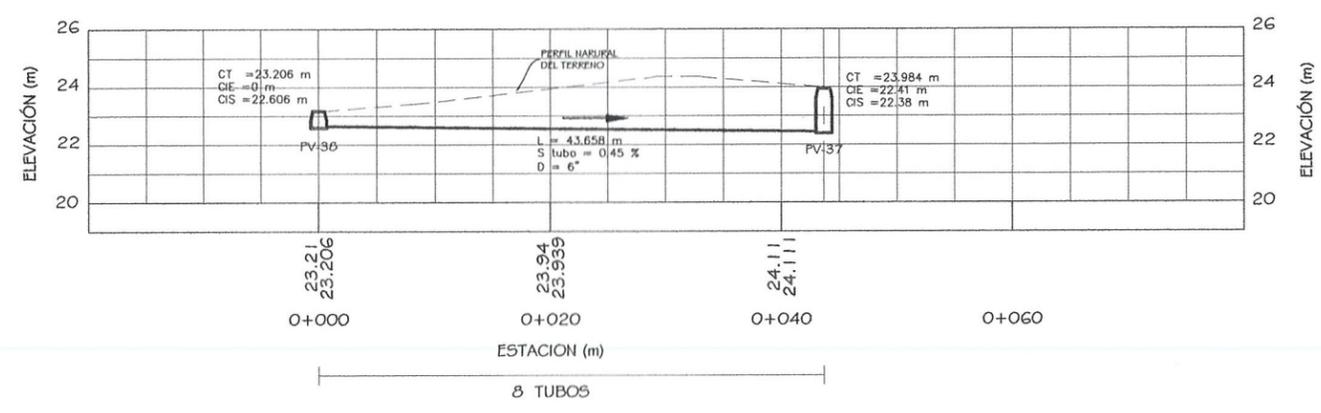
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

PLANTA GENERAL PERFIL GENERAL TRAMO D4, D5 Y D6	NO. PLANO 13 / 15	ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ASESOR
---	----------------------	--

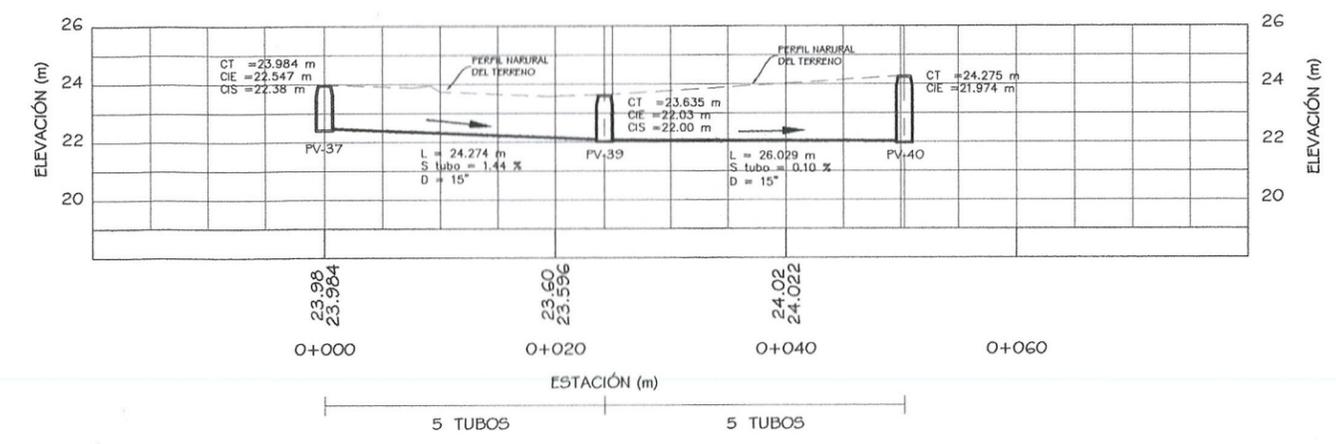
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		EPS 6 MILES
DIBUJO: LESSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	CALCULO: LESSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	
ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE 2018	



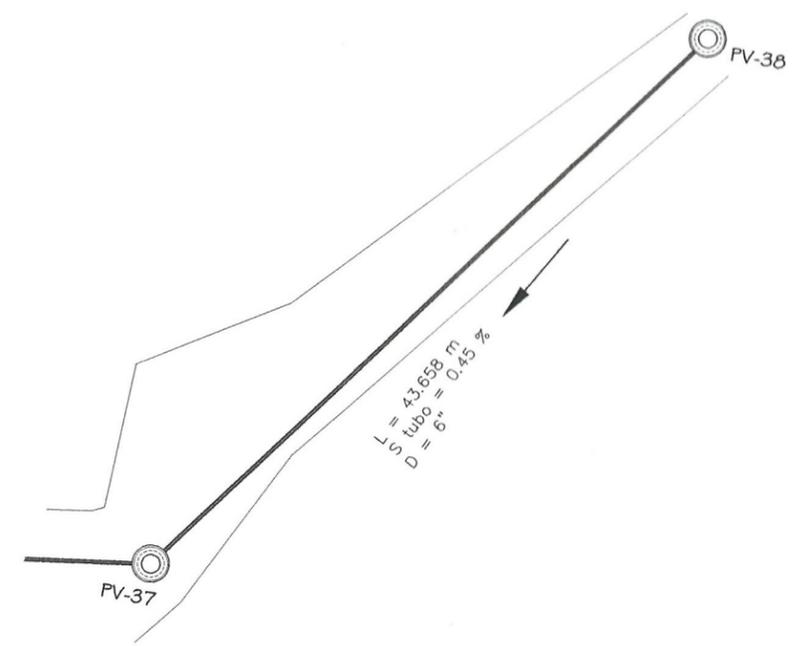
SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA PVC
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	POZO DE VISITA
L	LONGITUD (m)
S tub	PENDIENTE DE TUBERÍA (%)
D	DIÁMETRO (plg)
CT	COTA DE TERRENO (m)
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA



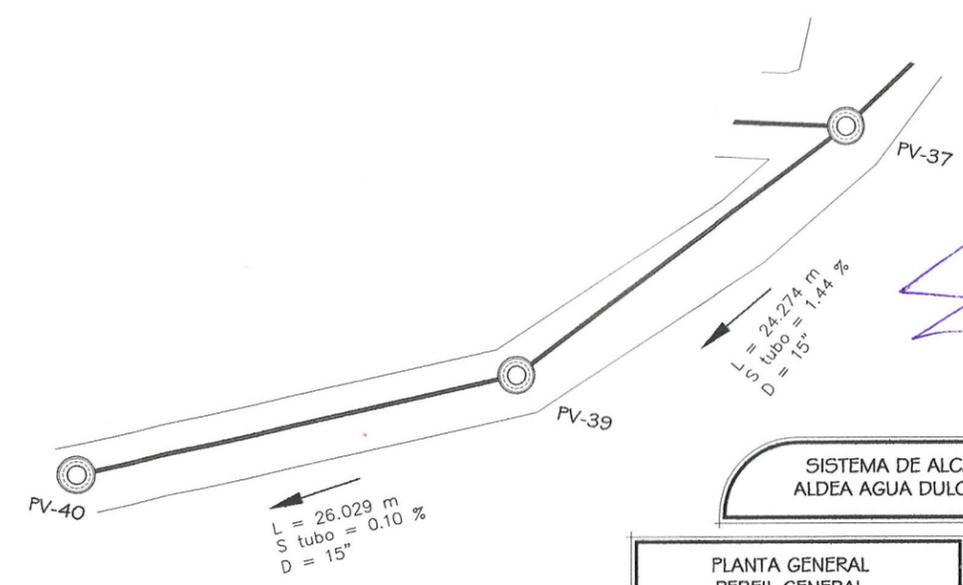
PERFIL GENERAL TRAMO D7
 ESCALA: HORIZONTAL 1 / 600
 VERTICAL 1 / 300



PERFIL GENERAL TRAMO D8
 ESCALA: HORIZONTAL 1 / 600
 VERTICAL 1 / 300



PLANTA GENERAL TRAMO D7
 ESCALA 1 / 450



PLANTA GENERAL TRAMO D8
 ESCALA 1 / 450



SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

PLANTA GENERAL PERFIL GENERAL TRAMO D7 Y D8	NO. PLANO 14 / 15	ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ASESOR
---	----------------------	--

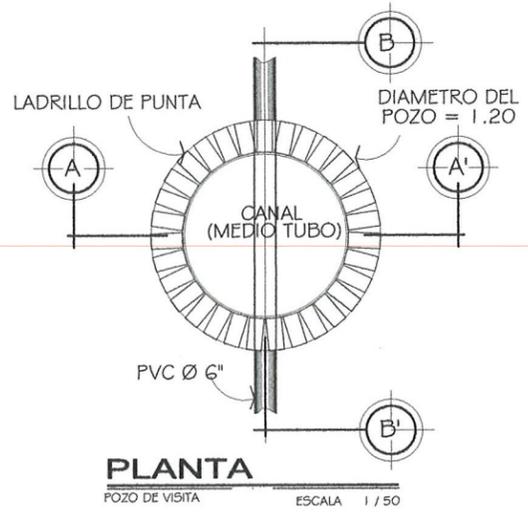
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

DIBUJO: LESSSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR
 ESCALA: INDICADA

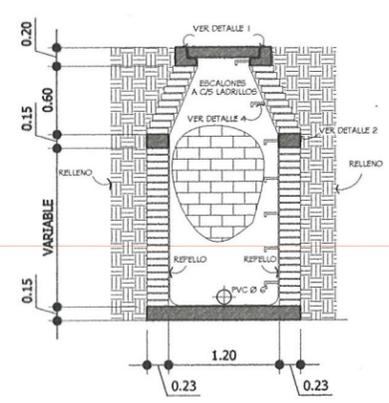
CÁLULO: LESSSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR
 FECHA: OCTUBRE 2018

EPS
6 MILES

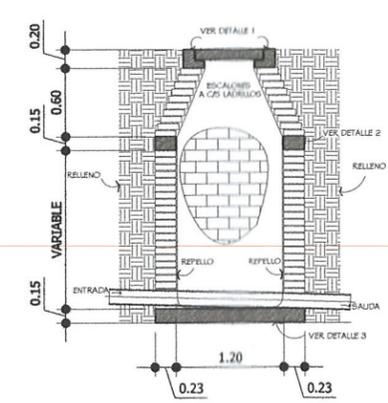
LESSSTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR
 EFISIYA



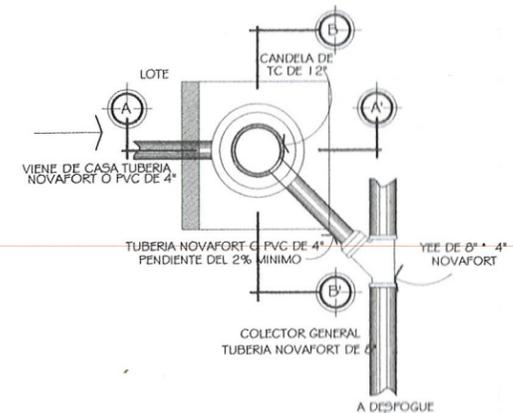
PLANTA
POZO DE VISITA ESCALA 1 / 50



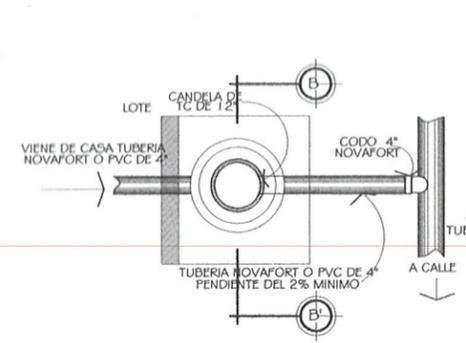
CORTE A-A'
POZO DE VISITA ESCALA 1 / 75



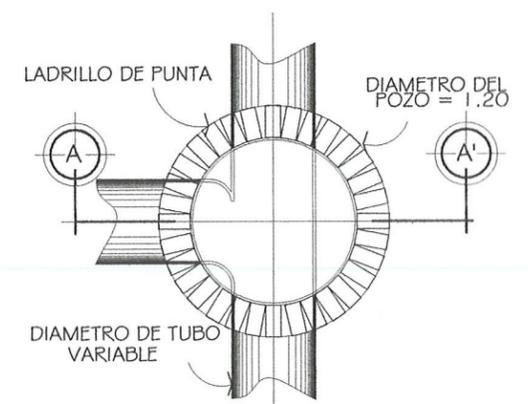
CORTE B-B'
POZO DE VISITA ESCALA 1 / 75



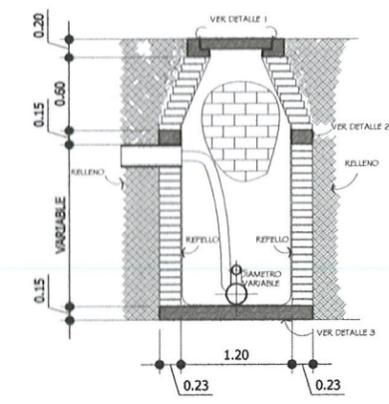
PLANTA
CONEXIÓN DOMICILIAR TIPO A ESCALA 1 / 20



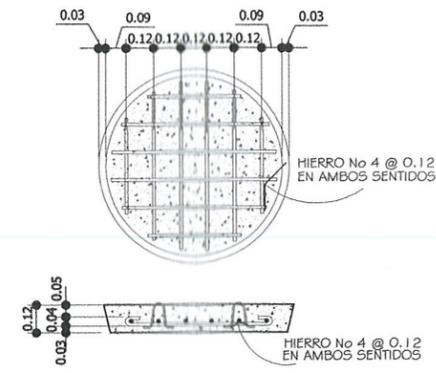
PLANTA
CONEXIÓN DOMICILIAR TIPO B ESCALA 1 / 20



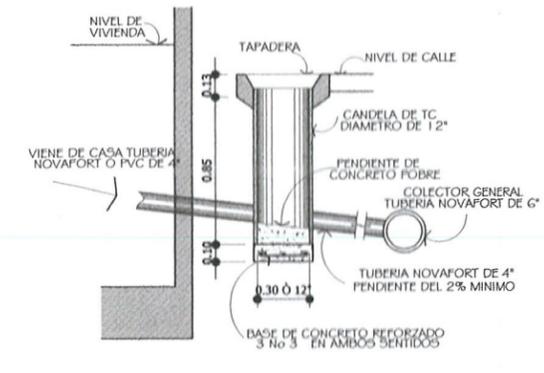
PLANTA
POZO DE VISITA ESCALA 1 / 50



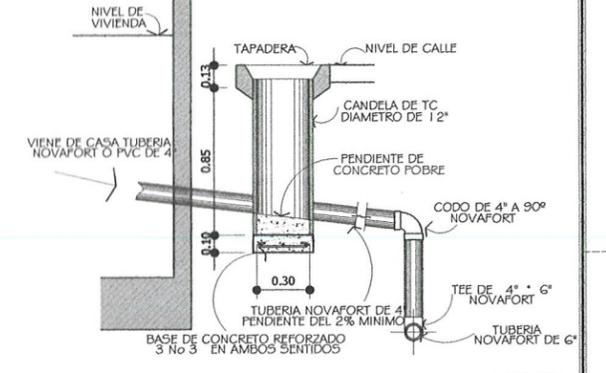
CORTE A-A'
POZO DE VISITA ESCALA 1 / 75
NOTA: Utilizar el dissipador de colchon de agua de 0.10 mts en los siguientes pozos de visita: PV6 Y PV20.



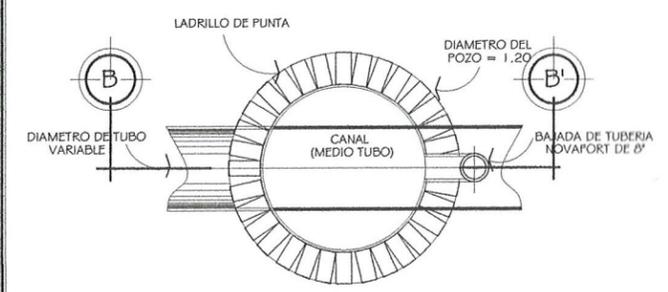
DETALLE 1
TAPADERA POZO DE VISITA ESCALA 1 / 15



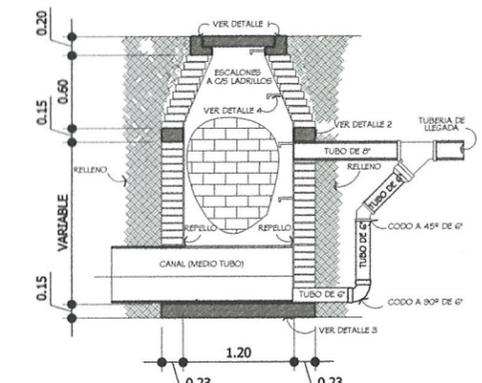
SECCIÓN A-A'
CONEXIÓN DOMICILIAR TIPO A ESCALA 1 / 20



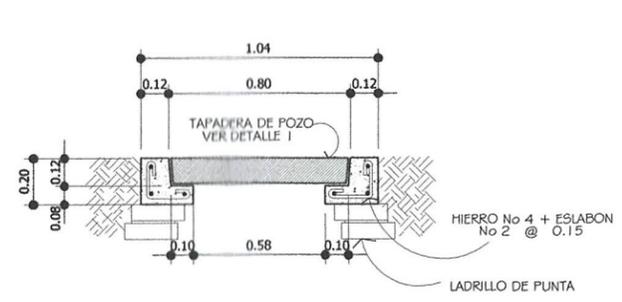
SECCIÓN A-A'
CONEXIÓN DOMICILIAR TIPO B ESCALA 1 / 20



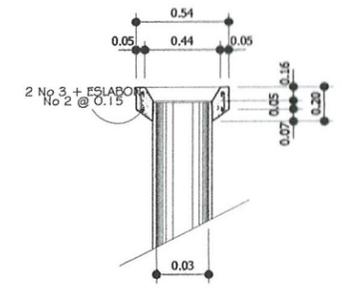
PLANTA
POZO DE VISITA ESCALA 1 / 50



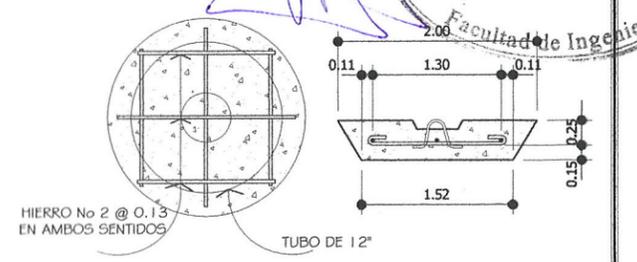
CORTE B-B'
POZO DE VISITA ESCALA 1 / 75
NOTA: Utilizar el dissipador de codo a 45 en los siguientes pozos de visita: PV20, PV24, PV25 y PV26.



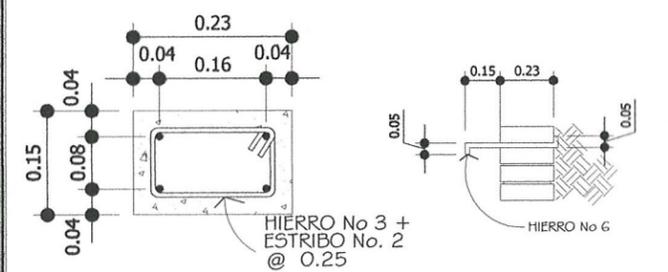
DETALLE DE BROCAL
POZO DE VISITA ESCALA 1 / 15



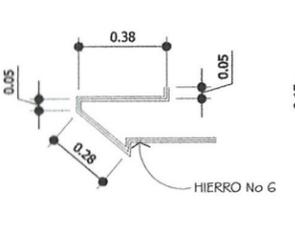
SECCIÓN B-B'
CONEXIÓN DOMICILIAR TIPO A Y B ESCALA 1 / 20



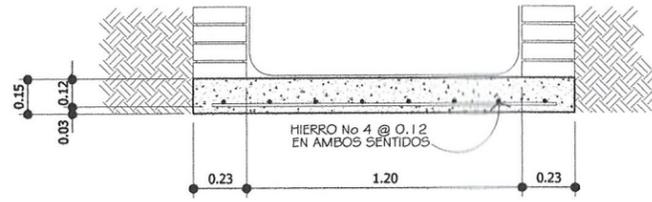
DETALLE TAPADERA
PLANTA Y SECCIÓN ESCALA 1 / 07



DETALLE
SOLERA INTERMEDIA ESCALA 1 / 05



DETALLE
ESCALONES ESCALA 1 / 15



DETALLE
BASE DE POZO DE VISITA ESCALA 1 / 20

- ESPECIFICACIONES**
1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBEN IDENTIFICARSE DE ACUERDO A LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
 2. EL CONCRETO A UTILIZAR EN TAPA, BROCALES Y BASE DEBE TENER UN FACTOR $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ EN PROPORCIÓN 1:2:2; EQUIVALENTE A 1 SACO DE CEMENTO + 2 CARRETAS DE ARENA + 2 CARRETAS DE PIEDRIN.
 3. LA SABIETA DEBE SER FORMADA DE CAL Y ARENA DE RÍO EN PROPORCIÓN 1:2; EQUIVALENTE A 1 BOLSA DE CAL + 1 1/2 CARRETADA DE ARENA.
 4. LA MEZCLA A UTILIZAR PARA EL PEGADO DE LADRILLOS DEBE SER FORMADA DE CAL Y ARENA DE RÍO EN PROPORCIÓN 1:3; EQUIVALENTE A 1 BOLSA DE CAL + 3 CUBETAS DE ARENA.
 5. EL ACERO DE REFUERZO DEBE POSEER UN FACTOR $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$.
 6. LA TUBERÍA PARA LA CONEXIÓN DOMICILIAR DEBE SER DE PVC Y DIAM. 4" PARA ALCANTARILLADO SANITARIO SEGÚN NORMA 3034.
 7. LA CAJA DE REGISTRO DEBE SER UN TUBO DE CONCRETO DE DIAM. 12" CON SU RESPECTIVA BASE Y TAPADERA, ASÍ MISMO DEBE TENER UNA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE 0.90 m.
 8. TRASLAPE DE VARILLAS No 3 = 0.10 METROS, No 2 = 0.10 METROS.
 9. El ladrillo a utilizar en los pozos de visita debe ser ladrillo tapado con dimensiones de 0.11x0.23x0.065 mts con una instalación de pasta.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

CONTENIDO:	DETALLES	NO. PLANO 15 15	ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ASESOR
	ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ASESOR		

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

DIBUJO: LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	CÁLCULO: LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR	FECHA: OCTUBRE 2018	ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ASESOR
---	--	------------------------	--

LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR
EPISITA



ANEXOS

Anexo 1. Resultados de exámenes de laboratorio al agua potable

Examen bacteriológico



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 38935

EXAMEN BACTERIOLOGICO

No. 10342
INF. No. A - 365013

<p>INTERESADO: <u>LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR</u> REGISTRO ACADEMICO 2014 04015</p> <p>MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u></p> <p>LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Aldea Joya Grande</u></p> <p>FUENTE: <u>Grifo salida tanque de almacenamiento</u></p> <p>MUNICIPIO: <u>Zaragoza</u></p> <p>DEPARTAMENTO: <u>Chimaltenango</u></p>	<p>PROYECTO: <u>EPS: DISEÑO DE LA RAED DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA JOYA GRANDE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO</u></p> <p>DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA/USAC</u></p> <p>FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2018-09-03: 09 h 10 min.</u></p> <p>FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2018-09-03: 12 h 16 min.</u></p> <p>CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>En refrigeración</u></p>
<p>SABOR: <u>----</u></p> <p>ASPECTO: <u>Clara</u></p> <p>OLOR: <u>Inodora</u></p>	<p>SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u></p> <p>COLOR RESIDUAL: <u>---</u></p>

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GERMESES COLIFORMES/100cm ³		< 1,8	< 1,8

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21ST NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según NORMA COGUANOR NTG 29001.

Guatemala, 2018-09-12

Vo.Bo.
Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
DIRECTOR CII/USAC



Zerlin Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http://cii.usac.edu.gt

Continuación del anexo 1.

Examen fisicoquímico sanitario



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 38935 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO No. 10341

INTERESADO: LESTER ALEXANDER AGUIRRE ESCOBAR, REGISTRO ACADÉMICO 2014 04015		PROYECTO: EPS: "DISEÑO DE LA RED DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA JOYA GRANDE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO"	
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>		DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingeniería/USAC</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Aldea Joya Grande</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2018-09-03; 09 h 10 min.</u>	
FUENTE: <u>Grifo salida tanque de almacenamiento</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2018-09-03; 12 h 16 min.</u>	
MUNICIPIO: <u>Zaragoza</u>		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO: <u>Chimaltenango</u>			

RESULTADOS			
1. ASPECTO: <u>Clara</u>	4. OLOR: <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u>-- °C</u>	
2. COLOR: <u>01,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>180,10 μmhos/cm</u>	
3. TURBIDEZ: <u>00,80 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH): <u>07,36 unidades</u>	9. SÓLIDOS DISUELTOS: <u>95,00 mg/L</u>	
SUSTANCIAS		SUSTANCIAS	
	mg/L		mg/L
1. CALCIO (Ca)	16,03	6. CLORUROS (Cl)	09,50
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	0,009	7. MAGNESIO (Mg)	05,83
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	03,00	8. SULFATOS (SO ₄ ⁻²)	07,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,00
5. MANGANESO (Mn)	0,031	10. DUREZA TOTAL	64,00
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	98,00	98,00

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista fisico quimico sanitario: Las determinaciones arribas indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NTG 29001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21ST EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2018-09-12

Vo.Bo.
Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
DIRECTOR CII/USAC



[Firma]
Zenyá Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERÍA -USAC-
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería.

Anexo 2. **Relaciones hidráulicas para sección circular**

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0,0100	0,0017	0,0880	0,00015	0,1025	0,0540	0,4080	0,02202
0,0125	0,0237	0,1030	0,00024	0,1050	0,0558	0,4140	0,02312
0,0150	0,0031	0,1160	0,00036	0,1075	0,0578	0,4200	0,02429
0,0175	0,0039	0,1290	0,00050	0,1100	0,0599	0,4260	0,02550
0,0200	0,0048	0,1410	0,00067	0,1125	0,0619	0,4320	0,02672
0,0225	0,0057	0,1520	0,00087	0,1150	0,0639	0,4390	0,02804
0,0250	0,0067	0,1630	0,00108	0,1175	0,0659	0,4440	0,02926
0,0275	0,0077	0,1740	0,00134	0,1200	0,0680	0,4500	0,03059
0,0300	0,0087	0,1840	0,00161	0,1225	0,0701	0,4560	0,03194
0,0325	0,0099	0,1940	0,00191	0,1250	0,0721	0,4630	0,03340
0,0350	0,0110	0,2030	0,00223	0,1275	0,0743	0,4680	0,03475
0,0375	0,0122	0,2120	0,00258	0,1300	0,0764	0,4730	0,03614
0,0400	0,0134	0,2210	0,00223	0,1325	0,0786	0,4790	0,03763
0,0425	0,0147	0,2300	0,00338	0,1350	0,0807	0,4840	0,03906
0,0450	0,0160	0,2390	0,00382	0,1375	0,0829	0,4900	0,04062
0,0475	0,0173	0,2480	0,00430	0,1400	0,0851	0,4950	0,04212
0,0500	0,0187	0,2560	0,00479	0,1425	0,0873	0,5010	0,04375
0,0525	0,0201	0,2640	0,00531	0,1450	0,0895	0,5070	0,04570
0,0550	0,0215	0,2730	0,00588	0,1475	0,0913	0,5110	0,04665
0,0575	0,0230	0,2710	0,00646	0,1500	0,0941	0,5170	0,04863
0,0600	0,0245	0,2890	0,00708	0,1525	0,0964	0,5220	0,05031
0,0625	0,0260	0,2970	0,00773	0,1550	0,0986	0,5280	0,05208
0,0650	0,0276	0,3050	0,00841	0,1575	0,1010	0,5330	0,05381
0,0675	0,0292	0,3120	0,00910	0,1600	0,1033	0,5380	0,05556
0,0700	0,0308	0,3200	0,00985	0,1650	0,1080	0,5480	0,05916
0,0725	0,0323	0,3270	0,01057	0,1700	0,1136	0,5600	0,06359
0,0750	0,0341	0,3340	0,01138	0,1750	0,1175	0,5680	0,06677
0,0775	0,0358	0,3410	0,01219	0,1800	0,1224	0,5770	0,07063
0,0800	0,0375	0,3480	0,01304	0,1850	0,1273	0,5870	0,07474
0,0825	0,0392	0,3550	0,01392	0,1900	0,1323	0,6960	0,07885
0,0850	0,0410	0,3610	0,01479	0,1950	0,1373	0,6050	0,08304
0,0875	0,0428	0,3680	0,01574	0,2000	0,1424	0,6150	0,08756
0,0900	0,0446	0,3750	0,01672	0,2050	0,1475	0,6240	0,09104
0,0925	0,0464	0,3810	0,01792	0,2100	0,1527	0,6330	0,09663

Continuación del anexo 2.

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0,2200	0,1631	0,6510	0,10619	0,5900	0,6140	1,0700	0,65488
0,2250	0,1684	0,6590	0,11098	0,6000	0,6265	1,0700	0,64157
0,2300	0,1436	0,6690	0,11611	0,6100	0,6389	1,0800	0,68876
0,2350	0,1791	0,6760	0,12109	0,6200	0,6513	1,0800	0,70537
0,2400	0,1846	0,6840	0,12623	0,6300	0,6636	1,0900	0,72269
0,2450	0,1900	0,6920	0,13148	0,6400	0,6759	1,0900	0,73947
0,2500	0,1955	0,7020	0,13726	0,6500	0,6877	1,1000	0,75510
0,2600	0,2066	0,7160	0,14793	0,6600	0,7005	1,1000	0,77339
0,2700	0,2178	0,7300	0,15902	0,6700	0,7122	1,1100	0,78913
0,3000	0,2523	0,7760	0,19580	0,7000	0,7477	1,1200	0,85376
0,3100	0,2640	0,7900	0,20858	0,7100	0,7596	1,1200	0,86791
0,3200	0,2459	0,8040	0,22180	0,7200	0,7708	1,1300	0,88384
0,3300	0,2879	0,8170	0,23516	0,7300	0,7822	1,1300	0,89734
0,3400	0,2998	0,8300	0,24882	0,7400	0,7934	1,1300	0,91230
0,3500	0,3123	0,8430	0,26327	0,7500	0,8045	1,1300	0,92634
0,3600	0,3241	0,8560	0,27744	0,7600	0,8154	1,1400	0,93942
0,3700	0,3364	0,8680	0,29197	0,7700	0,5262	1,1400	0,95321
0,3800	0,3483	0,8790	0,30649	0,7800	0,8369	1,3900	0,97015
0,3900	0,3611	0,8910	0,32172	0,7900	0,8510	1,1400	0,98906
0,4000	0,3435	0,9020	0,33693	0,8000	0,8676	1,1400	1,00045
0,4100	0,3860	0,9130	0,35246	0,8100	0,8778	1,1400	1,00045
0,4200	0,3986	0,9210	0,36709	0,8200	0,8776	1,1400	1,00965
0,4400	0,4238	0,9430	0,39963	0,8400	0,8967	1,1400	1,03100
0,4500	0,4365	0,9550	0,41681	0,8500	0,9059	1,1400	1,04740
0,4600	0,4491	0,9640	0,43296	0,8600	0,9149	1,1400	1,04740
0,4800	0,4745	0,9830	0,46647	0,8800	0,9320	1,1300	1,06030
0,4900	0,4874	0,9910	0,48303	0,8900	0,9401	1,1300	1,06550
0,5000	0,5000	1,0000	0,50000	0,9000	0,9480	1,1200	1,07010
0,5100	0,5126	1,0090	0,51719	0,9100	0,9554	1,1200	1,07420
0,5200	0,5255	1,0160	0,53870	0,9200	0,9625	1,1200	1,07490
0,5300	0,5382	1,0230	0,55060	0,9300	0,9692	1,1100	1,07410
0,5400	0,5509	1,0290	0,56685	0,9400	0,9755	1,1000	1,07935
0,5500	0,5636	1,0330	0,58215	0,9500	0,9813	1,0900	1,07140

Fuente: Instituto de Fomento Municipal.

Continuación del anexo 3.

62,00 ml. tubería pcv Ø 3" (160 psi): 957,00 ml, tubería pcv Ø 2 1/2" (160 psi): 15,00 ml, tubería pcv Ø 2" (160 psi): 330,00 ml, tubería pcv Ø 1 1/2" (160 psi): 487,00 ml, tubería pcv Ø 1 1/4" (160 psi): 431,00 ml, tubería pcv Ø 1" (160 psi): 1 256,00 ml, tubería pcv Ø 3/4" (250 psi): 851,00 ml, conexiones domiciliare: 522,00 unidades, cajas de válvulas total 6 unidades, divididas en caja de válvula de 4": 1 unidad, caja de válvula de 3": 3 unidades, caja de válvula de 1 1/4": 1 unidad, caja de válvula de 1": 1 unidad, colocación adoquín existente: 2 748,00 m2, reparación llaves de confinamiento de 0,20*0,25 mts: 393,00 ml, reparación de llaves de remate de 0,40 * 0,40 mts: 25,00 ml.

I.2. Información legal:

A) Persona Individual:

A.1. Representante Legal:

Ing. Javier Francisco Santizo López

B) De la empresa:

Razón social: _____ Municipalidad de Zaragoza _____

Nombre Comercial: _____

No. De Escritura Constitutiva: _____

Fecha de constitución: _____

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

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

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

de _____ Aldea Joya Grande, Zaragoza Chimaltenango _____ Donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.

Número de Identificación Tributaria (NIT): **620507-9**

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
I.3 Teléfono 7956-2828		Correo electrónico: munizaragoza.guatemala@gmail.com
I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
Aldea Joya Grande, Municipio de Zaragoza, Departamento de Chimaltenango.		
Especificar Coordenadas UTM o Geográficas		
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84)	Coordenadas Geográficas Datum WGS84	
	COORDENADAS GTM :	
	Inicio de proyecto: 458399,8285	
	Fin de proyecto: 1622120,0421	

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

Continuación del anexo 3.

1ra avenida 1 -55 zona 1, Municipio de Zaragoza, Departamento de Chimaltenango.

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

Lesster Alexander Aguirre Escobar
 Dpi: 2387883930409
 Tel: 47370866
 Correo: lessteraguirre@gmail.com

II. INFORMACION GENERAL

Se debe proporcionar una descripción de la actividad, explicando las etapas siguientes:

II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono
<p>ACTIVIDADES A REALIZAR:</p> <ul style="list-style-type: none"> Levantamiento topográfico. Realización estudio técnico. Replanteo topográfico. Limpieza del área y trabajos preliminares: 2 748,00 m2 Zanjeo: 1 375,00 m3 Instalación de tubería pvc ø 4" (160 psi): 62,00 ml. Instalación de tubería pvc ø 3" (160 psi): 957,00 ml. Instalación de tubería pvc ø 2 2/1" (160 psi): 15,00 ml. Instalación de tubería pvc ø 2" (160 psi): 330,00 ml. Instalación de tubería pvc ø 1 1/2" (160 psi): 487,00 ml. Instalación de tubería pvc ø 1 1/4" (160 psi): 431,00 ml. Instalación de tubería pvc ø 1" (160 psi): 1 256,00 ml. Instalación de tubería pvc ø 3/4" (250 psi): 851,00 ml. Instalación de conexiones domiciliarias: 522,00 unidades Instalación de cajas de válvulas: 6,00 u. Colocación de adoquín existente: 2 748,00 m2 Reparación llaves de confinamiento de 0,20*0,25 mts: 393,00 ml. Reparación llaves de remate de 0,40*0,40 mts: 25,00ml Limpieza general <p>INSUMOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aceite diesel para retroexcavadora: 1 ½ gl/día. 	<p>ACTIVIDADES O PROCESOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> Suministro de agua potable para la población de la aldea Joya Grande conforme a estudio técnico y satisfaciendo las necesidades de la comunidad. <p>MATERIA PRIMA E INSUMOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> Hipoclorito de calcio: se utilizará como sistema de desinfección. Agua potable: se utilizará para satisfacer la necesidad de la población de la aldea. <p>MAQUINARIA:</p> <ul style="list-style-type: none"> No aplica. <p>PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> Servicio predial de agua potable. <p>HORARIO DE TRABAJO:</p> <ul style="list-style-type: none"> Fontanero: 8 am – 5 pm. <p>OTROS DE RELEVANCIA:</p> <ul style="list-style-type: none"> No aplica. 	<p>ACCIONES A TOMAR EN CASO DE CIERRE:</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar una evaluación del funcionamiento del proyecto y estado de la tubería, para determinar si con una ampliación éste podría satisfacer la demanda de la población al final de su vida útil, en caso contrario el proyecto deberá ser reemplazado completamente por un nuevo proyecto.

Continuación del anexo 3.

<ul style="list-style-type: none"> • Aceite diésel para compactadora manual: 32 gl/día. • Autolube para retroexcavadora: 3 lts total. • Autolube para compactadora manual: 1 lt total. <p>MAQUINARIA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retroexcavadora: para el zanjeo del terreno. • Compactadora manual: para la compactación del terreno. <p>OTROS DE RELEVANCIA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No aplica 		
---	--	--

<p>II.3 Área</p> <p>a) Área total de terreno en metros cuadrados: ___ 2 748,00 mts² _____</p> <p>b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: ___ 2 748,00 mts² _____</p> <p>c) Área total de construcción en metros cuadrados: ___ 2 748,00 mts² _____</p>

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
----------------------	----------------------------------

II.4 Actividades colindantes al proyecto:

NORTE _____ Vivienda _____ SUR _____ Vivienda _____
 ESTE _____ Vivienda _____ OESTE _____ Vivienda _____

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

DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO
Vivienda	NORTE	3,00 MTS
Vivienda	OESTE	3,00 MTS
Vivienda	ESTE	3,00 MTS
Vivienda	SUR	3.00 MTS

II.5 Dirección del viento:

Suroeste.

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

- a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos ()
 d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro (x)

Detalle la información:

La ubicación donde se desarrollará dicho proyecto no existe alguna actividad que ponga en riesgo dicho proyecto a ejecutar.

Continuación del anexo 3.

No aplica			
II.7 Datos laborales			
a) Jornada de trabajo:	Diurna (x)	Nocturna ()	Mixta ()
Extras	_____		
b) Número de empleados por jornada	_____10_____	Total	
empleados	_____10_____		

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

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
----------------------	----------------------------------

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio publico	SI	1000 lts/día	Empresa ejecutora	Para la reparación de las llaves de confinamiento y remate y cajas de válvula.	El agua no será para consumo humano solo para construcción.	Por tipo de proyecto será directa o en toneles.
	Pozo	no	No se utilizará	Por tipo de proyecto	no	ninguna	Por tipo de proyecto
	Agua especial	no	No se utilizará	Por tipo de proyecto	no	ninguna	Por tipo de proyecto
	Superficial	no	No se utilizará	Por tipo de proyecto	no	ninguna	Por tipo de proyecto
Combustible	Otro	no	No se utilizará	Por tipo de proyecto	no	ninguna	Por tipo de proyecto
	Gasolina	no	No se utilizará	Por tipo de proyecto	no	ninguna	Por tipo de proyecto
	Diesel	SI	34 gl/día	Empresa ejecutora	Para el uso de la retroexcavadora y compactadora manual, que se utilizará para el zanjeo y compactación respectivamente.	La gasolina será para uso exclusivo de la retroexcavadora y compactadora manual y no para otra maquinaria, vehículos o fines.	Por tipo de proyecto será en galones.
	Bunker	no	No se utilizará	Por tipo de proyecto	no	ninguna	Por tipo de proyecto
	Glp	no	No se utilizará	Por tipo de proyecto	no	ninguna	Por tipo de proyecto
	Otro	no	No se utilizará	Por tipo de proyecto	no	ninguna	Por tipo de proyecto

Continuación del anexo 3.

Lubricantes	Solubles	SI	0,4 lts/día	Empresa ejecutora	Para el uso de la retroexcavadora y compactadora manual, que se utilizarán para el zanjeo y compactación del terreno respectivamente.	El lubricante será para uso exclusivo de la retroexcavadora y compactadora manual y no para otra maquinaria o fines.	Por tipo de proyecto será en litros.
	No solubles	no	No se utilizará	Por tipo de proyecto	no	ninguna	Por tipo de proyecto
Refrigerantes		no	No se utilizará	Por tipo de proyecto	no	ninguna	Por tipo de proyecto
Otros		no	No se utilizará	Por tipo de proyecto	no	ninguna	Por tipo de proyecto

**NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia:
No aplica**

III. IMPACTO AL AIRE

GASES Y PARTICULAS

III.1 Las acciones u operaciones de la actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, entre otros.) que se dispersan en el aire? ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?

Partículas de polvo al momento del zanjeo para la introducción de la tubería de la red del sistema de agua potable.

MITIGACIÓN

III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?

Avances rápidos en la obra así como protección visual (lentes) y respiratoria (mascarillas) para los trabajadores, de esta manera el impacto será leve y por ende no les afectará.

INSTRUCCIONES

PARA USO INTERNO DEL MARN

RUIDO Y VIBRACIONES.

III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?

Ruido y vibraciones leves por parte de la retroexcavadora.

III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, entre otros.)

Durante la fase de construcción al momento de zanjeo, relleno y compactación.

III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?

Continuación del anexo 3.

Avances rápidos en la fase construcción y uso adecuado de protectores para los oídos (tapones) para el personal y uso moderado de maquinaria pesada solo en los horarios establecidos.

OLORES

III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, entre otros.) explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores:

Ninguno debido al tipo de proyecto.

III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?

Ninguno debido al tipo de proyecto.

IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA

AGUAS RESIDUALES CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES

IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?

- a) Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)
- b) Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)
- c) Mezcla de las anteriores
- d) **Otro: Por tipo de proyecto no se generan.**

Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado :

No aplica

IV.2 Indicar el número de servicios sanitario:

No aplica

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
---------------	---------------------------

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)

- a) sistema de tratamiento
- b) Capacidad
- c) Operación y mantenimiento
- d) Caudal a tratar
- e) **Etc. Ninguno debido al tipo de proyecto.**

DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES

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

No aplica

Continuación del anexo 3.

<p>AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)</p> <p>IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, entre otros.)</p> <p>Por infiltración natural, debido al tipo de proyecto.</p>
<p>V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)</p>
<p>DESECHOS SÓLIDOS</p> <p>VOLUMEN DE DESECHOS</p> <p>V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:</p> <p><input type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1 000 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1 000 libras por día</p> <p><input type="checkbox"/> e) Ninguno debido al tipo de proyecto.</p> <p>V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, entre otros.):</p> <p>Basura común</p> <p>V.3. Partiendo de la base que todos los desechos peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?</p> <p>No aplica</p> <p>V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado.</p> <p>Ninguno, solo se traslada al basurero municipal.</p> <p>V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado</p> <p>Camión de recolección de basura.</p> <p>V.6 Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?</p> <p>No aplica</p> <p>V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)</p> <p>Basurero municipal, basura común</p>

Continuación del anexo 3.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) _____ 5 kw hora/mes. _____	
VI.2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público _____ La forma de suministro de energía eléctrica será por sistema público. _____	
b) Sistema privado _____	
c) generación propia _____	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO <input checked="" type="checkbox"/> X _____	
VI.4 Qué medidas No aplica	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ENTRE OTROS.)	
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:	
- Bosques	
- Animales	
- Otros _____ vivienda _____	
Especificar información:	
Dentro del área donde se instalará la nueva red del sistema de agua potable solamente se encuentran viviendas.	
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles? No aplica	
VII.3 Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (X) Por qué? No afecta debido a que es cambio de red del sistema de agua potable y se realiza en el centro de las calles de la aldea.	
VIII. TRANSPORTE	
VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:	
a) Número de vehículos _____ 3 _____	
b) Tipo de vehículo _____ camión, retroexcavadora y pick up _____	
c) sitio para estacionamiento y área que ocupa _____ área de construcción	
d) Horario de circulación vehicular _____ 8:00 am A 17:00 pm	
e) Vías alternas _____ sí, debido a que la aldea cuenta con varias calles que llevan a la salida o entrada de la misma	

Continuación del anexo 3.

IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS
ASPECTOS CULTURALES
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál? Indígenas

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES	
IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:	
a) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico _____	
b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico _____	
c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico _____	
Ampliar información de la respuesta seleccionada:	
No afecta debido a que no hay sitios arqueológicos o antiguos que se modifiquen durante o post construcción, al igual que los recursos naturales del área.	
ASPECTOS SOCIAL	
IX.3. En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO (X)	
IX.4 Qué tipo de molestias? No aplica.	
IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario? Ninguna, debido a que el proyecto beneficiará a la población y no se afectará el medio ambiente.	

PAISAJE
IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explicar por qué? No debido a que está dentro de un área descubierta de árboles y la tubería quedará por debajo del nivel del suelo, por lo tanto no afectará el paisaje del mismo.

X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD
X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:
a) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio
b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores
c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores
Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:
Ninguna que afecte la salud de la población, ya que es únicamente el cambio de la red del sistema de agua potable.
X.3 riesgos ocupacionales:
<input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores

Continuación del anexo 3.

<p><input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información:</p> <p>Se darán capacitaciones para que no existan riesgos para los trabajadores, así también para el uso adecuado de los accesorios de protección personal.</p>
<p>Equipo de protección personal</p> <p>X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()</p> <p>X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:</p> <p style="text-align: center;">Guantes, mascarillas, botas, chalecos, tapones para oídos y lentes protectores.</p> <p>X.6 ¿Qué medidas ha realizado ó que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?</p> <p>La medida de mitigación a utilizar será el constante mantenimiento del proyecto y limpieza constante en toda el área de trabajo.</p>

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Anexo 4. **Evaluación ambiental inicial del proyecto de sistema de alcantarillado sanitario**



**EVALUACIÓN AMBIENTAL INICIAL
ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL**

(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL)

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario ventanilla única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Diagnostico Ambiental (DA), colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido</p>
I. INFORMACION LEGAL	
<p>I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (Que tenga relación con el proyecto a realizar):</p> <p style="text-align: center;">“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA AGUA DULCE, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO.”</p>	
<p>1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento.</p> <p>Descripción del proyecto: La aldea Agua Dulce ha sido un poblado descuidado a lo largo de los años. La desatención de sus necesidades básicas ha provocado que sus pobladores vivan en el subdesarrollo. Son varias y diversas las carencias y necesidades que tienen, pero una de las más relevantes es la falta de drenaje sanitario en sus calles. Esto provoca que las aguas negras corran a flor de tierra. En época lluviosa, es uno de los sectores que más inundaciones sufre. Debido a estas razones, los vecinos solicitaron la construcción del sistema de alcantarillado sanitario para un sector de la aldea que refleja el problema. El proyecto que se diseñó para solucionar el problema de la aldea Agua Dulce cuenta con una longitud de 2 514 metros lineales aproximadamente, desde el inicio de la aldea hasta el final de esta. En las cercanías se encuentra un terreno municipal a un costado del rio Agua Dulce en el cual contemplan las autoridades la construcción de una planta de tratamiento, para no afectar el área boscosa y la fuente de agua que se encuentra cercana al desfogue de las aguas residuales.</p> <p>Los renglones a trabajar en el proyecto son los siguientes: trabajos preliminares: 2 304 m2, zanjeo 3 515 m3, pozo de visita tipo artesanal de 0,60 a 1,20 mts: 17 unidades, pozo de visita tipo artesanal de 1,20 a 2,00 mts: 29 unidades, pozo de visita tipo artesanal de 2,00 a 4,00 mts: 6 unidades, pozo de visita tipo</p>	

Continuación del anexo 4.

artesanal de 4,00 en adelante: 2 unidades, tubería pvc Ø 4" junta rápida acometida domiciliar: 1 812 ml, tubería pvc Ø 6" junta: 1 517 ml, tubería pvc Ø 8" junta rápida: 129 ml, tubería pvc Ø 10" junta rápida: 156 ml, tubería pvc Ø 12" junta rápida: 363 ml, tubería pvc Ø 15" junta rápida: 365 ml, acometida domiciliar: 604 unidades, colocación adoquín existente: 2 304 m2, reparación llaves de confinamiento de 0,20*0,25 mts: 279 ml, reparación llaves de remate de 0,40*0,40 mts: 15 ml.

I.2. Información legal:

A) Persona Individual:

A.1. Representante Legal:

Ing. Javier Francisco Santizo López

B) De la empresa:

Razón social: _____ Municipalidad de Zaragoza

Nombre _____

Comercial: _____

No. De Escritura Constitutiva: _____

Fecha _____ de _____ constitución:

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

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

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

de _____

_____ Aldea Joya Grande, Zaragoza Chimaltenango _____ Donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.

Número de Identificación Tributaria (NIT):

620507-9

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
I.3 Teléfono 7956-2828		Correo electrónico: munizaragoza.guatemala@gmail.com
I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
Aldea Joya Grande, Municipio de Zaragoza, Departamento de Chimaltenango.		
Especificar Coordenadas UTM o Geográficas		
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84		Coordenadas Geográficas Datum WGS84
Inicio de proyecto: 15 P 727055,92 m E Fin de proyecto: 15 P 1624595,00 m N		
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		

Continuación del anexo 4.

1ra avenida 1 -55 zona 1, Municipio de Zaragoza, Departamento de Chimaltenango.

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

Lesster Alexander Aguirre Escobar
 Dpi: 2387883930409
 Tel: 47370866
 Correo: lessteraguirre@gmail.com

II. INFORMACION GENERAL

Se debe proporcionar una descripción de la actividad, explicando las etapas siguientes:

II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono
<p>ACTIVIDADES A REALIZAR:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Levantamiento topográfico. • Realización estudio técnico. • Replanteo topográfico. • Limpieza del área y trabajos preliminares: 2 304 m2 • Zanjeo 3 515 m3 • Pozo de visita tipo artesanal de 0,60 a 1,20 mts: 17 unidades • Pozo de visita tipo artesanal de 1,20 a 2,00 mts: 29 unidades • Pozo de visita tipo artesanal de 2,00 a 4,00 mts: 6 unidades • Pozo de visita tipo artesanal de 4,00 en adelante: 2 unidades • Tubería pvc ø 4" junta rápida acometida domiciliar: 1 812 ml • Tubería pvc ø 6" junta: 1 517 ml. • Tubería pvc ø 8" junta rápida: 129 ml • Tubería pvc ø 10" junta rápida: 156 ml • Tubería pvc ø 12" junta rápida: 363 ml • Tubería pvc ø 15" junta rápida: 365 ml • Acometida domiciliar: 604 unidades • Colocación adoquín existente: 2 304 m2 • Reparación llaves de confinamiento de 0,20*0,25 mts: 279 ml • Reparación llaves de remate de 0,40*0,40 mts: 15 ml. 	<p>ACTIVIDADES O PROCESOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suministro de agua potable para la población de la aldea Joya Grande conforme a estudio técnico y satisfaciendo las necesidades de la comunidad. <p>MATERIA PRIMA E INSUMOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hipoclorito de calcio: se utilizará como sistema de desinfección. • Agua potable: se utilizará para satisfacer la necesidad de la población de la aldea. <p>MAQUINARIA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No aplica. <p>PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Servicio predial de agua potable. <p>HORARIO DE TRABAJO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fontanero: 8 am – 5 pm. <p>OTROS DE RELEVANCIA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No aplica. 	<p>ACCIONES A TOMAR EN CASO DE CIERRE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar una evaluación del funcionamiento del proyecto y estado de la tubería, para determinar si con una ampliación éste podría satisfacer la demanda de la población al final de su vida útil, en caso contrario el proyecto deberá ser reemplazado completamente por un nuevo proyecto.

Continuación del anexo 4.

<p>INSUMOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aceite diesel para retroexcavadora: 1 ½ gl/día. • Aceite diésel para compactadora manual: 32 gl/día. • Autolube para retroexcavadora: 3 lts total. • Autolube para compactadora manual: 1 lt total. <p>MAQUINARIA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retroexcavadora: para el zanjeo del terreno. • Compactadora manual: para la compactación del terreno. <p>OTROS DE RELEVANCIA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No aplica 		
---	--	--

<p>II.3 Área</p> <p>d) Área total de terreno en metros cuadrados: ___ 2 304,00 mts² _____</p> <p>e) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: ___ 2 304,00 mts² _____</p> <p>f) Área total de construcción en metros cuadrados: ___ 2 304,00 mts² _____</p>

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
----------------------	----------------------------------

II.4 Actividades colindantes al proyecto:

NORTE _____ Vivienda _____ SUR _____ Vivienda _____
 ESTE _____ Vivienda _____ OESTE _____ Vivienda _____

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

DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO
Vivienda	NORTE	3,00 MTS
Vivienda	OESTE	3,00 MTS
Vivienda	ESTE	3,00 MTS
Vivienda	SUR	3.00 MTS

II.5 Dirección del viento: Suroeste a Noreste.

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

- a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos ()
 d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro (x)

Detalle la información:
 La ubicación donde se desarrollará dicho proyecto no existe alguna actividad que ponga en riesgo dicho proyecto a ejecutar.

Continuación del anexo 4.

No aplica			
II.7 Datos laborales			
a) Jornada de trabajo:	Diurna (x)	Nocturna ()	Mixta ()
Extras _____			Horas
b) Número de empleados por jornada _____	10	Total empleados _____	10

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

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
----------------------	----------------------------------

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/ No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
A gua	Servicio publico	SI	1 000 lts/día	Empresa ejecutora	Para la construcción de pozos de visita, reparación de las llaves de confinamiento y remate y cajas de válvula.	El agua no será para consumo humano solo para construcción.	Por tipo de proyecto será directa o en toneles.
	Pozo	no	No se utilizará	Por tipo de proyecto	no	ninguna	Por tipo de proyecto
	Agua especial	no	No se utilizará	Por tipo de proyecto	no	ninguna	Por tipo de proyecto
	Superficial	no	No se utilizará	Por tipo de proyecto	no	ninguna	Por tipo de proyecto
Com busti ble	Otro	no	No se utilizará	Por tipo de proyecto	no	ninguna	Por tipo de proyecto
	Gasolina	no	No se utilizará	Por tipo de proyecto	no	ninguna	Por tipo de proyecto
	Diesel	SI	34 gl/día	Empresa ejecutora	Para el uso de la retroexcavadora y compactadora manual, que se utilizará para el zanjeo y compactación respectivamente	La gasolina será para uso exclusivo de la retroexcavadora y compactadora manual y no para otra maquinaria, vehículos o fines.	Por tipo de proyecto será en galones.
	Bunker	no	No se utilizará	Por tipo de proyecto	no	ninguna	Por tipo de proyecto
	Glp	no	No se utilizará	Por tipo de proyecto	no	ninguna	Por tipo de proyecto
	Otro	no	No se utilizará	Por tipo de proyecto	no	ninguna	Por tipo de proyecto

Continuación del anexo 4.

Lubri can tes	Solubles	SI	0,4 lts/día	Empresa ejecutora	Para el uso de la retroexcavadora y compactadora manual, que se utilizarán para el zanjeo y compactación del terreno respectivamente	El lubricante será para uso exclusivo de la retroexcavadora y compactadora manual y no para otra maquinaria o fines.	Por tipo de proyecto será en litros.
	No solubles	no	No se utilizará	Por tipo de proyecto	no	ninguna	Por tipo de proyecto
Refri ge ran tes		no	No se utilizará	Por tipo de proyecto	no	ninguna	Por tipo de proyecto
Otros		no	No se utilizará	Por tipo de proyecto	no	ninguna	Por tipo de proyecto

NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia:

No aplica

III. IMPACTO AL AIRE

GASES Y PARTICULAS

III.1 Las acciones u operaciones de la actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, entre otros.) que se dispersan en el aire? ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?

Partículas de polvo al momento del zanjeo para la introducción de la tubería del colector principal y al momento de zanjeo para construcción de pozos de visita.

MITIGACIÓN

III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?

Avances rápidos en la obra así como protección visual (lentes) y respiratoria (mascarillas) para los trabajadores, de esta manera el impacto será leve y por ende no les afectará.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES.	
III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?	
Ruido y vibraciones leves por parte de la retroexcavadora.	
III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, entre otros.)	
Durante la fase de construcción al momento de zanjeo, relleno y compactación.	
III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?	

Continuación del anexo 4.

Avances rápidos en la fase construcción y uso adecuado de protectores para los oídos (tapones) para el personal y uso moderado de maquinaria pesada solo en los horarios establecidos.

OLORES

III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, entre otros.) explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores:

Olores generados al momento de su operación

III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?

Los olores no afectaran de manera significativa a la población debido a que la planta de tratamiento a construirse en un futuro estará a una distancia alejada del centro de la aldea, así como un monitoreo constante de la planta de tratamiento para que funcione eficientemente.

IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA

AGUAS RESIDUALES

CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES

IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?

- e) **Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)**
- f) Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)
- g) Mezcla de las anteriores
- h) Otro: Por tipo de Proyecto no se generan.
- i)

Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado :

El caudal actualmente es de 24,43 lts/seg, así en el futuro será de 49,78 lts/seg, utilizando una dotación de 100 litros habitantes por día y un período de diseño de 33 años.

IV.2 Indicar el número de servicios sanitario:

El número de servicios sanitarios actualmente es de 604 y a un futuro será de 1 383, utilizando un período de diseño de 33 años.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <ul style="list-style-type: none"> f) <u>sistema de tratamiento</u> g) Capacidad h) Operación y mantenimiento i) Caudal a tratar j) Etc. Ninguno debido al tipo de proyecto. 	
DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES	
<p>IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior:</p> <p>Las aguas residuales se descargarán en el colector municipal y serán llevadas hacia la planta de tratamiento donde se les dará su respectivo tratamiento para luego ser desfogadas en el río Agua Dulce ubicado a un costado del terreno donde será construida la planta de tratamiento.</p>	

Continuación del anexo 4.

<p>AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)</p> <p>IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, entre otros.)</p> <p>Por infiltración natural, debido al tipo de proyecto.</p>										
<p>V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)</p>										
<p>DESECHOS SÓLIDOS</p> <p>VOLUMEN DE DESECHOS</p> <p>V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:</p> <table><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>a) Similar al de una residencia 11 libras/día</td></tr><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>b) Generación entre 11 a 222 libras/día</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>c) Generación entre 222 libras y 1 000 libras/día</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>d) Generación mayor a 1 000 libras por día</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>e) Ninguno debido al tipo de proyecto.</td></tr></table> <p>V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, entre otros.):</p> <p>Basura común y desechos de proceso.</p> <p>V.3. Partiendo de la base que todos los desechos peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?</p> <p>No aplica</p> <p>V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado.</p> <p>No aplica</p> <p>V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado</p> <p>Camión de recolección de basura</p> <p>V.6 Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?</p> <p>No aplica</p> <p>V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)</p> <p>Basurero municipal, basura común</p>	<input type="checkbox"/>	a) Similar al de una residencia 11 libras/día	<input checked="" type="checkbox"/>	b) Generación entre 11 a 222 libras/día	<input type="checkbox"/>	c) Generación entre 222 libras y 1 000 libras/día	<input type="checkbox"/>	d) Generación mayor a 1 000 libras por día	<input type="checkbox"/>	e) Ninguno debido al tipo de proyecto.
<input type="checkbox"/>	a) Similar al de una residencia 11 libras/día									
<input checked="" type="checkbox"/>	b) Generación entre 11 a 222 libras/día									
<input type="checkbox"/>	c) Generación entre 222 libras y 1 000 libras/día									
<input type="checkbox"/>	d) Generación mayor a 1 000 libras por día									
<input type="checkbox"/>	e) Ninguno debido al tipo de proyecto.									

Continuación del anexo 4.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) _____ 5 kw hora/mes. _____	
VI.2 Forma de suministro de energía	
b) Sistema público _____ La forma de suministro de energía eléctrica será por sistema público. _____	
b) Sistema privado _____	
c) generación propia _____	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO <input checked="" type="checkbox"/> X _____	
VI.4 Qué medidas No aplica	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ENTRE OTROS.)	
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:	
- Bosques - Animales - Otros _____ vivienda _____	
Especificar información: Dentro del área de sistema de alcantarillado sanitario se encuentra viviendas y vegetación.	
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles? No aplica	
VII.3 Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (X) Por qué? No afecta debido a que no habrá tala de árboles en la construcción del sistema de alcantarillado sanitario.	
VIII. TRANSPORTE	
VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:	
f) Número de vehículos 3 _____	
g) Tipo de vehículo _____ camión, retroexcavadora y pick up _____	
h) sitio para estacionamiento y área que ocupa _____ área de construcción	
i) Horario de circulación vehicular _____ 8:00 am A 17:00 pm	
j) Vías alternas _____ sí, debido a que la aldea cuenta con varias calles que llevan a la salida o entrada de la misma	

Continuación del anexo 4.

IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
ASPECTOS CULTURALES	
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál? Ladina e indígena.	
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES	
IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:	
d) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico _____	
e) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico _____	
f) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico _____	
Ampliar información de la respuesta seleccionada:	
No afecta debido a que no hay sitios arqueológicos o antiguos que se modifiquen durante o post construcción, al igual que los recursos naturales del área.	
ASPECTOS SOCIAL	
IX.3. En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO (X)	
IX.4 Qué tipo de molestias? No aplica.	
IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario?	
Ninguna debido a que el proyecto beneficiará a la población y no se afectará el medio ambiente porque se le dará tratamiento a las aguas residuales antes de su desfogue en el río Agua Dulce..	
PAISAJE	
IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explicar por qué?	
No, debido a que la tubería del colector principal y pozos de visita quedarán por debajo del nivel del suelo y no afectará el paisaje de ninguna manera.	
X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD	
X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:	
d) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio	
e) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores	
f) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores	
Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:	
Ninguna que afectaría la salud de la población, debido a que las agua residuales recibirán tratamiento adecuando antes de su desfogue en el río Agua Dulce.	
X.3 riesgos ocupacionales:	
<input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores	

Continuación del anexo 4.

<p><input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información:</p> <p>Se darán capacitaciones para que no existan riesgos para los trabajadores, así también para el uso adecuado de los accesorios de protección personal.</p>
<p>Equipo de protección personal</p> <p>X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()</p> <p>X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:</p> <p style="padding-left: 40px;">Guantes, mascarillas, botas, chalecos, tapones para oídos y lentes protectores.</p> <p>X.6 ¿Qué medidas ha realizado ó que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?</p> <p>La medida de mitigación a utilizar será el constante mantenimiento del proyecto y limpieza constante en toda el área de trabajo.</p>

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.