



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

**DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL
PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR, VILLA CANALES, GUATEMALA**

Angélica Mariandré Villatoro Ruiz

Asesorado por la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto

Guatemala, octubre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL
PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR, VILLA CANALES, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ANGÉLICA MARIANDRÉ VILLATORO RUIZ

ASESORADO POR LA INGA. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|--|
| DECANO | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |
| VOCAL I | Ing. Angel Roberto Sic García |
| VOCAL II | Ing. Pablo Christian de León Rodríguez |
| VOCAL III | Ing. José Milton de León Bran |
| VOCAL IV | Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez |
| VOCAL V | Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez |
| 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 |
| EXAMINADOR | Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta |
| EXAMINADORA | Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto |
| 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 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR, VILLA CANALES, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 6 de marzo de 2017.



Angélica Mariandré Villatoro Ruiz



Guatemala, 06 de septiembre de 2017
Ref.EPS.DOC.624.09.17

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

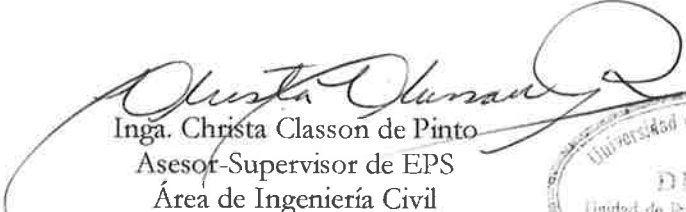
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Angélica Mariandré Villatoro Ruiz, Registro Académico 201212804 y CUI 2210 63730 0116**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR, VILLA CANALES, GUATEMALA.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
CCdP/ra



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
 18 de septiembre de 2017

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR, VILLA CANALES, GUATEMALA** desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Angélica Mariandré Villatoro Ruiz, con CUI 2210637300116 Registro Académico No. 201212804, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área 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. Rafael Enrique Moraies Cienzo
 Revisor por el Departamento de Hidráulica

FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO
 DE
 HIDRAULICA
 USAC

/mrrm.





Guatemala, 20 de septiembre de 2017
REF.EPS.D.358.09.17

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

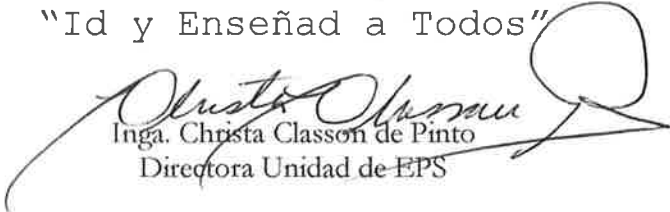
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR, VILLA CANALES, GUATEMALA**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Angélica Mariandré Villatoro Ruiz, Registro Académico 201212804 y CUI 2210 63730 0116**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por la Inga. Christa Classon de Pinto.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora y Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación de la estudiante Angélica Mariandré Villatoro Ruiz titulado **DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR, VILLA CANALES, GUATEMALA** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre
/mrrm.

Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala

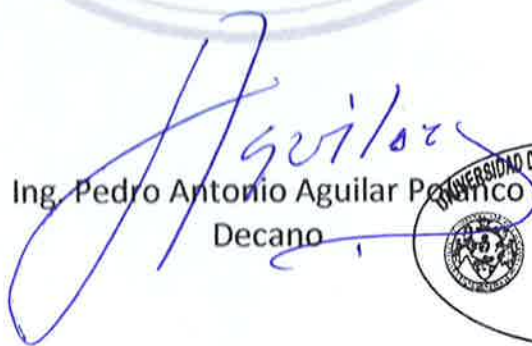



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 517.2017

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 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR, VILLA CANALES, GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria: **Angélica Marlandré Villatoro Ruiz**, 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 Ponce
Decano



Guatemala, octubre de 2017

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

| | |
|--------------------------|--|
| Dios | Por darme su amor, bendiciones y sabiduría. |
| Mis padres | Estuardo Villatoro y Mildred Ruiz por su amor incondicional, sacrificios, ejemplo, apoyo y consejos en todo momento. |
| Mis hermanas | Susana y Aranza por su amor, apoyo y ánimo en todo momento. |
| Mis padrinos | Sergio Jiménez, Cecilia de Jiménez y Gladis Ruiz. Por su apoyo, amor y consejos que siempre me dieron. |
| Mis abuelos | Ana María Miranda Vda. de Ruiz (q. e. p. d.), Arturo Villatoro y Celma de León por su amor, apoyo y consejos. |
| Mis tíos y primos | Por su apoyo, consejos y ánimos. |
| Mis amigas | Por su amor, apoyo, consejos y ánimos. |
| Mis amigos | Por brindarme su amistad, apoyo y ánimos. |

AGRADECIMIENTOS A:

| | |
|--|--|
| Dios | Por permitirme cumplir esta meta. |
| Mis padres | Estuardo Villatoro y Mildred Ruiz por su apoyo y consejos en todo momento para lograr esta meta. |
| Mis hermanas | Por ser una importante influencia para dar lo mejor de mí y cumplir esta meta. |
| Mis familiares | Por su apoyo y consejos. |
| Mis amigos | Por su amistad, cariño, consejos y apoyo. |
| Mi asesora | Inga. Christa Classon de Pinto, por su asesoría, disposición y apoyo para la realización del presente trabajo. |
| Universidad de San Carlos de Guatemala y Facultad de Ingeniería | Por brindarme los conocimientos durante el estudio de la carrera. |
| Municipalidad de Villa Canales | Por permitirme realizar el EPS y brindarme su apoyo durante el mismo. |

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | V |
| LISTA DE SÍMBOLOS | VII |
| GLOSARIO | IX |
| RESUMEN..... | XI |
| OBJETIVOS..... | XIII |
| INTRODUCCIÓN | XV |
| | |
| 1. FASE DE INVESTIGACIÓN | 1 |
| 1.1. Monografía | 1 |
| 1.1.1. Generalidades | 1 |
| 1.1.1.1. Ubicación geográfica | 2 |
| 1.1.1.2. Extensión territorial | 2 |
| 1.1.1.3. Colindancias | 3 |
| 1.1.1.4. Topografía e hidrografía | 3 |
| 1.1.1.5. Distancia relativa | 3 |
| 1.1.1.6. Clima | 3 |
| 1.1.1.7. Características de la población..... | 4 |
| 1.1.2. Aspectos socioeconómicos..... | 4 |
| 1.1.2.1. Actividad económica..... | 5 |
| 1.1.2.2. Educación y salud..... | 5 |
| 1.1.2.3. Tipos de vivienda..... | 5 |
| 1.1.3. Infraestructura y servicios | 6 |
| 1.1.3.1. Transporte | 6 |
| 1.1.3.2. Comunicaciones | 6 |
| 1.1.3.3. Vías de acceso | 6 |

| | | |
|------------|---|----|
| 1.1.3.4. | Agua potable..... | 6 |
| 1.1.3.5. | Drenaje | 7 |
| 1.1.3.6. | Edificaciones públicas | 7 |
| 1.1.4. | Diagnóstico de las necesidades del municipio..... | 7 |
| 1.1.4.1. | Descripción de las necesidades | 7 |
| 1.1.4.2. | Priorización de las necesidades | 8 |
| 2. | SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL..... | 9 |
| 2.1. | Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Porvenir | 9 |
| 2.1.1. | Descripción del proyecto | 9 |
| 2.1.2. | Levantamiento topográfico | 9 |
| 2.1.2.1. | Altimetría..... | 10 |
| 2.1.2.2. | Planimetría..... | 10 |
| 2.1.3. | Partes del alcantarillado | 10 |
| 2.1.3.1. | Colector | 10 |
| 2.1.3.2. | Pozos de visita..... | 11 |
| 2.1.3.3. | Conexiones domiciliarias..... | 12 |
| 2.1.4. | Consideraciones de diseño | 12 |
| 2.1.5. | Diseño del sistema | 13 |
| 2.1.5.1. | Periodo de diseño..... | 13 |
| 2.1.5.2. | Población de diseño | 14 |
| 2.1.5.3. | Cálculo de caudales | 15 |
| 2.1.5.3.1. | Dotación | 15 |
| 2.1.5.3.2. | Factor de retorno | 15 |
| 2.1.5.3.3. | Caudal sanitario..... | 16 |
| 2.1.5.3.4. | Factor de caudal medio..... | 20 |
| 2.1.5.3.5. | Factor de Harmon..... | 20 |

| | | |
|-----------------------|--|----|
| 2.1.5.3.6. | Caudal de diseño..... | 21 |
| 2.1.5.4. | Tirante de flujo | 35 |
| 2.1.5.5. | Secciones y pendientes | 35 |
| 2.1.5.6. | Diámetro de colector..... | 35 |
| 2.1.5.7. | Profundidad de colector | 36 |
| 2.1.5.8. | Velocidades máximas y mínimas..... | 36 |
| 2.1.5.9. | Cotas invert..... | 37 |
| 2.1.5.10. | Pozos de visita..... | 38 |
| 2.1.5.10.1. | Especificaciones para pozos de visita..... | 38 |
| 2.1.5.11. | Conexiones domiciliarias | 39 |
| 2.1.5.12. | Diseño hidráulico | 39 |
| 2.1.5.13. | Ejemplo de diseño de un tramo | 53 |
| 2.1.5.14. | Propuesta de tratamiento | 60 |
| 2.1.5.15. | Operación y mantenimiento | 60 |
| 2.1.5.16. | Presupuesto del proyecto | 63 |
| 2.1.5.17. | Evaluación socioeconómica..... | 66 |
| 2.1.5.17.1. | Valor presente neto | 67 |
| 2.1.5.17.2. | Tasa interna de retorno | 68 |
| 2.1.5.18. | Evaluación del impacto ambiental | 69 |
| 2.1.5.19. | Cronograma de ejecución física y financiera | 72 |
| 2.1.5.20. | Planos..... | 75 |
| CONCLUSIONES | | 77 |
| RECOMENDACIONES | | 79 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | | 81 |
| APÉNDICES | | 83 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|----|--|----|
| 1. | Localización de la aldea El Porvenir..... | 2 |
| 2. | Cronograma físico-financiero de la red 1 | 73 |
| 3. | Cronograma físico-financiero de la red 2 | 74 |
| 4. | Cronograma físico-financiero de la red 3 | 75 |

TABLAS

| | | |
|-------|--|----|
| I. | Parámetros de estación meteorológica INSIVUMEH | 4 |
| II. | Cálculo de caudal de diseño de red 1 | 23 |
| III. | Cálculo de caudal de diseño de red 2 | 31 |
| IV. | Cálculo de caudal de diseño de red 3 | 33 |
| V. | Cálculo hidráulico de red 1 | 41 |
| VI. | Cálculo hidráulico de red 2..... | 49 |
| VII. | Cálculo hidráulico de red 3..... | 51 |
| VIII. | Resumen de presupuesto de la red 1 | 64 |
| IX. | Resumen de presupuesto de la red 2 | 65 |
| X. | Resumen de presupuesto de la red 3 | 66 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Acum. | Acumulado |
| H | Altura de pozo de visita |
| H_{prom} | Altura promedio de pozo de visita |
| Q | Caudal |
| Q_{com} | Caudal comercial |
| Q_{c.i.} | Caudal de conexiones ilícitas |
| Q_{dis} | Caudal de diseño |
| Q_{inf} | Caudal de infiltración |
| Q_{dom} | Caudal domiciliar |
| Q_{ind} | Caudal industrial |
| Q_s | Caudal sanitario |
| n | Coefficiente de rugosidad |
| C.I. | Cota invert |
| C.I.E. | Cota invert de entrada |
| C.I.S. | Cota invert de salida |
| Ø | Diámetro de tubería |
| DH | Distancia horizontal |
| Dot | Dotación |
| f_{qm} | Factor de caudal medio |
| FH | Factor de flujo instantáneo de Harmon |
| FR | Factor de retorno |
| ° | Grado |
| Hab. | Habitantes |

| | |
|------------------------|--|
| km | Kilómetro |
| lts/hab/día | Litros por habitante por día |
| lts/s | Litros por segundo |
| m | Metro |
| M2 | Metro cuadrado |
| M3 | Metro cúbico |
| ML | Metro lineal |
| m/s | Metros por segundo |
| d | Nivel de flujo que lleva la tubería |
| S | Pendiente |
| S_{tub} | Pendiente de diseño o pendiente de tubería |
| Sterr. | Pendiente natural del suelo |
| N | Periodo de diseño |
| P | Población |
| P_f | Población futura |
| P_o | Población inicial |
| % | Porcentaje |
| PV | Pozo de visita |
| “ | Pulgadas |
| R | Radio hidráulico |
| r | Tasa de crecimiento poblacional |
| V | Velocidad |
| V_{dis} | Velocidad de diseño |

GLOSARIO

| | |
|----------------------------|--|
| Aguas residuales | Son las aguas usadas derivadas de residuos domésticos y comerciales o procesos industriales. |
| Alcantarillado | Sistema de tuberías y estructuras para la evacuación de aguas residuales. |
| Altimetría | Rama de la topografía que determina y representa el relieve del terreno por medio de métodos y técnicas respecto a un plano de referencia. |
| ASTM | American Society for Testing and Materials. |
| Caudal | Volumen de fluido que pasa en un ducto por unidad de tiempo. |
| Colector | Conjunto de tuberías del sistema de alcantarillado que recoge las aguas residuales por medio de conexiones domiciliarias hacia el lugar de descarga. |
| Conexión domiciliar | Estructura que une una edificación al sistema de alcantarillado para la descarga de sus aguas residuales y permite la inspección del colector. |
| Cota de terreno | Representación de altura de un punto del terreno sobre un plano horizontal que se usa como referencia. |

| | |
|-----------------------|--|
| Cota invert | Representación de altura de la parte inferior del diámetro interno de la tubería ya instalada. |
| IGN | Instituto Geográfico Nacional. |
| INFOM | Instituto de Fomento Municipal. |
| Planimetría | Rama de la topografía que representa en una superficie plana la posición de uno o más puntos de referencia. |
| Pozo de visita | Estructura generalmente cilíndrica que permite el acceso para inspección y limpieza del sistema de alcantarillado. |
| TIR | Tasa interna de retorno. |
| Tirante | Profundidad del flujo del punto más bajo de la sección del ducto a la superficie libre de agua. |
| Tramo | División del colector entre dos pozos de visita seguidos. |
| VPN | Valor presente neto. |

RESUMEN

La aldea El Porvenir ubicada en el municipio de Villa Canales, actualmente no cuenta con un sistema que recolecte y evacue las aguas residuales del lugar, por lo que las condiciones son insalubres. Según el diagnóstico realizado se pone como necesidad la construcción de un drenaje sanitario para mejorar el nivel de vida de los habitantes.

El presente trabajo se compone de dos capítulos en los cuales se encuentra el diagnóstico de la aldea El Porvenir y el desarrollo del diseño del alcantarillado sanitario según las características de la aldea, parámetros, normas de diseño y se describen los criterios utilizados para su diseño.

El capítulo 1 contiene la monografía y generalidades del área de estudio, para identificar las necesidades básicas y elegir los parámetros correspondientes a la región. El capítulo 2 contiene el desarrollo del diseño del alcantarillado sanitario, memoria de cálculo, presupuesto y cronograma físico-financiero, además se adjuntan los planos del alcantarillado sanitario con la propuesta de localización de la planta de tratamiento de aguas residuales.

El diseño del alcantarillado sanitario cuenta con tres redes de alcantarillado sanitario, la tubería del colector principal de la red 1 va de 6" hasta 15" de diámetro, la tubería del colector principal de la red 2 y red 3 es de 6" de diámetro de tubería PVC. Cada red desfoga sus aguas residuales en cada planta de tratamiento que corresponde a cada una.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para el cantón El Pedrero de la aldea El Porvenir en el municipio de Villa Canales.

Específicos

1. Determinar las características de la aldea realizando un diagnóstico en base a la monografía y necesidades de la aldea.
2. Aplicar las normas y códigos estándares de construcción para el diseño de alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

El municipio de Villa Canales cuenta con algunos servicios básicos en la mayoría de su territorio, sin embargo, con el continuo crecimiento poblacional acelerado hay una fuerte presión sobre el uso del suelo que conlleva a un aumento de necesidades. Para satisfacer las necesidades básicas de los habitantes se propone mejorar la infraestructura, realizando proyectos que contribuyen a cubrir estas necesidades. En el trabajo realizado se determina como prioridad el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario.

Los sistemas de alcantarillado sanitario recolectan y transportan las aguas residuales hacia el lugar de desfogue para su depuración. Son necesarios para evitar contaminación ambiental, visual, malos olores y proliferación de enfermedades. Mejorando la infraestructura de la aldea y en consecuencia el nivel de vida de los habitantes.

Con el diseño del proyecto se ayuda a resolver los problemas de saneamiento debido a la falta de alcantarillado sanitario existentes en la aldea El Porvenir.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía

La historia de la aldea El Porvenir data desde tiempos de don Justo Rufino Barrios, que obsequió tierras a los milicianos que componían el Ejército del Batallón Canales, ubicadas en donde actualmente es la Boca del Monte y El Porvenir. Este regalo lo dio como un estímulo al esfuerzo que realizaron los canaleños a favor de la Unión Centroamericana.

La denominación de esta aldea ha ido cambiando pudiéndose citar los nombres de: San José Las Minas, nombre que fue cambiado por existir muchos lugares en Guatemala que llevaban dicha denominación. Posteriormente se llamó cerro Pelado, porque los habitantes eran pocos. El nombre actual de El Porvenir data de 1960, gestión que fue aprobada por los pobladores.

El Porvenir anteriormente pertenecía a la aldea Boca del Monte luego se conformó como una aldea independiente. Tiene los caseríos La Tambora y Las Manzanillas.

1.1.1. Generalidades

Para realizar el proyecto de alcantarillado sanitario es necesaria información sobre las características de la aldea como ubicación geográfica, extensión territorial, colindancias, topografía, hidrografía, entre otros.

1.1.1.1. Ubicación geográfica

El proyecto se ubica en la aldea El Porvenir del municipio de Villa Canales, departamento de Guatemala. Se encuentra a 1 400 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas latitud $14^{\circ} 32' 20''$ y longitud $90^{\circ} 30' 20''$.

Figura 1. Localización de la aldea El Porvenir



Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

1.1.1.2. Extensión territorial

El municipio de Villa Canales tiene un área aproximada de 353 kilómetros cuadrados y la aldea El Porvenir de 26 kilómetros cuadrados, estimación realizada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) en el mes de abril de 1973.

1.1.1.3. Colindancias

La aldea El Porvenir limita al norte con el municipio de Santa Catalina Pínula, al sur con la cabecera municipal, al oeste con la aldea Boca del Monte y al este con la aldea La Salvadora.

1.1.1.4. Topografía e hidrografía

Cuenta con un relieve muy variado, la aldea el Porvenir se encuentra en un área montañosa. El relieve de la aldea va aproximadamente desde los 1 320 hasta los 1 480 metros.

El río las Minas atraviesa la aldea El Porvenir se origina al suroeste de la aldea Don Justo, corre del suroeste a noroeste, recibe La Quebrada El Anono y pasa al sur de la aldea La Salvadora. Atraviesa las aldeas El Porvenir y Boca del Monte. Toma rumbo sur; corre al oeste de la aldea Chichimecas y al norte de la cabecera municipal de Villa Canales, así como de la aldea Santa Inés Petapa. Descarga en el Río Villa Lobos a una latitud de 14° 29´ 13” y longitud de 90° 32´ 08”. Su longitud es de 14 km.

1.1.1.5. Distancia relativa

La aldea El Porvenir está ubicada a 12,5 kilómetros de la cabecera municipal y a una altura aproximada de 1 400 metros sobre el nivel del mar.

1.1.1.6. Clima

El clima que predomina es templado con un alto grado de humedad, se caracteriza por las intensas lluvias de corta duración.

La estación meteorológica del INSIVUMEH es la más próxima al municipio de Villa Canales, se localiza en la 7ª. avenida 14-57, zona 13, frente al Aeropuerto Internacional La Aurora.

Tabla I. **Parámetros de estación meteorológica INSIVUMEH**

| Parámetros | Promedio anual |
|----------------------------------|-----------------------|
| Temperatura máxima (°C) | 25,80 |
| Temperatura mínima (°C) | 15,46 |
| Temperatura media (°C) | 20,48 |
| Lluvia media (mm) | 3,73 |
| Nubosidad media (Octas) | 5,78 |
| Humedad relativa media (%) | 75,15 |
| Presión atmosférica media (mmHG) | 641,34 |

Fuente: Estación de INSIVUMEH.

1.1.1.7. Características de la población

Es una población económicamente activa debido a que la mayoría de personas se encuentran en la mayoría de edad.

De acuerdo al censo realizado por un grupo de estudiantes de EPS de Ingeniería Civil (2016), para la aldea El Porvenir, la población es de 3 258 habitantes con 695 viviendas.

1.1.2. Aspectos socioeconómicos

Relaciona el sistema de producción y consumo, el entorno físico y cultural para conocer la renta en la población a beneficiar.

1.1.2.1. Actividad económica

La aldea El Porvenir es una de las cuatro comunidades que más comercio tiene debido a su alto crecimiento poblacional.

1.1.2.2. Educación y salud

El índice de analfabetismo es de 60 % y el de escolaridad es de 40 %. Los posibles factores que influyen en este fenómeno son la superpoblación, la pobreza existente, la dificultad de acceso a los centros educativos públicos y privados.

Entre las instituciones que ayudan a mantener la salud a los habitantes, según el cuadro sector terciario (servicios de salud y seguridad) están: hospital privado, centro de salud, clínicas, veterinarias, farmacias, bomberos, laboratorios.

La aldea El Porvenir cuenta con un centro de salud y una escuela pública.

1.1.2.3. Tipos de vivienda

La mayoría de viviendas están construidas de mampostería, es decir, *block* o ladrillo, son denominadas casas formales y en las zonas de menores recursos económicos, la mayoría de viviendas están construidas de lámina o madera, denominadas casas improvisadas. Hay también en menor medida apartamentos.

1.1.3. Infraestructura y servicios

Se describen los servicios que se ofrecen por medio de la infraestructura para satisfacer las necesidades de la población.

1.1.3.1. Transporte

La aldea cuenta con línea de transporte extraurbano en horas pico y no cuenta con línea de transporte preferencial.

1.1.3.2. Comunicaciones

Gracias a la tecnología, la comunicación oral y escrita es cada día más ágil y directa. Cuenta con vía telefónica, señal de radio, de cable e internet en la mayoría de lugares.

1.1.3.3. Vías de acceso

Se conecta con la cabecera por la carretera departamental Guatemala 10 kilómetros al norte, y a la aldea Boca del Monte por el camino pavimentado 3 kilómetros al noreste hacia la entrada principal de la aldea.

1.1.3.4. Agua potable

La mayoría de la aldea cuenta con servicio de agua potable. Aproximadamente un 65 % de las viviendas cuentan con este servicio.

1.1.3.5. Drenaje

No cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario que recolecte las aguas residuales de la aldea; actualmente la municipalidad planea comenzar la construcción de un sistema en el área central de la aldea.

1.1.3.6. Edificaciones públicas

Cuenta con una escuela mixta pública, alcaldía auxiliar, parque público y salón comunal.

1.1.4. Diagnóstico de las necesidades del municipio

El diagnóstico se realizó para el municipio de Villa Canales para determinar la situación actual y necesidades de la población.

1.1.4.1. Descripción de las necesidades

Se presentan algunas de las principales necesidades de Villa Canales:

- Sistema de alcantarillado sanitario en la aldea El Porvenir: la falta de un sistema de apropiado para reunir y evacuar las aguas servidas ocasiona distintos problemas a la población, como enfermedades, contaminación, deterioro de calles, entre otros.
- Sistema de agua potable en la aldea Chichimecas: el agua potable es parte importante en la vida diaria de todas las personas, es necesario crear un sistema para que pueda ser distribuida a toda la población.

- Bacheo de calles en la aldea Boca del Monte: este problema no solo afecta a las personas que transitan en algún tipo de vehículo, dañan sus vehículos al pasar por un camino en mal estado, también los peatones se ven afectados.

1.1.4.2. Priorización de las necesidades

Considerando las observaciones anteriores se determina que la primera necesidad a cumplir es el sistema de alcantarillado sanitario, por lo que se realizará el diseño de este para su futura construcción brindando apoyo a la aldea El Porvenir.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Porvenir

Este proyecto es prioridad para la municipalidad, es un área de mayor densidad de población en el municipio, es necesario el sistema para que la población tenga una vida más sana mientras va en aumento.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto de sistema de alcantarillado sanitario se realizará para el área del cantón El Pedrero en la aldea El Porvenir. Consiste en el diseño de la red principal, pozos de visita, conexiones domiciliarias y propuesta de ubicación de la planta de tratamiento.

Este proyecto mejorará la calidad de vida de los pobladores y la infraestructura del municipio de Villa Canales.

Al ser un sistema de alcantarillado sanitario se diseña para recolectar únicamente las aguas residuales domésticas, comerciales e industriales que funciona por gravedad.

2.1.2. Levantamiento topográfico

Sirve para establecer la posición de los lugares en la superficie de la tierra y representar su posición en los planos. Antes de comenzar cualquier trabajo se

requiere de mapas o plano que sirva como base de diseño, es el primer paso a realizar antes de diseñar el sistema de alcantarillado sanitario.

2.1.2.1. Altimetría

Determina la diferencia de alturas entre puntos situados en el terreno partiendo de un plano horizontal de referencia. Por medio de estos puntos se representa el relieve del terreno donde se realizará el proyecto.

2.1.2.2. Planimetría

Determina las distancias horizontales entre los puntos y lugares de importancia para el diseño, representa el terreno visto en planta.

Para la realización del levantamiento topográfico se utilizó una estación total, obteniendo los datos de este en un archivo digital.

2.1.3. Partes del alcantarillado

Las partes principales para el alcantarillado son:

2.1.3.1. Colector

Conductos o tuberías subterráneas que sirven para el transporte de aguas residuales, deben funcionar como canales abiertos, nunca debe trabajar a sección llena.

$$Q_{\text{Diseño}} < Q_{\text{sección llena}}$$

Para asegurar que el colector trabaje como un canal abierto el tirante de flujo debe estar entre el 10 y 75 % del diámetro de la tubería.

$$0,10 \leq \frac{d}{D} \leq 0,75$$

La velocidad de diseño para sistemas tradicionales según el INFOM, debe estar entre los siguientes rangos:

$$0,60 \leq v \leq 3,00 \text{ m/s}$$

Para el diseño del sistema se toma en cuenta la velocidad de diseño recomendada por el manual de diseño de tubosistemas de Amanco, tuberías de PVC, la velocidad de diseño estará entre los siguientes rangos:

$$0,40 \leq v \leq 5,00 \text{ m/s}$$

2.1.3.2. Pozos de visita

Permite el acceso del exterior para su inspección y limpieza, además de funcionar como ventilación de la red para la eliminación de gases. Los pozos de visita pueden ser prefabricados o contruidos en sitio, deben durar y ser impermeables dentro del periodo de diseño del sistema.

Los pozos de visita deben ubicarse:

- Al inicio de cada tramo.
- En cambios de dirección, pendiente y diámetro.

- Para dividir tramos que exceden la longitud recomendada para el tramo en diseño.
- En cruce de dos o más tuberías.

Forma geométrica:

- De sección circular y con un diámetro de 1,20 metros.
- La parte superior tiene forma de cono truncado donde se encuentra la tapadera.

2.1.3.3. Conexiones domiciliarias

Permite el desalojo de las aguas residuales de un predio o vivienda hacia el colector principal.

Están formadas por:

- Candela: caja o estructura cilíndrica que recibe las aguas de una propiedad por lo general de 12" con una profundidad de 1 metro mínimo.
- Acometida: se debe conectar en la mitad superior del conector a una pendiente de 2 %.

2.1.4. Consideraciones de diseño

Para la realización de un sistema de alcantarillado sanitario se debe considerar tres criterios importantes para determinar si es conveniente para la comunidad.

- Debe haber un sistema de agua potable en funcionamiento.

- La topografía del lugar permite un diseño eficaz.
- El proyecto debe ser económicamente viable.

Si el proyecto es considerado factible según los criterios anteriores se consideran:

- Los accesos y vías de comunicación con el lugar del proyecto.
- La cantidad de usuarios que se conectarán al sistema.
- Si existe un sistema de disposición de excretas, sistema de recolección de basura, tipo de recubrimiento de las vías de acceso y tipo de viviendas.
- El clima del área principalmente las precipitaciones, humedad y temperatura.

2.1.5. Diseño del sistema

Se utiliza ciertos parámetros de las Normas del INFOM de la sección de normas generales para el diseño de alcantarillados. Además de otros criterios que se tomaron de acuerdo a la topografía del lugar como las velocidades máximas y mínimas del caudal de diseño, según los estudios y velocidades recomendadas por el manual de Amanco.

2.1.5.1. Periodo de diseño

Este depende de la población futura realizando una estimación previa para determinar el periodo de diseño. Se refiere al tiempo en el que servirá el proyecto a la población. Además, depende de los costos y presupuesto que se tenga para

la construcción del proyecto. Periodos cortos requieren de una inversión inicial menor, pero que con el tiempo se necesitará realizar más inversiones de acuerdo al crecimiento de la población. Periodos largos requiere una inversión mayor, pero que no requerirá de inversiones por un largo tiempo.

Para alcantarillados el periodo de diseño es por lo general de 20 a 40 años a partir de la fecha de construcción. De acuerdo al presupuesto de la municipalidad, la población a servir y vida útil de los materiales. El periodo de diseño para este proyecto se determinó para 30 años.

2.1.5.2. Población de diseño

El área de estudio cubre el cantón El Pedrero, cantón El Sauce y parte de la zona 1 de la aldea El Porvenir. Según el censo realizado en el 2016 para el área, cuenta actualmente con 2 664 habitantes y 455 viviendas con una densidad poblacional de 6 habitantes por vivienda.

La tasa de crecimiento de la población se calculó utilizando el método geométrico de la siguiente manera:

$$Pf = Po(1 + r)^N$$

Donde

Pf = población futura

Po = población inicial

r = tasa de crecimiento poblacional

N = periodo de diseño

Se tiene una tasa de crecimiento poblacional (r) de 2,4 % para el municipio de Villa Canales, según datos del Instituto Nacional de Estadística.

2.1.5.3. Cálculo de caudales

Para determinar el caudal de diseño se toma en cuenta el volumen de aguas residuales, retorno a las alcantarillas, dotación, número de habitantes y número de comercios o industrias.

2.1.5.3.1. Dotación

Es la cantidad de agua que consume una persona en un día. Depende del clima, tamaño de la población, economía, cultura y otros parámetros que demuestren la forma de vida de la comunidad.

Debido a las circunstancias del lugar se utiliza una dotación de 200 lts/hab/día.

2.1.5.3.2. Factor de retorno

Se determina analizando el volumen de aguas residuales que producen las viviendas, depende de las costumbres, clima y actividades de la comunidad. La cantidad de aguas residuales es menor a la cantidad de agua potable que se le suministra a una comunidad, puesto que existen pérdidas a través de riego, limpieza y otros usos externos. El retorno a las alcantarillas puede estar entre 70 y 90 % de la dotación estimada.

Cuando no se pueda estimar este factor en base a información y estudios locales se recomienda asumir valores entre 0,80 a 0,85.

Para este proyecto se toma un factor de retorno de 0,85.

2.1.5.3.3. Caudal sanitario

Está formado por los diferentes caudales que entran al sistema.

$$Q_s = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_{c.i.}$$

Donde

Q_s = caudal sanitario

Q_{dom} = caudal domiciliar

Q_{com} = caudal comercial

Q_{ind} = caudal industrial

Q_{inf} = caudal de infiltración

$Q_{c.i.}$ = caudal de conexiones ilícitas

Los caudales que integran el caudal sanitario se describen a continuación.

- Caudal domiciliar

Son las aguas residuales de las viviendas, edificios públicos y pequeñas industrias. Es toda agua utilizada para limpieza y otros usos que es desechada y conducida al sistema de alcantarillado en un día.

$$Q_{dom} = \frac{\text{Dot.} * \text{núm. hab.} * \text{FR}}{86\ 400}$$

Donde

Q_{dom} = caudal domiciliar

Dot. = dotación

Núm. hab. = número de habitantes

FR = factor de retorno

- Caudal comercial

Es el agua residual de los comercios como comedores, restaurantes y hoteles. En el área del proyecto no cuenta con predios comerciales por lo que no se toma en cuenta este caudal.

Se determina en función del tipo de actividades del comercio y uso del agua.

$$Q_{com} = \frac{Dot.* \text{núm. com.}}{86\ 400}$$

Donde

Q_{com} = caudal comercial

Dot. = dotación

Núm. com. = número de comercios

- Caudal industrial

Son las aguas residuales de las industrias como fábricas de alimentos, textiles, entre otras. En el área del proyecto no hay ningún tipo de industria, por lo que no se toma en cuenta para el caudal sanitario.

$$Q_{ind} = \frac{Dot.* \text{núm. ind.}}{86\ 400}$$

Donde

Q_{ind} = caudal industrial

Dot. = dotación

Núm. ind. = número de industrias

- Caudal de conexiones ilícitas

Es el agua de lluvia que entra al sistema cuando los usuarios conectan tuberías que llevan aguas pluviales a este. También las aguas provenientes de malas conexiones. El caudal de conexiones ilícitas puede ser del 5 al 10 % del caudal máximo horario de aguas residuales.

En este caso se tomó como base el método dado por el INFOM, el cual especifica que se tomará como mínimo el 10 % del caudal domiciliar. El valor utilizado para el diseño fue de 10 %.

$$Q_{ci} = 10 \% * Q_{dom}$$

Donde

Q_{ci} = caudal de conexiones ilícitas

Q_{dom} = caudal domiciliar

- Caudal de infiltración

El INFOM recomienda que se calcule con base en la localización de la tubería con respecto al nivel freático y el diámetro de la tubería, para tuberías PVC se tienen los siguientes parámetros:

Para tuberías que están sobre el nivel freático:

$$Q_{inf} = 0,01 * \emptyset$$

Donde

Q_{inf} = caudal de infiltración

\emptyset = diámetro de la tubería

Para tuberías que están bajo el nivel freático:

$$Q_{inf} = 0,02 * \emptyset$$

Donde

Q_{inf} = caudal de infiltración

\emptyset = diámetro de la tubería

2.1.5.3.4. Factor de caudal medio

Este factor es constante para toda la población y para todo el sistema, regula la aportación del caudal en la tubería. El valor del factor de caudal medio debe estar entre 0,002 y 0,005 según el INFOM. En caso que el factor medio sea menor a 0,002 se asume 0,002 y si es mayor a 0,005 se asume 0,005.

$$f_{qm} = \frac{Q_s}{\text{Núm. hab. fut.}}$$

Donde

f_{qm} = factor de caudal medio

Q_s = caudal medio o caudal sanitario

Núm. hab. fut. = número de habitantes futuro

2.1.5.3.5. Factor de Harmon

Es la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios sean utilizados al mismo tiempo en una comunidad.

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

Donde

FH = factor de Harmon

P = población

2.1.5.3.6. Caudal de diseño

Este caudal establece las condiciones hidráulicas para el diseño del sistema. Es la cantidad de caudal que lleva el alcantarillado sanitario en cualquier punto del sistema.

$$Q_{dis} = \text{Núm. hab.} * f_{qm} * FH$$

Donde

Q_{dis} = caudal de diseño

f_{qm} = factor de caudal medio

FH = factor de Harmon

En la tabla II se presentan los cálculos realizados para obtener el caudal de diseño de cada tramo.

Tabla II. Cálculo de caudal de diseño de red 1

| PV | | Parámetros del terreno | | | | | Densidad de vivienda | | | | | Caudal de diseño | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------------------------|--------|--------|-------|--------|----------------------|-----|---------------|-------|---------------|------------------|----------------|--------|-----------------|------------|--------|--------|--------|---------------|--------|--|
| | | Cotas terreno | | DH | DH | S Terr | Núm. casas | | Hab. a servir | | Q dom (lts/s) | | Q c.i. (lts/s) | | Q. inf. (lts/s) | Qs (lts/s) | | FH | | Q dis (lts/s) | | |
| | | De | A | Inicio | Final | (m) | (m) | % | Local | Acum. | Actual | Futura | Actual | Futuro | | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Actual | Futuro | |
| Ramal 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 339,00 | 334,40 | 14,42 | 13,17 | 31,90 | 2 | 2 | 12 | 25 | 0,024 | 0,049 | 0,002 | 0,005 | 0,06 | 0,086 | 0,114 | 4,41 | 4,37 | 0,24 | 0,50 | |
| 2 | 3 | 334,40 | 328,04 | 19,87 | 18,62 | 32,01 | 3 | 5 | 30 | 62 | 0,059 | 0,122 | 0,006 | 0,012 | 0,06 | 0,125 | 0,194 | 4,35 | 4,29 | 0,60 | 1,22 | |
| 3 | 4 | 328,04 | 320,10 | 36,29 | 35,04 | 21,88 | 7 | 12 | 72 | 147 | 0,142 | 0,289 | 0,014 | 0,029 | 0,06 | 0,216 | 0,378 | 4,28 | 4,19 | 1,42 | 2,84 | |
| 4 | 5 | 320,10 | 314,95 | 29,84 | 28,59 | 17,26 | 3 | 15 | 90 | 184 | 0,177 | 0,362 | 0,018 | 0,036 | 0,06 | 0,255 | 0,458 | 4,26 | 4,16 | 1,76 | 3,52 | |
| 5 | 6 | 314,95 | 307,78 | 83,10 | 81,85 | 8,63 | 10 | 112 | 672 | 1369 | 1,322 | 2,694 | 0,132 | 0,269 | 0,06 | 1,514 | 3,023 | 3,90 | 3,71 | 12,07 | 23,35 | |
| 6 | 7 | 307,78 | 298,93 | 83,15 | 81,90 | 10,64 | 10 | 122 | 732 | 1492 | 1,440 | 2,936 | 0,144 | 0,294 | 0,06 | 1,644 | 3,289 | 3,88 | 3,68 | 13,08 | 25,27 | |
| 7 | 8 | 298,93 | 293,31 | 63,30 | 62,05 | 8,88 | 11 | 300 | 1800 | 3667 | 3,542 | 7,215 | 0,354 | 0,722 | 0,08 | 3,976 | 8,017 | 3,62 | 3,37 | 29,98 | 56,79 | |
| 8 | 9 | 293,31 | 288,00 | 54,57 | 53,32 | 9,73 | 7 | 321 | 1926 | 3924 | 3,790 | 7,721 | 0,379 | 0,772 | 0,08 | 4,249 | 8,573 | 3,60 | 3,34 | 31,88 | 60,30 | |
| 9 | 10 | 288,00 | 284,20 | 51,82 | 50,57 | 7,33 | 5 | 326 | 1956 | 3985 | 3,849 | 7,841 | 0,385 | 0,784 | 0,08 | 4,313 | 8,705 | 3,59 | 3,33 | 32,33 | 61,13 | |
| 10 | 11 | 284,20 | 279,89 | 59,39 | 58,14 | 7,26 | 5 | 392 | 2352 | 4792 | 4,628 | 9,429 | 0,463 | 0,943 | 0,08 | 5,171 | 10,452 | 3,53 | 3,26 | 38,19 | 71,91 | |
| 11.1 | 11 | 279,81 | 279,89 | 66,14 | 64,89 | -0,12 | 12 | 12 | 72 | 147 | 0,142 | 0,289 | 0,014 | 0,029 | 0,06 | 0,216 | 0,378 | 4,28 | 4,19 | 1,42 | 2,84 | |
| 11 | 12 | 279,89 | 273,67 | 71,64 | 70,39 | 8,68 | 5 | 409 | 2454 | 4999 | 4,828 | 9,836 | 0,483 | 0,984 | 0,08 | 5,391 | 10,900 | 3,52 | 3,25 | 39,68 | 74,62 | |
| 12.1 | 12.2 | 275,22 | 274,26 | 51,92 | 50,67 | 1,85 | 8 | 8 | 48 | 98 | 0,094 | 0,193 | 0,009 | 0,019 | 0,06 | 0,164 | 0,272 | 4,32 | 4,25 | 0,95 | 1,91 | |
| 12.2 | 12 | 274,26 | 273,67 | 51,52 | 50,27 | 1,15 | 4 | 12 | 72 | 147 | 0,142 | 0,289 | 0,014 | 0,029 | 0,06 | 0,216 | 0,378 | 4,28 | 4,19 | 1,42 | 2,84 | |
| 12 | 13 | 273,67 | 270,46 | 34,42 | 33,17 | 9,33 | 1 | 422 | 2532 | 5158 | 4,982 | 10,149 | 0,498 | 1,015 | 0,08 | 5,560 | 11,244 | 3,50 | 3,23 | 40,81 | 76,70 | |
| 13.1 | 13 | 272,17 | 270,46 | 70,93 | 69,68 | 2,41 | 5 | 5 | 30 | 62 | 0,059 | 0,122 | 0,006 | 0,012 | 0,06 | 0,125 | 0,194 | 4,35 | 4,29 | 0,60 | 1,22 | |
| 13 | 14 | 270,46 | 267,12 | 37,46 | 36,21 | 8,92 | 2 | 458 | 2748 | 5598 | 5,407 | 11,015 | 0,541 | 1,101 | 0,08 | 6,028 | 12,196 | 3,47 | 3,20 | 43,92 | 82,38 | |
| 14.1 | 14 | 268,79 | 267,12 | 36,09 | 34,84 | 4,63 | 4 | 4 | 24 | 49 | 0,047 | 0,096 | 0,005 | 0,010 | 0,06 | 0,112 | 0,166 | 4,37 | 4,32 | 0,48 | 0,97 | |
| 14 | 15 | 267,12 | 264,66 | 39,17 | 37,92 | 6,28 | 2 | 464 | 2784 | 5672 | 5,478 | 11,160 | 0,548 | 1,116 | 0,08 | 6,106 | 12,356 | 3,47 | 3,19 | 44,44 | 83,33 | |
| 15 | 16 | 264,66 | 264,09 | 36,53 | 35,28 | 1,56 | 1 | 510 | 3060 | 6234 | 6,021 | 12,266 | 0,602 | 1,227 | 0,10 | 6,723 | 13,593 | 3,44 | 3,15 | 48,35 | 90,47 | |
| 16.1 | 16 | 268,64 | 264,09 | 56,76 | 55,51 | 8,02 | 6 | 6 | 36 | 74 | 0,071 | 0,146 | 0,007 | 0,015 | 0,06 | 0,138 | 0,220 | 4,34 | 4,28 | 0,72 | 1,46 | |
| 16 | 17 | 264,09 | 264,67 | 56,98 | 55,73 | -1,02 | 4 | 520 | 3120 | 6356 | 6,139 | 12,506 | 0,614 | 1,251 | 0,15 | 6,903 | 13,907 | 3,43 | 3,15 | 49,20 | 92,01 | |
| 17.1 | 17 | 266,43 | 264,67 | 52,70 | 51,45 | 3,34 | 6 | 6 | 36 | 74 | 0,071 | 0,146 | 0,007 | 0,015 | 0,06 | 0,138 | 0,220 | 4,34 | 4,28 | 0,72 | 1,46 | |
| 17 | 18 | 264,67 | 257,63 | 73,63 | 72,38 | 9,56 | 8 | 534 | 3204 | 6527 | 6,304 | 12,842 | 0,630 | 1,284 | 0,15 | 7,085 | 14,277 | 3,42 | 3,14 | 50,38 | 94,15 | |
| 18 | 19 | 257,63 | 254,88 | 86,59 | 85,34 | 3,18 | 11 | 545 | 3270 | 6662 | 6,434 | 13,108 | 0,643 | 1,311 | 0,15 | 7,227 | 14,569 | 3,41 | 3,13 | 51,30 | 95,84 | |
| Ramal 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | 22 | 320,67 | 320,21 | 37,72 | 36,47 | 1,22 | 4 | 4 | 24 | 49 | 0,047 | 0,096 | 0,005 | 0,010 | 0,06 | 0,112 | 0,166 | 4,37 | 4,32 | 0,48 | 0,97 | |
| 22.1 | 22 | 328,59 | 320,21 | 46,57 | 45,32 | 17,99 | 7 | 7 | 42 | 86 | 0,083 | 0,169 | 0,008 | 0,017 | 0,06 | 0,151 | 0,246 | 4,33 | 4,26 | 0,84 | 1,69 | |
| 22 | 23 | 320,21 | 318,01 | 52,67 | 51,42 | 4,18 | 4 | 15 | 90 | 184 | 0,177 | 0,362 | 0,018 | 0,036 | 0,06 | 0,255 | 0,458 | 4,26 | 4,16 | 1,76 | 3,52 | |
| 24.1 | 24 | 332,49 | 332,11 | 37,41 | 36,16 | 1,02 | 4 | 4 | 24 | 49 | 0,047 | 0,096 | 0,005 | 0,010 | 0,06 | 0,112 | 0,166 | 4,37 | 4,32 | 0,48 | 0,97 | |
| 24.2 | 24 | 331,68 | 332,11 | 31,41 | 30,16 | -1,37 | 4 | 4 | 24 | 49 | 0,047 | 0,096 | 0,005 | 0,010 | 0,06 | 0,112 | 0,166 | 4,37 | 4,32 | 0,48 | 0,97 | |

Continuación de la tabla II.

| | | Parámetros del terreno | | | | | Densidad de vivienda | | | | Caudal de diseño | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------------------------|--------|-------|-------|--------|----------------------|-------|---------------|--------|------------------|--------|----------------|--------|-----------------|------------|--------|--------|--------|---------------|--------|--|
| PV | | Cotas terreno | | DH | DH | S Terr | Núm. casas | | Hab. a servir | | Q dom (lts/s) | | Q c.i. (lts/s) | | Q. inf. (lts/s) | Qs (lts/s) | | FH | | Q dis (lts/s) | | |
| De | A | Inicio | Final | (m) | (m) | % | Local | Acum. | Actual | Futura | Actual | Futuro | Actual | Futuro | | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Actual | Futuro | |
| 24 | 25 | 332,11 | 324,31 | 34,51 | 33,26 | 22,60 | 1 | 9 | 54 | 110 | 0,106 | 0,216 | 0,011 | 0,022 | 0,06 | 0,177 | 0,298 | 4,31 | 4,23 | 1,07 | 2,14 | |
| 25.1 | 25 | 324,67 | 324,31 | 37,82 | 36,57 | 0,95 | 10 | 10 | 60 | 123 | 0,118 | 0,242 | 0,012 | 0,024 | 0,06 | 0,190 | 0,326 | 4,30 | 4,22 | 1,19 | 2,39 | |
| 25.2 | 25 | 323,90 | 324,31 | 31,31 | 30,06 | -1,31 | 8 | 8 | 48 | 98 | 0,094 | 0,193 | 0,009 | 0,019 | 0,06 | 0,164 | 0,272 | 4,32 | 4,25 | 0,95 | 1,91 | |
| 25 | 23 | 324,31 | 318,01 | 35,09 | 33,84 | 17,95 | 2 | 29 | 174 | 355 | 0,342 | 0,698 | 0,034 | 0,070 | 0,06 | 0,437 | 0,828 | 4,17 | 4,05 | 3,34 | 6,61 | |
| 23 | 5 | 318,01 | 314,95 | 68,55 | 67,30 | 4,46 | 7 | 51 | 306 | 624 | 0,602 | 1,228 | 0,060 | 0,123 | 0,06 | 0,722 | 1,411 | 4,07 | 3,92 | 5,74 | 11,26 | |
| Ramal 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26.1 | 26 | 335,35 | 318,40 | 84,85 | 83,60 | 19,98 | 10 | 10 | 60 | 123 | 0,118 | 0,242 | 0,012 | 0,024 | 0,06 | 0,190 | 0,326 | 4,30 | 4,22 | 1,19 | 2,39 | |
| 26 | 27 | 318,40 | 318,22 | 39,50 | 38,25 | 0,46 | 4 | 14 | 84 | 172 | 0,165 | 0,338 | 0,017 | 0,034 | 0,06 | 0,242 | 0,432 | 4,26 | 4,17 | 1,65 | 3,30 | |
| 27.1 | 27 | 334,07 | 318,22 | 82,15 | 80,90 | 19,29 | 10 | 10 | 60 | 123 | 0,118 | 0,242 | 0,012 | 0,024 | 0,06 | 0,190 | 0,326 | 4,30 | 4,22 | 1,19 | 2,39 | |
| 27 | 28 | 318,22 | 317,63 | 30,13 | 28,88 | 1,96 | 1 | 25 | 150 | 306 | 0,295 | 0,602 | 0,030 | 0,060 | 0,06 | 0,385 | 0,722 | 4,19 | 4,07 | 2,89 | 5,74 | |
| 28.1 | 28.2 | 328,49 | 321,55 | 29,73 | 28,48 | 23,34 | 8 | 8 | 48 | 98 | 0,094 | 0,193 | 0,009 | 0,019 | 0,06 | 0,164 | 0,272 | 4,32 | 4,25 | 0,95 | 1,91 | |
| 28.2 | 28 | 321,55 | 317,63 | 26,61 | 25,36 | 14,73 | 2 | 10 | 60 | 123 | 0,118 | 0,242 | 0,012 | 0,024 | 0,06 | 0,190 | 0,326 | 4,30 | 4,22 | 1,19 | 2,39 | |
| 28 | 5 | 317,63 | 314,95 | 27,93 | 26,68 | 9,60 | 1 | 36 | 216 | 440 | 0,425 | 0,866 | 0,043 | 0,087 | 0,06 | 0,528 | 1,012 | 4,14 | 4,00 | 4,11 | 8,10 | |
| Ramal 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | 30 | 342,14 | 340,01 | 44,61 | 43,36 | 4,77 | 5 | 5 | 30 | 62 | 0,059 | 0,122 | 0,006 | 0,012 | 0,06 | 0,125 | 0,194 | 4,35 | 4,29 | 0,60 | 1,22 | |
| 30 | 31 | 340,01 | 334,80 | 26,40 | 25,15 | 19,73 | 2 | 7 | 42 | 86 | 0,083 | 0,169 | 0,008 | 0,017 | 0,06 | 0,151 | 0,246 | 4,33 | 4,26 | 0,84 | 1,69 | |
| 31 | 32 | 334,80 | 326,71 | 46,79 | 45,54 | 17,29 | 2 | 9 | 54 | 110 | 0,106 | 0,216 | 0,011 | 0,022 | 0,06 | 0,177 | 0,298 | 4,31 | 4,23 | 1,07 | 2,14 | |
| 32.1 | 32 | 326,29 | 326,71 | 20,92 | 19,67 | -2,01 | 4 | 4 | 24 | 49 | 0,047 | 0,096 | 0,005 | 0,010 | 0,06 | 0,112 | 0,166 | 4,37 | 4,32 | 0,48 | 0,97 | |
| 32 | 33 | 326,71 | 319,00 | 42,93 | 41,68 | 17,96 | 2 | 15 | 90 | 184 | 0,177 | 0,362 | 0,018 | 0,036 | 0,06 | 0,255 | 0,458 | 4,26 | 4,16 | 1,76 | 3,52 | |
| 33 | 34 | 319,00 | 314,42 | 39,48 | 38,23 | 11,60 | 5 | 20 | 120 | 245 | 0,236 | 0,482 | 0,024 | 0,048 | 0,06 | 0,320 | 0,590 | 4,22 | 4,11 | 2,33 | 4,64 | |
| 34.1 | 34 | 318,23 | 314,42 | 65,07 | 63,82 | 5,86 | 12 | 12 | 72 | 147 | 0,142 | 0,289 | 0,014 | 0,029 | 0,06 | 0,216 | 0,378 | 4,28 | 4,19 | 1,42 | 2,84 | |
| 34 | 35 | 314,42 | 308,52 | 55,47 | 54,22 | 10,64 | 10 | 42 | 252 | 514 | 0,496 | 1,011 | 0,050 | 0,101 | 0,06 | 0,605 | 1,172 | 4,11 | 3,97 | 4,76 | 9,38 | |
| 35 | 36 | 308,52 | 303,13 | 55,50 | 54,25 | 9,71 | 11 | 53 | 318 | 648 | 0,626 | 1,275 | 0,063 | 0,128 | 0,06 | 0,748 | 1,463 | 4,07 | 3,91 | 5,95 | 11,67 | |
| 36.1 | 36 | 303,58 | 303,13 | 48,63 | 47,38 | 0,93 | 6 | 6 | 36 | 74 | 0,071 | 0,146 | 0,007 | 0,015 | 0,06 | 0,138 | 0,220 | 4,34 | 4,28 | 0,72 | 1,46 | |
| 36 | 37 | 303,13 | 299,05 | 55,32 | 54,07 | 7,38 | 7 | 66 | 396 | 807 | 0,779 | 1,588 | 0,078 | 0,159 | 0,06 | 0,917 | 1,807 | 4,02 | 3,86 | 7,33 | 14,32 | |
| 37.1 | 37 | 299,49 | 299,05 | 28,36 | 27,11 | 1,55 | 4 | 4 | 24 | 49 | 0,047 | 0,096 | 0,005 | 0,010 | 0,06 | 0,112 | 0,166 | 4,37 | 4,32 | 0,48 | 0,97 | |
| 37 | 38 | 299,05 | 298,89 | 82,71 | 81,46 | 0,19 | 9 | 79 | 474 | 966 | 0,933 | 1,901 | 0,093 | 0,190 | 0,08 | 1,106 | 2,171 | 3,99 | 3,81 | 8,69 | 16,93 | |
| 38.1 | 38 | 301,60 | 298,89 | 46,85 | 45,60 | 5,78 | 4 | 4 | 24 | 49 | 0,047 | 0,096 | 0,005 | 0,010 | 0,06 | 0,112 | 0,166 | 4,37 | 4,32 | 0,48 | 0,97 | |
| 38 | 39 | 298,89 | 299,36 | 41,74 | 40,49 | -1,13 | 7 | 90 | 540 | 1100 | 1,063 | 2,164 | 0,106 | 0,216 | 0,08 | 1,249 | 2,461 | 3,96 | 3,77 | 9,83 | 19,09 | |
| 40 | 41 | 305,96 | 302,84 | 40,60 | 39,35 | 7,68 | 9 | 9 | 54 | 110 | 0,106 | 0,216 | 0,011 | 0,022 | 0,06 | 0,177 | 0,298 | 4,31 | 4,23 | 1,07 | 2,14 | |
| 42 | 43 | 304,57 | 302,39 | 39,73 | 38,48 | 5,49 | 11 | 11 | 66 | 135 | 0,130 | 0,266 | 0,013 | 0,027 | 0,06 | 0,203 | 0,352 | 4,29 | 4,21 | 1,30 | 2,61 | |
| 43 | 41 | 302,39 | 302,84 | 26,60 | 25,35 | -1,69 | 2 | 13 | 78 | 159 | 0,153 | 0,313 | 0,015 | 0,031 | 0,06 | 0,229 | 0,404 | 4,27 | 4,18 | 1,53 | 3,06 | |
| 44 | 45 | 306,50 | 303,74 | 39,84 | 38,59 | 6,93 | 4 | 4 | 24 | 49 | 0,047 | 0,096 | 0,005 | 0,010 | 0,06 | 0,112 | 0,166 | 4,37 | 4,32 | 0,48 | 0,97 | |

Continuación de la tabla II.

| PV | | Parámetros del terreno | | | | | Densidad de vivienda | | | | Caudal de diseño | | | | | | | | | | |
|----------------|----|------------------------|--------|-------|-------|--------|----------------------|-------|---------------|--------|------------------|--------|----------------|--------|-----------------|------------|--------|--------|--------|---------------|--------|
| | | Cotas terreno | | DH | DH | S Terr | Núm. casas | | Hab. a servir | | Q dom (lts/s) | | Q c.i. (lts/s) | | Q. inf. (lts/s) | Qs (lts/s) | | FH | | Q dis (lts/s) | |
| | | Inicio | Final | (m) | (m) | % | Local | Acum. | Actual | Futura | Actual | Futuro | Actual | Futuro | | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Actual | Futuro |
| 45 | 41 | 303,74 | 302,84 | 27,15 | 25,90 | 3,31 | 1 | 5 | 30 | 62 | 0,059 | 0,122 | 0,006 | 0,012 | 0,06 | 0,125 | 0,194 | 4,35 | 4,29 | 0,60 | 1,22 |
| 41 | 39 | 302,84 | 299,36 | 41,94 | 40,69 | 8,30 | 7 | 34 | 204 | 416 | 0,401 | 0,819 | 0,040 | 0,082 | 0,06 | 0,502 | 0,960 | 4,14 | 4,01 | 3,89 | 7,68 |
| 39 | 7 | 299,36 | 298,93 | 42,69 | 41,44 | 1,01 | 4 | 128 | 768 | 1565 | 1,511 | 3,079 | 0,151 | 0,308 | 0,08 | 1,742 | 3,467 | 3,87 | 3,67 | 13,68 | 26,39 |
| Ramal 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | 47 | 320,24 | 311,59 | 85,26 | 84,01 | 10,15 | 12 | 12 | 72 | 147 | 0,142 | 0,289 | 0,014 | 0,029 | 0,06 | 0,216 | 0,378 | 4,28 | 4,19 | 1,42 | 2,84 |
| 47.1 | 47 | 310,67 | 311,59 | 52,99 | 51,74 | -1,74 | 6 | 6 | 36 | 74 | 0,071 | 0,146 | 0,007 | 0,015 | 0,06 | 0,138 | 0,220 | 4,34 | 4,28 | 0,72 | 1,46 |
| 47 | 48 | 311,59 | 310,37 | 9,55 | 8,30 | 12,77 | 0 | 18 | 108 | 220 | 0,213 | 0,433 | 0,021 | 0,043 | 0,06 | 0,294 | 0,536 | 4,23 | 4,13 | 2,10 | 4,18 |
| 48.1 | 48 | 311,17 | 310,37 | 39,99 | 38,74 | 2,00 | 4 | 4 | 24 | 49 | 0,047 | 0,096 | 0,005 | 0,010 | 0,06 | 0,112 | 0,166 | 4,37 | 4,32 | 0,48 | 0,97 |
| 48 | 49 | 310,37 | 303,28 | 67,68 | 66,43 | 10,48 | 5 | 27 | 162 | 330 | 0,319 | 0,649 | 0,032 | 0,065 | 0,06 | 0,411 | 0,774 | 4,18 | 4,06 | 3,11 | 6,16 |
| 49.1 | 49 | 301,93 | 303,28 | 33,56 | 32,31 | -4,02 | 4 | 4 | 24 | 49 | 0,047 | 0,096 | 0,005 | 0,010 | 0,06 | 0,112 | 0,166 | 4,37 | 4,32 | 0,48 | 0,97 |
| 49 | 50 | 303,28 | 301,43 | 78,19 | 76,94 | 2,37 | 1 | 32 | 192 | 392 | 0,378 | 0,771 | 0,038 | 0,077 | 0,06 | 0,476 | 0,908 | 4,15 | 4,03 | 3,67 | 7,26 |
| 50 | 7 | 301,43 | 298,93 | 88,75 | 87,50 | 2,82 | 7 | 39 | 234 | 477 | 0,460 | 0,939 | 0,046 | 0,094 | 0,06 | 0,566 | 1,092 | 4,12 | 3,98 | 4,44 | 8,74 |
| Ramal 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 51 | 52 | 300,00 | 298,16 | 17,74 | 16,49 | 10,37 | 4 | 4 | 24 | 49 | 0,047 | 0,096 | 0,005 | 0,010 | 0,06 | 0,112 | 0,166 | 4,37 | 4,32 | 0,48 | 0,97 |
| 52 | 53 | 298,16 | 297,20 | 10,64 | 9,39 | 9,02 | 1 | 5 | 30 | 62 | 0,059 | 0,122 | 0,006 | 0,012 | 0,06 | 0,125 | 0,194 | 4,35 | 4,29 | 0,60 | 1,22 |
| 53 | 54 | 297,20 | 294,55 | 25,91 | 24,66 | 10,23 | 5 | 10 | 60 | 123 | 0,118 | 0,242 | 0,012 | 0,024 | 0,06 | 0,190 | 0,326 | 4,30 | 4,22 | 1,19 | 2,39 |
| 54 | 8 | 294,55 | 293,31 | 43,35 | 42,10 | 2,86 | 4 | 14 | 84 | 172 | 0,165 | 0,338 | 0,017 | 0,034 | 0,06 | 0,242 | 0,432 | 4,26 | 4,17 | 1,65 | 3,30 |
| Ramal 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 55 | 56 | 284,63 | 283,98 | 43,40 | 42,15 | 1,50 | 6 | 6 | 36 | 74 | 0,071 | 0,146 | 0,007 | 0,015 | 0,06 | 0,138 | 0,220 | 4,34 | 4,28 | 0,72 | 1,46 |
| 56.1 | 56 | 291,09 | 283,98 | 85,37 | 84,12 | 8,33 | 11 | 11 | 66 | 135 | 0,130 | 0,266 | 0,013 | 0,027 | 0,06 | 0,203 | 0,352 | 4,29 | 4,21 | 1,30 | 2,61 |
| 56 | 10 | 283,98 | 284,20 | 59,37 | 58,12 | -0,37 | 9 | 26 | 156 | 318 | 0,307 | 0,626 | 0,031 | 0,063 | 0,06 | 0,398 | 0,748 | 4,19 | 4,07 | 3,00 | 5,95 |
| Ramal 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 57 | 58 | 302,55 | 294,45 | 74,31 | 73,06 | 10,90 | 5 | 5 | 30 | 62 | 0,059 | 0,122 | 0,006 | 0,012 | 0,06 | 0,125 | 0,194 | 4,35 | 4,29 | 0,60 | 1,22 |
| 58 | 59 | 294,45 | 291,65 | 26,85 | 25,60 | 10,43 | 3 | 8 | 48 | 98 | 0,094 | 0,193 | 0,009 | 0,019 | 0,06 | 0,164 | 0,272 | 4,32 | 4,25 | 0,95 | 1,91 |
| 59.1 | 59 | 291,31 | 291,65 | 51,00 | 49,75 | -0,67 | 9 | 9 | 54 | 110 | 0,106 | 0,216 | 0,011 | 0,022 | 0,06 | 0,177 | 0,298 | 4,31 | 4,23 | 1,07 | 2,14 |
| 59 | 60 | 291,65 | 288,14 | 32,58 | 31,33 | 10,77 | 1 | 18 | 108 | 220 | 0,213 | 0,433 | 0,021 | 0,043 | 0,06 | 0,294 | 0,536 | 4,23 | 4,13 | 2,10 | 4,18 |
| 60.1 | 60 | 288,54 | 288,14 | 56,68 | 55,43 | 0,71 | 8 | 8 | 48 | 98 | 0,094 | 0,193 | 0,009 | 0,019 | 0,06 | 0,164 | 0,272 | 4,32 | 4,25 | 0,95 | 1,91 |
| 60 | 61 | 288,14 | 285,16 | 32,54 | 31,29 | 9,16 | 1 | 27 | 162 | 330 | 0,319 | 0,649 | 0,032 | 0,065 | 0,06 | 0,411 | 0,774 | 4,18 | 4,06 | 3,11 | 6,16 |
| 61 | 62 | 285,16 | 285,00 | 72,89 | 71,64 | 0,22 | 1 | 28 | 168 | 343 | 0,331 | 0,675 | 0,033 | 0,067 | 0,06 | 0,424 | 0,802 | 4,17 | 4,05 | 3,23 | 6,39 |
| 62 | 10 | 285,00 | 284,20 | 93,81 | 92,56 | 0,85 | 7 | 35 | 210 | 428 | 0,413 | 0,842 | 0,041 | 0,084 | 0,06 | 0,515 | 0,986 | 4,14 | 4,01 | 4,00 | 7,89 |
| Ramal 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 63 | 64 | 274,29 | 273,36 | 55,32 | 54,07 | 1,68 | 7 | 7 | 42 | 86 | 0,083 | 0,169 | 0,008 | 0,017 | 0,06 | 0,151 | 0,246 | 4,33 | 4,26 | 0,84 | 1,69 |
| 64 | 65 | 273,36 | 271,39 | 65,98 | 64,73 | 2,99 | 6 | 13 | 78 | 159 | 0,153 | 0,313 | 0,015 | 0,031 | 0,06 | 0,229 | 0,404 | 4,27 | 4,18 | 1,53 | 3,06 |

Continuación de la tabla II.

| | | Parámetros del terreno | | | | | Densidad de vivienda | | | | Caudal de diseño | | | | | | | | | | |
|-----------------|----|------------------------|--------|-------|-------|--------|----------------------|-------|---------------|--------|------------------|--------|----------------|--------|-----------------|------------|--------|--------|--------|---------------|--------|
| PV | | Cotas terreno | | DH | DH | S Terr | Núm. casas | | Hab. a servir | | Q dom (lts/s) | | Q c.i. (lts/s) | | Q. inf. (lts/s) | Qs (lts/s) | | FH | | Q dis (lts/s) | |
| De | A | Inicio | Final | (m) | (m) | % | Local | Acum. | Actual | Futura | Actual | Futuro | Actual | Futuro | | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Actual | Futuro |
| 65.1 | 65 | 278,79 | 271,39 | 97,41 | 96,16 | 7,60 | 14 | 14 | 84 | 172 | 0,165 | 0,338 | 0,017 | 0,034 | 0,06 | 0,242 | 0,432 | 4,26 | 4,17 | 1,65 | 3,30 |
| 65 | 13 | 271,39 | 270,46 | 36,38 | 35,13 | 2,56 | 2 | 29 | 174 | 355 | 0,342 | 0,698 | 0,034 | 0,070 | 0,06 | 0,437 | 0,828 | 4,17 | 4,05 | 3,34 | 6,61 |
| Ramal 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 66 | 67 | 284,93 | 281,38 | 39,92 | 38,67 | 8,89 | 6 | 6 | 36 | 74 | 0,071 | 0,146 | 0,007 | 0,015 | 0,06 | 0,138 | 0,220 | 4,34 | 4,28 | 0,72 | 1,46 |
| 67.1 | 67 | 281,25 | 281,38 | 43,99 | 42,74 | -0,30 | 4 | 4 | 24 | 49 | 0,047 | 0,096 | 0,005 | 0,010 | 0,06 | 0,112 | 0,166 | 4,37 | 4,32 | 0,48 | 0,97 |
| 67 | 68 | 281,38 | 280,03 | 15,80 | 14,55 | 8,54 | 1 | 11 | 66 | 135 | 0,130 | 0,266 | 0,013 | 0,027 | 0,06 | 0,203 | 0,352 | 4,29 | 4,21 | 1,30 | 2,61 |
| 68.1 | 68 | 280,07 | 280,03 | 42,95 | 41,70 | 0,09 | 4 | 4 | 24 | 49 | 0,047 | 0,096 | 0,005 | 0,010 | 0,06 | 0,112 | 0,166 | 4,37 | 4,32 | 0,48 | 0,97 |
| 68 | 69 | 280,03 | 277,80 | 31,50 | 30,25 | 7,08 | 2 | 17 | 102 | 208 | 0,201 | 0,409 | 0,020 | 0,041 | 0,06 | 0,281 | 0,510 | 4,24 | 4,14 | 1,99 | 3,96 |
| 69.1 | 69 | 277,81 | 277,80 | 20,77 | 19,52 | 0,05 | 2 | 2 | 12 | 25 | 0,024 | 0,049 | 0,002 | 0,005 | 0,06 | 0,086 | 0,114 | 4,41 | 4,37 | 0,24 | 0,50 |
| 69 | 70 | 277,80 | 274,32 | 75,27 | 74,02 | 4,62 | 3 | 22 | 132 | 269 | 0,260 | 0,529 | 0,026 | 0,053 | 0,06 | 0,346 | 0,642 | 4,21 | 4,10 | 2,56 | 5,07 |
| 70 | 71 | 274,32 | 272,24 | 37,30 | 36,05 | 5,58 | 1 | 23 | 138 | 282 | 0,272 | 0,555 | 0,027 | 0,055 | 0,06 | 0,359 | 0,670 | 4,20 | 4,09 | 2,67 | 5,31 |
| 71 | 72 | 272,24 | 270,38 | 35,74 | 34,49 | 5,20 | 3 | 26 | 156 | 318 | 0,307 | 0,626 | 0,031 | 0,063 | 0,06 | 0,398 | 0,748 | 4,19 | 4,07 | 3,00 | 5,95 |
| 72 | 73 | 270,38 | 270,65 | 38,79 | 37,54 | -0,70 | 4 | 30 | 180 | 367 | 0,354 | 0,722 | 0,035 | 0,072 | 0,06 | 0,450 | 0,854 | 4,16 | 4,04 | 3,45 | 6,82 |
| 73 | 74 | 270,65 | 269,99 | 52,98 | 51,73 | 1,25 | 9 | 39 | 234 | 477 | 0,460 | 0,939 | 0,046 | 0,094 | 0,06 | 0,566 | 1,092 | 4,12 | 3,98 | 4,44 | 8,74 |
| 74 | 75 | 269,99 | 266,01 | 30,59 | 29,34 | 13,01 | 4 | 43 | 258 | 526 | 0,508 | 1,035 | 0,051 | 0,103 | 0,06 | 0,618 | 1,198 | 4,11 | 3,96 | 4,87 | 9,59 |
| 75 | 15 | 266,01 | 264,66 | 23,56 | 22,31 | 5,73 | 2 | 45 | 270 | 550 | 0,531 | 1,082 | 0,053 | 0,108 | 0,06 | 0,644 | 1,250 | 4,10 | 3,95 | 5,09 | 10,00 |
| Ramal 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76 | 77 | 266,72 | 260,00 | 89,25 | 88,00 | 7,53 | 7 | 7 | 42 | 86 | 0,083 | 0,169 | 0,008 | 0,017 | 0,06 | 0,151 | 0,246 | 4,33 | 4,26 | 0,84 | 1,69 |
| 77 | 78 | 260,00 | 256,83 | 24,27 | 23,02 | 13,06 | 3 | 10 | 60 | 123 | 0,118 | 0,242 | 0,012 | 0,024 | 0,06 | 0,190 | 0,326 | 4,30 | 4,22 | 1,19 | 2,39 |
| 78 | 19 | 256,83 | 254,88 | 38,68 | 37,43 | 5,04 | 5 | 15 | 90 | 184 | 0,177 | 0,362 | 0,018 | 0,036 | 0,06 | 0,255 | 0,458 | 4,26 | 4,16 | 1,76 | 3,52 |
| Ramal 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 79 | 80 | 265,32 | 265,05 | 82,49 | 81,24 | 0,33 | 4 | 4 | 24 | 49 | 0,047 | 0,096 | 0,005 | 0,010 | 0,06 | 0,112 | 0,166 | 4,37 | 4,32 | 0,48 | 0,97 |
| 80 | 81 | 265,05 | 263,95 | 62,42 | 61,17 | 1,76 | 4 | 8 | 48 | 98 | 0,094 | 0,193 | 0,009 | 0,019 | 0,06 | 0,164 | 0,272 | 4,32 | 4,25 | 0,95 | 1,91 |
| 81 | 82 | 263,95 | 263,08 | 76,99 | 75,74 | 1,13 | 8 | 16 | 96 | 196 | 0,189 | 0,386 | 0,019 | 0,039 | 0,06 | 0,268 | 0,484 | 4,25 | 4,15 | 1,88 | 3,74 |
| 82.1 | 82 | 262,90 | 263,08 | 45,30 | 44,05 | -0,40 | 4 | 4 | 24 | 49 | 0,047 | 0,096 | 0,005 | 0,010 | 0,06 | 0,112 | 0,166 | 4,37 | 4,32 | 0,48 | 0,97 |
| 82 | 83 | 263,08 | 262,44 | 27,00 | 25,75 | 2,37 | 2 | 22 | 132 | 269 | 0,260 | 0,529 | 0,026 | 0,053 | 0,06 | 0,346 | 0,642 | 4,21 | 4,10 | 2,56 | 5,07 |

Fuente: elaboración propia.

El fqm que se utilizó para los cálculos de la red 1 es de 0,005.

Tabla III. Cálculo de caudal de diseño de red 2

| PV | | Parámetros del terreno | | | | | Densidad de vivienda | | | | Caudal de diseño | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------------------------|--------|--------|-------|--------|----------------------|----|---------------|-------|------------------|--------|----------------|--------|-----------------|------------|--------|--------|--------|---------------|--------|--|
| | | Cotas terreno | | DH | DH | S Terr | Núm. casas | | Hab. a servir | | Q dom (lts/s) | | Q c.i. (lts/s) | | Q. inf. (lts/s) | Qs (lts/s) | | FH | | Q dis (lts/s) | | |
| | | De | A | Inicio | Final | (m) | (m) | % | Local | Acum. | Actual | Futura | Actual | Futuro | | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Actual | Futuro | |
| Ramal 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 298,64 | 293,42 | 69,67 | 68,42 | 7,49 | 6 | 6 | 36 | 74 | 0,071 | 0,146 | 0,007 | 0,015 | 0,06 | 0,138 | 0,220 | 4,34 | 4,28 | 0,59 | 1,20 | |
| 2 | 3 | 293,42 | 289,82 | 38,24 | 36,99 | 9,41 | 5 | 11 | 66 | 135 | 0,130 | 0,266 | 0,013 | 0,027 | 0,06 | 0,203 | 0,352 | 4,29 | 4,21 | 1,08 | 2,16 | |
| 3.1 | 3 | 290,22 | 289,82 | 56,99 | 55,74 | 0,70 | 3 | 3 | 18 | 37 | 0,035 | 0,073 | 0,004 | 0,007 | 0,06 | 0,099 | 0,140 | 4,39 | 4,34 | 0,30 | 0,61 | |
| 3.2 | 3 | 290,00 | 289,82 | 20,11 | 18,86 | 0,90 | 2 | 2 | 12 | 25 | 0,024 | 0,049 | 0,002 | 0,005 | 0,06 | 0,086 | 0,114 | 4,41 | 4,37 | 0,20 | 0,41 | |
| 3 | 4 | 289,82 | 288,51 | 11,68 | 10,43 | 11,22 | 0 | 16 | 96 | 196 | 0,189 | 0,386 | 0,019 | 0,039 | 0,06 | 0,268 | 0,484 | 4,25 | 4,15 | 1,55 | 3,09 | |
| 4.1 | 4 | 288,71 | 288,51 | 62,47 | 61,22 | 0,32 | 5 | 5 | 30 | 62 | 0,059 | 0,122 | 0,006 | 0,012 | 0,06 | 0,125 | 0,194 | 4,35 | 4,29 | 0,50 | 1,01 | |
| 4 | 5 | 288,51 | 280,75 | 45,01 | 43,76 | 17,24 | 3 | 24 | 144 | 294 | 0,283 | 0,578 | 0,028 | 0,058 | 0,06 | 0,372 | 0,696 | 4,20 | 4,08 | 2,30 | 4,56 | |
| 5.1 | 5 | 284,65 | 280,75 | 59,45 | 58,20 | 6,56 | 5 | 5 | 30 | 62 | 0,059 | 0,122 | 0,006 | 0,012 | 0,06 | 0,125 | 0,194 | 4,35 | 4,29 | 0,50 | 1,01 | |
| 5 | 6 | 280,75 | 277,51 | 32,16 | 30,91 | 10,07 | 4 | 33 | 198 | 404 | 0,390 | 0,795 | 0,039 | 0,079 | 0,06 | 0,489 | 0,934 | 4,15 | 4,02 | 3,12 | 6,17 | |
| 6.1 | 6 | 282,08 | 277,51 | 66,45 | 65,20 | 6,88 | 14 | 14 | 84 | 172 | 0,165 | 0,338 | 0,017 | 0,034 | 0,06 | 0,242 | 0,432 | 4,26 | 4,17 | 1,36 | 2,73 | |
| 6 | 7 | 277,51 | 276,15 | 28,90 | 27,65 | 4,71 | 3 | 50 | 300 | 612 | 0,590 | 1,204 | 0,059 | 0,120 | 0,06 | 0,709 | 1,385 | 4,08 | 3,93 | 4,65 | 9,13 | |
| 7.1 | 7 | 279,37 | 275,57 | 32,87 | 31,62 | 11,56 | 6 | 6 | 36 | 74 | 0,071 | 0,146 | 0,007 | 0,015 | 0,06 | 0,138 | 0,220 | 4,34 | 4,28 | 0,59 | 1,20 | |
| 7 | 8 | 275,57 | 271,20 | 38,23 | 36,98 | 11,43 | 4 | 60 | 360 | 734 | 0,708 | 1,444 | 0,071 | 0,144 | 0,06 | 0,839 | 1,649 | 4,04 | 3,88 | 5,53 | 10,83 | |
| 8.1 | 8.2 | 276,63 | 276,25 | 38,70 | 37,45 | 0,98 | 8 | 8 | 48 | 98 | 0,094 | 0,193 | 0,009 | 0,019 | 0,06 | 0,164 | 0,272 | 4,32 | 4,25 | 0,79 | 1,58 | |
| 8.2 | 8 | 276,25 | 271,20 | 39,96 | 38,71 | 12,64 | 6 | 14 | 84 | 172 | 0,165 | 0,338 | 0,017 | 0,034 | 0,06 | 0,242 | 0,432 | 4,26 | 4,17 | 1,36 | 2,73 | |
| 8 | 9 | 271,20 | 266,95 | 68,32 | 67,07 | 6,22 | 13 | 87 | 522 | 1064 | 1,027 | 2,094 | 0,103 | 0,209 | 0,06 | 1,190 | 2,363 | 3,96 | 3,78 | 7,86 | 15,29 | |
| Ramal 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 11 | 275,65 | 275,11 | 60,51 | 59,26 | 0,89 | 13 | 13 | 78 | 159 | 0,153 | 0,313 | 0,015 | 0,031 | 0,06 | 0,229 | 0,404 | 4,27 | 4,18 | 1,27 | 2,53 | |
| 11 | 12 | 275,11 | 270,59 | 25,71 | 24,46 | 17,58 | 4 | 17 | 102 | 208 | 0,201 | 0,409 | 0,020 | 0,041 | 0,06 | 0,281 | 0,510 | 4,24 | 4,14 | 1,64 | 3,27 | |
| 12.1 | 12 | 271,72 | 270,59 | 64,59 | 63,34 | 1,75 | 13 | 13 | 78 | 159 | 0,153 | 0,313 | 0,015 | 0,031 | 0,06 | 0,229 | 0,404 | 4,27 | 4,18 | 1,27 | 2,53 | |
| 12 | 13 | 270,59 | 268,00 | 16,28 | 15,03 | 15,91 | 2 | 32 | 192 | 392 | 0,378 | 0,771 | 0,038 | 0,077 | 0,06 | 0,476 | 0,908 | 4,15 | 4,03 | 3,03 | 6,00 | |
| 13 | 14 | 268,00 | 266,85 | 16,28 | 15,03 | 7,06 | 1 | 33 | 198 | 404 | 0,390 | 0,795 | 0,039 | 0,079 | 0,06 | 0,489 | 0,934 | 4,15 | 4,02 | 3,12 | 6,17 | |
| 14.1 | 14.2 | 272,18 | 268,11 | 45,15 | 43,90 | 9,01 | 10 | 18 | 108 | 220 | 0,213 | 0,433 | 0,021 | 0,043 | 0,06 | 0,294 | 0,536 | 4,23 | 4,13 | 1,74 | 3,45 | |
| 14.2 | 14 | 268,11 | 266,85 | 40,35 | 39,10 | 3,12 | 8 | 26 | 156 | 318 | 0,307 | 0,626 | 0,031 | 0,063 | 0,06 | 0,398 | 0,748 | 4,19 | 4,07 | 2,48 | 4,92 | |
| 14 | 9 | 266,85 | 266,95 | 31,04 | 29,79 | -0,32 | 1 | 52 | 312 | 636 | 0,614 | 1,251 | 0,061 | 0,125 | 0,06 | 0,735 | 1,437 | 4,07 | 3,92 | 4,83 | 9,47 | |
| Ramal 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 16 | 272,28 | 267,96 | 44,42 | 43,17 | 9,73 | 5 | 5 | 30 | 62 | 0,059 | 0,122 | 0,006 | 0,012 | 0,06 | 0,125 | 0,194 | 4,35 | 4,29 | 0,50 | 1,01 | |
| 16 | 9 | 267,96 | 266,95 | 43,09 | 41,84 | 2,34 | 4 | 9 | 54 | 110 | 0,106 | 0,216 | 0,011 | 0,022 | 0,06 | 0,177 | 0,298 | 4,31 | 4,23 | 0,88 | 1,77 | |

Fuente: elaboración propia.

El fqm que se utilizó para los cálculos de la red 2 es de 0,004.

Tabla IV. Cálculo de caudal de diseño de red 3

| | | Parámetros del terreno | | | | | Densidad de vivienda | | | | Caudal de diseño | | | | | | | | | | |
|----------------|----|------------------------|--------|-------|-------|---------|----------------------|-------|---------------|--------|------------------|--------|----------------|--------|-----------------|------------|--------|--------|--------|---------------|--------|
| PV | | Cotas terreno | | DH | DH | S Terr. | Núm. casas | | Hab. a servir | | Q dom (lts/s) | | Q c.i. (lts/s) | | Q. inf. (lts/s) | Qs (lts/s) | | FH | | Q dis (lts/s) | |
| De | A | Inicio | Final | (m) | (m) | % | Local | Acum. | Actual | Futura | Actual | Futuro | Actual | Futuro | | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Actual | Futuro |
| Ramal 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 263,15 | 259,85 | 43,22 | 41,97 | 7,64 | 6 | 6 | 36 | 74 | 0,071 | 0,146 | 0,007 | 0,015 | 0,06 | 0,138 | 0,220 | 4,34 | 4,28 | 0,46 | 0,94 |
| 2 | 3 | 259,85 | 259,84 | 8,72 | 7,47 | 0,11 | 0 | 6 | 36 | 74 | 0,071 | 0,146 | 0,007 | 0,015 | 0,06 | 0,138 | 0,220 | 4,34 | 4,28 | 0,46 | 0,94 |
| 3 | 4 | 259,84 | 261,20 | 19,67 | 18,42 | -6,91 | 1 | 7 | 42 | 86 | 0,083 | 0,169 | 0,008 | 0,017 | 0,06 | 0,151 | 0,246 | 4,33 | 4,26 | 0,54 | 1,09 |
| 4.1 | 4 | 261,18 | 261,20 | 37,73 | 36,48 | -0,05 | 7 | 7 | 42 | 86 | 0,083 | 0,169 | 0,008 | 0,017 | 0,06 | 0,151 | 0,246 | 4,33 | 4,26 | 0,54 | 1,09 |
| 4 | 5 | 261,20 | 247,57 | 52,08 | 50,83 | 26,17 | 5 | 19 | 114 | 233 | 0,224 | 0,458 | 0,022 | 0,046 | 0,06 | 0,307 | 0,564 | 4,23 | 4,12 | 1,43 | 2,86 |
| 5 | 6 | 247,57 | 242,73 | 19,87 | 18,62 | 24,36 | 5 | 24 | 144 | 294 | 0,283 | 0,578 | 0,028 | 0,058 | 0,06 | 0,372 | 0,696 | 4,20 | 4,08 | 1,80 | 3,57 |
| 6 | 7 | 242,73 | 239,69 | 51,77 | 50,52 | 5,87 | 5 | 29 | 174 | 355 | 0,342 | 0,698 | 0,034 | 0,070 | 0,06 | 0,437 | 0,828 | 4,17 | 4,05 | 2,16 | 4,27 |
| 7 | 8 | 239,69 | 238,09 | 38,48 | 37,23 | 4,16 | 5 | 62 | 372 | 758 | 0,732 | 1,491 | 0,073 | 0,149 | 0,06 | 0,865 | 1,701 | 4,04 | 3,87 | 4,47 | 8,74 |
| 8 | 9 | 238,09 | 236,10 | 52,62 | 51,37 | 3,78 | 7 | 69 | 414 | 844 | 0,815 | 1,661 | 0,081 | 0,166 | 0,06 | 0,956 | 1,887 | 4,02 | 3,85 | 4,95 | 9,66 |
| Ramal 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 11 | 266,62 | 264,79 | 30,73 | 29,48 | 5,96 | 4 | 4 | 24 | 49 | 0,047 | 0,096 | 0,005 | 0,010 | 0,06 | 0,112 | 0,166 | 4,37 | 4,32 | 0,31 | 0,63 |
| 11 | 12 | 264,79 | 261,39 | 32,23 | 30,98 | 10,55 | 4 | 8 | 48 | 98 | 0,094 | 0,193 | 0,009 | 0,019 | 0,06 | 0,164 | 0,272 | 4,32 | 4,25 | 0,62 | 1,24 |
| 12.1 | 12 | 261,45 | 261,39 | 36,62 | 35,37 | 0,16 | 9 | 9 | 54 | 110 | 0,106 | 0,216 | 0,011 | 0,022 | 0,06 | 0,177 | 0,298 | 4,31 | 4,23 | 0,69 | 1,39 |
| 12 | 13 | 261,39 | 260,65 | 4,14 | 2,89 | 17,87 | 0 | 17 | 102 | 208 | 0,201 | 0,409 | 0,020 | 0,041 | 0,06 | 0,281 | 0,510 | 4,24 | 4,14 | 1,29 | 2,56 |
| 13.1 | 13 | 263,45 | 260,65 | 59,60 | 58,35 | 4,70 | 5 | 5 | 30 | 62 | 0,059 | 0,122 | 0,006 | 0,012 | 0,06 | 0,125 | 0,194 | 4,35 | 4,29 | 0,39 | 0,79 |
| 13 | 14 | 260,65 | 253,65 | 28,15 | 26,90 | 24,87 | 3 | 25 | 150 | 306 | 0,295 | 0,602 | 0,030 | 0,060 | 0,06 | 0,385 | 0,722 | 4,19 | 4,07 | 1,87 | 3,71 |
| 14 | 15 | 253,65 | 241,66 | 58,80 | 57,55 | 20,39 | 3 | 28 | 168 | 343 | 0,331 | 0,675 | 0,033 | 0,067 | 0,06 | 0,424 | 0,802 | 4,17 | 4,05 | 2,09 | 4,14 |
| 15 | 7 | 241,66 | 239,11 | 19,78 | 18,53 | 12,89 | 0 | 28 | 168 | 343 | 0,331 | 0,675 | 0,033 | 0,067 | 0,06 | 0,424 | 0,802 | 4,17 | 4,05 | 2,09 | 4,14 |
| Ramal 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 15 | 238,04 | 237,52 | 33,73 | 32,48 | 1,54 | 7 | 7 | 42 | 86 | 0,083 | 0,169 | 0,008 | 0,017 | 0,06 | 0,151 | 0,246 | 4,33 | 4,26 | 0,54 | 1,09 |
| 15 | 16 | 237,52 | 233,90 | 67,01 | 65,76 | 5,40 | 11 | 18 | 108 | 220 | 0,213 | 0,433 | 0,021 | 0,043 | 0,06 | 0,294 | 0,536 | 4,23 | 4,13 | 1,36 | 2,70 |

Fuente: elaboración propia.

El fqm que se utilizó para los cálculos de la red 3 es de 0,003.

2.1.5.4. Tirante de flujo

El sistema no debe trabajar a presión por lo que el caudal de diseño se calcula con un tirante de flujo máximo de 75 % y mínimo de 10 % del diámetro de la tubería.

$$0,10 \leq \frac{d}{D} \leq 0,75$$

Donde

D = diámetro de la tubería

d = nivel del flujo que lleva la tubería

2.1.5.5. Secciones y pendientes

La sección y pendiente de cada tramo está relacionada con la velocidad que el caudal de diseño lleva. El cálculo de la velocidad, diámetro y pendiente se realiza con la ecuación de Manning. Se utiliza diámetros adecuados para tener velocidades dentro de los límites aceptables y pendientes que cumplan con los valores de tirante mínimo y máximo. Esto con el fin de evitar sedimentación en la tubería, posibles taponamientos y erosión o desgaste de las tuberías.

2.1.5.6. Diámetro de colector

Para tuberías PVC los diámetros mínimos para colectores de alcantarillado sanitario es de 6" y para conexiones domiciliarias de 4" para evitar obstrucciones dentro del sistema.

En este sistema se utiliza tuberías de 6" hasta 15" para el colector y tubería con diámetro de 4" para conexiones domiciliarias.

2.1.5.7. Profundidad de colector

Debe haber un recubrimiento mínimo de 1 metro sobre la clave del colector en relación con el nivel de la calzada, excepto en vías peatonales donde el recubrimiento puede ser menor para proteger el sistema de las cargas de tránsito.

Debe permitir que todos los predios o viviendas que den frente a la calle en la que estará ubicado el colector, pueda descargar por gravedad. Partiendo la instalación anterior con 0,30 metros por debajo del nivel del terreno y con pendiente mínima de 0,02.

La profundidad máxima recomendada es de 5,00 metros para evitar dificultades en la construcción.

La profundidad del colector se basa en la pendiente del terreno, velocidad del caudal, caudal de diseño y el tirante de flujo.

2.1.5.8. Velocidades máximas y mínimas

El cálculo de la velocidad mínima es para evitar la deposición excesiva de materia sólida y de la velocidad máxima es para evitar que ocurra la acción abrasiva de las partículas sólidas transportadas por las aguas residuales.

- Para tubería PVC

En este diseño se calcula la velocidad del caudal de diseño con los siguientes parámetros, según las velocidades recomendadas para la tubería que se utilizará en la obra.

$$0,40 \leq v \leq 5,00 \text{ m/s}$$

Las velocidades máximas y mínimas se deben calcular para un tirante de flujo máximo y mínimo respectivamente.

2.1.5.9. Cotas invert

Se determina a la altura de la parte interior e inferior de la tubería que está conectada a un pozo de visita, indica la cota de nivel en la entrada y salida de la tubería en el pozo de visita.

$$C. I. S. = C. T. - (H_{min} + E_{tub} + \emptyset i)$$

Donde

C.I.S. = cota invert de salida o de inicio

C.T. = cota de terreno

H_{min} = altura mínima permitida según la carga de tránsito

E_{tub} = espesor de la tubería

∅_i = diámetro interno de la tubería

$$C. I. E. = C. I. S. - DH * S_{tub}$$

Donde

C.I.E. = cota invert de entrada o final

C.I.S. = cota invert de salida o de inicio

DH = distancia horizontal

S_{tub} = pendiente de la tubería o pendiente de diseño

2.1.5.10. Pozos de visita

Se utilizan para controlar el flujo hidráulico en el sistema.

2.1.5.10.1. Especificaciones para pozos de visita

- Los materiales utilizados para la construcción deben asegurar la hermeticidad del pozo de visita y la conexión de la tubería.
- Se deberán construir a una distancia lineal máxima de separación de 100 m y en curvas no más de 30 m para un mejor mantenimiento.
- Se construyen de concreto reforzado o mampostería utilizando mortero en una proporción cemento-arena 1:4.
- El interior debe ser recubierto con mortero de un espesor mínimo de 1 cm.
- En su interior debe contar con escalones debidamente empotrados a partir del nivel de piso terminando antes de llegar al brocal del pozo.
- La tapadera puede ser de hierro fundido o de concreto con una abertura neta de 0,50 a 0,60 metros.
- El fondo generalmente de concreto debe tener una ligera pendiente hacia el pozo de visita contiguo a este.

2.1.5.11. Conexiones domiciliarias

Lleva las aguas residuales de las casas al alcantarillado central. Para este sistema se utiliza:

- Candela: diámetro de 12", con profundidad mínima de 1 metro.
- Acometida: tubería de 4" a 45° debajo de la horizontal con pendiente de 2 %.

La candela debe tener tapadera en la parte superior a nivel de la acera con una inscripción para identificarla, en este caso D.S. (drenaje sanitario).

2.1.5.12. Diseño hidráulico

El sistema debe ser diseñado para que funcione como un canal abierto por gravedad y el flujo está determinado por la rugosidad del material y por la pendiente del canal.

Para determinar la capacidad hidráulica se utiliza la ecuación de Manning para que el sistema funcione por gravedad.

Ecuación de Manning:

$$V = \left(\frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} \right)$$

Donde

V = velocidad

R = radio hidráulico

S = pendiente de la tubería

n = coeficiente de rugosidad

Para conductos circulares y unidades mixtas se utiliza:

$$V = \left(\frac{0,03429}{n} \right) * \phi^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde

V = velocidad

ϕ = diámetro de la tubería

S = pendiente de la tubería

n = coeficiente de rugosidad

Tabla V. Cálculo hidráulico de red 1

| PV | | Ø Tub. (pulg.) | n | S tub. % | Sección llena | | q/Q | | v/V | | d/D | | v (m/s) | | Cotas invert | | H (m) | | Ancho de zanja (m) |
|----------------|------|----------------|-------|----------|---------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------------|---------|--------|---------|--------------------|
| De | A | | | | V (m/s) | Q(lts/s) | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Salida | Entrada | Salida | Entrada | |
| Ramal 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 6 | 0,010 | 15,95 | 4,52 | 82,49 | 0,00 | 0,01 | 0,22 | 0,27 | 0,04 | 0,06 | 0,99 | 1,24 | 335,500 | 333,200 | 3,50 | 1,20 | 0,6 |
| 2 | 3 | 6 | 0,010 | 28,49 | 6,04 | 110,23 | 0,01 | 0,01 | 0,27 | 0,33 | 0,05 | 0,07 | 1,61 | 2,00 | 332,500 | 326,840 | 1,90 | 1,20 | 0,6 |
| 3 | 4 | 6 | 0,010 | 19,95 | 5,06 | 92,25 | 0,02 | 0,03 | 0,36 | 0,45 | 0,09 | 0,12 | 1,84 | 2,28 | 326,140 | 318,900 | 1,90 | 1,20 | 0,6 |
| 4 | 5 | 6 | 0,010 | 14,91 | 4,37 | 79,76 | 0,02 | 0,04 | 0,41 | 0,50 | 0,10 | 0,14 | 1,78 | 2,19 | 318,200 | 313,750 | 1,90 | 1,20 | 0,6 |
| 5 | 6 | 6 | 0,010 | 8,63 | 3,33 | 60,67 | 0,20 | 0,38 | 0,78 | 0,93 | 0,30 | 0,43 | 2,59 | 3,11 | 313,750 | 306,580 | 1,20 | 1,20 | 0,6 |
| 6 | 7 | 6 | 0,010 | 10,64 | 3,69 | 67,38 | 0,19 | 0,37 | 0,77 | 0,93 | 0,30 | 0,42 | 2,86 | 3,43 | 306,580 | 297,730 | 1,20 | 1,20 | 0,6 |
| 7 | 8 | 8 | 0,010 | 7,80 | 3,83 | 124,26 | 0,24 | 0,46 | 0,82 | 0,98 | 0,33 | 0,47 | 3,15 | 3,74 | 297,030 | 292,090 | 1,90 | 1,22 | 0,62 |
| 8 | 9 | 8 | 0,010 | 9,73 | 4,28 | 138,75 | 0,23 | 0,43 | 0,81 | 0,96 | 0,33 | 0,46 | 3,47 | 4,12 | 292,090 | 286,780 | 1,22 | 1,22 | 0,62 |
| 9 | 10 | 8 | 0,010 | 7,33 | 3,71 | 120,45 | 0,27 | 0,51 | 0,85 | 1,00 | 0,35 | 0,50 | 3,14 | 3,73 | 286,780 | 282,980 | 1,22 | 1,22 | 0,62 |
| 10 | 11 | 8 | 0,010 | 6,65 | 3,54 | 114,71 | 0,33 | 0,63 | 0,90 | 1,06 | 0,40 | 0,57 | 3,18 | 3,73 | 282,620 | 278,670 | 1,58 | 1,22 | 0,62 |
| 11.1 | 11 | 6 | 0,010 | 0,41 | 0,72 | 13,20 | 0,11 | 0,21 | 0,65 | 0,80 | 0,22 | 0,31 | 0,47 | 0,58 | 278,610 | 278,340 | 1,20 | 1,55 | 0,6 |
| 11 | 12 | 8 | 0,010 | 8,22 | 3,93 | 127,54 | 0,31 | 0,59 | 0,88 | 1,04 | 0,38 | 0,55 | 3,47 | 4,08 | 278,340 | 272,450 | 1,55 | 1,22 | 0,62 |
| 12.1 | 12.2 | 6 | 0,010 | 1,85 | 1,54 | 28,08 | 0,03 | 0,07 | 0,46 | 0,57 | 0,13 | 0,18 | 0,71 | 0,88 | 274,020 | 273,060 | 1,20 | 1,20 | 0,6 |
| 12.2 | 12 | 6 | 0,010 | 1,18 | 1,23 | 22,47 | 0,06 | 0,13 | 0,56 | 0,68 | 0,17 | 0,24 | 0,69 | 0,84 | 273,060 | 272,450 | 1,20 | 1,22 | 0,6 |
| 12 | 13 | 8 | 0,010 | 9,33 | 4,19 | 135,84 | 0,30 | 0,56 | 0,87 | 1,03 | 0,38 | 0,54 | 3,66 | 4,31 | 272,450 | 269,240 | 1,22 | 1,22 | 0,62 |
| 13.1 | 13 | 6 | 0,010 | 2,44 | 1,77 | 32,26 | 0,02 | 0,04 | 0,39 | 0,48 | 0,09 | 0,13 | 0,68 | 0,85 | 270,970 | 269,240 | 1,20 | 1,22 | 0,6 |
| 13 | 14 | 8 | 0,010 | 8,92 | 4,10 | 132,82 | 0,33 | 0,62 | 0,90 | 1,05 | 0,40 | 0,57 | 3,67 | 4,31 | 269,240 | 265,900 | 1,22 | 1,22 | 0,62 |
| 14.1 | 14 | 6 | 0,010 | 1,77 | 1,51 | 27,50 | 0,02 | 0,04 | 0,38 | 0,47 | 0,09 | 0,13 | 0,57 | 0,71 | 266,540 | 265,900 | 2,25 | 1,22 | 0,6 |
| 14 | 15 | 8 | 0,010 | 6,28 | 3,44 | 111,47 | 0,40 | 0,75 | 0,94 | 1,10 | 0,44 | 0,64 | 3,24 | 3,77 | 265,900 | 263,440 | 1,22 | 1,22 | 0,62 |
| 15 | 16 | 10 | 0,010 | 2,33 | 2,43 | 123,02 | 0,39 | 0,74 | 0,94 | 1,09 | 0,44 | 0,64 | 2,28 | 2,65 | 263,440 | 262,590 | 1,22 | 1,50 | 0,67 |
| 16.1 | 16 | 6 | 0,010 | 3,96 | 2,25 | 41,12 | 0,02 | 0,04 | 0,38 | 0,47 | 0,09 | 0,13 | 0,85 | 1,06 | 265,140 | 262,890 | 3,50 | 1,20 | 0,6 |
| 16 | 17 | 15 | 0,010 | 0,39 | 1,30 | 147,75 | 0,33 | 0,62 | 0,90 | 1,05 | 0,40 | 0,57 | 1,16 | 1,37 | 262,590 | 262,370 | 1,50 | 2,30 | 0,8 |
| 17.1 | 17 | 6 | 0,010 | 3,91 | 2,24 | 40,83 | 0,02 | 0,04 | 0,38 | 0,47 | 0,09 | 0,13 | 0,85 | 1,05 | 265,130 | 263,070 | 1,30 | 1,60 | 0,6 |
| 17 | 18 | 15 | 0,010 | 8,35 | 6,03 | 687,19 | 0,07 | 0,14 | 0,58 | 0,70 | 0,18 | 0,25 | 3,52 | 4,22 | 262,370 | 256,220 | 2,30 | 1,41 | 0,8 |
| 18 | 19 | 15 | 0,010 | 3,18 | 3,72 | 423,74 | 0,12 | 0,23 | 0,67 | 0,81 | 0,23 | 0,32 | 2,51 | 3,00 | 256,220 | 253,470 | 1,41 | 1,41 | 0,8 |
| Ramal 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | 22 | 6 | 0,010 | 1,22 | 1,25 | 22,81 | 0,02 | 0,04 | 0,40 | 0,50 | 0,10 | 0,14 | 0,50 | 0,62 | 319,470 | 319,010 | 1,20 | 1,20 | 0,6 |
| 22.1 | 22 | 6 | 0,010 | 15,20 | 4,41 | 80,53 | 0,01 | 0,02 | 0,32 | 0,40 | 0,07 | 0,10 | 1,42 | 1,77 | 326,090 | 319,010 | 2,50 | 1,20 | 0,6 |
| 22 | 23 | 6 | 0,010 | 4,18 | 2,31 | 42,21 | 0,04 | 0,08 | 0,49 | 0,61 | 0,14 | 0,20 | 1,14 | 1,40 | 319,010 | 316,810 | 1,20 | 1,20 | 0,6 |
| 24.1 | 24 | 6 | 0,010 | 1,55 | 1,41 | 25,72 | 0,02 | 0,04 | 0,39 | 0,48 | 0,10 | 0,13 | 0,55 | 0,67 | 331,290 | 330,710 | 1,20 | 1,40 | 0,6 |

Continuación de la tabla V.

| PV | | Ø Tub. (pulg.) | n | S tub. % | Sección llena | | q/Q | | v/V | | d/D | | v (m/s) | | Cotas invert | | H (m) | | Ancho de zanja (m) | |
|----------------|------|----------------|-------|----------|---------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------------|---------|--------|---------|--------------------|--|
| De | A | | | | V (m/s) | Q(lts/s) | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Salida | Entrada | Salida | Entrada | | |
| 24.2 | 24 | 6 | 0,010 | 1,18 | 1,23 | 22,42 | 0,02 | 0,04 | 0,40 | 0,50 | 0,10 | 0,14 | 0,50 | 0,61 | 330,480 | 330,110 | 1,20 | 2,00 | 0,6 | |
| 24 | 25 | 6 | 0,010 | 20,28 | 5,10 | 93,02 | 0,01 | 0,02 | 0,33 | 0,41 | 0,08 | 0,10 | 1,70 | 2,10 | 330,110 | 323,110 | 2,00 | 1,20 | 0,6 | |
| 25.1 | 25 | 6 | 0,010 | 0,95 | 1,10 | 20,15 | 0,06 | 0,12 | 0,55 | 0,67 | 0,16 | 0,23 | 0,60 | 0,74 | 323,470 | 323,110 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| 25.2 | 25 | 6 | 0,010 | 0,61 | 0,88 | 16,09 | 0,06 | 0,12 | 0,55 | 0,67 | 0,17 | 0,23 | 0,48 | 0,59 | 322,700 | 322,510 | 1,20 | 1,80 | 0,6 | |
| 25 | 23 | 6 | 0,010 | 16,24 | 4,56 | 83,24 | 0,04 | 0,08 | 0,49 | 0,60 | 0,14 | 0,19 | 2,22 | 2,72 | 322,510 | 316,810 | 1,80 | 1,20 | 0,6 | |
| 23 | 5 | 6 | 0,010 | 4,46 | 2,39 | 43,64 | 0,13 | 0,26 | 0,69 | 0,84 | 0,24 | 0,35 | 1,65 | 2,00 | 316,810 | 313,750 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| Ramal 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26.1 | 26 | 6 | 0,010 | 19,98 | 5,06 | 92,31 | 0,01 | 0,03 | 0,35 | 0,43 | 0,08 | 0,11 | 1,75 | 2,16 | 334,150 | 317,200 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| 26 | 27 | 6 | 0,010 | 0,46 | 0,76 | 13,94 | 0,12 | 0,24 | 0,67 | 0,82 | 0,23 | 0,33 | 0,51 | 0,62 | 317,200 | 317,020 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| 27.1 | 27 | 6 | 0,010 | 19,29 | 4,97 | 90,72 | 0,01 | 0,03 | 0,35 | 0,43 | 0,08 | 0,11 | 1,73 | 2,13 | 332,870 | 317,020 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| 27 | 28 | 6 | 0,010 | 1,96 | 1,58 | 28,90 | 0,10 | 0,20 | 0,64 | 0,78 | 0,21 | 0,30 | 1,01 | 1,23 | 317,020 | 316,430 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| 28.1 | 28.2 | 6 | 0,010 | 19,64 | 5,02 | 91,54 | 0,01 | 0,02 | 0,32 | 0,40 | 0,07 | 0,10 | 1,62 | 2,01 | 326,190 | 320,350 | 2,30 | 1,20 | 0,6 | |
| 28.2 | 28 | 6 | 0,010 | 14,73 | 4,35 | 79,27 | 0,01 | 0,03 | 0,36 | 0,45 | 0,09 | 0,12 | 1,57 | 1,95 | 320,350 | 316,430 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| 28 | 5 | 6 | 0,010 | 9,60 | 3,51 | 63,98 | 0,06 | 0,13 | 0,56 | 0,68 | 0,17 | 0,24 | 1,96 | 2,40 | 316,430 | 313,750 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| Ramal 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | 30 | 6 | 0,010 | 3,88 | 2,23 | 40,67 | 0,01 | 0,03 | 0,36 | 0,45 | 0,08 | 0,12 | 0,80 | 1,00 | 340,040 | 338,310 | 2,10 | 1,70 | 0,6 | |
| 30 | 31 | 6 | 0,010 | 15,19 | 4,41 | 80,49 | 0,01 | 0,02 | 0,32 | 0,40 | 0,07 | 0,10 | 1,42 | 1,77 | 337,610 | 333,600 | 2,40 | 1,20 | 0,6 | |
| 31 | 32 | 6 | 0,010 | 17,29 | 4,71 | 85,88 | 0,01 | 0,02 | 0,34 | 0,42 | 0,08 | 0,11 | 1,61 | 1,98 | 333,600 | 325,510 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| 32.1 | 32 | 6 | 0,010 | 1,34 | 1,31 | 23,89 | 0,02 | 0,04 | 0,40 | 0,49 | 0,10 | 0,14 | 0,52 | 0,64 | 325,090 | 324,810 | 1,20 | 1,90 | 0,6 | |
| 32 | 33 | 6 | 0,010 | 16,33 | 4,58 | 83,46 | 0,02 | 0,04 | 0,40 | 0,50 | 0,10 | 0,14 | 1,84 | 2,27 | 324,810 | 317,800 | 1,90 | 1,20 | 0,6 | |
| 33 | 34 | 6 | 0,010 | 11,60 | 3,86 | 70,35 | 0,03 | 0,07 | 0,46 | 0,56 | 0,13 | 0,17 | 1,78 | 2,17 | 317,800 | 313,220 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| 34.1 | 34 | 6 | 0,010 | 5,86 | 2,74 | 49,98 | 0,03 | 0,06 | 0,44 | 0,54 | 0,12 | 0,16 | 1,20 | 1,48 | 317,030 | 313,220 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| 34 | 35 | 6 | 0,010 | 10,64 | 3,69 | 67,36 | 0,07 | 0,14 | 0,58 | 0,70 | 0,18 | 0,25 | 2,13 | 2,60 | 313,220 | 307,320 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| 35 | 36 | 6 | 0,010 | 9,71 | 3,53 | 64,36 | 0,09 | 0,18 | 0,62 | 0,76 | 0,21 | 0,29 | 2,20 | 2,68 | 307,320 | 301,930 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| 36.1 | 36 | 6 | 0,010 | 1,54 | 1,41 | 25,65 | 0,03 | 0,06 | 0,44 | 0,54 | 0,12 | 0,16 | 0,62 | 0,76 | 302,380 | 301,630 | 1,20 | 1,50 | 0,6 | |
| 36 | 37 | 6 | 0,010 | 6,83 | 2,96 | 53,99 | 0,14 | 0,27 | 0,70 | 0,84 | 0,25 | 0,35 | 2,06 | 2,50 | 301,630 | 297,850 | 1,50 | 1,20 | 0,6 | |
| 37.1 | 37 | 6 | 0,010 | 1,55 | 1,41 | 25,73 | 0,02 | 0,04 | 0,39 | 0,48 | 0,10 | 0,13 | 0,55 | 0,67 | 298,290 | 297,850 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| 37 | 38 | 8 | 0,010 | 0,31 | 0,77 | 24,94 | 0,35 | 0,68 | 0,91 | 1,07 | 0,41 | 0,60 | 0,70 | 0,83 | 297,850 | 297,590 | 1,20 | 1,30 | 0,62 | |
| 38.1 | 38 | 6 | 0,010 | 4,93 | 2,51 | 45,86 | 0,01 | 0,02 | 0,33 | 0,40 | 0,07 | 0,10 | 0,82 | 1,01 | 299,900 | 297,590 | 1,70 | 1,30 | 0,6 | |
| 38 | 39 | 8 | 0,010 | 0,55 | 1,02 | 33,02 | 0,30 | 0,58 | 0,87 | 1,04 | 0,37 | 0,55 | 0,89 | 1,05 | 297,590 | 297,360 | 1,30 | 2,00 | 0,62 | |
| 40 | 41 | 6 | 0,010 | 7,68 | 3,14 | 57,25 | 0,02 | 0,04 | 0,39 | 0,48 | 0,09 | 0,13 | 1,21 | 1,50 | 304,760 | 301,640 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| 42 | 43 | 6 | 0,010 | 5,49 | 2,65 | 48,38 | 0,03 | 0,05 | 0,43 | 0,53 | 0,11 | 0,16 | 1,14 | 1,41 | 303,370 | 301,190 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| 43 | 41 | 6 | 0,010 | 0,56 | 0,85 | 15,51 | 0,10 | 0,20 | 0,64 | 0,78 | 0,21 | 0,30 | 0,54 | 0,66 | 301,190 | 301,040 | 1,20 | 1,80 | 0,6 | |

Continuación de la tabla V.

| PV | | Ø Tub. (pulg.) | n | S tub. % | Sección llena | | q/Q | | v/V | | d/D | | v (m/s) | | Cotas invert | | H (m) | | Ancho de zanja (m) | |
|----------------|----|----------------|-------|----------|---------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------------|---------|--------|---------|--------------------|--|
| De | A | | | | V (m/s) | Q(lts/s) | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Salida | Entrada | Salida | Entrada | | |
| 44 | 45 | 6 | 0,010 | 4,92 | 2,51 | 45,81 | 0,01 | 0,02 | 0,33 | 0,40 | 0,07 | 0,10 | 0,82 | 1,01 | 304,500 | 302,540 | 2,00 | 1,20 | 0,6 | |
| 45 | 41 | 6 | 0,010 | 3,31 | 2,06 | 37,60 | 0,02 | 0,03 | 0,37 | 0,46 | 0,09 | 0,12 | 0,76 | 0,94 | 302,540 | 301,640 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| 41 | 39 | 6 | 0,010 | 7,11 | 3,02 | 55,05 | 0,07 | 0,14 | 0,58 | 0,70 | 0,18 | 0,25 | 1,74 | 2,12 | 301,040 | 298,060 | 1,80 | 1,30 | 0,6 | |
| 39 | 7 | 8 | 0,010 | 0,77 | 1,21 | 39,11 | 0,35 | 0,67 | 0,91 | 1,07 | 0,41 | 0,60 | 1,10 | 1,29 | 297,360 | 297,030 | 2,00 | 1,90 | 0,62 | |
| Ramal 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | 47 | 6 | 0,010 | 10,85 | 3,73 | 68,03 | 0,02 | 0,04 | 0,40 | 0,49 | 0,10 | 0,14 | 1,49 | 1,84 | 319,040 | 309,790 | 1,20 | 1,80 | 0,6 | |
| 47.1 | 47 | 6 | 0,010 | 0,72 | 0,96 | 17,49 | 0,04 | 0,08 | 0,49 | 0,61 | 0,14 | 0,20 | 0,47 | 0,58 | 309,470 | 309,090 | 1,20 | 2,50 | 0,6 | |
| 47 | 48 | 6 | 0,010 | 1,26 | 1,27 | 23,15 | 0,09 | 0,18 | 0,62 | 0,76 | 0,20 | 0,29 | 0,79 | 0,96 | 309,090 | 308,970 | 2,50 | 1,40 | 0,6 | |
| 48.1 | 48 | 6 | 0,010 | 1,75 | 1,50 | 27,33 | 0,02 | 0,04 | 0,38 | 0,47 | 0,09 | 0,13 | 0,57 | 0,71 | 309,870 | 309,170 | 1,30 | 1,20 | 0,6 | |
| 48 | 49 | 6 | 0,010 | 11,66 | 3,87 | 70,52 | 0,04 | 0,09 | 0,50 | 0,61 | 0,14 | 0,20 | 1,94 | 2,37 | 308,970 | 301,080 | 1,40 | 2,20 | 0,6 | |
| 49.1 | 49 | 6 | 0,010 | 0,92 | 1,09 | 19,85 | 0,02 | 0,05 | 0,42 | 0,52 | 0,11 | 0,15 | 0,46 | 0,56 | 300,730 | 300,420 | 1,20 | 2,86 | 0,6 | |
| 49 | 50 | 6 | 0,010 | 0,24 | 0,56 | 10,18 | 0,36 | 0,71 | 0,92 | 1,09 | 0,42 | 0,62 | 0,51 | 0,61 | 300,420 | 300,230 | 2,86 | 1,20 | 0,6 | |
| 50 | 7 | 6 | 0,010 | 2,82 | 1,90 | 34,66 | 0,13 | 0,25 | 0,69 | 0,83 | 0,24 | 0,34 | 1,30 | 1,58 | 300,230 | 297,730 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| Ramal 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 51 | 52 | 6 | 0,010 | 1,35 | 1,32 | 24,02 | 0,02 | 0,04 | 0,40 | 0,49 | 0,10 | 0,14 | 0,52 | 0,64 | 297,200 | 296,960 | 2,80 | 1,20 | 0,6 | |
| 52 | 53 | 6 | 0,010 | 2,63 | 1,84 | 33,50 | 0,02 | 0,04 | 0,38 | 0,47 | 0,09 | 0,13 | 0,70 | 0,87 | 296,280 | 296,000 | 1,88 | 1,20 | 0,6 | |
| 53 | 54 | 6 | 0,010 | 10,23 | 3,62 | 66,05 | 0,02 | 0,04 | 0,38 | 0,47 | 0,09 | 0,13 | 1,39 | 1,70 | 296,000 | 293,350 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| 54 | 8 | 6 | 0,010 | 2,86 | 1,91 | 34,93 | 0,05 | 0,09 | 0,51 | 0,63 | 0,15 | 0,21 | 0,98 | 1,20 | 293,350 | 292,110 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| Ramal 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 55 | 56 | 6 | 0,010 | 1,50 | 1,39 | 25,28 | 0,03 | 0,06 | 0,44 | 0,54 | 0,12 | 0,16 | 0,61 | 0,75 | 283,430 | 282,780 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| 56.1 | 56 | 6 | 0,010 | 8,33 | 3,27 | 59,60 | 0,02 | 0,04 | 0,41 | 0,50 | 0,10 | 0,14 | 1,33 | 1,63 | 289,890 | 282,780 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| 56 | 10 | 6 | 0,010 | 0,27 | 0,59 | 10,72 | 0,28 | 0,55 | 0,86 | 1,03 | 0,36 | 0,53 | 0,50 | 0,60 | 282,780 | 282,620 | 1,20 | 1,58 | 0,6 | |
| Ramal 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 57 | 58 | 6 | 0,010 | 7,94 | 3,19 | 58,20 | 0,01 | 0,02 | 0,32 | 0,40 | 0,07 | 0,10 | 1,03 | 1,28 | 299,150 | 293,250 | 3,40 | 1,20 | 0,6 | |
| 58 | 59 | 6 | 0,010 | 10,43 | 3,66 | 66,70 | 0,01 | 0,03 | 0,36 | 0,44 | 0,08 | 0,12 | 1,30 | 1,61 | 293,250 | 290,450 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| 59.1 | 59 | 6 | 0,010 | 0,51 | 0,81 | 14,75 | 0,07 | 0,15 | 0,58 | 0,71 | 0,18 | 0,26 | 0,47 | 0,58 | 290,110 | 289,850 | 1,20 | 1,80 | 0,6 | |
| 59 | 60 | 6 | 0,010 | 8,93 | 3,38 | 61,73 | 0,03 | 0,07 | 0,46 | 0,57 | 0,13 | 0,18 | 1,57 | 1,93 | 289,850 | 286,940 | 1,80 | 1,20 | 0,6 | |
| 60.1 | 60 | 6 | 0,010 | 0,71 | 0,95 | 17,35 | 0,05 | 0,11 | 0,54 | 0,66 | 0,16 | 0,22 | 0,51 | 0,63 | 287,340 | 286,940 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| 60 | 61 | 6 | 0,010 | 9,16 | 3,43 | 62,50 | 0,05 | 0,10 | 0,52 | 0,64 | 0,15 | 0,21 | 1,78 | 2,18 | 286,940 | 283,960 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| 61 | 62 | 6 | 0,010 | 0,22 | 0,53 | 9,68 | 0,33 | 0,66 | 0,90 | 1,07 | 0,40 | 0,59 | 0,48 | 0,57 | 283,960 | 283,800 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| 62 | 10 | 6 | 0,010 | 0,85 | 1,05 | 19,07 | 0,21 | 0,41 | 0,79 | 0,95 | 0,31 | 0,45 | 0,83 | 1,00 | 283,800 | 283,000 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |
| Ramal 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 63 | 64 | 6 | 0,010 | 1,68 | 1,47 | 26,78 | 0,03 | 0,06 | 0,45 | 0,56 | 0,12 | 0,17 | 0,66 | 0,82 | 273,090 | 272,160 | 1,20 | 1,20 | 0,6 | |

Continuación de la tabla V.

| PV | | Ø Tub. (pulg.) | n | S tub. % | Sección llena | | q/Q | | v/V | | d/D | | v (m/s) | | Cotas invert | | H (m) | | Ancho de zanja (m) |
|-----------------|----|----------------|-------|----------|---------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------------|---------|--------|---------|--------------------|
| De | A | | | | V (m/s) | Q(lts/s) | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Salida | Entrada | Salida | Entrada | |
| 64 | 65 | 6 | 0,010 | 2,99 | 1,96 | 35,69 | 0,04 | 0,09 | 0,50 | 0,61 | 0,14 | 0,20 | 0,97 | 1,19 | 272,160 | 270,190 | 1,20 | 1,20 | 0,6 |
| 65.1 | 65 | 6 | 0,010 | 7,60 | 3,12 | 56,93 | 0,03 | 0,06 | 0,44 | 0,54 | 0,12 | 0,16 | 1,37 | 1,70 | 277,590 | 270,190 | 1,20 | 1,20 | 0,6 |
| 65 | 13 | 6 | 0,010 | 2,61 | 1,83 | 33,38 | 0,10 | 0,20 | 0,64 | 0,78 | 0,21 | 0,30 | 1,17 | 1,42 | 270,190 | 269,240 | 1,20 | 1,22 | 0,6 |
| Ramal 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 66 | 67 | 6 | 0,010 | 3,88 | 2,23 | 40,70 | 0,02 | 0,04 | 0,38 | 0,47 | 0,09 | 0,13 | 0,85 | 1,05 | 281,730 | 280,180 | 3,20 | 1,20 | 0,6 |
| 67.1 | 67 | 6 | 0,010 | 0,95 | 1,11 | 20,18 | 0,02 | 0,05 | 0,42 | 0,51 | 0,11 | 0,15 | 0,46 | 0,57 | 280,050 | 279,630 | 1,20 | 1,75 | 0,6 |
| 67 | 68 | 6 | 0,010 | 5,06 | 2,55 | 46,47 | 0,03 | 0,06 | 0,44 | 0,54 | 0,12 | 0,16 | 1,12 | 1,37 | 279,630 | 278,830 | 1,75 | 1,20 | 0,6 |
| 68.1 | 68 | 6 | 0,010 | 0,93 | 1,09 | 19,93 | 0,02 | 0,05 | 0,42 | 0,52 | 0,11 | 0,15 | 0,46 | 0,56 | 278,870 | 278,470 | 1,20 | 1,56 | 0,6 |
| 68 | 69 | 6 | 0,010 | 5,94 | 2,76 | 50,32 | 0,04 | 0,08 | 0,48 | 0,59 | 0,14 | 0,19 | 1,34 | 1,64 | 278,470 | 276,600 | 1,56 | 1,20 | 0,6 |
| 69.1 | 69 | 6 | 0,010 | 1,25 | 1,27 | 23,11 | 0,01 | 0,02 | 0,33 | 0,40 | 0,07 | 0,10 | 0,41 | 0,51 | 276,510 | 276,250 | 1,30 | 1,55 | 0,6 |
| 69 | 70 | 6 | 0,010 | 4,16 | 2,31 | 42,12 | 0,06 | 0,12 | 0,55 | 0,67 | 0,17 | 0,23 | 1,27 | 1,56 | 276,250 | 273,120 | 1,55 | 1,20 | 0,6 |
| 70 | 71 | 6 | 0,010 | 5,58 | 2,67 | 48,77 | 0,05 | 0,11 | 0,53 | 0,65 | 0,16 | 0,22 | 1,43 | 1,75 | 273,120 | 271,040 | 1,20 | 1,20 | 0,6 |
| 71 | 72 | 6 | 0,010 | 5,20 | 2,58 | 47,12 | 0,06 | 0,13 | 0,56 | 0,68 | 0,17 | 0,24 | 1,45 | 1,76 | 271,040 | 269,180 | 1,20 | 1,20 | 0,6 |
| 72 | 73 | 6 | 0,010 | 0,34 | 0,66 | 11,96 | 0,29 | 0,57 | 0,86 | 1,03 | 0,37 | 0,54 | 0,57 | 0,68 | 269,180 | 269,050 | 1,20 | 1,60 | 0,6 |
| 73 | 74 | 6 | 0,010 | 0,49 | 0,79 | 14,47 | 0,31 | 0,60 | 0,88 | 1,05 | 0,38 | 0,56 | 0,70 | 0,83 | 269,050 | 268,790 | 1,60 | 1,20 | 0,6 |
| 74 | 75 | 6 | 0,010 | 13,01 | 4,08 | 74,50 | 0,07 | 0,13 | 0,56 | 0,69 | 0,17 | 0,24 | 2,30 | 2,81 | 268,790 | 264,810 | 1,20 | 1,20 | 0,6 |
| 75 | 15 | 6 | 0,010 | 5,81 | 2,73 | 49,80 | 0,10 | 0,20 | 0,64 | 0,78 | 0,22 | 0,30 | 1,75 | 2,13 | 264,810 | 263,440 | 1,20 | 1,22 | 0,6 |
| Ramal 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76 | 77 | 6 | 0,010 | 5,29 | 2,60 | 47,50 | 0,02 | 0,04 | 0,38 | 0,47 | 0,09 | 0,13 | 0,99 | 1,22 | 263,520 | 258,800 | 3,20 | 1,20 | 0,6 |
| 77 | 78 | 6 | 0,010 | 10,59 | 3,68 | 67,21 | 0,02 | 0,04 | 0,38 | 0,47 | 0,09 | 0,13 | 1,40 | 1,73 | 258,200 | 255,630 | 1,80 | 1,20 | 0,6 |
| 78 | 19 | 6 | 0,010 | 5,04 | 2,54 | 46,37 | 0,04 | 0,08 | 0,48 | 0,59 | 0,13 | 0,19 | 1,22 | 1,50 | 255,630 | 253,680 | 1,20 | 1,20 | 0,6 |
| Ramal 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 79 | 80 | 6 | 0,010 | 0,93 | 1,09 | 19,95 | 0,02 | 0,05 | 0,42 | 0,52 | 0,11 | 0,15 | 0,46 | 0,57 | 264,120 | 263,350 | 1,20 | 1,70 | 0,6 |
| 80 | 81 | 6 | 0,010 | 0,96 | 1,11 | 20,25 | 0,05 | 0,09 | 0,51 | 0,63 | 0,15 | 0,21 | 0,57 | 0,70 | 263,350 | 262,750 | 1,70 | 1,20 | 0,6 |
| 81 | 82 | 6 | 0,010 | 1,13 | 1,20 | 21,96 | 0,09 | 0,17 | 0,61 | 0,75 | 0,20 | 0,28 | 0,73 | 0,90 | 262,750 | 261,880 | 1,20 | 1,20 | 0,6 |
| 82.1 | 82 | 6 | 0,010 | 0,93 | 1,09 | 19,89 | 0,02 | 0,05 | 0,42 | 0,52 | 0,11 | 0,15 | 0,46 | 0,56 | 261,700 | 261,280 | 1,20 | 1,80 | 0,6 |
| 82 | 83 | 6 | 0,010 | 0,52 | 0,82 | 14,87 | 0,17 | 0,34 | 0,75 | 0,90 | 0,28 | 0,40 | 0,61 | 0,74 | 261,280 | 261,140 | 1,80 | 1,30 | 0,6 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. Cálculo hidráulico de red 2

| PV | | Ø Tub. (pulg.) | n | S tub. % | Sección llena | | q/Q | | v/V | | d/D | | v (m/s) | | Cotas invert | | H (m) | | Ancho de zanja (m) |
|----------------|------|-------------------|-------|-------------|---------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------------|---------|--------|---------|-----------------------|
| De | A | | | | V (m/s) | Q (lts/s) | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Salida | Entrada | Salida | Entrada | |
| Ramal 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 6 | 0,010 | 7,49246 | 3,10 | 56,53 | 0,01 | 0,02 | 0,33 | 0,40 | 0,07 | 0,10 | 1,01 | 1,24 | 297,440 | 292,220 | 1,20 | 1,20 | 0,60 |
| 2 | 3 | 6 | 0,010 | 9,41423 | 3,47 | 63,37 | 0,02 | 0,03 | 0,38 | 0,46 | 0,09 | 0,13 | 1,30 | 1,61 | 292,220 | 288,620 | 1,20 | 1,20 | 0,60 |
| 3.1 | 3 | 6 | 0,010 | 1,05282 | 1,16 | 21,19 | 0,01 | 0,03 | 0,36 | 0,44 | 0,08 | 0,12 | 0,41 | 0,51 | 289,020 | 288,420 | 1,20 | 1,40 | 0,60 |
| 3.2 | 3 | 6 | 0,010 | 0,89508 | 1,07 | 19,54 | 0,01 | 0,02 | 0,32 | 0,40 | 0,07 | 0,10 | 0,35 | 0,43 | 288,800 | 288,620 | 1,20 | 1,20 | 0,60 |
| 3 | 4 | 6 | 0,010 | 10,3596 | 3,64 | 66,48 | 0,02 | 0,05 | 0,41 | 0,51 | 0,11 | 0,15 | 1,51 | 1,85 | 288,420 | 287,210 | 1,40 | 1,30 | 0,60 |
| 4.1 | 4 | 6 | 0,010 | 0,64031 | 0,91 | 16,53 | 0,03 | 0,06 | 0,45 | 0,55 | 0,12 | 0,17 | 0,40 | 0,50 | 287,510 | 287,110 | 1,20 | 1,40 | 0,60 |
| 4 | 5 | 6 | 0,010 | 16,7963 | 4,64 | 84,64 | 0,03 | 0,05 | 0,43 | 0,53 | 0,11 | 0,16 | 2,01 | 2,47 | 287,110 | 279,550 | 1,40 | 1,20 | 0,60 |
| 5.1 | 5 | 6 | 0,010 | 5,38267 | 2,63 | 47,92 | 0,01 | 0,02 | 0,32 | 0,40 | 0,07 | 0,10 | 0,85 | 1,05 | 282,750 | 279,550 | 1,90 | 1,20 | 0,60 |
| 5 | 6 | 6 | 0,010 | 10,0746 | 3,59 | 65,56 | 0,05 | 0,09 | 0,51 | 0,63 | 0,15 | 0,21 | 1,84 | 2,26 | 279,550 | 276,310 | 1,20 | 1,20 | 0,60 |
| 6.1 | 6 | 6 | 0,010 | 6,87735 | 2,97 | 54,16 | 0,03 | 0,05 | 0,42 | 0,52 | 0,11 | 0,15 | 1,26 | 1,55 | 280,880 | 276,310 | 1,20 | 1,20 | 0,60 |
| 6 | 7 | 6 | 0,010 | 4,70588 | 2,46 | 44,80 | 0,10 | 0,20 | 0,65 | 0,78 | 0,22 | 0,31 | 1,59 | 1,93 | 276,310 | 274,950 | 1,20 | 1,20 | 0,60 |
| 7.1 | 7 | 6 | 0,010 | 7,60572 | 3,12 | 56,96 | 0,01 | 0,02 | 0,32 | 0,40 | 0,07 | 0,10 | 1,01 | 1,25 | 276,870 | 274,370 | 2,50 | 1,20 | 0,60 |
| 7 | 8 | 6 | 0,010 | 11,4308 | 3,83 | 69,83 | 0,08 | 0,16 | 0,60 | 0,73 | 0,19 | 0,27 | 2,28 | 2,78 | 274,370 | 270,000 | 1,20 | 1,20 | 0,60 |
| 8.1 | 8.2 | 6 | 0,010 | 0,98191 | 1,12 | 20,47 | 0,04 | 0,08 | 0,48 | 0,59 | 0,13 | 0,19 | 0,54 | 0,67 | 275,430 | 275,050 | 1,20 | 1,20 | 0,60 |
| 8.2 | 8 | 6 | 0,010 | 12,6376 | 4,03 | 73,42 | 0,02 | 0,04 | 0,39 | 0,48 | 0,09 | 0,13 | 1,55 | 1,91 | 275,050 | 270,000 | 1,20 | 1,20 | 0,60 |
| 8 | 9 | 6 | 0,010 | 6,51347 | 2,89 | 52,71 | 0,15 | 0,29 | 0,72 | 0,87 | 0,26 | 0,37 | 2,07 | 2,50 | 270,000 | 265,550 | 1,20 | 1,40 | 0,60 |
| Ramal 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 11 | 6 | 0,010 | 0,89241 | 1,07 | 19,51 | 0,06 | 0,13 | 0,56 | 0,69 | 0,17 | 0,24 | 0,60 | 0,74 | 274,450 | 273,910 | 1,20 | 1,20 | 0,60 |
| 11 | 12 | 6 | 0,010 | 17,5807 | 4,75 | 86,60 | 0,02 | 0,04 | 0,39 | 0,48 | 0,10 | 0,13 | 1,84 | 2,27 | 273,910 | 269,390 | 1,20 | 1,20 | 0,60 |
| 12.1 | 12 | 6 | 0,010 | 1,7495 | 1,50 | 27,32 | 0,05 | 0,09 | 0,51 | 0,62 | 0,15 | 0,21 | 0,76 | 0,93 | 270,520 | 269,390 | 1,20 | 1,20 | 0,60 |
| 12 | 13 | 6 | 0,010 | 15,9091 | 4,52 | 82,38 | 0,04 | 0,07 | 0,48 | 0,58 | 0,13 | 0,18 | 2,15 | 2,63 | 269,390 | 266,800 | 1,20 | 1,20 | 0,60 |
| 13 | 14 | 6 | 0,010 | 7,06388 | 3,01 | 54,89 | 0,06 | 0,11 | 0,54 | 0,66 | 0,16 | 0,23 | 1,62 | 1,99 | 266,800 | 265,650 | 1,20 | 1,20 | 0,60 |
| 14.1 | 14.2 | 6 | 0,010 | 9,0144 | 3,40 | 62,01 | 0,03 | 0,06 | 0,44 | 0,54 | 0,12 | 0,16 | 1,49 | 1,83 | 270,980 | 266,910 | 1,20 | 1,20 | 0,60 |
| 14.2 | 14 | 6 | 0,010 | 3,12268 | 2,00 | 36,50 | 0,07 | 0,13 | 0,57 | 0,70 | 0,18 | 0,25 | 1,14 | 1,39 | 266,910 | 265,650 | 1,20 | 1,20 | 0,60 |
| 14 | 9 | 6 | 0,010 | 0,32216 | 0,64 | 11,72 | 0,41 | 0,81 | 0,95 | 1,11 | 0,45 | 0,68 | 0,61 | 0,72 | 265,650 | 265,550 | 1,20 | 1,40 | 0,60 |
| Ramal 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 16 | 6 | 0,010 | 6,12337 | 2,80 | 51,11 | 0,01 | 0,02 | 0,32 | 0,39 | 0,07 | 0,10 | 0,89 | 1,10 | 269,480 | 266,760 | 2,80 | 1,20 | 0,60 |
| 16 | 9 | 6 | 0,010 | 2,80808 | 1,90 | 34,61 | 0,03 | 0,05 | 0,43 | 0,52 | 0,11 | 0,15 | 0,81 | 0,99 | 266,760 | 265,550 | 1,20 | 1,40 | 0,60 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Cálculo hidráulico de red 3

| PV | | Ø Tub. (pulg.) | n | S tub. % | Sección llena | | q/Q | | v/V | | d/D | | v (m/s) | | Cotas invert | | H (m) | | Ancho de zanja (m) |
|----------------|----|----------------|-------|----------|---------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------------|---------|--------|---------|--------------------|
| De | A | | | | V (m/s) | Q (lts/s) | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Actual | Futuro | Salida | Entrada | Salida | Entrada | |
| Ramal 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 6 | 0,010 | 4,6275 | 2,44 | 44,43 | 0,01 | 0,02 | 0,33 | 0,40 | 0,07 | 0,10 | 0,79 | 0,98 | 260,650 | 258,650 | 2,50 | 1,20 | 0,6 |
| 2 | 3 | 6 | 0,010 | 0,6881 | 0,94 | 17,13 | 0,03 | 0,05 | 0,43 | 0,54 | 0,11 | 0,16 | 0,41 | 0,50 | 258,650 | 258,590 | 1,20 | 1,25 | 0,6 |
| 3 | 4 | 6 | 0,010 | 0,7117 | 0,96 | 17,42 | 0,03 | 0,06 | 0,45 | 0,56 | 0,12 | 0,17 | 0,43 | 0,53 | 258,590 | 258,450 | 1,25 | 2,75 | 0,6 |
| 4.1 | 4 | 6 | 0,010 | 2,4649 | 1,78 | 32,43 | 0,02 | 0,03 | 0,37 | 0,46 | 0,09 | 0,13 | 0,66 | 0,82 | 259,980 | 259,050 | 1,20 | 2,15 | 0,6 |
| 4 | 5 | 6 | 0,010 | 23,195 | 5,45 | 99,47 | 0,01 | 0,03 | 0,36 | 0,44 | 0,08 | 0,12 | 1,94 | 2,40 | 258,450 | 246,370 | 2,75 | 1,20 | 0,6 |
| 5 | 6 | 6 | 0,010 | 24,358 | 5,59 | 101,93 | 0,02 | 0,04 | 0,38 | 0,47 | 0,09 | 0,13 | 2,13 | 2,62 | 246,370 | 241,530 | 1,20 | 1,20 | 0,6 |
| 6 | 7 | 6 | 0,010 | 5,8721 | 2,74 | 50,05 | 0,04 | 0,09 | 0,50 | 0,61 | 0,14 | 0,20 | 1,36 | 1,67 | 241,530 | 238,490 | 1,20 | 1,20 | 0,6 |
| 7 | 8 | 6 | 0,010 | 4,158 | 2,31 | 42,12 | 0,11 | 0,21 | 0,65 | 0,79 | 0,22 | 0,31 | 1,50 | 1,82 | 238,490 | 236,890 | 1,20 | 1,20 | 0,6 |
| 8 | 9 | 6 | 0,010 | 3,7818 | 2,20 | 40,16 | 0,12 | 0,24 | 0,68 | 0,82 | 0,24 | 0,33 | 1,49 | 1,81 | 236,890 | 234,900 | 1,20 | 1,20 | 0,6 |
| Ramal 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 11 | 6 | 0,010 | 2,0501 | 1,62 | 29,57 | 0,01 | 0,02 | 0,33 | 0,40 | 0,07 | 0,10 | 0,53 | 0,65 | 264,020 | 263,390 | 2,60 | 1,40 | 0,6 |
| 11 | 12 | 6 | 0,010 | 8,067 | 3,22 | 58,66 | 0,01 | 0,02 | 0,33 | 0,40 | 0,07 | 0,10 | 1,05 | 1,29 | 262,790 | 260,190 | 2,00 | 1,20 | 0,6 |
| 12.1 | 12 | 6 | 0,010 | 0,710 | 0,95 | 17,40 | 0,04 | 0,08 | 0,49 | 0,60 | 0,14 | 0,19 | 0,46 | 0,57 | 260,250 | 259,990 | 1,20 | 1,40 | 0,6 |
| 12 | 13 | 6 | 0,010 | 13,043 | 4,09 | 74,59 | 0,02 | 0,03 | 0,38 | 0,46 | 0,09 | 0,13 | 1,55 | 1,90 | 259,990 | 259,450 | 1,40 | 1,20 | 0,6 |
| 13.1 | 13 | 6 | 0,010 | 3,3557 | 2,07 | 37,83 | 0,01 | 0,02 | 0,32 | 0,40 | 0,07 | 0,10 | 0,67 | 0,83 | 261,450 | 259,450 | 2,00 | 1,20 | 0,6 |
| 13 | 14 | 6 | 0,010 | 24,867 | 5,65 | 102,99 | 0,02 | 0,04 | 0,38 | 0,47 | 0,09 | 0,13 | 2,16 | 2,66 | 259,450 | 252,450 | 1,20 | 1,20 | 0,6 |
| 14 | 15 | 6 | 0,010 | 20,391 | 5,11 | 93,26 | 0,02 | 0,04 | 0,41 | 0,50 | 0,10 | 0,14 | 2,09 | 2,57 | 252,450 | 240,460 | 1,20 | 1,20 | 0,6 |
| 15 | 7 | 6 | 0,010 | 12,892 | 4,07 | 74,16 | 0,03 | 0,06 | 0,44 | 0,54 | 0,12 | 0,16 | 1,78 | 2,19 | 240,460 | 237,910 | 1,20 | 1,20 | 0,6 |
| Ramal 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 15 | 6 | 0,010 | 1,5417 | 1,41 | 25,64 | 0,02 | 0,04 | 0,40 | 0,50 | 0,10 | 0,14 | 0,56 | 0,70 | 236,840 | 236,320 | 1,20 | 1,20 | 0,6 |
| 15 | 16 | 6 | 0,010 | 5,4022 | 2,63 | 48,00 | 0,03 | 0,06 | 0,44 | 0,54 | 0,12 | 0,16 | 1,15 | 1,42 | 236,320 | 232,700 | 1,20 | 1,20 | 0,6 |

Fuente: elaboración propia.

2.1.5.13. Ejemplo de diseño de un tramo

Parámetros de diseño:

- Tipo de sistema: por gravedad
- Periodo de diseño (N): 30 años
- Habitantes por vivienda: 6 habitantes
- Tasa de crecimiento (r): 2,4 %
- Dotación: 200 lts/hab/día
- Factor de retorno: 85 %
- Tipo de tubería: PVC
- Coeficiente de rugosidad (n): 0,010

Datos iniciales del tramo PV-6 a PV-7, red 1:

- Cota de terreno inicial: 307,78
- Cota de terreno final: 298,93
- Distancia horizontal del tramo: 83,15 m.
- Núm. de casas acumuladas del tramo anterior: 112 casas
- Núm. de casas local: 10 casas
- Factor de caudal medio (fqm): 0,005

Cálculos:

- Pendiente del terreno: es la diferencia de la cota de terreno inicial y la cota de terreno final sobre la distancia horizontal.

$$S = \frac{307,78 - 298,93}{83,15} * 100 = 10,64 \%$$

- Número de casa acumuladas: es la suma de número de casas del tramo anterior más el número de casas local.

$$\text{Núm. casas acum.} = 112 + 10 = 122 \text{ casas}$$

- Habitantes a servir actual: es la cantidad de habitantes para la que se diseña el tramo hoy, según la población presente del censo realizado. Se multiplica los habitantes por vivienda y el número de casas acumuladas.

$$\text{Hab. a servir actual} = 6 * 122 = 732 \text{ hab.}$$

- Habitantes a servir futura: es la cantidad de habitantes para la que se diseña el tramo a futuro, según los habitantes a servir actual, periodo de diseño (N) y tasa de crecimiento poblacional (r). Se calcula por el método geométrico de la siguiente forma:

$$\text{Hab. a servir futura} = \text{Hab. a servir actual} * (1 + r)^N$$

$$\text{Hab. a servir futura} = 732 * (1 + 0,024)^{30} = 1492 \text{ hab.}$$

- Caudal de diseño

$$Q_{dis} = \text{Núm. hab.} * f_{qm} * FH$$

- Caudal domiciliar

$$Q_{dom} = \frac{\text{Dot.} * \text{núm. hab.} * FR}{86\ 400}$$

Actual

$$Q_{\text{dom}} = \frac{200 * 732 * 0,85}{86\ 400} = 1,4403 \text{ lts/s}$$

Futuro

$$Q_{\text{dom}} = \frac{200 * 1492 * 0,85}{86\ 400} = 2,9356 \text{ lts/s}$$

Para el diseño de este proyecto el caudal comercial y el industrial no se toman en cuenta debido que no existe comercio u industria en el área donde se realizará el alcantarillado sanitario.

- Caudal de conexiones ilícitas.

$$Q_{\text{ci}} = 10 \% * Q_{\text{dom}}$$

Actual

$$Q_{\text{ci}} = 10 \% * 1,4403 = 0,1440 \text{ lts/s}$$

Futuro

$$Q_{\text{ci}} = 10 \% * 2,9356 = 0,2936 \text{ lts/s}$$

- Caudal de infiltración: la tubería esta sobre el nivel freático.

$$Q_{\text{inf}} = 0,01 * \emptyset$$

$$Q_{\text{inf}} = 0,01 * 6 = 0,06 \text{ lts/s}$$

- Caudal sanitario

$$Q_S = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{c.i.}}$$

Actual

$$Q_S = 1,4403 + 0,06 + 0,1440 = 1,6443 \text{ lts/s}$$

Futuro

$$Q_S = 2,9356 + 0,06 + 0,2936 = 3,2892 \text{ lts/s}$$

- Factor de Harmon

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

Actual

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{732}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{732}{1\,000}}} = 3,8833$$

Futuro

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{1\,492}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{1\,492}{1\,000}}} = 3,6812$$

El caudal de diseño para la red 1 de alcantarillado sanitario es:

Actual

$$Q_{dis} = 732 * 0,005 * 3,8833 = 13,076 \text{ lts/s}$$

Futuro

$$Q_{dis} = 1492 * 0,005 * 3,6812 = 25,265 \text{ lts/s}$$

- Diseño hidráulico
 - Velocidad a sección llena

$$V = \left(\frac{0,03429}{n} \right) * \phi^{2/3} * S^{1/2}$$

$$\phi = 6''$$

$$S_{tub.} = 0,1064 \text{ m/m}$$

La pendiente de la tubería sigue la pendiente natural del terreno pero esto puede cambiar para que cumpla con los parámetros de velocidad y tirante.

$$V = \left(\frac{0,03429}{0,01} \right) * (6)^{2/3} * (0,1064)^{1/2} = 3,69 \text{ m/s}$$

- Caudal a sección llena

$$Q = V * \pi * \frac{\phi^2}{4} * 1\,000$$

$$\varnothing = 6''$$

$$S_{\text{tub.}} = 0,1524 \text{ m}$$

$$Q = 3,69 * \pi * \frac{(0,1524)^2}{4} * 1\,000 = 67,38 \text{ lts/s}$$

- Relaciones hidráulicas

Relación de caudales

Actual

$$\frac{Q_{\text{dis}}}{Q} = \frac{13,076}{67,38} = 0,19406$$

Futura

$$\frac{Q_{\text{dis}}}{Q} = \frac{25,265}{67,38} = 0,37496$$

De la tabla de relaciones hidráulicas se tiene:

- Tirante

Actual

$$\frac{d}{D} = 0,2980$$

Futuro

$$\frac{d}{D} = 0,4240$$

Ambos tirantes se encuentran dentro de los parámetros establecidos para el diseño.

- Velocidad de diseño

Actual

$$\frac{V_{\text{dis}}}{V} = 0,7733 \rightarrow V_{\text{dis}} = 0,7733 * 3,69 = 2,86 \text{ m/s}$$

Futura

$$\frac{V_{\text{dis}}}{V} = 0,9281 \rightarrow V_{\text{dis}} = 0,9281 * 3,69 = 3,43 \text{ m/s}$$

Ambas velocidades se encuentran dentro de los parámetros establecidos para el diseño.

- Altura de pozo (H): se utilizará una altura de 1,20 metros como mínimo.
- Cotas invert (C.I.)

Cota invert de salida (C.I.S.)

$$\text{C.I.S.} = \text{Cota de terreno inicial} - H$$

H = 1,20 metros

$$C.I.S. = 307,78 - 1,20 = 306,58 \text{ m}$$

Cota invert de entrada (C.I.E.)

$$C.I.E. = \text{Cota de terreno final} - H$$

H = 1,20 metros

$$C.I.E. = 298,93 - 1,20 = 297,73 \text{ m}$$

2.1.5.14. Propuesta de tratamiento

El sistema de alcantarillado sanitario descargará las aguas residuales en una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) para su depuración, y así, evitar enfermedades y conservar el medio ambiente.

Se propone la localización de las plantas de tratamiento en el plano de planta general de cada red adjuntado en los apéndices.

2.1.5.15. Operación y mantenimiento

El servicio de operación y mantenimiento que se le dará al sistema de alcantarillado sanitario contribuye a que sea eficiente, eficaz y sostenible. Por esta razón es importante conocer los servicios básicos.

Como primer paso es importante disponer de planos actualizados del sistema para ubicar cada parte del mismo y debe contar con los datos correspondientes de cada uno como diámetro, material, altura y otros.

La cantidad de personas debe ser de acuerdo a la extensión del sistema, además, el personal debe ser capacitado física y mentalmente para evitar accidentes o protegerse de algún posible daño. Se debe contar también con el equipo de seguridad y herramientas de mantenimiento correspondiente para alcantarillas.

Problemas más frecuentes:

- **Obstrucciones:** las causas más frecuentes son las grasas, plásticos, raíces, piedras, arena trapos y vidrios. Estas obstrucciones se remueven por medio de lavados, extracción de la materia o aplicando algún tipo de sustancia. Por otro lado, es importante educar a las personas para que no arrojen basura en la calle.
- **Pérdida de capacidad:** este problema se puede dar cuando hay viviendas que no hacen uso de servicio de alcantarillado, por lo que se tendrá un caudal bajo. Generalmente ocurre cuando se forma una capa de sedimentos en los colectores mayormente donde se tiene una pendiente o velocidad baja.
- **Roturas:** generalmente ocurren cuando la tubería del sistema no se coloca sobre una cama de apoyo sino sobre un suelo rocoso, cuando no tienen suficiente recubrimiento pueden colapsar debido a la sobrecarga que se somete.

- Vandalismo: para evitar este problema se deben sellar las tapas con asfalto y arena o concreto de ser necesario, ya que lo más usual es el robo de las tapaderas de las cámaras de inspección.

La municipalidad es la responsable de la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado. Debe asegurar y verificar que la construcción coincida con el diseño del proyecto y una buena ejecución de la obra.

Debe realizar una inspección rutinaria para evaluar el funcionamiento de cada parte del sistema. Dando a conocer los siguiente:

- Vejez o antigüedad de la tubería.
- Grado de corrosión interna o externa.
- Formación de sólidos en el fondo, infiltraciones o fugas anormales.
- Penetración de raíces de la tubería.
- Limitación en la capacidad de transporte de las aguas residuales.
- Existencia de tapaderas de pozos de visita y su estado interno.

Existen dos tipos para el mantenimiento de sistemas de alcantarillas.

- Mantenimiento preventivo: es el mantenimiento que se le da al sistema antes de que ocurra algún problema o daño. Para mantener su funcionamiento normal se realiza una limpieza periódicamente. La limpieza puede realizarse manual, mecánicamente o una combinación de ambos.

Tipos de limpieza manuales

- Limpieza por raspadura manual

- Limpieza con un balón de acero
- Torno manual
- Dragado manual

Tipos de limpieza mecánicos

- Camión de limpieza por medio de alta presión
 - Camión para remover lodos usando el vacío
 - Camión para limpieza con herramientas de cubo
- Mantenimiento correctivo: este mantenimiento corrige algún problema durante el funcionamiento del sistema de alcantarillado.
 - Atoros
 - Rehabilitación de colectores
 - Construcción y reconstrucción de pozos de visita
 - Cambio y reposición de tapaderas de pozos de visita

2.1.5.16. Presupuesto del proyecto

Este proyecto será financiado por la Municipalidad de Villa Canales. El presupuesto se realizó tomando en cuenta todos los renglones de trabajo, materiales y equipos necesarios para la ejecución del sistema de drenaje para el cantón el Pedrero.

Se integran costos unitarios y los costos indirectos que incluyen imprevistos, costos de administración, gastos legales, financiamiento y utilidad.

Tabla VIII. Resumen de presupuesto de la red 1

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 1

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

Fecha: agosto 2017

| Núm. | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Total |
|--------------|------------------------------------|--------|----------|-----------------|----------------------|
| 1,00 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | Q186 215,88 |
| 1,01 | Trazo línea de colector | ML | 5 384,58 | Q1,50 | Q8 076,87 |
| 1,02 | Demolición de concreto | M2 | 1 511,65 | Q110,31 | Q166 750,25 |
| 1,03 | Demolición de adoquín | M2 | 309,73 | Q36,77 | Q11 388,76 |
| 2,00 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | Q718 220,35 |
| 2,01 | Excavación de zanja | M3 | 5 054,67 | Q56,77 | Q286 930,91 |
| 2,02 | Relleno de zanja (incluye retiro) | M3 | 3 546,30 | Q121,62 | Q431 289,45 |
| 3,00 | COLECTOR | | | | Q1,997,345,65 |
| 3,01 | Tubería PVC 6" ASTM 3034 | ML | 4 551,94 | Q340,56 | Q1 550 222,07 |
| 3,02 | Tubería PVC 8" ASTM 3034 | ML | 578,91 | Q407,05 | Q235 646,21 |
| 3,03 | Tubería PVC 10" ASTM 3034 | ML | 36,53 | Q562,50 | Q20 548,26 |
| 3,04 | Tubería PVC 15" ASTM 3034 | ML | 217,2 | Q879,05 | Q190 929,11 |
| 4,00 | POZO DE VISITA | | | | Q1 065 711,69 |
| 4,01 | Pozo de visita (Hprom.= 1,52m) | U | 114 | Q9 348,35 | Q1 065 711,69 |
| 5,00 | CONEXIONES DOMICILIARES | | | | Q684 772,37 |
| 5,01 | Conexiones domiciliars de 6" a 4" | U | 500 | Q1 069,94 | Q534 967,50 |
| 5,02 | Conexiones domiciliars de 8" a 4" | U | 58 | Q1 485,89 | Q86 181,54 |
| 5,03 | Conexiones domiciliars de 10" a 4" | U | 1 | Q1 957,55 | Q1 957,55 |
| 5,04 | Conexiones domiciliars de 15" a 4" | U | 23 | Q2 681,12 | Q61 665,77 |
| 6,00 | REPOSICIÓN DE PAVIMENTO | | | | Q412 055,40 |
| 6,01 | Reposición de concreto | M2 | 1 511,65 | Q248,55 | Q375 715,36 |
| 6,02 | Reposición de adoquín | M2 | 309,73 | Q117,33 | Q36 340,04 |
| TOTAL | | | | | Q5 064 321,33 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Resumen de presupuesto de la red 2**

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 2

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

Fecha: agosto 2017

| Núm. | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Total |
|--------------|-------------------------------------|--------|----------|-----------------|----------------------|
| 1,00 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | Q44 679,69 |
| 1,01 | Trazo línea de colector | ML | 1 096,63 | Q1,50 | Q1 644,95 |
| 1,02 | Demolición de concreto | M2 | 342,66 | Q110,31 | Q37 798,77 |
| 1,03 | Demolición de adoquín | M2 | 142,398 | Q36,77 | Q5 235,97 |
| 2,00 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | Q131 659,53 |
| 2,01 | Excavación de zanja | M3 | 926,12 | Q57,14 | Q52 921,38 |
| 2,02 | Relleno de zanja (incluye retiro) | M3 | 637,28 | Q123,55 | Q78 738,16 |
| 3,00 | COLECTOR | | | | Q80 102,97 |
| 3,01 | Tubería PVC 6" ASTM 3034 | ML | 1 096,63 | Q737,81 | Q809 102,97 |
| 4,00 | POZO DE VISITA | | | | Q199 075,63 |
| 4,01 | Pozo de visita (Hprom.= 1,36m) | U | 27 | Q7 373,17 | Q199 075,63 |
| 5,00 | CONEXIONES DOMICILIARES | | | | Q117 307,50 |
| 5,01 | Conexiones domiciliarias de 6" a 4" | U | 148 | Q792,62 | Q117 307,50 |
| 6,00 | REPOSICIÓN DE PAVIMENTO | | | | Q155 624,48 |
| 6,01 | Reposición de concreto | M2 | 342,66 | Q405,41 | Q138 917,91 |
| 6,02 | Reposición de adoquín | M2 | 142,398 | Q117,32 | Q16 706,58 |
| TOTAL | | | | | Q1 457 449,81 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Resumen de presupuesto de la red 3**

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 3

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

Fecha: agosto 2017

| Núm. | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Total |
|--------------|-----------------------------------|--------|----------|-----------------|--------------------|
| 1,00 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | Q21 928,05 |
| 1,01 | Trazo línea de colector | ML | 694,95 | Q1,50 | Q1 042,43 |
| 1,02 | Demolición de concreto | M2 | 189,34 | Q110,31 | Q20 885,63 |
| 2,00 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | Q91 311,97 |
| 2,01 | Excavación de zanja | M3 | 640,91 | Q56,83 | Q36 420,44 |
| 2,02 | Relleno de zanja (incluye retiro) | M3 | 458,72 | Q119,66 | Q54 891,54 |
| 3,00 | COLECTOR | | | | Q236 795,73 |
| 3,01 | Tubería PVC 6" ASTM 3034 | ML | 694,95 | Q340,74 | Q236 795,73 |
| 4,00 | POZO DE VISITA | | | | Q164 975,60 |
| 4,01 | Pozo de visita (Hprom.= 1,49m) | U | 21 | Q7 855,98 | Q164 975,60 |
| 5,00 | CONEXIONES DOMICILIARES | | | | Q69 127,53 |
| 5,01 | Conexiones domiciliars de 6" a 4" | U | 87 | Q794,57 | Q69 127,53 |
| 6,00 | REPOSICIÓN DE PAVIMENTO | | | | Q47 207,76 |
| 6,01 | Reposición de concreto | M2 | 189,34 | Q249,33 | Q47 207,76 |
| TOTAL | | | | | Q631 346,64 |

Fuente: elaboración propia.

2.1.5.17. Evaluación socioeconómica

Es el análisis de la factibilidad económica y social del proyecto. Económicamente se pretende recuperar la inversión a mediano o largo plazo y socialmente se quiere que la población sea la beneficiaria.

Para este análisis se realizó el valor presente neto y la tasa interna de retorno.

2.1.5.17.1. Valor presente neto

Este método ayuda en la toma de decisiones de inversión, permite determinar si una inversión vale la pena o no realizarla. Traslada los ingresos y egresos anuales, incluyendo la inversión inicial a un valor presente que se conoce como valor presente neto (VPN).

Como resultado del análisis se pueden obtener tres posibles respuestas:

- VPN < 0, el resultado es un valor negativo que dependiendo que tan alejado esta de 0, indica que el proyecto no es rentable.
- VPN = 0, indica que se genera el porcentaje de utilidad que se desea. No hay ganancias ni pérdidas.
- VPN > 0, indica que el proyecto es rentable.

Cálculo VPN para la red 1:

El costo inicial del proyecto es de Q5 064 321,33, tomando una inversión inicial de Q500 000,00, ingreso por conexión de cada casa de Q1 200,00 y costo por mantenimiento de alcantarillado de Q12 000,00 anual. Con un periodo de diseño de 30 años y una tasa de interés de 15 %.

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= -5\,064\,321,33 + 500\,000 - 12\,000(1 + 0,15)^{30} + 23\,280(1 + 0,15)^{30} \\ \text{VPN} &= -3\,817\,452,54 \end{aligned}$$

Cálculo VPN para la red 2:

El costo inicial del proyecto es de Q1 457 449,81 tomando una inversión inicial de Q400 000,00, ingreso por conexión de cada casa de Q1 200,00 y costo por mantenimiento de alcantarillado de Q12 000,00 anual. Con un periodo de diseño de 30 años y una tasa de interés de 15 %.

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= -1\,457\,449,81 + 400\,000 - 12\,000(1 + 0,15)^{30} + 5\,920(1 + 0,15)^{30} \\ \text{VPN} &= -1\,460\,017,38 \end{aligned}$$

Cálculo VPN para la red 3:

El costo inicial del proyecto es de Q631 346,64 tomando una inversión inicial de Q200 000,00, ingreso por conexión de cada casa de Q1 200,00 y costo por mantenimiento de alcantarillado de Q12 000,00 anual. Con un periodo de diseño de 30 años y una tasa de interés de 15 %.

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= -631\,346,64 + 200\,000 - 12\,000(1 + 0,15)^{30} + 3480(1 + 0,15)^{30} \\ \text{VPN} &= -995\,470,94 \end{aligned}$$

El resultado para las tres redes es negativo, indica que el proyecto no es rentable, se gasta más de lo que se gana económicamente. Pero realizar el proyecto es una necesidad para la Aldea de El Porvenir.

2.1.5.17.2. Tasa interna de retorno

Es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse, evalúa el rendimiento de una inversión. Se obtiene cuando el VPN es igual a cero y se intenta que los costos sean iguales o próximos a los ingresos.

Debido a que el proyecto es de carácter social no es factible económicamente, la tasa interna de retorno no se calcula.

2.1.5.18. Evaluación del impacto ambiental

Se realiza una evaluación de impacto ambiental para las tres redes que se diseñaron en el proyecto.

Materiales o sustancias a utilizar: tubería PVC, lubricante, varillas de hierro, cemento, grava, arena y agua.

Trabajos a realizar: limpieza del terreno, excavaciones, retiro de material, relleno y compactación, instalación de tuberías, construcción de pozos de visita y conexiones domiciliarias.

Para el análisis se toma en cuenta si la ejecución del proyecto del sistema de alcantarillado sanitario modifica o puede modificar los componentes del ambiente en la zona de estudio y áreas de influencia.

Los impactos ambientales que se generan por la construcción de la obra son en su mayoría temporales, ya que acabarán al finalizar los trabajos de construcción y los beneficios ambientales y salud de los habitantes serán permanentes.

Impacto ambiental producido por el proyecto:

- Medio físico
 - Impacto al aire: se podría llegar a afectar el área con olores provenientes de las excavaciones; la limpieza y las excavaciones producirán emisiones de polvo que afectarán de manera negativa la calidad del aire.
 - Impacto al ruido: el transporte, la maquinaria y equipo utilizado para excavación, compactación del suelo y transporte de materiales incrementará los niveles de ruido existentes en el área de influencia del proyecto.
 - Impacto al agua: durante la construcción se producirá contaminación del agua debido al mal manejo de la disposición de excretas de los trabajadores de la construcción, el impacto es temporal.
 - Impacto al suelo: durante la construcción se generan desechos sólidos y desperdicios de material, también pueden ocurrir derrames de combustible durante el transporte de material y desechos.

- Medio biótico
 - Impacto a la flora y fauna: se considera nulo ya que el área del proyecto es una zona altamente intervenida por actividades

humanas, no es necesario remoción de flora ni se verá afectada una zona habitada por alguna especie animal.

- Medio socioeconómico y cultural
 - Impacto al empleo: se proveerá de empleo a personas de habitantes del lugar y zonas cercanas. Hay un alto porcentaje de posibles daños a la salud de los trabajadores de la construcción si no tienen la capacitación adecuada.
 - Impacto a la calidad de vida: se disminuirá la condición de insalubridad y el riesgo de inundaciones.
 - Impacto a la salud: mejorará las condiciones higiénicas y sanitarias, disminuyendo la proliferación de enfermedades gastrointestinales principalmente.
- Medio perceptual o visual
 - Impacto al paisaje: se debe disponer los desperdicios o material excavado en un lugar adecuado. El sitio donde se instale el campamento puede ocasionar alteraciones negativas al paisaje.

Medidas de mitigación

- Calibrar la maquinaria adecuadamente para reducir la cantidad de ruido y dotar de implementos de protección para ruido a los trabajadores de la construcción.

- Humedecimiento continuo de las áreas abiertas para evitar levantamiento de polvo durante las actividades de movimiento de tierras.
- Disponer adecuadamente los residuos sólidos y material de desecho.
- Señalización con letreros preventivos en los alrededores de la obra.
- Capacitación de los trabajadores para evitar accidentes.
- Informar de manera eficaz a los habitantes de El Porvenir sobre la ejecución de la obra.

2.1.5.19. Cronograma de ejecución física y financiera

Indica la inversión económica y avance físico del proyecto en base a la planificación, tomando en cuenta los rendimientos, mano de obra, costos de los materiales y la cantidad de trabajo de cada renglón.

Los tiempos son estimados en base a lo anterior, pero siempre puede variar dependiendo de varios factores como imprevistos o cambios finales.

Figura 2. Cronograma físico-financiero de la red 1

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 1

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

Fecha: agosto 2017

| Núm. | Descripción | Costo | Mes 1 | | | | Mes 2 | | | | Mes 3 | | | | Mes 4 | | | | Mes 5 | | | |
|------|-------------------------------------|---------------|-------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|
| | | | Semana | | | | Semana | | | | Semana | | | | Semana | | | | Semana | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1,00 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,01 | Trazo línea de colector | Q8 076,87 | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,02 | Demolición de concreto | Q166 750,25 | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,03 | Demolición de adoquín | Q11 388,76 | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,00 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,01 | Excavación de zanja | Q286 930,91 | | | | ■ | ■ | | | | ■ | | ■ | | | | | | | | | |
| 2,02 | Relleno de zanja (incluye retiro) | Q431 289,45 | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | ■ | ■ | | | | | |
| 1,00 | COLECTOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3,01 | Tubería PVC 6" ASTM 3034 | Q1 550 222,07 | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| 3,02 | Tubería PVC 8" ASTM 3034 | Q235 646,21 | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| 3,03 | Tubería PVC 10" ASTM 3034 | Q20 548,26 | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | |
| 3,04 | Tubería PVC 15" ASTM 3034 | Q190 929,11 | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | |
| 1,00 | POZO DE VISITA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,01 | Pozo de visita (Hprom.= 1.52m) | Q1 065 711,69 | | | | | ■ | ■ | ■ | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| 1,00 | CONEXIONES DOMICILIARES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5,01 | Conexiones domiciliars | Q684 772,37 | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | ■ | ■ | ■ | |
| 1,00 | REPOSICIÓN DE PAVIMENTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6,01 | Reposición de concreto | Q375 715,36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |
| 6,02 | Reposición de adoquín | Q36 340,04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | |
| | Total | Q5 064 321,33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Avance financiero mensual | | Q257 948,60 | | Q1 312 811,14 | | Q1 589 586,24 | | Q1 041 711,41 | | Q862 263,94 | | | | | | | | | | | |
| | Avance financiero acumulado mensual | | Q257 948,60 | | Q1 570 759,74 | | Q3 160 345,98 | | Q4 202 057,39 | | Q5 064 321,33 | | | | | | | | | | | |
| | Avance físico % mensual | | 5,09 % | | 25,92 % | | 31,39 % | | 20,57 % | | 17,03 % | | | | | | | | | | | |
| | Avance físico % acumulado mensual | | 5,09 % | | 31,02 % | | 62,40 % | | 82,97 % | | 100,00 % | | | | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

Figura 3. **Cronograma físico-financiero de la red 2**

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 2

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

Fecha: agosto 2017

| Núm. | Descripción | Costo | Mes 1 | | | | Mes 2 | | | | Mes 3 | | | |
|------|-------------------------------------|----------------------|-------------|---|---|---|---------------|---|---|---|---------------|---|---|---|
| | | | Semana | | | | Semana | | | | Semana | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1,00 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | | | | | | | | | | |
| 1,01 | Trazo línea de colector | Q1 644,95 | ■ | | | | | | | | | | | |
| 1,02 | Demolición de concreto | Q37 798,77 | | ■ | | | | | | | | | | |
| 1,03 | Demolición de adoquín | Q5 235,97 | | ■ | | | | | | | | | | |
| 1,00 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | | | | | | | | | | |
| 2,01 | Excavación de zanja | Q52 921,38 | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| 2,02 | Relleno de zanja (incluye retiro) | Q78 738,16 | | | | | | | | | | ■ | ■ | |
| 1,00 | COLECTOR | | | | | | | | | | | | | |
| 3,01 | Tubería PVC 6" ASTM 3034 | Q809 102,97 | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| 1,00 | POZO DE VISITA | | | | | | | | | | | | | |
| 4,01 | Pozo de visita (Hprom.= 1.36m) | Q199 075,63 | | | | | | | ■ | ■ | | | | |
| 1,00 | CONEXIONES DOMICILIARES | | | | | | | | | | | | | |
| 5,01 | Conexiones domiciliars | Q117 307,50 | | | | | | | | ■ | ■ | | | |
| 1,00 | REPOSICIÓN DE PAVIMENTO | | | | | | | | | | | | | |
| 6,01 | Reposición de concreto | Q138 917,91 | | | | | | | | | | | ■ | ■ |
| 6,02 | Reposición de adoquín | Q16 706,58 | | | | | | | | | | | ■ | |
| | Total | Q1 457 449,81 | | | | | | | | | | | | |
| | Avance financiero mensual | | Q299 876,80 | | | | Q864 556,61 | | | | Q293 016,40 | | | |
| | Avance financiero acumulado mensual | | Q299 876,80 | | | | Q1 164 433,42 | | | | Q1 457 449,81 | | | |
| | Avance físico % mensual | | 20,58 % | | | | 59,32 % | | | | 20,10 % | | | |
| | Avance físico % acumulado mensual | | 20,58 % | | | | 79,90 % | | | | 100,00 % | | | |

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. **Cronograma físico-financiero de la red 3**

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 3

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

Fecha: agosto 2017

| Núm. | Descripción | Costo | Mes 1 | | | | Mes 2 | | | |
|------|-------------------------------------|--------------------|-------------|---|---|---|-------------|---|---|---|
| | | | Semana | | | | Semana | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1,00 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | | | | | | |
| 1,01 | Trazo línea de colector | Q1 042,43 | ■ | | | | | | | |
| 1,02 | Demolición de concreto | Q20 885,63 | | ■ | | | | | | |
| 1,00 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | | | | | | |
| 2,01 | Excavación de zanja | Q36 420,44 | | ■ | ■ | | | | | |
| 2,02 | Relleno de zanja (incluye retiro) | Q54 891,54 | | | | | | | ■ | ■ |
| 1,00 | COLECTOR | | | | | | | | | |
| 3,01 | Tubería PVC 6" ASTM 3034 | Q236 795,73 | | | ■ | ■ | ■ | | | |
| 1,00 | POZO DE VISITA | | | | | | | | | |
| 4,01 | Pozo de visita (Hprom.= 1.36m) | Q164 975,60 | | | | | ■ | ■ | | |
| 1,00 | CONEXIONES DOMICILIARES | | | | | | | | | |
| 5,01 | Conexiones domiciliars | Q69 127,53 | | | | | | ■ | ■ | |
| 1,00 | REPOSICIÓN DE PAVIMENTO | | | | | | | | | |
| 6,01 | Reposición de concreto | Q47 207,76 | | | | | | | | ■ |
| | Total | Q631 346,64 | | | | | | | | |
| | Avance financiero mensual | | Q216 212,31 | | | | Q415 134,33 | | | |
| | Avance financiero acumulado mensual | | Q216 212,31 | | | | Q631 346,64 | | | |
| | Avance físico % mensual | | 34,25 % | | | | 65,75 % | | | |
| | Avance físico % acumulado mensual | | 34,25 % | | | | 100,00 % | | | |

Fuente: elaboración propia.

2.1.5.20. Planos

Los planos del diseño de las redes 1, 2 y 3 se adjuntan en los apéndices, incluye planta general de cada red, plantas y perfiles de todos los tramos y detalles constructivos de pozo de visita y conexión domiciliar.

CONCLUSIONES

1. En la Municipalidad de Villa Canales se destaca el desarrollo socioeconómico de los últimos años que ha hecho que aumente la cantidad de inmigrantes, debido al aumento de industrias, agricultura y a la cercanía con la capital en la parte norte del municipio. Hecho que conlleva a la ampliación y mejora de su infraestructura.
2. Para la realización del diseño de drenaje sanitario en el cantón El Pedrero, aldea El Porvenir se utilizaron las normas generales para diseño de alcantarillados del INFOM y el manual de diseño de tubosistemas AMANCO para alcantarillado sanitario y pluvial de Amanco, según la topografía, población, clima y periodo de diseño. Cada uno de los sistemas desfogará sus aguas residuales hacia una planta de tratamiento para su depuración, beneficiando a los habitantes de la aldea, reduciendo la contaminación de la aldea y mejorando su calidad de vida.

RECOMENDACIONES

1. En la etapa de construcción es necesario que se garantice una supervisión técnica y que todo se realice de acuerdo a los planos, materiales indicados y especificaciones, para evitar que en el futuro el alcantarillado no funcione correctamente.
2. Debido a la ley de tratamiento de aguas residuales la realización de la planta de tratamiento de aguas residuales debe ser a corto plazo, en los lugares propuestos para cada uno de los sistemas.
3. Realizar mantenimiento periódico con mano calificada, para evitar el mal funcionamiento de los sistemas de alcantarillado sanitario.
4. Impulsar la educación ambiental en los habitantes de la aldea para disminuir la contaminación y que no entre ningún tipo de basura en las tuberías del alcantarillado sanitario u objetos que pueda perjudicar al funcionamiento del alcantarillado sanitario.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMANCO. *Manual de diseño de tubosistemas AMANCO para alcantarillado sanitario y pluvial*. Guatemala: AMANCO, 2016. 42 p.
2. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para diseño de alcantarillados. Resolución 420-2001 de Junta Directiva*. Guatemala: INFOM, 2001. 31 p.
3. Municipalidad de Villa Canales. *Monografía del Municipio de Villa Canales*. Villa Canales, Guatemala: 2008. 99 p.
4. OPS; CEPIS. *Operación y mantenimiento de sistemas de alcantarillado sanitario en el medio rural*. Lima, Perú: UNATSABAR, 2005. 22 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Precios unitarios

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 1
Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | | | |
|----------------------------------|------------------------|--------|-----------------|--------------|-------------|
| Renglón | Trabajos preliminares | | | | |
| | | | Núm. renglón | | 1,00 |
| Subrenglón | Demolición de concreto | | | | |
| | | | Núm. subrenglón | | 1,02 |
| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal | |
| Demolición de concreto | 1 511,65 | m2 | Q 110,31 | Q 166 750,25 | |
| Mano de obra | | | | | |
| Demolición de concreto | 1 511,6533 | m2 | 77,82 | Q 117 636,86 | |
| Total mano de obra | | | | Q 117 636,86 | |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 5 881,84 | |
| Costo directo | | | | Q 123 518,70 | |
| Costo indirecto | | | | 35 % | Q 43 231,55 |
| Total renglón | | | | Q 166 750,25 | |

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 1
Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|--------|-----------------|-------------|------------|
| Renglón | Trabajos preliminares | | | | |
| | | | Núm. renglón | | 1,00 |
| Subrenglón | Demolición de adoquín | | | | |
| | | | Núm. subrenglón | | 1,03 |
| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal | |
| Demolición de adoquín | 309,73 | m2 | Q 36,77 | Q 11 388,76 | |
| Mano de obra | | | | | |
| Demolición de adoquín | 309,73 | m2 | 25,94 | Q 8 034,40 | |
| Total mano de obra | | | | Q 8 034,40 | |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 401,72 | |
| Costo directo | | | | Q 8 436,12 | |
| Costo indirecto | | | | 35 % | Q 2 952,64 |
| Total renglón | | | | Q 11 388,76 | |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 1

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|-----------------------|-----------------|------|
| Renglón | Movimiento de tierras | Núm. renglón | 2,00 |
| Subrenglón | Excavación de zanja | Núm. subrenglón | 2,01 |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|----------------------------------|----------|--------|-----------------|--------------|
| Excavación de zanja | 5 054,67 | m3 | Q 56,77 | Q 286 930,91 |
| Mano de obra | | | | |
| Trazo de niveles | 5 384,58 | ml | 1,68 | Q 9 046,09 |
| Colocación de niveles | 5 384,58 | ml | 0,56 | Q 3 015,36 |
| Excavación manual terreno blando | 5 054,67 | m3 | 37,66 | Q 190 358,93 |
| Total mano de obra | | | | Q 202 420,39 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 10 121,02 |
| Costo directo | | | | Q 212 541,41 |
| Costo indirecto | | | | Q 74 389,49 |
| Total renglón | | | | Q 286 930,91 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 1

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|-----------------------------------|-----------------|------|
| Renglón | Movimiento de tierras | Núm. renglón | 2,00 |
| Subrenglón | Relleno de zanja (incluye retiro) | Núm. subrenglón | 2,02 |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|-----------------------------------|----------|--------|-----------------|--------------|
| Relleno de zanja (incluye retiro) | 3 546,30 | m3 | Q 121,62 | Q 431 289,45 |
| Mano de obra | | | | |
| Colocación de relleno en capas | 3 546,30 | m3 | Q 28,25 | Q 100 183,02 |
| Compactación con plato vibratorio | 3 546,30 | m3 | Q 23,54 | Q 83 479,94 |
| Retiro (a 50 metros de distancia) | 2 138,20 | m3 | Q 37,66 | Q 80 524,47 |
| Explanación de suelo | 3 546,30 | m3 | Q 11,30 | Q 40 073,21 |
| Total mano de obra | | | | Q 304 260,63 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 15 213,03 |
| Costo directo | | | | Q 319 473,66 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 111 815,78 |
| Total renglón | | | | Q 431 289,45 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 1

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|--------------------------|-----------------|------|
| Renglón | Colector | Núm. renglón | 3,00 |
| Subrenglón | Tubería PVC 6" ASTM 3034 | Núm. subrenglón | 3,01 |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|-------------------------------------|----------|--------|-----------------|----------------|
| Tubería PVC 6" ASTM 3034 | 4 551,94 | ml | Q 340,56 | Q 1 550 222,07 |
| Materiales | | | | |
| Tubo PVC 6" | 759 | Unidad | Q 560,00 | Q 425 040,00 |
| Lubricante (500 gr) | 304 | Unidad | Q 89,10 | Q 27 086,40 |
| Selecto | 398,76 | m3 | Q 65,80 | Q 26 238,55 |
| Total materiales | | | | Q 478 364,95 |
| Mano de obra | | | | |
| Instalación tubería + emplantillado | 4 551,94 | ml | Q 140,17 | Q 638 045,43 |
| Total mano de obra | | | | Q 638 045,43 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 31 902,27 |
| Costo directo | | | | Q 1 148 312,65 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 401 909,43 |
| Total renglón | | | | Q 1 550 222,07 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 1

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|--------------------------|-----------------|------|
| Renglón | Colector | Núm. renglón | 3,00 |
| Subrenglón | Tubería PVC 8" ASTM 3034 | Núm. subrenglón | 3,02 |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|-------------------------------------|----------|--------|-----------------|--------------|
| Tubería PVC 8" ASTM 3034 | 578,91 | ml | Q 407,05 | Q 235 646,21 |
| Materiales | | | | |
| Tubo PVC 8" | 97 | Unidad | Q 832,20 | Q 80 723,40 |
| Lubricante (500 gr) | 58 | Unidad | Q 89,10 | Q 5 167,80 |
| Selecto | 52,56 | m3 | Q 65,80 | Q 3 458,44 |
| Total materiales | | | | Q 89 349,64 |
| Mano de obra | | | | |
| Instalación tubería + emplantillado | 578,91 | ml | Q 140,17 | Q 81 145,81 |
| Total mano de obra | | | | Q 81 145,81 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 4 057,29 |
| Costo directo | | | | Q 174 552,75 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 61 093,46 |
| Total renglón | | | | Q 235 646,21 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 1

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|---------------------------|-----------------|------|
| Renglón | Colector | Núm. renglón | 3,00 |
| Subrenglón | Tubería PVC 10" ASTM 3034 | Núm. subrenglón | 3,03 |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|-------------------------------------|----------|--------|-----------------|-------------|
| Tubería PVC 10" ASTM 3034 | 36,53 | ml | Q 562,50 | Q 20 548,26 |
| Materiales | | | | |
| Tubo PVC 10" | 7 | Unidad | Q 1 271,20 | Q 8 898,40 |
| Lubricante (500 gr) | 8 | Unidad | Q 89,10 | Q 712,80 |
| Selecto | 3,55 | m3 | Q 65,80 | Q 233,30 |
| Total materiales | | | | Q 9 844,50 |
| Mano de obra | | | | |
| Instalación tubería + emplantillado | 36,53 | ml | Q 140,17 | Q 5 120,41 |
| Total mano de obra | | | | Q 5 120,41 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 256,02 |
| Costo directo | | | | Q 15 220,93 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 5 327,33 |
| Total renglón | | | | Q 20 548,26 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 1

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|---------------------------|-----------------|------|
| Renglón | Colector | Núm. renglón | 3,00 |
| Subrenglón | Tubería PVC 15" ASTM 3034 | Núm. subrenglón | 3,04 |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|-------------------------------------|----------|--------|-----------------|--------------|
| Tubería PVC 15" ASTM 3034 | 217,20 | ml | Q 879,05 | Q 190 929,11 |
| Materiales | | | | |
| Tubo PVC 15" | 37 | Unidad | Q 2 563,70 | Q 94 856,90 |
| Lubricante (500 gr) | 145 | Unidad | Q 89,10 | Q 12 919,50 |
| Selecto | 25,61 | m3 | Q 65,80 | Q 1 685,40 |
| Total materiales | | | | Q 109 461,80 |
| Mano de obra | | | | |
| Instalación tubería + emplantillado | 217,20 | ml | Q 140,17 | Q 30 444,92 |
| Total mano de obra | | | | Q 30 444,92 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 1 522,25 |
| Costo directo | | | | Q 141 428,97 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 49 500,14 |
| Total renglón | | | | Q 190 929,11 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 1

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|--------------------------------|-----------------|------|
| Renglón | Pozo de visita | Núm. renglón | 4,00 |
| Subrenglón | Pozo de visita (Hprom.= 1.52m) | Núm. subrenglón | 4,01 |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|---------------------------------------|-----------|---------|-----------------|----------------|
| Pozo de visita (Hprom.= 1.52m) | 114,00 | U | Q 9 348,35 | Q 1 065 711,69 |
| Materiales | | | | |
| Cemento | 1 841,1 | Saco | Q 83,00 | Q 152 811,30 |
| Arena de río | 167,58 | m3 | Q 110,00 | Q 18 433,80 |
| Piedrín de 3/4 | 50,16 | m3 | Q 240,00 | Q 12 038,40 |
| Selecto | 13,68 | m3 | Q 65,80 | Q 900,14 |
| Tabla de 1x12x8' | 34,2 | Unidad | Q 60,00 | Q 2 052,00 |
| Hierro de 1/4" grado 40 | 228 | Varilla | Q 11,00 | Q 2 508,00 |
| Hierro de 1/2" grado 40 | 456 | Varilla | Q 64,50 | Q 29 412,00 |
| Hierro de 3/4" grado 40 | 228 | Varilla | Q 160,00 | Q 36 480,00 |
| Clavo 3" | 114 | Lb | Q 6,25 | Q 712,50 |
| Alambre de amarre | 278,16 | Lb | Q 8,00 | Q 2 225,28 |
| Ladrillo tayuyo 0,065x0,11x0,23 | 79 800,00 | Unidad | Q 2,50 | Q 199 500,00 |
| Total materiales | | | | Q 457 073,42 |
| Mano de obra | | | | |
| Excavación | 517,56 | m3 | Q 82,16 | Q 42 522,73 |
| Fundición de cimiento | 68,40 | m3 | Q 129,70 | Q 8 871,48 |
| Levantado de ladrillo tayuyo | 707,33 | m2 | Q 69,03 | Q 48 826,96 |
| Compactación | 13,68 | m3 | Q 18,83 | Q 257,59 |
| Instalación de escalones de hierro | 684 | Unidad | Q 16,32 | Q 11 159,46 |
| Repello a base de cemento | 340,86 | m2 | Q 28,24 | Q 9 625,89 |
| Formaleta | 6 183,50 | m | Q 23,01 | Q 142 282,26 |
| Armado de hierro 1/4" | 2 777,04 | ml | Q 1,32 | Q 3 665,69 |
| Armado de hierro 1/2" | 1 388,52 | ml | Q 1,92 | Q 2 665,96 |
| Armado de hierro 3/4" | 1 402,2 | ml | Q 2,68 | Q 3 757,90 |
| Acarreo y retiro de material sobrante | 569,32 | m3 | Q 75,32 | Q 42 880,88 |
| Total mano de obra | | | | Q 316 516,80 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 15 825,84 |
| Costo directo | | | | Q 789 416,07 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 276 295,62 |
| Total renglón | | | | Q 1 065 711,69 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 1

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|-------------------------------------|------|--|
| Renglón | Conexiones domiciliarias | | |
| | Núm. renglón | 5,00 | |
| Subrenglón | Conexiones domiciliarias de 6" a 4" | | |
| | Núm. subrenglón | 5,01 | |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|-------------------------------------|----------|------------|-----------------|--------------|
| Conexiones domiciliarias de 6" a 4" | 500,00 | U | Q 1 069,94 | Q 534 967,50 |
| Materiales | | | | |
| Cemento | 249,53 | Saco | Q 83,00 | Q 20 711,20 |
| Arena de río | 14,00 | m3 | Q 110,00 | Q 1 540,48 |
| Piedrín | 14,00 | m3 | Q 240,00 | Q 3 361,05 |
| Tubo de concreto 12" | 500,00 | Unidad | Q 30,40 | Q 15 200,00 |
| Tabla | 1250 | Pie tablar | Q 54,00 | Q 67 500,00 |
| Hierro de 3/8" grado 40 | 94 | Varilla | Q 64,50 | Q 6 063,00 |
| Tubo PVC 4" | 250 | Unidad | Q 267,70 | Q 66 925,00 |
| Mortero | 5 | m3 | Q 160,00 | Q 800,00 |
| Clavo 3" | 375 | Lb | Q 6,25 | Q 2 343,75 |
| Alambre de amarre | 34,00 | Lb | Q 8,00 | Q 272,00 |
| Reducidor PVC de 3" a 4" | 500,00 | Unidad | Q 37,00 | Q 18 500,00 |
| Yee de 6" a 4" | 500,00 | Unidad | Q 314,70 | Q 157 350,00 |
| Total materiales | | | | Q 360 566,48 |
| Mano de obra | | | | |
| Excavación a mano | 948,75 | m3 | Q 19,93 | Q 18 908,59 |
| Instalación de tubo de concreto 12" | 500 | ml | Q 14,39 | Q 7 194,71 |
| Fundición | 24,25 | m3 | Q 99,77 | Q 2 419,34 |
| Armado | 560 | ml | Q 1,06 | Q 594,72 |
| Relleno y compactación a mano | 193,57 | m3 | Q 20,14 | Q 3 899,26 |
| Instalación de tubería PVC 4" | 500,00 | ml | Q 0,91 | Q 456,50 |
| Retiro de material | 18,2 | Unidad | Q 29,25 | Q 532,35 |
| Total mano de obra | | | | Q 34 005,47 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 1 700,27 |
| Costo directo | | | | Q 396 272,22 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 138 695,28 |
| Total renglón | | | | Q 534 967,50 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 1

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|-----------------------------------|------|--|
| Renglón | Conexiones domiciliare | | |
| | Núm. renglón | 5,00 | |
| Subrenglón | Conexiones domiciliare de 8" a 4" | | |
| | Núm. subrenglón | 5,02 | |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|-------------------------------------|----------|------------|-----------------|-------------|
| Conexiones domiciliare de 8" a 4" | 58,00 | U | Q 1 485,89 | Q 86 181,54 |
| Materiales | | | | |
| Cemento | 28,95 | Saco | Q 83,00 | Q 2 402,50 |
| Arena de río | 1,62 | m3 | Q 110,00 | Q 178,70 |
| Piedrín | 1,62 | m3 | Q 240,00 | Q 389,88 |
| Tubo de concreto 12" | 58,00 | Unidad | Q 30,40 | Q 1 763,20 |
| Tabla | 145 | Pie tablar | Q 54,00 | Q 7 830,00 |
| Hierro de 3/8" grado 40 | 11 | Varilla | Q 64,50 | Q 709,50 |
| Tubo PVC 4" | 29 | Unidad | Q 267,70 | Q 7 763,30 |
| Mortero | 0,58 | m3 | Q 160,00 | Q 92,80 |
| Clavo 3" | 43,5 | Lb | Q 6,25 | Q 271,88 |
| Alambre de amarre | 4,00 | Lb | Q 8,00 | Q 32,00 |
| Reductor PVC de 3" a 4" | 58,00 | Unidad | Q 37,00 | Q 2 146,00 |
| Yee de 8" a 4" | 58,00 | Unidad | Q 622,70 | Q 36 116,60 |
| Total materiales | | | | Q 59 696,35 |
| Mano de obra | | | | |
| Excavación a mano | 110,06 | m3 | Q 19,93 | Q 2 193,40 |
| Instalación de tubo de concreto 12" | 58 | ml | Q 14,39 | Q 834,59 |
| Fundición | 2,813 | m3 | Q 99,77 | Q 280,64 |
| Armado | 64,96 | ml | Q 1,06 | Q 68,99 |
| Relleno y compactación a mano | 22,45 | m3 | Q 20,14 | Q 452,31 |
| Instalación de tubería PVC 4" | 58,00 | ml | Q 0,91 | Q 52,95 |
| Retiro de material | 2,11 | Unidad | Q 29,25 | Q 61,72 |
| Total mano de obra | | | | Q 3 944,60 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 197,23 |
| Costo directo | | | | Q 63 838,18 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 22 343,36 |
| Total renglón | | | | Q 86 181,54 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 1

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|--------------------------------------|------|--|
| Renglón | Conexiones domiciliarias | | |
| | Núm. renglón | 5,00 | |
| Subrenglón | Conexiones domiciliarias de 10" a 4" | | |
| | Núm. subrenglón | 5,03 | |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|--------------------------------------|----------|------------|-----------------|------------|
| Conexiones domiciliarias de 10" a 4" | 1,00 | U | Q 1 957,55 | Q 1 957,55 |
| Materiales | | | | |
| Cemento | 0,50 | Saco | Q 83,00 | Q 41,42 |
| Arena de río | 0,03 | m3 | Q 110,00 | Q 3,08 |
| Piedrín | 0,03 | m3 | Q 240,00 | Q 6,72 |
| Tubo de concreto 12" | 1,00 | Unidad | Q 30,40 | Q 30,40 |
| Tabla | 2,5 | Pie tablar | Q 54,00 | Q 135,00 |
| Hierro de 3/8" grado 40 | 1 | Varilla | Q 64,50 | Q 64,50 |
| Tubo PVC 4" | 1 | Unidad | Q 267,70 | Q 267,70 |
| Mortero | 0,01 | m3 | Q 160,00 | Q 1,60 |
| Clavo 3" | 0,75 | Lb | Q 6,25 | Q 4,69 |
| Alambre de amarre | 1,00 | Lb | Q 8,00 | Q 8,00 |
| Reductor PVC de 3" a 4" | 1,00 | Unidad | Q 37,00 | Q 37,00 |
| Yee de 10" a 4" | 1,00 | Unidad | Q 778,40 | Q 778,40 |
| Total materiales | | | | Q 1 378,51 |
| Mano de obra | | | | |
| Excavación a mano | 1,90 | m3 | Q 19,93 | Q 37,82 |
| Instalación de tubo de concreto 12" | 1 | ml | Q 14,39 | Q 14,39 |
| Fundición | 0,0485 | m3 | Q 99,77 | Q 4,84 |
| Armado | 1,12 | ml | Q 1,06 | Q 1,19 |
| Relleno y compactación a mano | 0,39 | m3 | Q 20,14 | Q 7,80 |
| Instalación de tubería PVC 4" | 1,00 | ml | Q 0,91 | Q 0,91 |
| Retiro de material | 0,04 | Unidad | Q 29,25 | Q 1,17 |
| Total mano de obra | | | | Q 68,12 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 3,41 |
| Costo directo | | | | Q 1 450,04 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 507,51 |
| Total renglón | | | | Q 1 957,55 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 1

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|------------------------------------|------|--|
| Renglón | Conexiones domiciliare | | |
| | Núm. renglón | 5,00 | |
| Subrenglón | Conexiones domiciliare de 15" a 4" | | |
| | Núm. subrenglón | 5,04 | |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|-------------------------------------|----------|------------|-----------------|-------------|
| Conexiones domiciliare de 15" a 4" | 23,00 | U | Q 2 681,12 | Q 61 665,77 |
| Materiales | | | | |
| Cemento | 11,48 | Saco | Q 83,00 | Q 952,72 |
| Arena de río | 0,64 | m3 | Q 110,00 | Q 70,86 |
| Piedrín | 0,64 | m3 | Q 240,00 | Q 154,61 |
| Tubo de concreto 12" | 23,00 | Unidad | Q 30,40 | Q 699,20 |
| Tabla | 57,5 | Pie tablar | Q 54,00 | Q 3 105,00 |
| Hierro de 3/8" grado 40 | 5 | Varilla | Q 64,50 | Q 322,50 |
| Tubo PVC 4" | 12 | Unidad | Q 267,70 | Q 3 212,40 |
| Mortero | 0,23 | m3 | Q 160,00 | Q 36,80 |
| Clavo 3" | 17,25 | Lb | Q 6,25 | Q 107,81 |
| Alambre de amarre | 2,00 | Lb | Q 8,00 | Q 16,00 |
| Reductor PVC de 3" a 4" | 23,00 | Unidad | Q 37,00 | Q 851,00 |
| Yee de 15" a 4" | 23,00 | Unidad | Q 1 500,30 | Q 34 506,90 |
| Total materiales | | | | Q 44 035,80 |
| Mano de obra | | | | |
| Excavación a mano | 43,64 | m3 | Q 19,93 | Q 869,80 |
| Instalación de tubo de concreto 12" | 23 | ml | Q 14,39 | Q 330,96 |
| Fundición | 1,1155 | m3 | Q 99,77 | Q 111,29 |
| Armado | 25,76 | ml | Q 1,06 | Q 27,36 |
| Relleno y compactación a mano | 8,90 | m3 | Q 20,14 | Q 179,37 |
| Instalación de tubería PVC 4" | 23,00 | ml | Q 0,91 | Q 21,00 |
| Retiro de material | 0,84 | Unidad | Q 29,25 | Q 24,57 |
| Total mano de obra | | | | Q 1 564,33 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 78,22 |
| Costo directo | | | | Q 45 678,35 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 15 987,42 |
| Total renglón | | | | Q 61 665,77 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 1

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|-------------------------|------|--|
| Renglón | Reposición de pavimento | | |
| | Núm. renglón | 6,00 | |
| Subrenglón | Reposición de concreto | | |
| | Núm. subrenglón | 6,01 | |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|----------------------------------|----------|--------|-----------------|--------------|
| Reposición de concreto | 1 511,65 | m2 | Q 248,55 | Q 375 715,36 |
| Materiales | | | | |
| Cemento | 2 286 | sacos | Q 83,00 | Q 189 738,00 |
| Arena | 123 | m3 | Q 110,00 | Q 13 530,00 |
| Piedrín | 184 | m3 | Q 240,00 | Q 44 160,00 |
| Total materiales | | | | Q 247 428,00 |
| Mano de obra | | | | |
| Fundición de concreto | 226,75 | m3 | 129,7 | Q 29 409,21 |
| Total mano de obra | | | | Q 29 409,21 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 1 470,46 |
| Costo directo | | | | Q 278 307,68 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 97 407,69 |
| Total renglón | | | | Q 375 715,36 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 1

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|-------------------------|------|--|
| Renglón | Reposición de pavimento | | |
| | Núm. renglón | 6,00 | |
| Subrenglón | Reposición de adoquín | | |
| | Núm. subrenglón | 6,02 | |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|---|----------|----------|-----------------|-------------|
| Reposición de adoquín | 309,73 | m2 | Q 117,33 | Q 36 340,04 |
| Materiales | | | | |
| Adoquín 22x24x10 cm | 6 195 | Unidades | Q 3,65 | Q 22 611,75 |
| Arena (capa de 3cm) | 9,29 | m3 | Q 110,00 | Q 1 022,11 |
| Total materiales | | | | Q 23 633,86 |
| Mano de obra | | | | |
| Colocación de adoquín con capa de arena | 309,73 | m2 | 10,1 | Q 3 128,27 |
| Total mano de obra | | | | Q 3 128,27 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 156,41 |
| Costo directo | | | | Q 26 918,55 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 9 421,49 |
| Total renglón | | | | Q 36 340,04 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 2

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|------------------------|-----------------|------|
| Renglón | Trabajos preliminares | | |
| | | Núm. renglón | 1,00 |
| Subrenglón | Demolición de concreto | | |
| | | Núm. subrenglón | 1,02 |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|----------------------------------|----------|--------|-----------------|-------------|
| Demolición de concreto | 342,66 | m2 | Q 110,31 | Q 37 798,77 |
| Mano de obra | | | | |
| Demolición de concreto | 342,66 | m2 | 77,82 | Q 26 665,80 |
| Total mano de obra | | | | Q 26 665,80 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 1 333,29 |
| Costo directo | | | | Q 27 999,09 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 9 799,68 |
| Total renglón | | | | Q 37 798,77 |

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 2

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|-----------------------|-----------------|------|
| Renglón | Trabajos preliminares | | |
| | | Núm. renglón | 1,00 |
| Subrenglón | Demolición de adoquín | | |
| | | Núm. subrenglón | 1,03 |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|----------------------------------|----------|--------|-----------------|------------|
| Demolición de adoquín | 142,40 | m2 | Q 36,77 | Q 5 235,97 |
| Mano de obra | | | | |
| Demolición de adoquín | 142,40 | m2 | 25,94 | Q 3 693,80 |
| Total mano de obra | | | | Q 3 693,80 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 184,69 |
| Costo directo | | | | Q 3 878,49 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 1 357,47 |
| Total renglón | | | | Q 5 235,97 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 2
Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|-----------------------|-----------------|------|
| Renglón | Movimiento de tierras | Núm. renglón | 2,00 |
| Subrenglón | Excavación de zanja | Núm. subrenglón | 2,01 |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|----------------------------------|----------|--------|-----------------|-------------|
| Excavación de zanja | 926,12 | m3 | Q 57,14 | Q 52 921,38 |
| Mano de obra | | | | |
| Trazo de niveles | 1 096,63 | ml | 1,68 | Q 1 842,34 |
| Colocación de niveles | 1 096,63 | ml | 0,56 | Q 614,11 |
| Excavación manual terreno blando | 926,12 | m3 | 37,66 | Q 34 877,85 |
| Total mano de obra | | | | Q 37 334,30 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 1 866,72 |
| Costo directo | | | | Q 39 201,02 |
| Costo indirecto | | | | Q 13 720,36 |
| Total renglón | | | | Q 52 921,38 |

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 2
Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|-----------------------------------|-----------------|------|
| Renglón | Movimiento de tierras | Núm. renglón | 2,00 |
| Subrenglón | Relleno de zanja (incluye retiro) | Núm. subrenglón | 2,02 |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|-----------------------------------|----------|--------|-----------------|-------------|
| Relleno de zanja (incluye retiro) | 637,28 | m3 | Q 123,55 | Q 78 738,16 |
| Mano de obra | | | | |
| Colocación de relleno en capas | 637,28 | m3 | Q 28,25 | Q 18 003,08 |
| Compactación con plato vibratorio | 637,28 | m3 | Q 23,54 | Q 15 001,50 |
| Retiro (a 50 metros de distancia) | 407,37 | m3 | Q 37,66 | Q 15 341,39 |
| Explanación de suelo | 637,28 | m3 | Q 11,30 | Q 7 201,23 |
| Total mano de obra | | | | Q 55 547,20 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 2 777,36 |
| Costo directo | | | | Q 58 324,56 |
| Costo indirecto | | | | Q 20 413,60 |
| Total renglón | | | | Q 78 738,16 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 2

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|--------------------------|-----------------|------|
| Renglón | Colector | Núm. renglón | 3,00 |
| Subrenglón | Tubería PVC 6" ASTM 3034 | Núm. subrenglón | 3,01 |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|-------------------------------------|----------|--------|-----------------|--------------|
| Tubería PVC 6" ASTM 3034 | 1 096,63 | ml | Q 737,81 | Q 809 102,97 |
| Materiales | | | | |
| Tubo PVC 6" | 759 | Unidad | Q 560,00 | Q 425 040,00 |
| Lubricante (500 gr) | 74 | Unidad | Q 89,10 | Q 6 593,40 |
| Selecto | 95,77 | m3 | Q 65,80 | Q 6 301,78 |
| Total materiales | | | | Q 437 935,18 |
| Mano de obra | | | | |
| Instalación tubería + emplantillado | 1 096,63 | ml | Q 140,17 | Q 153 714,63 |
| Total mano de obra | | | | Q 153 714,63 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 7 685,73 |
| Costo directo | | | | Q 599 335,54 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 209 767,44 |
| Total renglón | | | | Q 809 102,97 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 2
Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|---------------------------------------|-----------|---------|-----------------|--------------|
| Pozo de visita (Hprom.= 1.36m) | 27,00 | U | Q 7 373,17 | Q 199 075,63 |
| Materiales | | | | |
| Cemento | 413,1 | Saco | Q 83,00 | Q 34 287,30 |
| Arena de río | 36,72 | m3 | Q 110,00 | Q 4 039,20 |
| Piedrín de 3/4 | 11,88 | m3 | Q 240,00 | Q 2 851,20 |
| Selecto | 3,24 | m3 | Q 65,80 | Q 213,19 |
| Tabla de 1x12x8' | 6,21 | Unidad | Q 60,00 | Q 372,60 |
| Hierro de 1/4" grado 40 | 54 | Varilla | Q 11,00 | Q 594,00 |
| Hierro de 1/2" grado 40 | 108 | Varilla | Q 64,50 | Q 6 966,00 |
| Hierro de 3/4" grado 40 | 54 | Varilla | Q 160,00 | Q 8 640,00 |
| Clavo 3" | 27 | Lb | Q 6,25 | Q 168,75 |
| Alambre de amarre | 65,88 | Lb | Q 8,00 | Q 527,04 |
| Ladrillo tayuyo 0,065x0,11x0,23 | 17 010,00 | Unidad | Q 2,50 | Q 42 525,00 |
| Total materiales | | | | Q 101 184,28 |
| Mano de obra | | | | |
| Excavación | 109,62 | m3 | Q 82,16 | Q 9 006,38 |
| Fundición de cimiento | 16,20 | m3 | Q 129,70 | Q 2 101,14 |
| Levantado de ladrillo tayuyo | 150,56 | m2 | Q 69,03 | Q 10 393,21 |
| Compactación | 3,24 | m3 | Q 18,83 | Q 61,01 |
| Instalación de escalones de hierro | 162 | Unidad | Q 16,32 | Q 2 643,03 |
| Repello a base de cemento | 80,73 | m2 | Q 28,24 | Q 2 279,82 |
| Formaleta | 265,92 | m | Q 23,01 | Q 6 118,93 |
| Armado de hierro 1/4" | 657,72 | ml | Q 1,32 | Q 868,19 |
| Armado de hierro 1/2" | 328,86 | ml | Q 1,92 | Q 631,41 |
| Armado de hierro 3/4" | 332,1 | ml | Q 2,68 | Q 890,03 |
| Acarreo y retiro de material sobrante | 120,58 | m3 | Q 75,32 | Q 9 082,24 |
| Total mano de obra | | | | Q 44 075,38 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 2 203,77 |
| Costo directo | | | | Q 147 463,43 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 51 612,20 |
| Total renglón | | | | Q 199 075,63 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 2

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| Renglón | | Conexiones domiciliarias | | |
|-------------------------------------|----------|-------------------------------------|-----------------|--------------|
| | | Núm. renglón | 5,00 | |
| Subrenglón | | Conexiones domiciliarias de 6" a 4" | | |
| | | Núm. subrenglón | 5,01 | |
| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
| Conexiones domiciliarias de 6" a 4" | 148,00 | U | Q 792,62 | Q 117 307,50 |
| Materiales | | | | |
| Cemento | 73,86 | Saco | Q 83,00 | Q 6 130,51 |
| Arena de río | 4,15 | m3 | Q 110,00 | Q 455,98 |
| Piedrín | 4,15 | m3 | Q 240,00 | Q 994,87 |
| Tubo de concreto 12" | 148,00 | Unidad | Q 30,40 | Q 4 499,20 |
| Tabla | 370 | Pie tablar | Q 54,00 | Q 19 980,00 |
| Hierro de 3/8" grado 40 | 28 | Varilla | Q 64,50 | Q 1 806,00 |
| Tubo PVC 4" | 74 | Unidad | Q 267,70 | Q 19 809,80 |
| Mortero | 1,48 | m3 | Q 160,00 | Q 236,80 |
| Clavo 3" | 111 | Lb | Q 6,25 | Q 693,75 |
| Alambre de amarre | 10,00 | Lb | Q 8,00 | Q 80,00 |
| Reducidor PVC de 3" a 4" | 148,00 | Unidad | Q 37,00 | Q 5 476,00 |
| Yee de 6" a 4" | 148,00 | Unidad | Q 314,70 | Q 46 575,60 |
| Total materiales | | | | Q 106 738,52 |
| Mano de obra | | | | |
| Excavación a mano | 280,83 | m3 | Q 19,93 | Q 5 596,94 |
| Instalación de tubo de concreto 12" | 148 | ml | Q 14,39 | Q 2 129,63 |
| Fundición | 7,178 | m3 | Q 99,77 | Q 716,13 |
| Armado | 165,76 | ml | Q 1,06 | Q 176,04 |
| Relleno y compactación a mano | 57,30 | m3 | Q 20,14 | Q 1 154,18 |
| Instalación de tubería PVC 4" | 148,00 | ml | Q 0,91 | Q 135,12 |
| Retiro de material | 5,39 | Unidad | Q 29,25 | Q 157,66 |
| Total mano de obra | | | | Q 10 065,70 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 503,29 |
| Costo directo | | | | Q 117 307,50 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 41 057,63 |
| Total renglón | | | | Q 158 365,13 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 2

Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|-------------------------|-----------------|------|
| Renglón | Reposición de pavimento | | |
| | | Núm. renglón | 6,00 |
| Subrenglón | Reposición de concreto | | |
| | | Núm. subrenglón | 6,01 |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|----------------------------------|----------|--------|-----------------|--------------|
| Reposición de concreto | 342,66 | m2 | Q 405,41 | Q 138 917,91 |
| Materiales | | | | |
| Cemento | 519 | sacos | Q 83,00 | Q 43 077,00 |
| Arena | 28 | m3 | Q 110,00 | Q 3 080,00 |
| Piedrín | 42 | m3 | Q 240,00 | Q 10 080,00 |
| Total materiales | | | | Q 56 237,00 |
| Mano de obra | | | | |
| Fundición de concreto | 342,66 | m2 | 129,7 | Q 44 443,00 |
| Total mano de obra | | | | Q 44 443,00 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 2 222,15 |
| Costo directo | | | | Q 102 902,15 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 36 015,75 |
| Total renglón | | | | Q 138 917,91 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 2
 Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|-------------------------|------|--|
| Renglón | Reposición de pavimento | | |
| | Núm. renglón | 6,00 | |
| Subrenglón | Reposición de adoquín | | |
| | Núm. subrenglón | 6,02 | |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|---|----------|----------|-----------------|-------------|
| Reposición de adoquín | 142,40 | m2 | Q 117,32 | Q 16 706,58 |
| Materiales | | | | |
| Adoquín 22x24x10 cm | 2 848 | Unidades | Q 3,65 | Q 10 395,20 |
| Arena (capa de 3cm) | 4,27 | m3 | Q 110,00 | Q 469,91 |
| Total materiales | | | | Q 10 865,11 |
| Mano de obra | | | | |
| Colocación de adoquín con capa de arena | 142,40 | m2 | 10,1 | Q 1 438,22 |
| Total mano de obra | | | | Q 1 438,22 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 71,91 |
| Costo directo | | | | Q 12 375,24 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 4 331,34 |
| Total renglón | | | | Q 16 706,58 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 3
Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | | |
|----------------------------------|------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| Renglón | Trabajos preliminares | | | |
| | | Núm. renglón | 1,00 | |
| Subrenglón | Demolición de concreto | | | |
| | | Núm. subrenglón | 1,02 | |
| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
| Demolición de concreto | 189,34 | m2 | Q 110,31 | Q 20 885,63 |
| Mano de obra | | | | |
| Demolición de concreto | 189,34 | m2 | 77,82 | Q 14 734,13 |
| | | | Total mano de obra | Q 14 734,13 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 736,71 |
| Costo directo | | | | Q 15 470,83 |
| Costo indirecto | | | | 35 % Q 5 414,79 |
| Total renglón | | | | Q 20 885,63 |

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 3
Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| Renglón | Movimiento de tierras | | | |
| | | Núm. renglón | 2,00 | |
| Subrenglón | Excavación de zanja | | | |
| | | Núm. subrenglón | 2,01 | |
| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
| Excavación de zanja | 640,91 | m3 | Q 56,83 | Q 36 420,44 |
| Mano de obra | | | | |
| Trazo de niveles | 694,95 | ml | 1,68 | Q 1 167,52 |
| Colocación de niveles | 694,95 | ml | 0,56 | Q 389,17 |
| Excavación manual terreno blando | 640,91 | m3 | 37,66 | Q 24 136,74 |
| | | | Total mano de obra | Q 25 693,43 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 1 284,67 |
| Costo directo | | | | Q 26 978,10 |
| Costo indirecto | | | | 35 % Q 9 442,34 |
| Total renglón | | | | Q 36 420,44 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 3
Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|-----------------------------------|-----------------|------|
| Renglón | Movimiento de tierras | Núm. renglón | 2,00 |
| Subrenglón | Relleno de zanja (incluye retiro) | Núm. subrenglón | 2,02 |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|-----------------------------------|----------|--------|-----------------|-------------|
| Relleno de zanja (incluye retiro) | 458,72 | m3 | Q 119,66 | Q 54 891,54 |
| Mano de obra | | | | |
| Colocación de relleno en capas | 458,72 | m3 | Q 28,25 | Q 12 958,88 |
| Compactación con plato vibratorio | 458,72 | m3 | Q 23,54 | Q 10 798,30 |
| Retiro (a 50 metros de distancia) | 259,78 | m3 | Q 37,66 | Q 9 783,46 |
| Explanación de suelo | 458,72 | m3 | Q 11,30 | Q 5 183,55 |
| Total mano de obra | | | | Q 38 724,19 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 1 936,21 |
| Costo directo | | | | Q 40 660,40 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 14 231,14 |
| Total renglón | | | | Q 54 891,54 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 3
Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|--------------------------|-----------------|------|
| Renglón | Colector | Núm. renglón | 3,00 |
| Subrenglón | Tubería PVC 6" ASTM 3034 | Núm. subrenglón | 3,01 |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|-------------------------------------|----------|--------|-----------------|--------------|
| Tubería PVC 6" ASTM 3034 | 694,95 | ml | Q 340,74 | Q 236 795,73 |
| Materiales | | | | |
| Tubo PVC 6" | 116 | Unidad | Q 560,00 | Q 64 960,00 |
| Lubricante (500 gr) | 47 | Unidad | Q 89,10 | Q 4 187,70 |
| Selecto | 60,41 | m3 | Q 65,80 | Q 3 974,85 |
| Total materiales | | | | Q 73 122,55 |
| Mano de obra | | | | |
| Instalación tubería + emplantillado | 694,95 | ml | Q 140,17 | Q 97 411,14 |
| Total mano de obra | | | | Q 97 411,14 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 4 870,56 |
| Costo directo | | | | Q 175 404,24 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 61 391,49 |
| Total renglón | | | | Q 236 795,73 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 3
Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|---------------------------------------|----------|---------|-----------------|--------------|
| Pozo de visita (Hprom.= 1.49m) | 21,00 | U | Q 7 855,98 | Q 164 975,60 |
| Materiales | | | | |
| Cemento | 338,52 | Saco | Q 83,00 | Q 28 097,16 |
| Arena de río | 30,66 | m3 | Q 110,00 | Q 3 372,60 |
| Piedrín de 3/4 | 9,24 | m3 | Q 240,00 | Q 2 217,60 |
| Selecto | 2,52 | m3 | Q 65,80 | Q 165,82 |
| Tabla de 1x12x8' | 6,09 | Unidad | Q 60,00 | Q 365,40 |
| Hierro de 1/4" grado 40 | 42 | Varilla | Q 11,00 | Q 462,00 |
| Hierro de 1/2" grado 40 | 84 | Varilla | Q 64,50 | Q 5 418,00 |
| Hierro de 3/4" grado 40 | 42 | Varilla | Q 160,00 | Q 6 720,00 |
| Clavo 3" | 21 | Lb | Q 6,25 | Q 131,25 |
| Alambre de amarre | 51,24 | Lb | Q 8,00 | Q 409,92 |
| Ladrillo tayuyo 0,065x0,11x0,23 | 14700,00 | Unidad | Q 2,50 | Q 36 750,00 |
| Total materiales | | | | Q 84 109,75 |
| Mano de obra | | | | |
| Excavación | 93,45 | m3 | Q 82,16 | Q 7 677,85 |
| Fundición de cimiento | 12,60 | m3 | Q 129,70 | Q 1 634,22 |
| Levantado de ladrillo tayuyo | 127,82 | m2 | Q 69,03 | Q 8 823,66 |
| Compactación | 2,52 | m3 | Q 18,83 | Q 47,45 |
| Instalación de escalones de hierro | 126 | Unidad | Q 16,32 | Q 2 055,69 |
| Repello a base de cemento | 62,79 | m2 | Q 28,24 | Q 1 773,19 |
| Formaleta | 202,83 | m | Q 23,01 | Q 4 667,20 |
| Armado de hierro 1/4" | 511,56 | ml | Q 1,32 | Q 675,26 |
| Armado de hierro 1/2" | 255,78 | ml | Q 1,92 | Q 491,10 |
| Armado de hierro 3/4" | 258,3 | ml | Q 2,68 | Q 692,24 |
| Acarreo y retiro de material sobrante | 102,80 | m3 | Q 75,32 | Q 7 742,52 |
| Total mano de obra | | | | Q 36 280,38 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 1 814,02 |
| Costo directo | | | | Q 122 204,15 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 42 771,45 |
| Total renglón | | | | Q 164 975,60 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 3
Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

| | | | |
|------------|-------------------------------------|------|--|
| Renglón | Conexiones domiciliarias | | |
| | Núm. renglón | 5,00 | |
| Subrenglón | Conexiones domiciliarias de 6" a 4" | | |
| | Núm. subrenglón | 5,01 | |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|-------------------------------------|----------|------------|-----------------|-------------|
| Conexiones domiciliarias de 6" a 4" | 87,00 | U | Q 794,57 | Q 69 127,53 |
| Materiales | | | | |
| Cemento | 43,42 | Saco | Q 83,00 | Q 3 603,75 |
| Arena de río | 2,44 | m3 | Q 110,00 | Q 268,04 |
| Piedrín | 2,44 | m3 | Q 240,00 | Q 584,82 |
| Tubo de concreto 12" | 87,00 | Unidad | Q 30,40 | Q 2 644,80 |
| Tabla | 217,5 | Pie tablar | Q 54,00 | Q 11 745,00 |
| Hierro de 3/8" grado 40 | 17 | Varilla | Q 64,50 | Q 1 096,50 |
| Tubo PVC 4" | 44 | Unidad | Q 267,70 | Q 11 778,80 |
| Mortero | 0,87 | m3 | Q 160,00 | Q 139,20 |
| Clavo 3" | 65,25 | Lb | Q 6,25 | Q 407,81 |
| Alambre de amarre | 6,00 | Lb | Q 8,00 | Q 48,00 |
| Reductor PVC de 3" a 4" | 87,00 | Unidad | Q 37,00 | Q 3 219,00 |
| Yee de 6" a 4" | 87,00 | Unidad | Q 314,70 | Q 27 378,90 |
| Total materiales | | | | Q 62 914,63 |
| Mano de obra | | | | |
| Excavación a mano | 165,08 | m3 | Q 19,93 | Q 3 290,09 |
| Instalación de tubo de concreto 12" | 87 | ml | Q 14,39 | Q 1 251,88 |
| Fundición | 4,2195 | m3 | Q 99,77 | Q 420,97 |
| Armado | 97,44 | ml | Q 1,06 | Q 103,48 |
| Relleno y compactación a mano | 33,68 | m3 | Q 20,14 | Q 678,47 |
| Instalación de tubería PVC 4" | 87,00 | ml | Q 0,91 | Q 79,43 |
| Retiro de material | 3,17 | Unidad | Q 29,25 | Q 92,72 |
| Total mano de obra | | | | Q 5 917,05 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 295,85 |
| Costo directo | | | | Q 69 127,53 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 24 194,63 |
| Total renglón | | | | Q 93 322,16 |

Continuación del apéndice 1.

Proyecto: diseño de sistema de alcantarillado sanitario, red 3
Ubicación: cantón El Pedrero aldea El Porvenir, Villa Canales

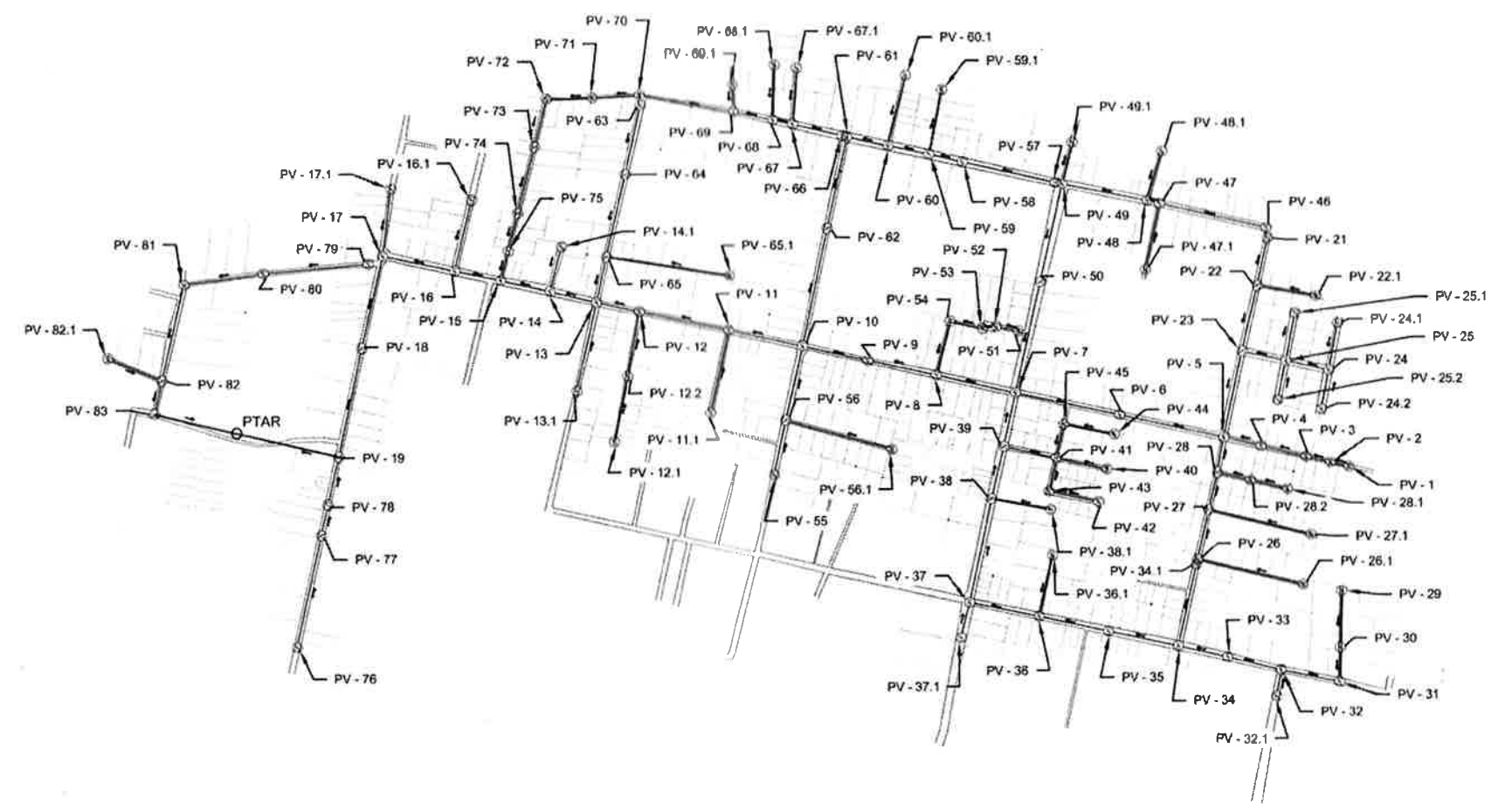
| | | | |
|------------|-------------------------|------|--|
| Renglón | Reposición de pavimento | | |
| | Núm. renglón | 6,00 | |
| Subrenglón | Reposición de concreto | | |
| | Núm. subrenglón | 6,01 | |

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Subtotal |
|----------------------------------|----------|--------|-----------------|-------------|
| Reposición de concreto | 189,34 | m2 | Q 249,33 | Q 47 207,76 |
| Materiales | | | | |
| Cemento | 287 | sacos | Q 83,00 | Q 23 821,00 |
| Arena | 16 | m3 | Q 110,00 | Q 1 760,00 |
| Piedrín | 23 | m3 | Q 240,00 | Q 5 520,00 |
| Total materiales | | | | Q 31 101,00 |
| Mano de obra | | | | |
| Fundición de concreto | 28,40 | m3 | 129,7 | Q 3 683,53 |
| Total mano de obra | | | | Q 3 683,53 |
| Maquinaria, herramienta y equipo | | | 5 % | Q 184,18 |
| Costo directo | | | | Q 34 968,71 |
| Costo indirecto | | | 35 % | Q 12 239,05 |
| Total renglón | | | | Q 47 207,76 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Planos del diseño de alcantarillado sanitario de la aldea
El Porvenir**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.



PLANTA GENERAL RED 1

ESCALA 1:5000

NOMENCLATURA

| | |
|--------|------------------------|
| PV | POZO DE VISITA |
| CT | COTA DE TERRENO |
| CF | COTA DE FONDO |
| H | ALTURA DE POZO |
| C.I.E. | COTA INVERT DE ENTRADA |
| C.I.S. | COTA INVERT DE SALIDA |
| Ø | DIÁMETRO DEL TUBO |
| L | LONGITUD |
| S | PENDIENTE |

SIMBOLOGÍA

| | |
|--|---|
| | POZO DE VISITA |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| | LÍNEA CENTRAL |
| | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

CONTENIDO: **PLANTA GENERAL RED 1**

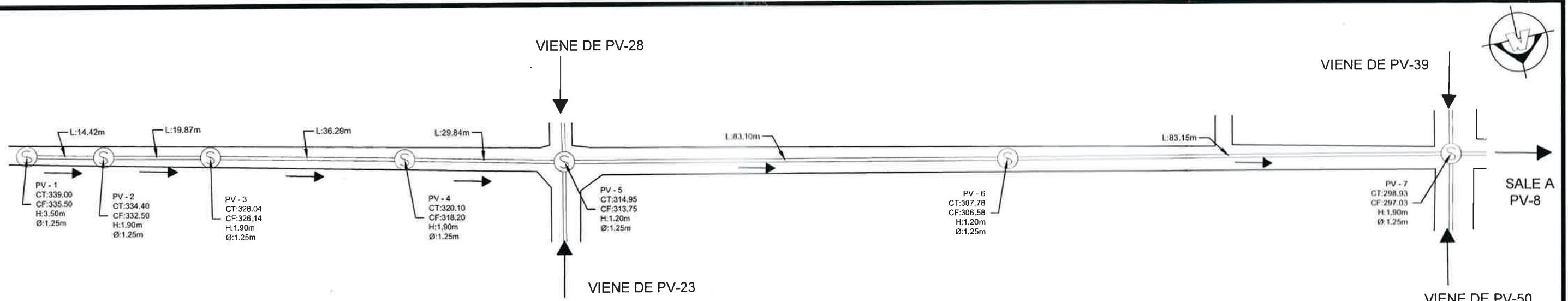
UBICACIÓN: CANTÓN EL PEDRERO Y EL SALTO ALDEA EL PORVENIR, VILLA CANALES, GUATEMALA
AUTORES: ANGELO TORRES Y ORLANDO ANGÉLICA MARIANO
FECHA: SEPTIEMBRE 2017



Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
ASESORA EN INGENIERÍA Y EPS
ASESORA SUPERVISORA DE INGENIERÍA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO

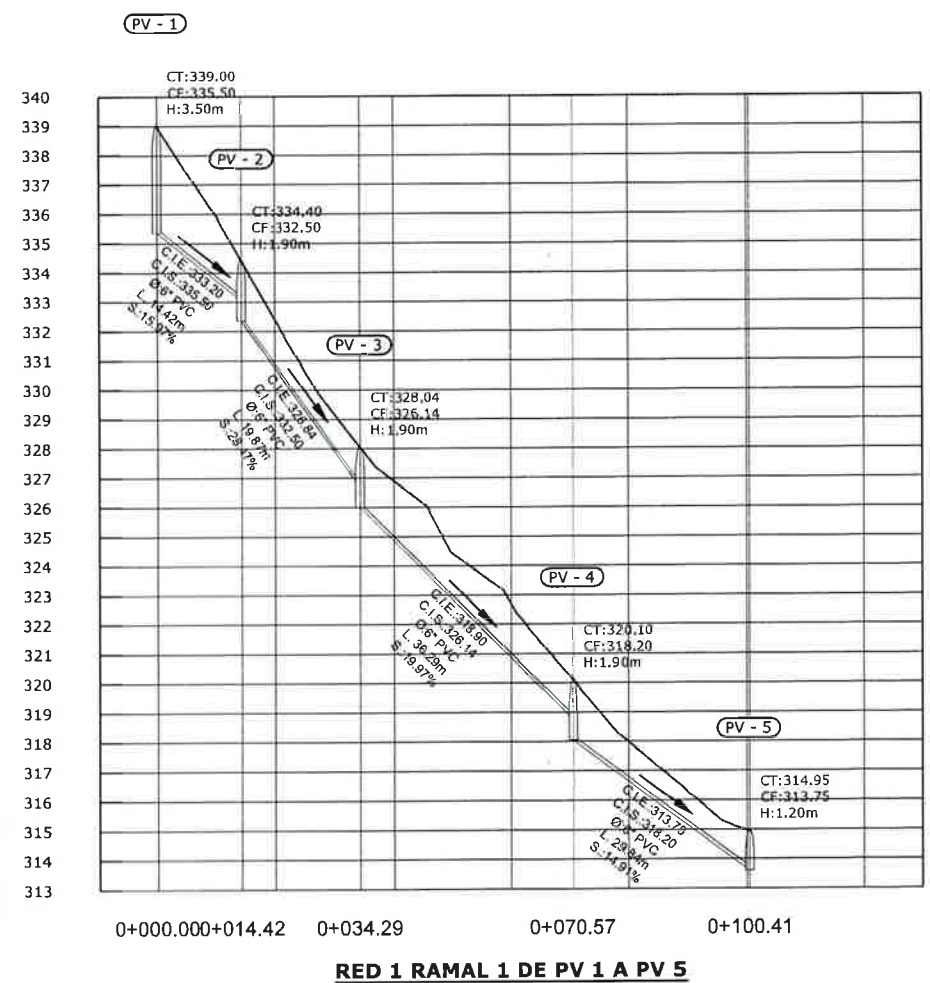
HOJA: 1/24

Facultad de Ingeniería

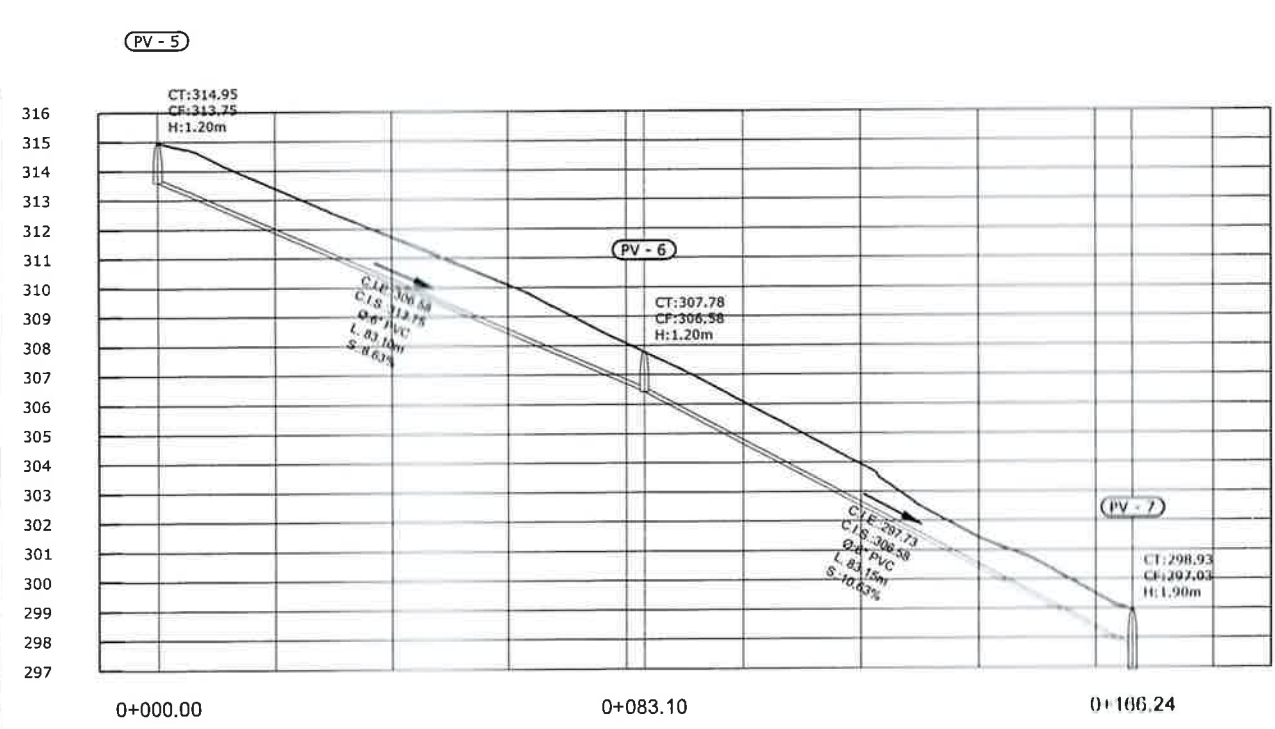


PLANTA RAMAL 1 DE PV-1 A PV-7

ESCALA 1:750



RED 1 RAMAL 1 DE PV 1 A PV 5



RED 1 RAMAL 1 DE PV 5 A PV 7

| SIMBOLOGÍA | |
|--------------|---|
| | POZO DE VISITA |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| | LÍNEA CENTRAL |
| | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS REGIONALES |
| NOMENCLATURA | |
| PV | POZO DE VISITA |
| CT | COTA DE TERRENO |
| CF | COTA DE FONDO |
| H | ALTURA DE POZO |
| C.I.E. | COTA INVERT DE ENTRADA |
| C.I.S. | COTA INVERT DE SALIDA |
| Ø | DIÁMETRO DEL TUBO |
| L | LONGITUD |
| S | PENDIENTE |

PERFIL RAMAL 1 DE PV-1 A PV-7

ESCALA V: 1:250 H: 1:1250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

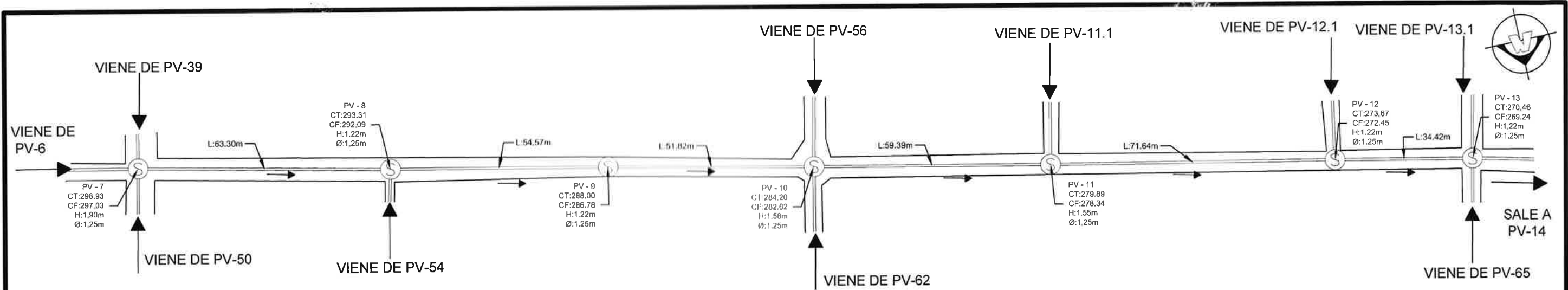
CONTENIDO: **PLANTA Y PERFIL RAMAL 1, RED 1**

UBICACIÓN: CANTÓN EL PEDRERO Y EL BAILE DEL CAJÓN, MUNICIPIO DE SAN CARLOS, DEPARTAMENTO DE SAN CARLOS, GUATEMALA

CÁLCULO, DISEÑO Y DIBUJO: ANGÉLICA MARIANDE VILLALBA
 FECHA: SEPTIEMBRE 2017

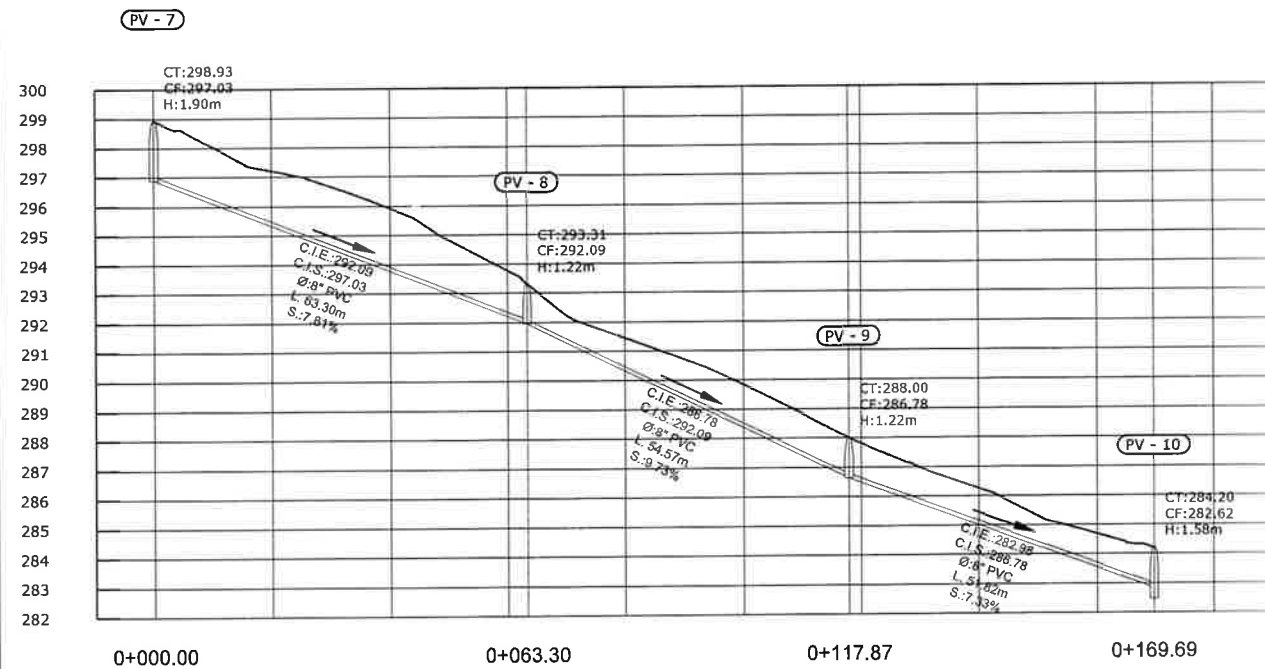
Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
ASESORA SUPERVISORA DE EPS

HOJA: **2/24**

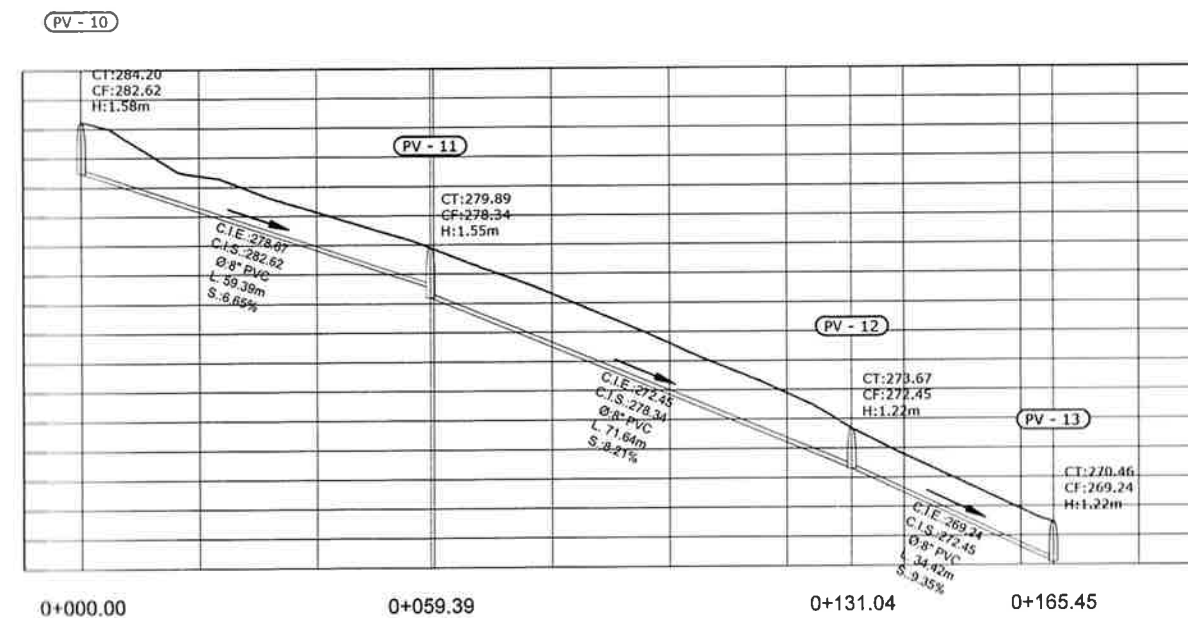


PLANTA RAMAL 1 DE PV-7 A PV-13

ESCALA 1:1000



RED 1 RAMAL 1 DE PV 7 A PV 10



RED 1 RAMAL 1 DE PV 10 A PV 13

PERFIL RAMAL 1 DE PV-7 A PV-13

ESCALA V: 1:250 H: 1:1250

| NOMENCLATURA | |
|--------------|------------------------|
| PV | POZO DE VISITA |
| CT | COTA DE TERRENO |
| CF | COTA DE FONDO |
| H | ALTURA DE POZO |
| C.I.E. | COTA INVERT DE ENTRADA |
| C.I.S. | COTA INVERT DE SALIDA |
| Ø | DIÁMETRO DEL TUBO |
| L | LONGITUD |
| S | PENDIENTE |

| SIMBOLOGÍA | |
|------------|---|
| | POZO DE VISITA |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| | LÍNEA CENTRAL |
| | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

CONTENIDO: **PLANTA Y PERFIL RAMAL 1, RED 1**

UBICACIÓN: CANTÓN EL PEDRERO Y EL SANDE ALDEA EL PORVENIR, MUNICIPIO DE SAN CARLOS, GUATEMALA

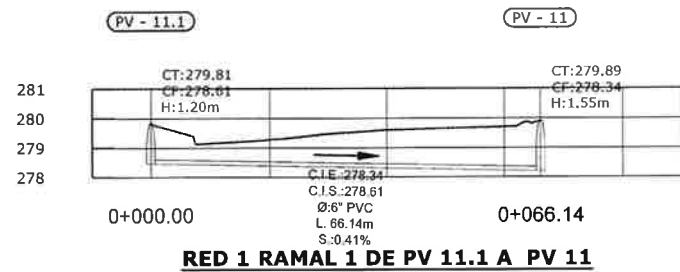
CÁLCULO, DISEÑO Y DIBUJO: ANGÉLICA MAHANDRE VILLALBA RUIZ

ESCALA: INDICADAS

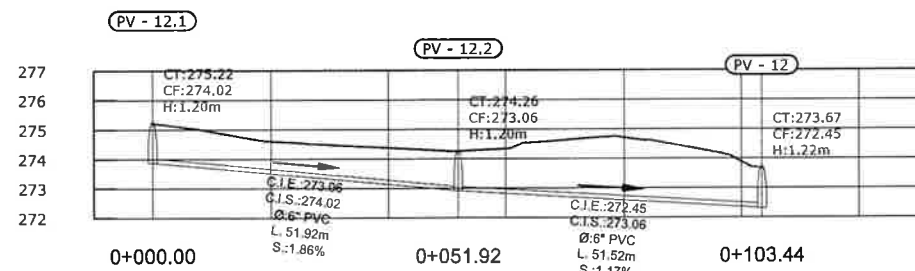
FECHA: 25 DE SEPTIEMBRE 2017

ASESORA SUPERVISORA: INGA CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO

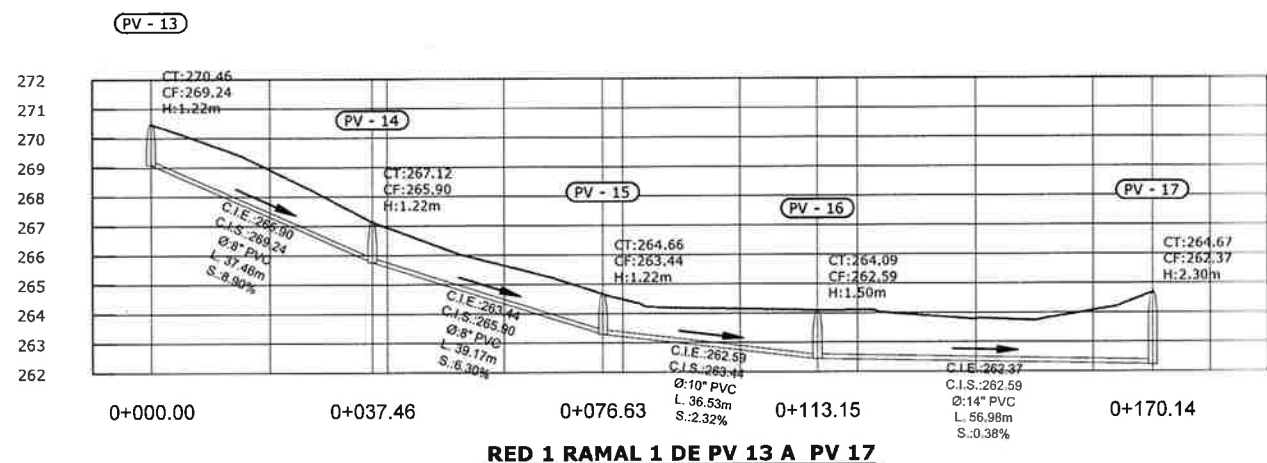
HOJA: 3/24



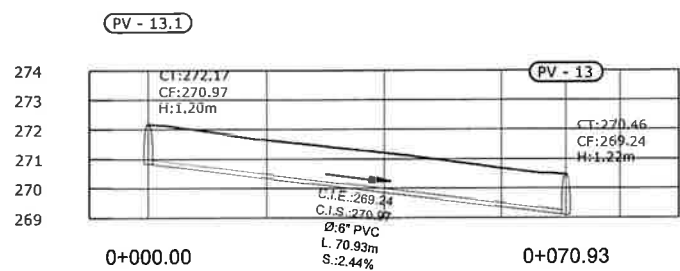
RED 1 RAMAL 1 DE PV 11.1 A PV 11



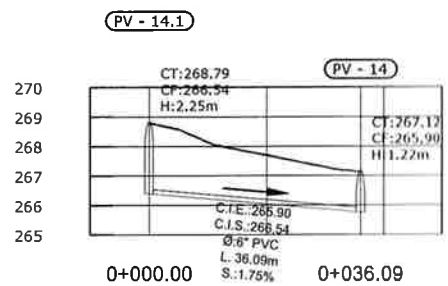
RED 1 RAMAL 1 DE PV 12.1 A PV 12



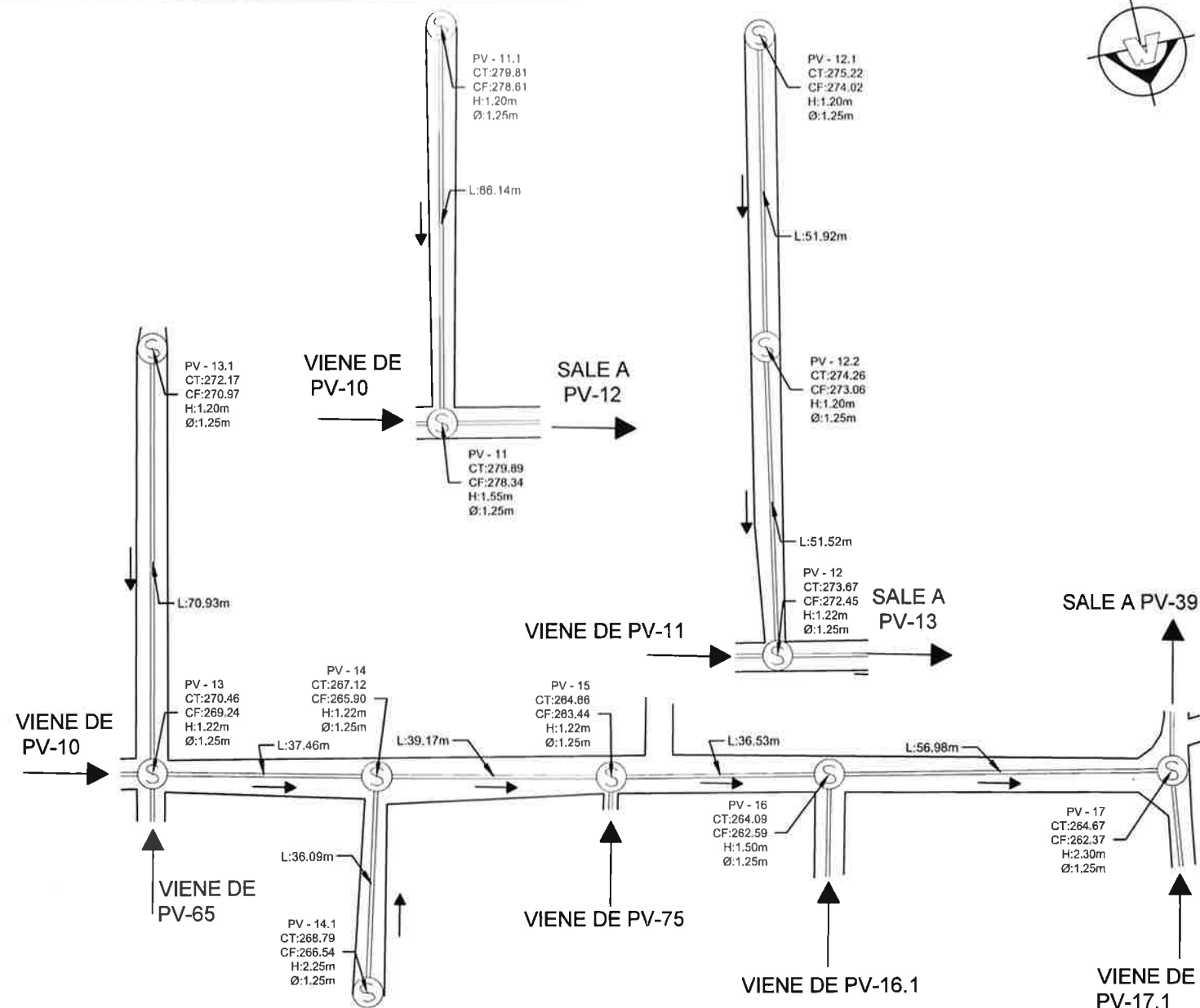
RED 1 RAMAL 1 DE PV 13 A PV 17



RED 1 RAMAL 1 DE PV 13.1 A PV 13



RED 1 RAMAL 1 DE PV 14.1 A PV 14



PLANTA RAMAL 1 DE PV-13 A PV-17

ESCALA 1:1000

PERFIL RAMAL 1 DE PV-13 A PV-

ESCALA V: 1:250 H: 1:1250

| NOMENCLATURA | |
|--------------|------------------------|
| PV | POZO DE VISITA |
| CT | COTA DE TERRENO |
| CF | COTA DE FONDO |
| H | ALTURA DE POZO |
| C.I.E. | COTA INVERT DE ENTRADA |
| C.I.S. | COTA INVERT DE SALIDA |
| Ø | DIÁMETRO DEL TUBO |
| L | LONGITUD |
| S | PENDIENTE |

| SIMBOLOGÍA | |
|------------|---|
| ⊕ | POZO DE VISITA |
| → | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| — | LÍNEA CENTRAL |
| ○PTAR | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

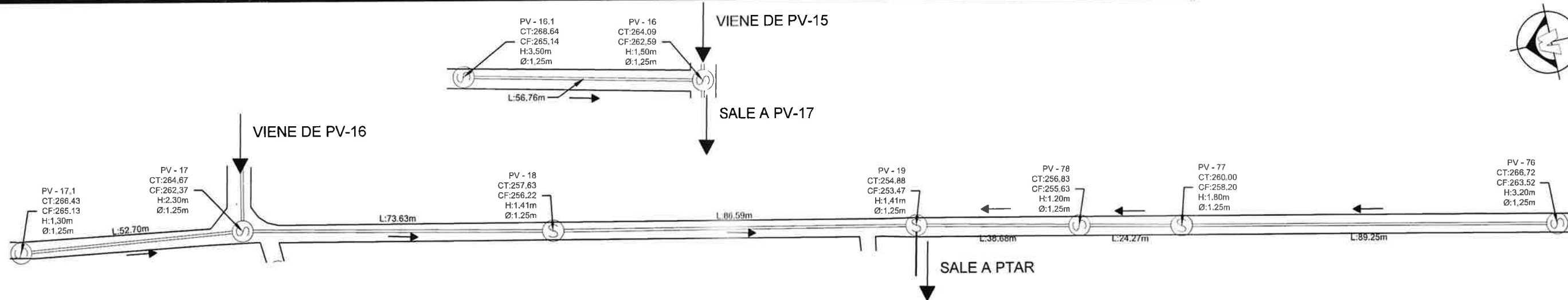
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL RAMAL 1, RED 1

UBICACIÓN: CANTÓN EL PEDRERO, EL SAUCE, ALDEA EL PORVENIR, VILLA GUAYABOS, GUATEMALA
CÁLCULO, DISEÑO Y DIBUJO: ANGÉLICA MARÍA RIVERA VILLATORO RUIZ
ESCALA: INDICADA
FECHA: SEPTIEMBRE 2017

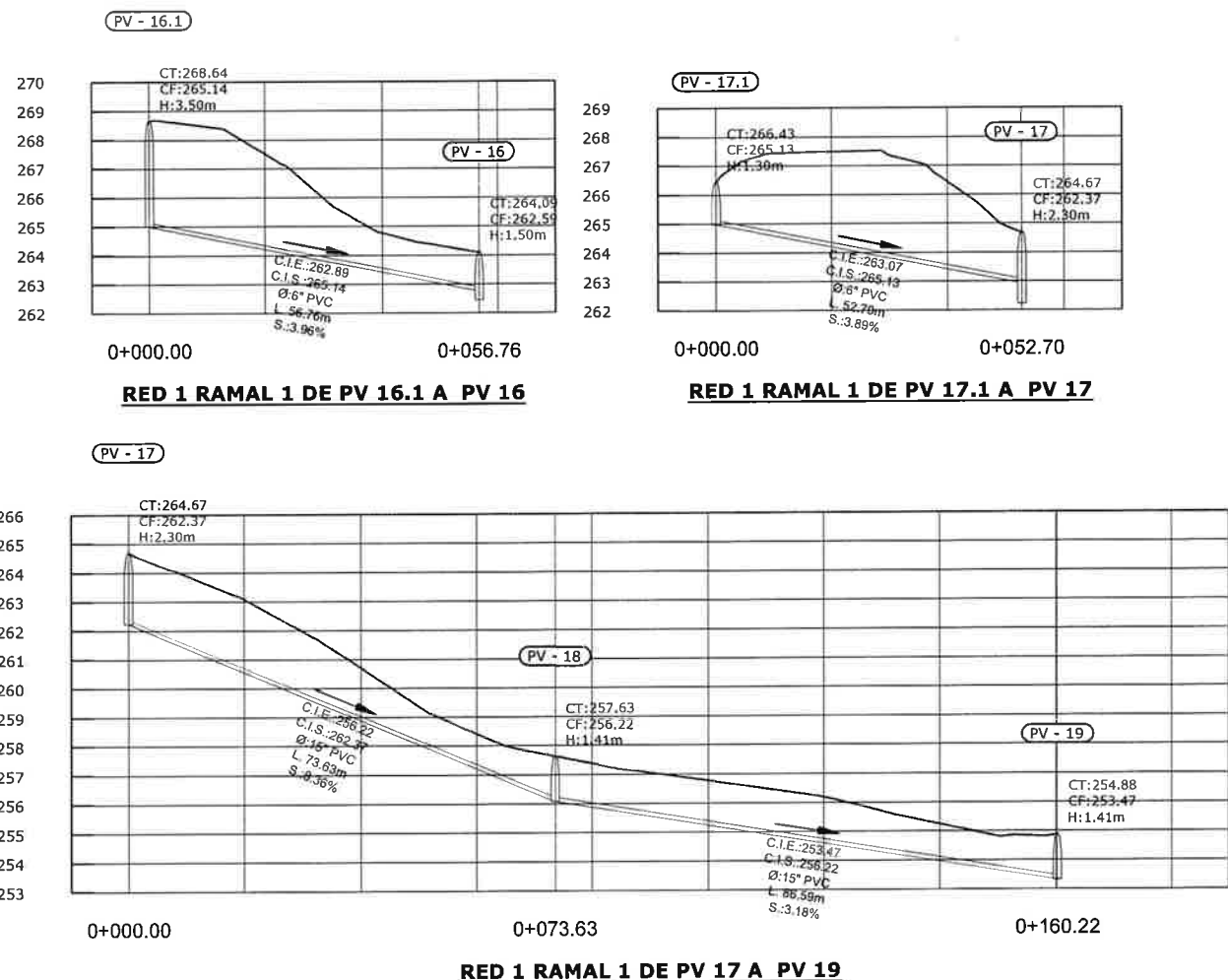
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
ASESORA SUPERVISORA DE INGENIERÍA EN INGENIERÍA CLARSON DE PINTO

HOJA: 4/24



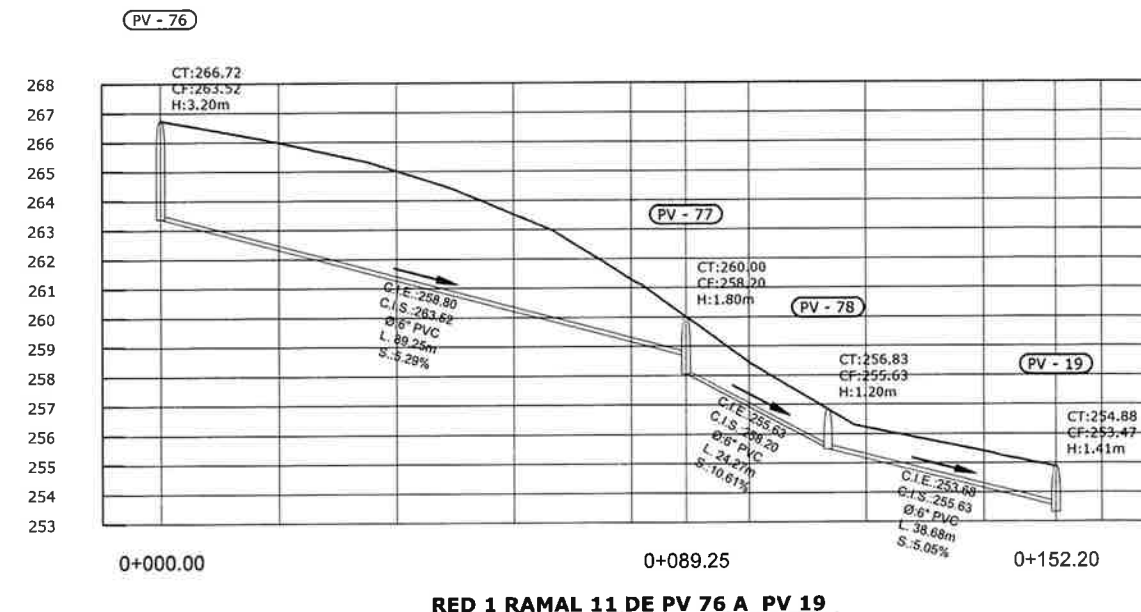
PLANTA RAMAL 1 DE PV-17 A PV-19 Y RAMAL 11 DE PV-76 A PV-19

ESCALA 1:1000



PERFIL RAMAL 1 DE PV-17 A PV-19

ESCALA V: 1:250 H: 1:1250



PERFIL RAMAL 11 DE PV-76 A PV-19

ESCALA V: 1:250 H: 1:1250

| NOMENCLATURA | |
|--------------|------------------------|
| PV | POZO DE VISITA |
| CT | COTA DE TERRENO |
| CF | COTA DE FONDO |
| H | ALTURA DE POZO |
| C.I.E. | COTA INVERT DE ENTRADA |
| C.I.S. | COTA INVERT DE SALIDA |
| Ø | DIÁMETRO DEL TUBO |
| L. | LONGITUD |
| S. | PENDIENTE |

| SIMBOLOGÍA | |
|------------|---|
| ⊕ | POZO DE VISITA |
| → | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| — | LÍNEA CENTRAL |
| ○ PTAR | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

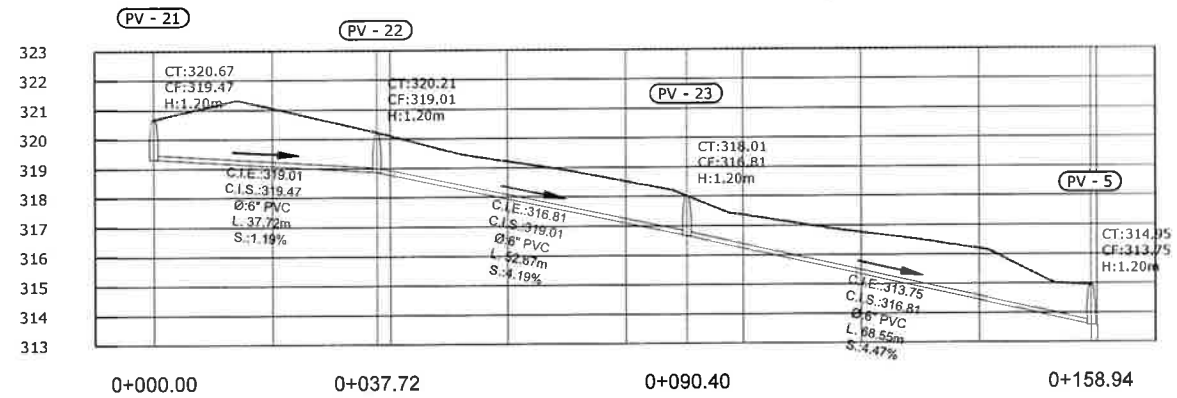
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

CONTENIDO:
PLANTA Y PERFIL RAMAL 1 Y RAMAL 11, RED 1

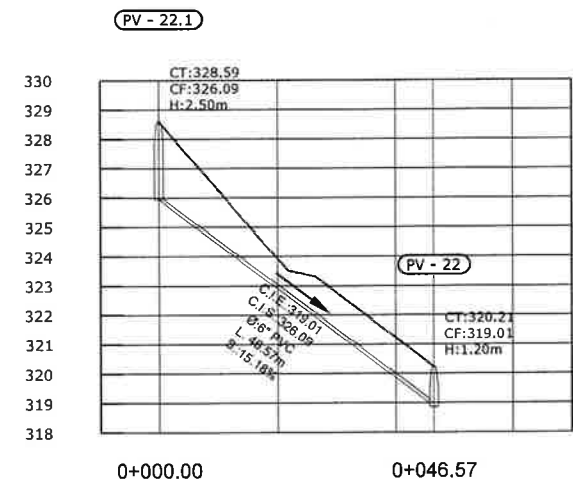
UBICACIÓN:
CANTÓN EL PEDRERO Y EL SAUCE, MUNICIPIO DE SAN CARLOS, DEPARTAMENTO DE SAN CARLOS, GUATEMALA
CALCULO, DISEÑO Y DIBUJO: ANGÉLICA MARIANO RUIZ ESCALA: INDICADAS FECHA: SEPTIEMBRE 2017

Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
ASESORA SUPERVISORA, INGA. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO

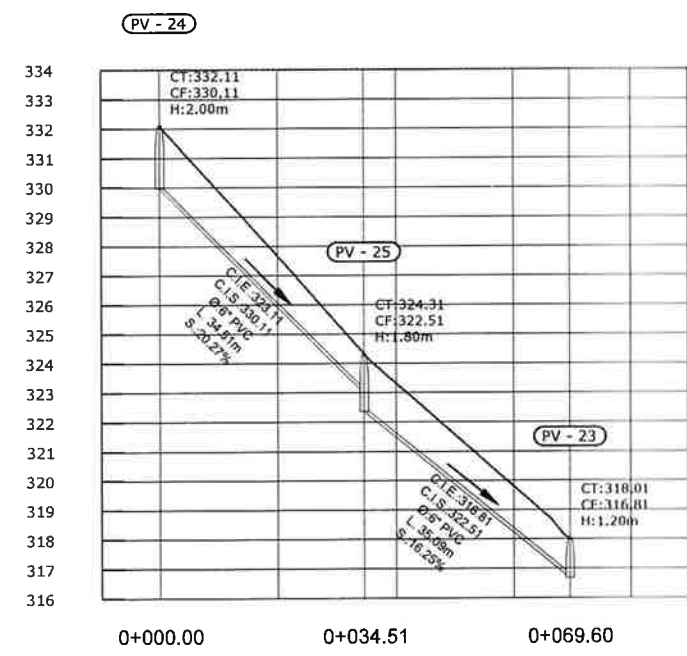
HOJA:
5/24



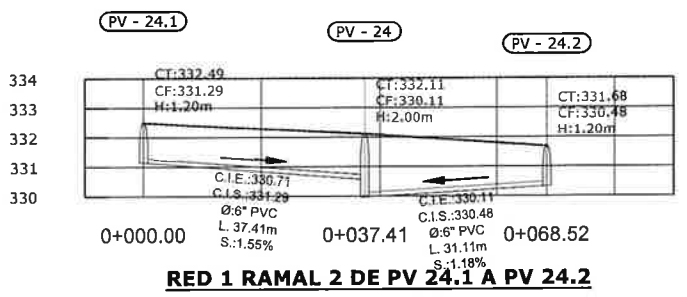
RED 1 RAMAL 2 DE PV 21 A PV 5



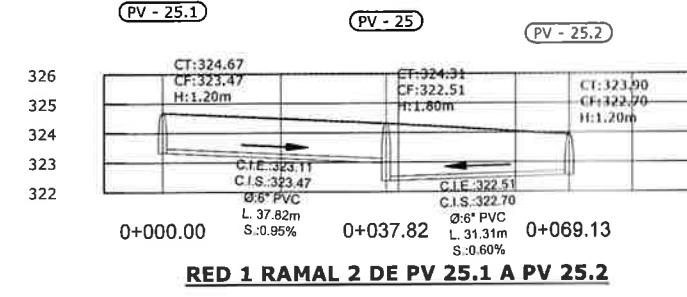
RED 1 RAMAL 2 DE PV 22.1 A PV 22



RED 1 RAMAL 2 DE PV 24 A PV 23



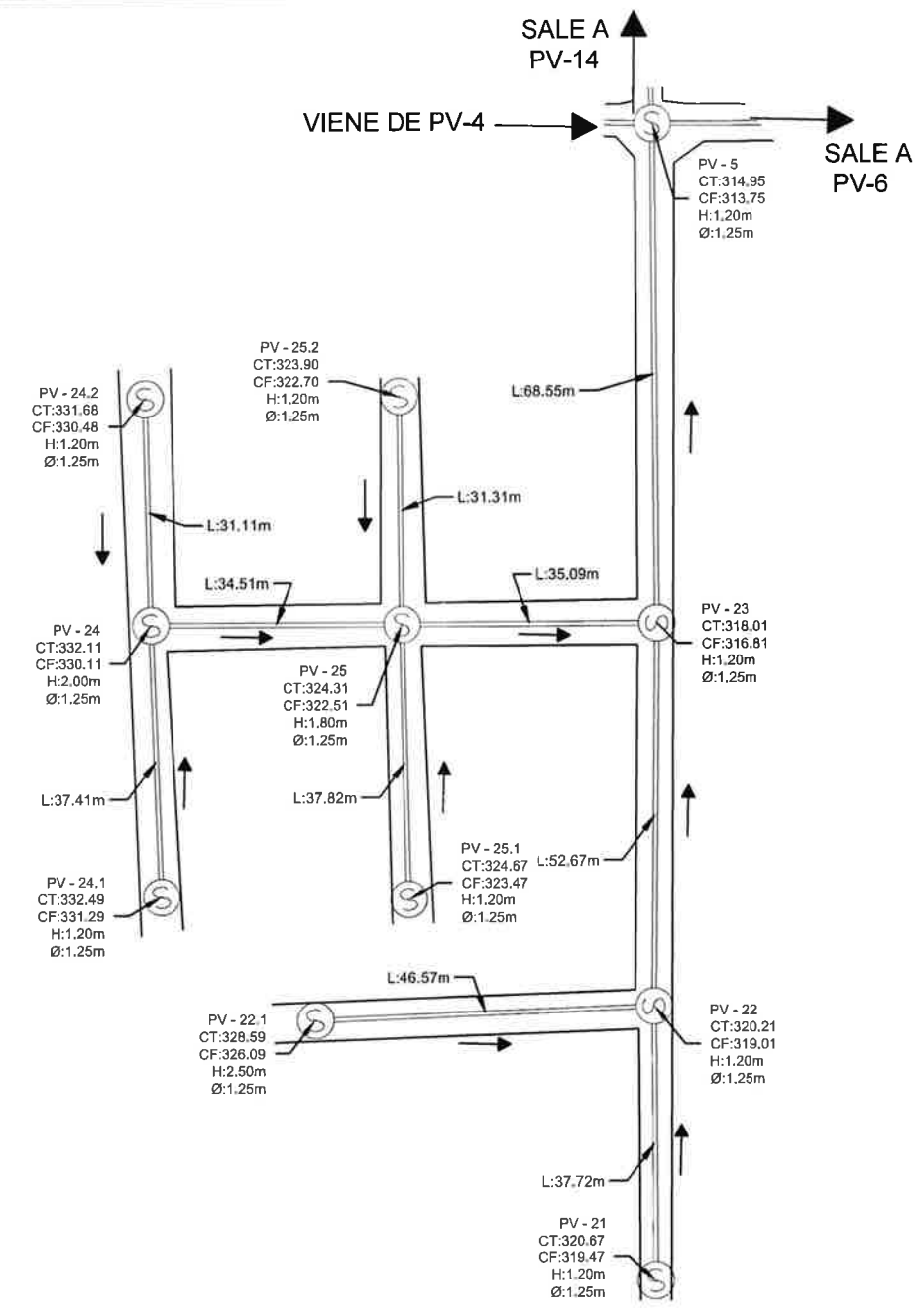
RED 1 RAMAL 2 DE PV 24.1 A PV 24.2



RED 1 RAMAL 2 DE PV 25.1 A PV 25.2

PERFIL RAMAL 2 DE PV-21 A PV-5

ESCALA V: 1:250 H: 1:1250



PLANTA RAMAL 2 DE PV-21 A PV-5

ESCALA 1:1000

| SIMBOLOGÍA | | NOMENCLATURA | |
|------------|---|--------------|------------------------|
| | POZO DE VISITA | PV | POZO DE VISITA |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO | CT | COTA DE TERRENO |
| | LÍNEA CENTRAL | CF | COTA DE FONDO |
| | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES | H | ALTURA DE POZO |
| | C.I.E. | C.I.E. | COTA INVERT DE ENTRADA |
| | C.I.S. | C.I.S. | COTA INVERT DE SALIDA |
| | Ø | Ø | DIÁMETRO DEL TUBO |
| | L | L | LONGITUD |
| | S | S | PENDIENTE |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

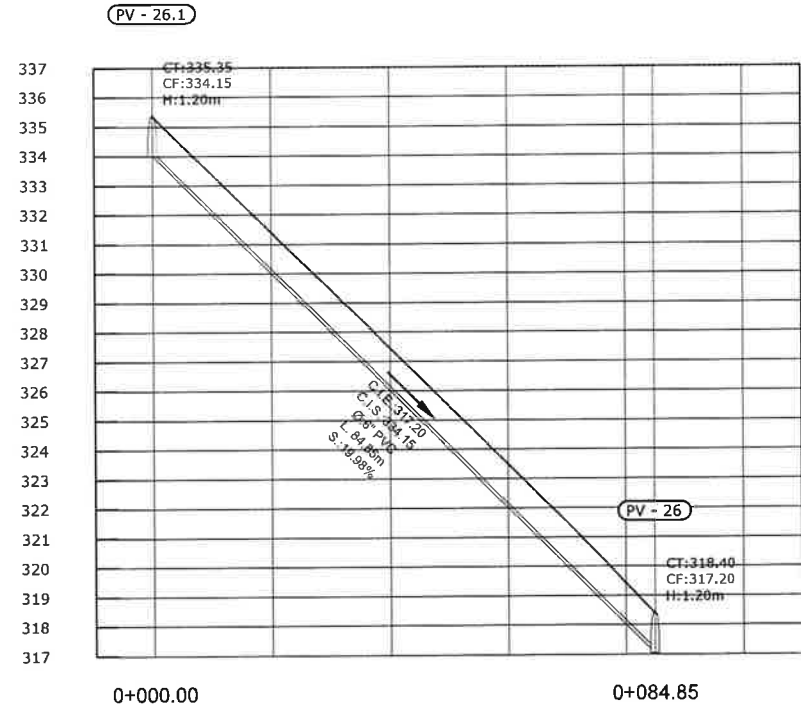
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

CONTENIDO: **PLANTA Y PERFIL RAMAL 2, RED 1**

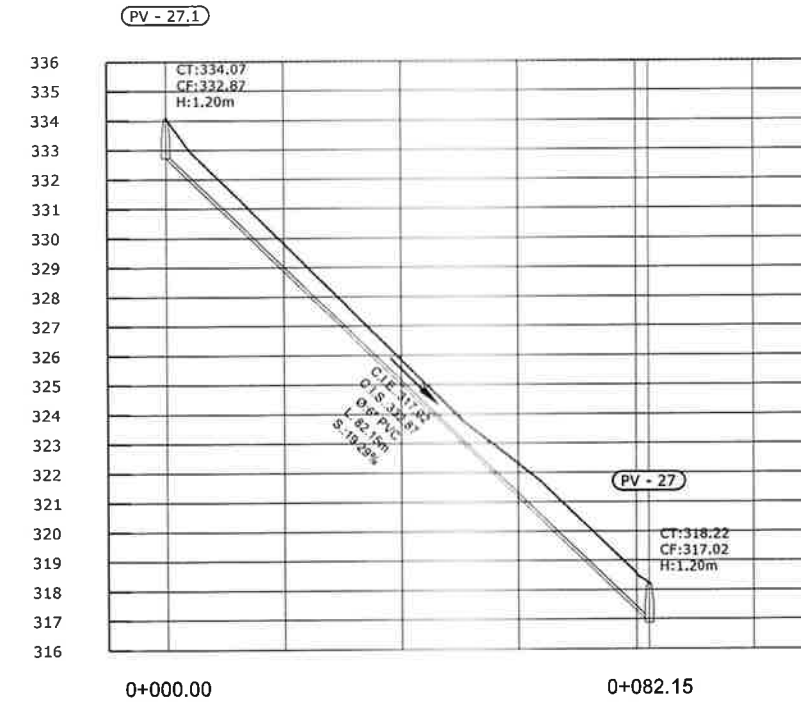
UBICACIÓN: CANTÓN EL PEDRERO Y ALDEA EL PORVENIR, MUNICIPIO DE SAN CARLOS, GUATEMALA

ING. Christa del Rosario Classon de Pinto
 ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

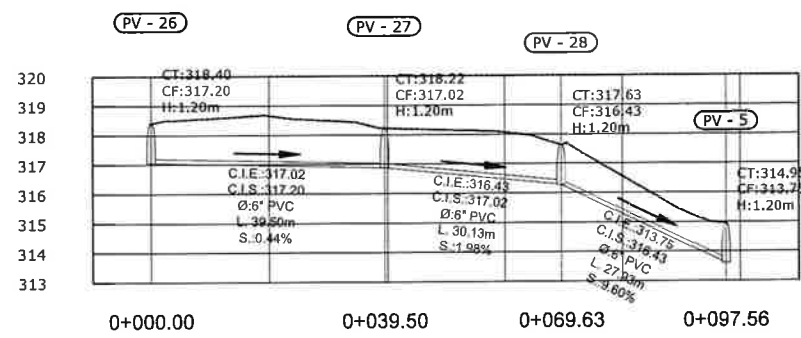
HOJA: **6/24**



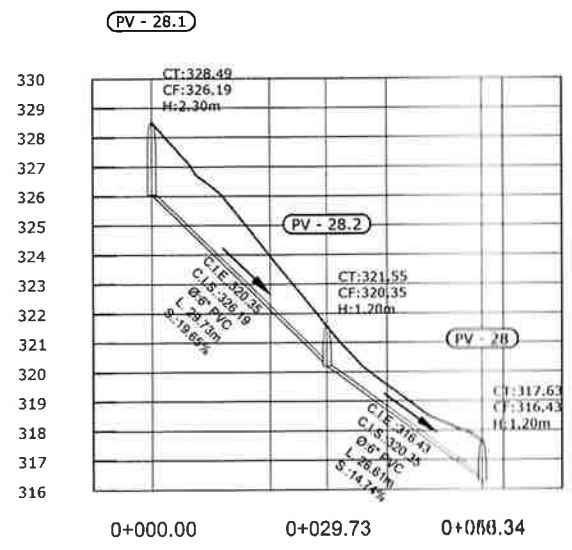
RED 1 RAMAL 3 DE PV 26.1 A PV 26



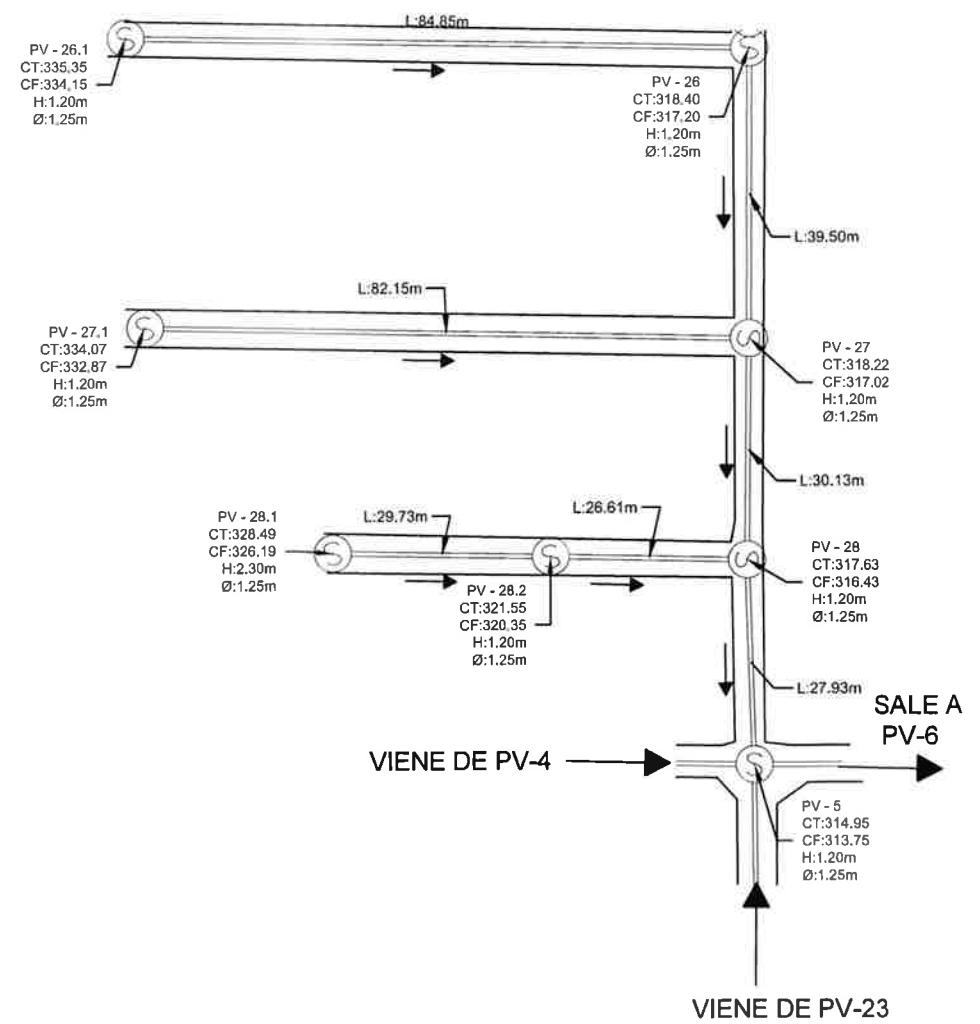
RED 1 RAMAL 3 DE PV 27.1 A PV 27



RED 1 RAMAL 3 DE PV 26 A PV 5



RED 1 RAMAL 3 DE PV 28.1 A PV 28



PLANTA RAMAL 3 DE PV-26 A PV-5

ESCALA 1:1000

PERFIL RAMAL 3 DE PV-26 A PV-5

ESCALA V: 1:250 H: 1:1250

| NOMENCLATURA | |
|--------------|------------------------|
| PV | POZO DE VISITA |
| CT | COTA DE TERRENO |
| CF | COTA DE FONDO |
| H | ALTURA DE POZO |
| C.I.E. | COTA INVERT DE ENTRADA |
| C.I.S. | COTA INVERT DE SALIDA |
| Ø | DIÁMETRO DEL TUBO |
| L | LONGITUD |
| S | PENDIENTE |

| SIMBOLOGÍA | |
|------------|---|
| ⊕ | POZO DE VISITA |
| → | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| — | LÍNEA CENTRAL |
| ○ PTAR | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

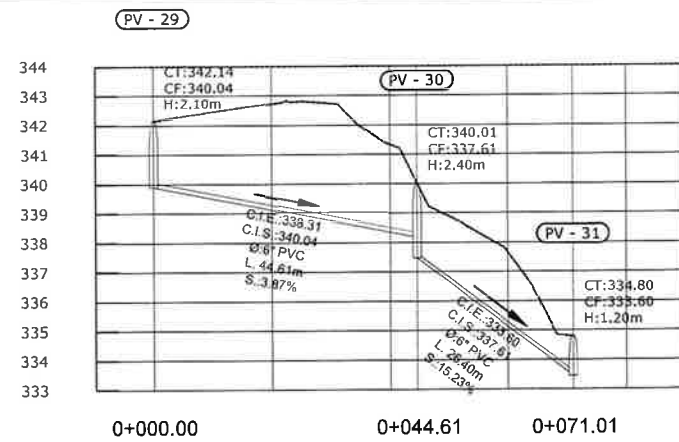
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

CONTENIDO: **PLANTA Y PERFIL RAMAL 3, RED 1**

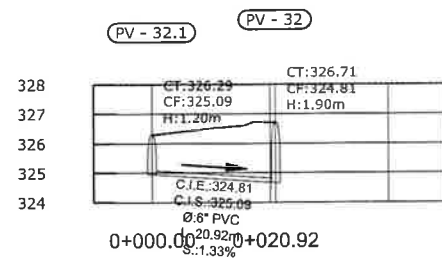
UBICACIÓN: CANTÓN EL PEDRERO, ALDEA EL PORVENIR, CANALES, GUATEMALA

ING. Christa del Rosario Classon de Pinto
 ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
 Unidad de Técnicas de Ingeniería y EPS

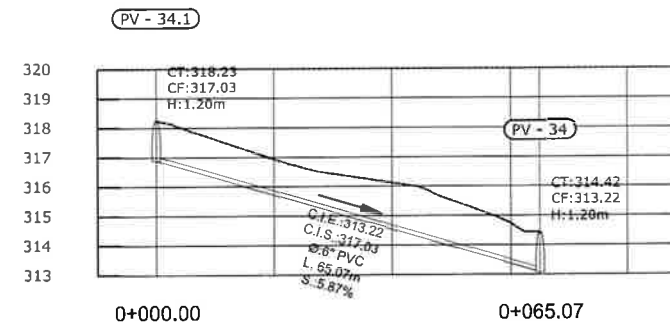
HOJA: 7/24



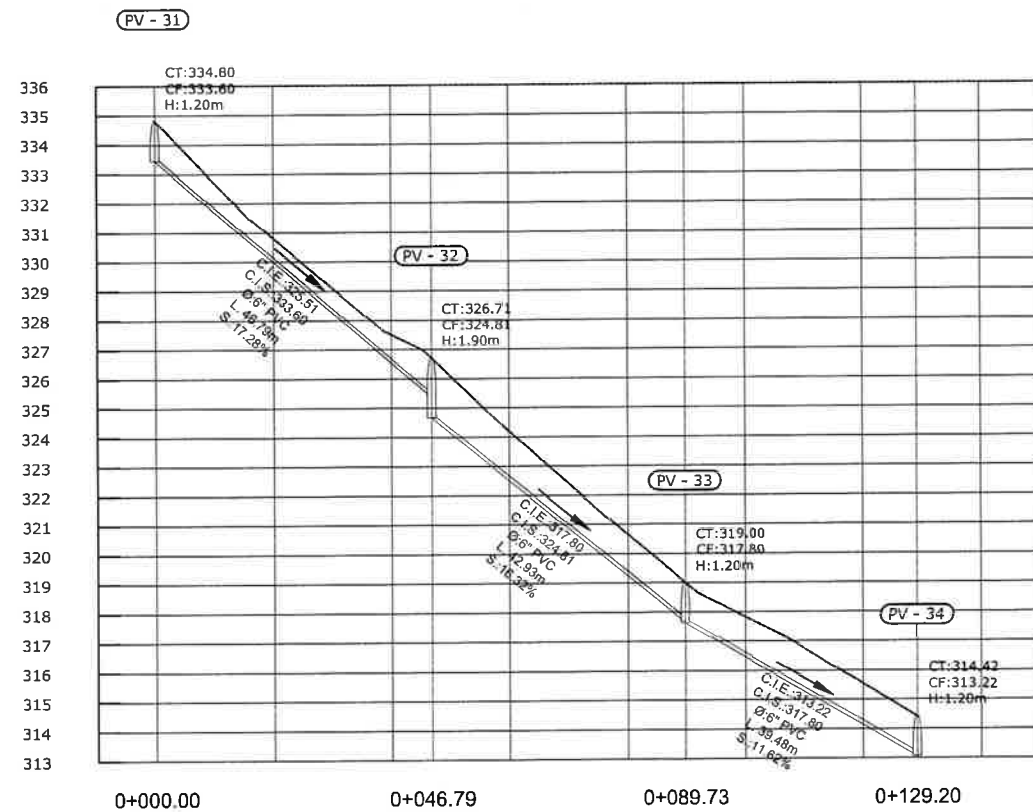
RED 1 RAMAL 4 DE PV 29 A PV 31



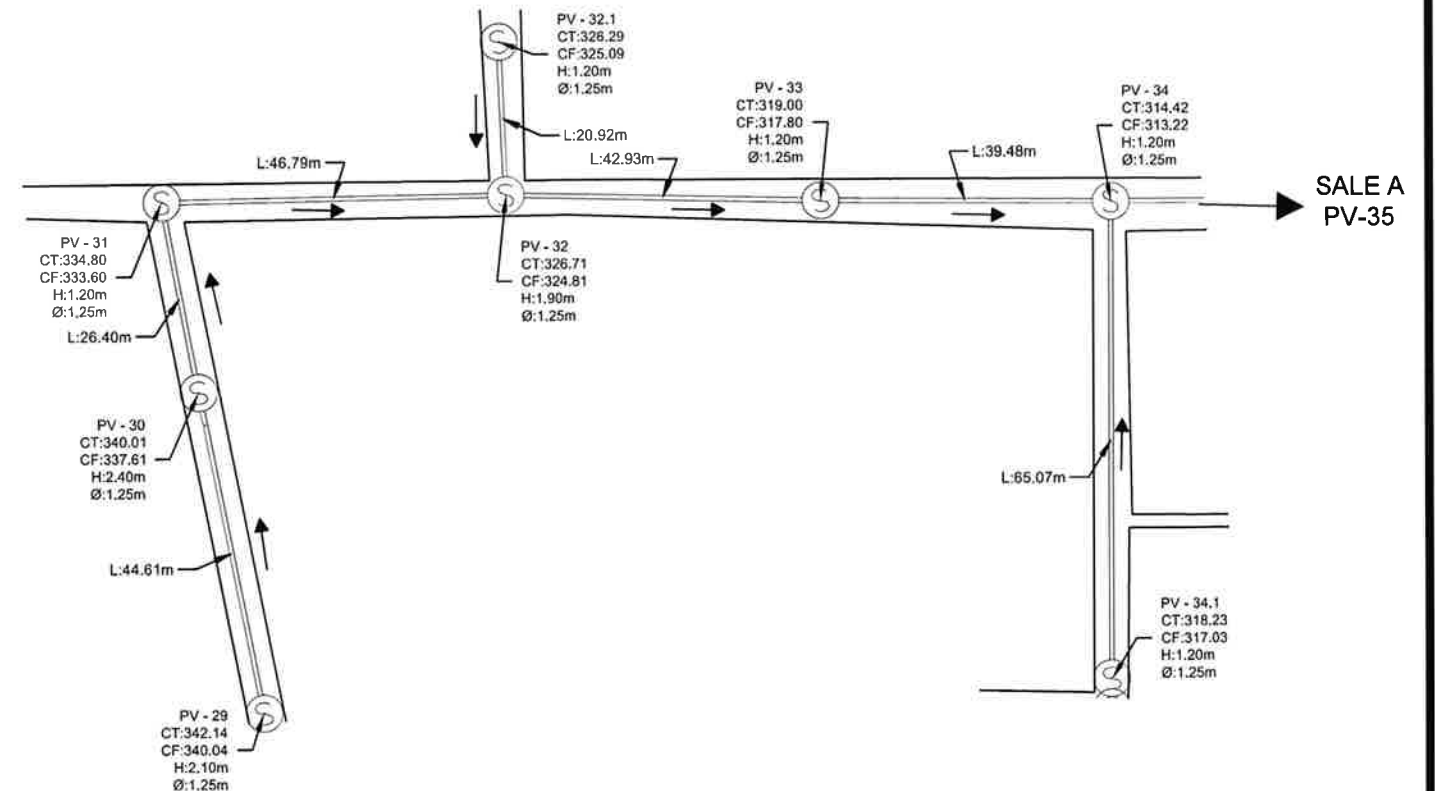
RED 1 RAMAL 4 DE PV 32.1 A PV 32



RED 1 RAMAL 4 DE PV 34.1 A PV 34



RED 1 RAMAL 4 DE PV 31 A PV 34



PLANTA RAMAL 4 DE PV-29 A PV-34

ESCALA 1:1000

PERFIL RAMAL 4 DE PV-29 A PV-34

ESCALA V: 1:250 H: 1:1250

NOMENCLATURA

| | |
|--------|------------------------|
| PV | POZO DE VISITA |
| CT | COTA DE TERRENO |
| CF | COTA DE FONDO |
| H | ALTURA DE POZO |
| C.I.E. | COTA INVERT DE ENTRADA |
| C.I.S. | COTA INVERT DE SALIDA |
| Ø | DIÁMETRO DEL TUBO |
| L. | LONGITUD |
| S. | PENDIENTE |

SIMBOLOGÍA

| | |
|--------|---|
| ⊕ | POZO DE VISITA |
| → | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| — | LÍNEA CENTRAL |
| ○ PTAR | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

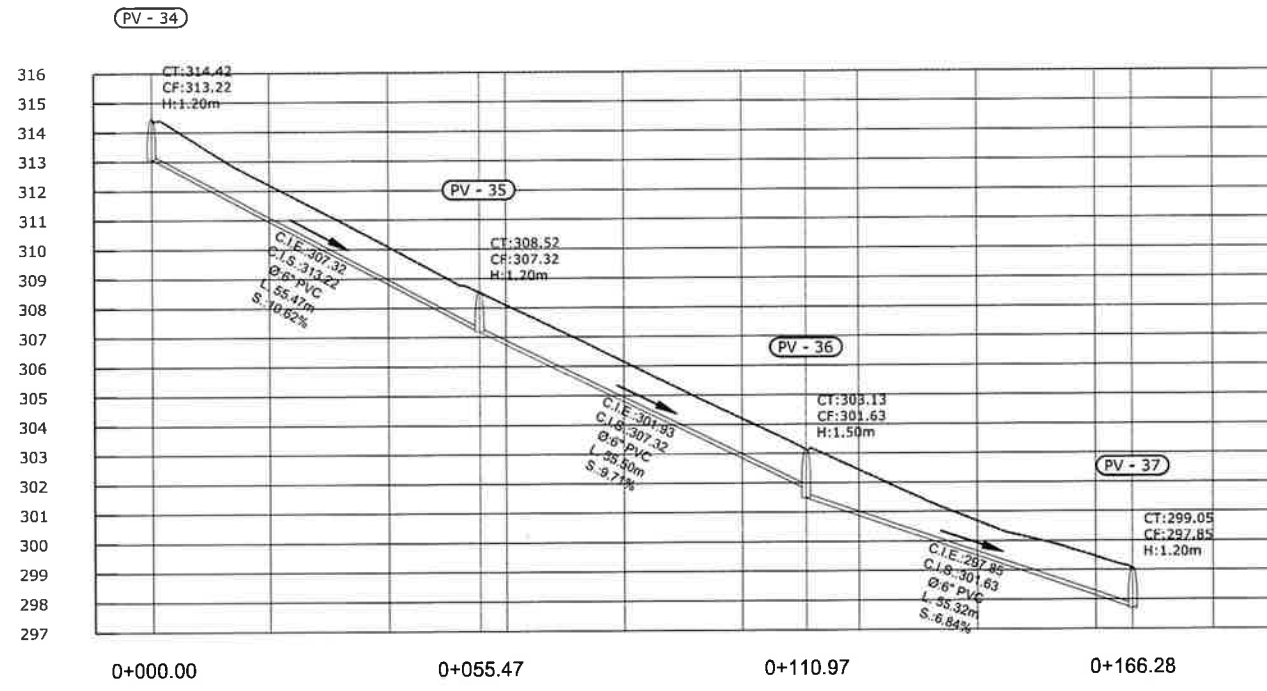
CONTENIDO: **PLANTA Y PERFIL RAMAL 4, RED 1**

UBICACIÓN: CANTÓN EL PEDRERO Y ALDEA EL PORVENIR, CANALES, GUATEMALA
 CÁLCULO: ANGELICA MARIANO VILLATORO RUIZ ESCALA INDICADA FECHA: SEPTIEMBRE 2017

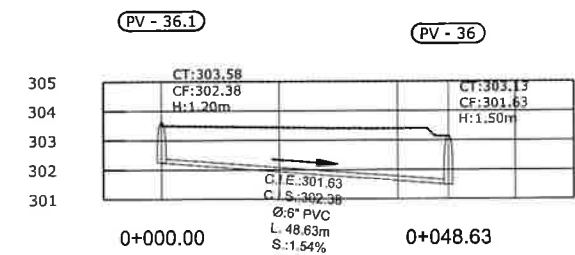
Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
 ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 ASESORA SUPERVISORA INGA. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO



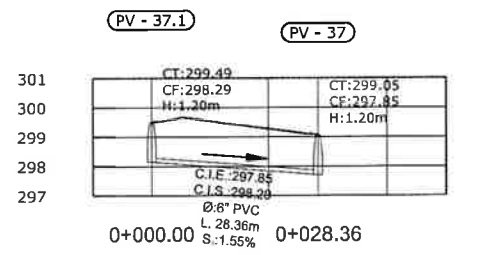
HOJA: 8/24



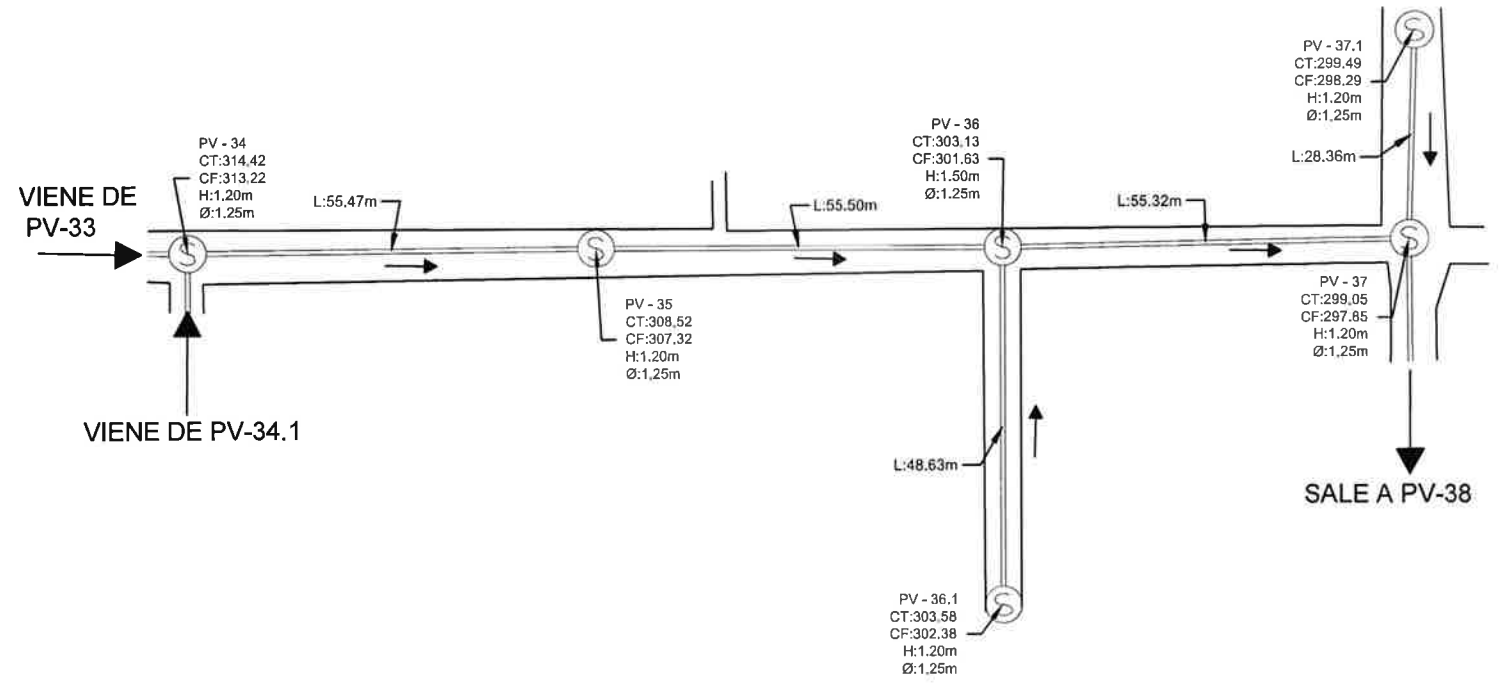
RED 1 RAMAL 4 DE PV 34 A PV 37



RED 1 RAMAL 4 DE PV 36.1 A PV 36



RED 1 RAMAL 4 DE PV 37.1 A PV 37



PLANTA RAMAL 4 DE PV-34 A PV-37

ESCALA 1:1000

PERFIL RAMAL 4 DE PV-34 A PV-37

ESCALA V: 1:250 H: 1:1250

| SIMBOLOGÍA | | NOMENCLATURA | |
|------------|---|--------------|------------------------|
| | POZO DE VISITA | PV | POZO DE VISITA |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO | CT | COTA DE TERRENO |
| | LÍNEA CENTRAL | CF | COTA DE FONDO |
| | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES | H | ALTURA DE POZO |
| | | C.I.E. | COTA INVERT DE ENTRADA |
| | | C.I.S. | COTA INVERT DE SALIDA |
| | | Ø | DIÁMETRO DEL TUBO |
| | | L | LONGITUD |
| | | S | PENDIENTE |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

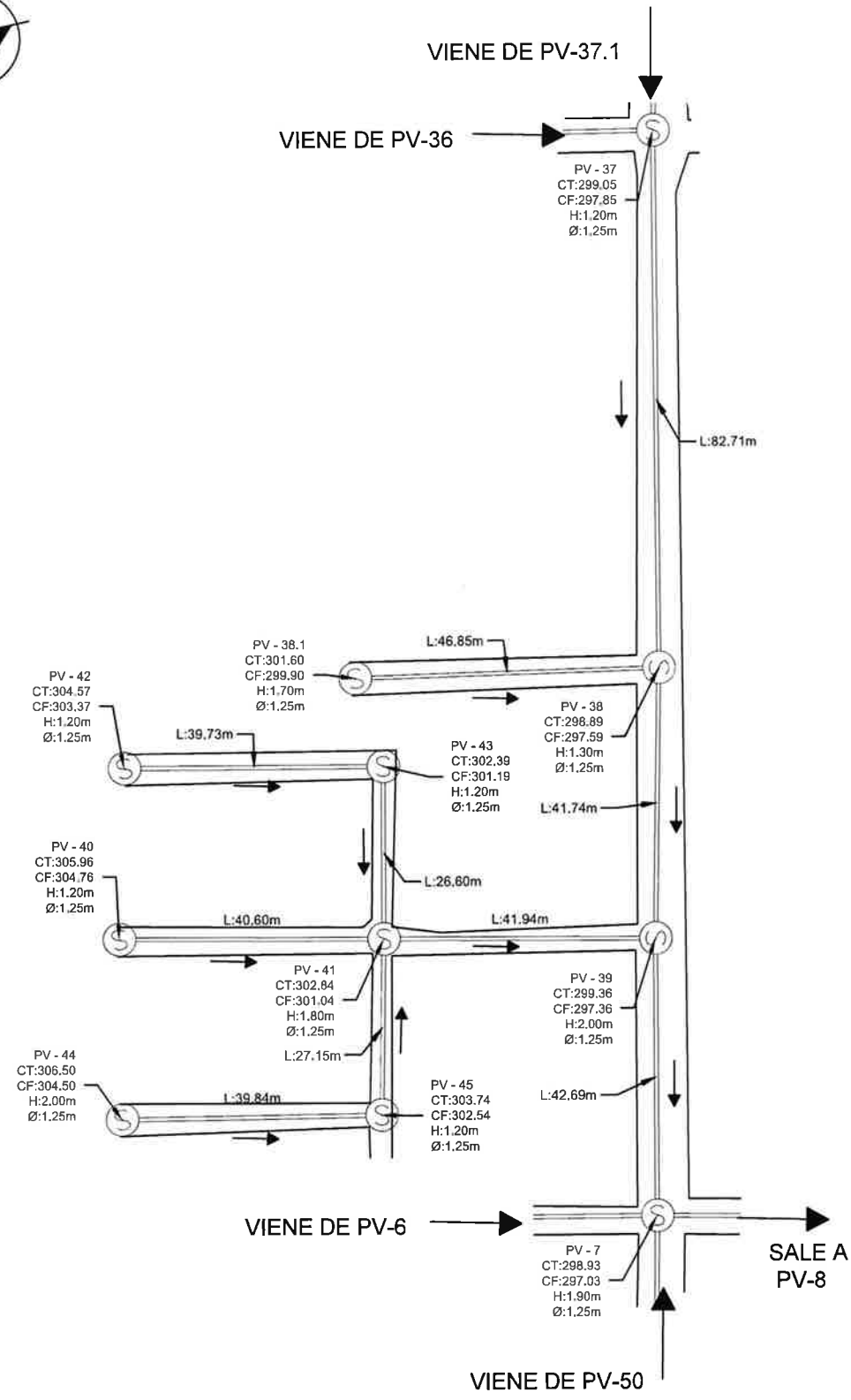
CONTENIDO: **PLANTA Y PERFIL RAMAL 4, RED 1**

UBICACIÓN: CANTÓN EL PEDRERO Y EL SAUCE, ALDEA EL PORVENIR, VILLA CANALES, GUATEMALA

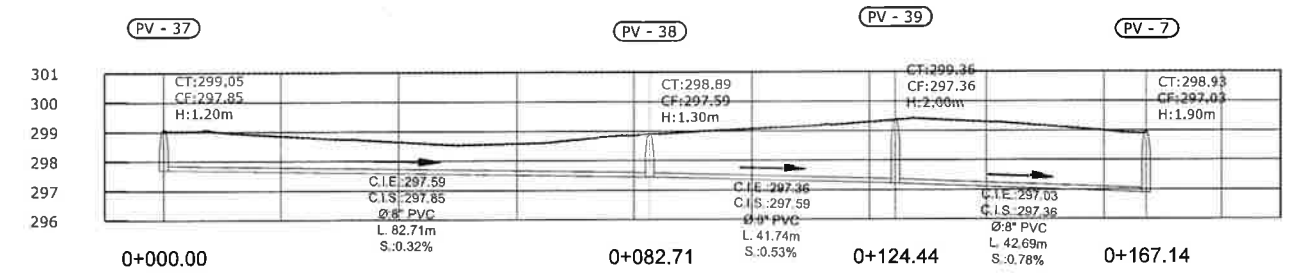
CALCULO, DISEÑO Y DIBUJO: ANGÉLICA MARIANO DE VILLARREAL, INGENIERA EN SALUD PÚBLICA, FECHA: SEPTIEMBRE 2017

HOJA: **9/24**

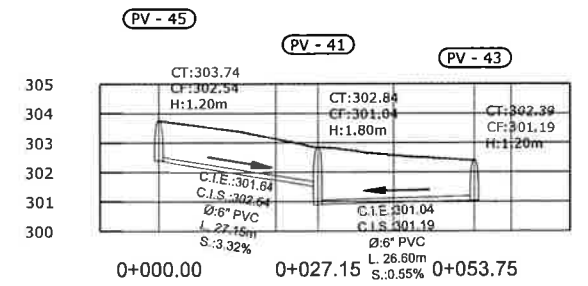
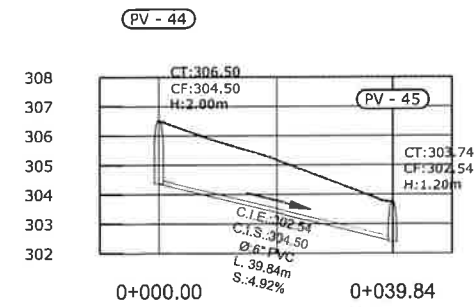
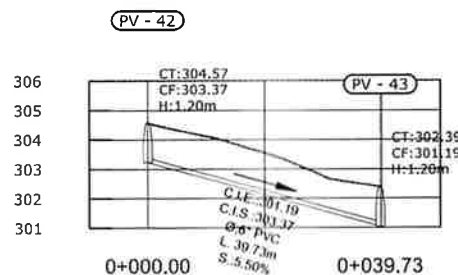
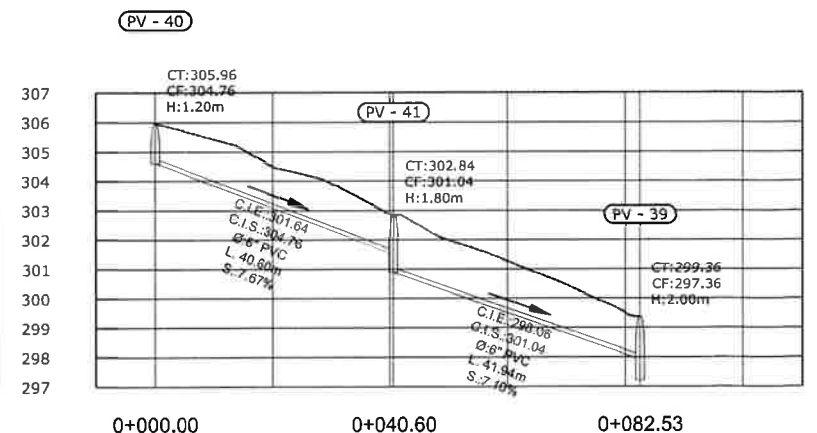
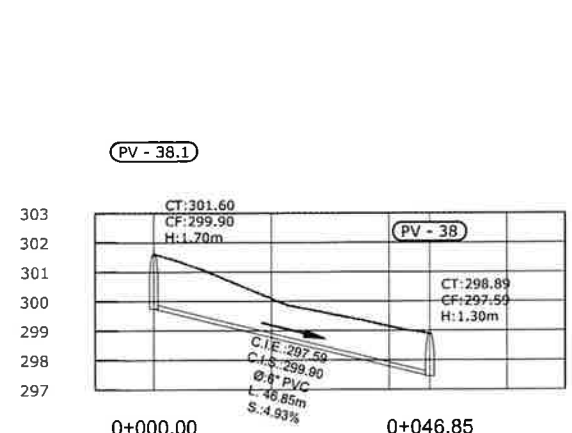
Inga. Christo del Rosario Classon de Pinto
ASESORA SUPERVISORA DE PLANTA
 ASESORA SUPERVISORA INGENIERA EN SALUD PÚBLICA



ESCALA 1:1000



RED 1 RAMAL 4 DE PV 37 A PV 7



PERFIL RAMAL 4 DE PV-37 A PV-7

ESCALA V: 1:250 H: 1:1250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL RAMAL 4, RED 1

UBICACIÓN: CANTÓN EL PEDRERO Y EL SALVEDOR DEL PORVENIR, VILCANCAL, GUATEMALA
 CÁLCULO: DISEÑO Y DIBUJO: ANGÉLICA MARIANO RUIZ ESCALA: INDICADAS FECHA: 16 DE SEPTIEMBRE 2017

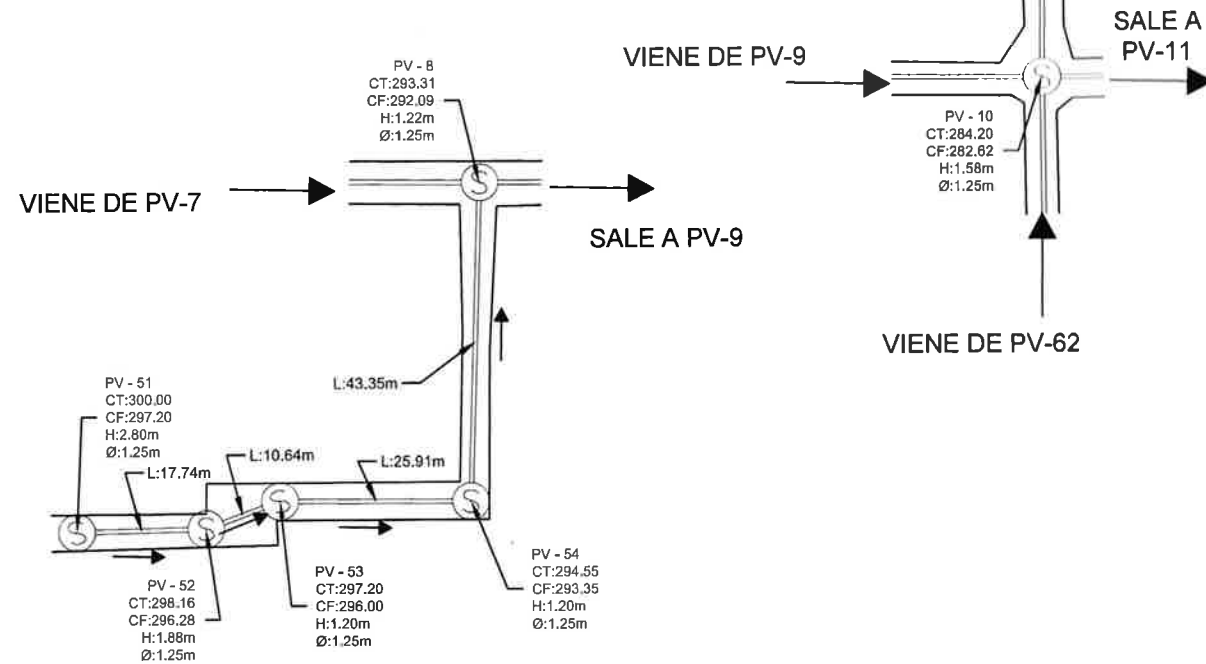
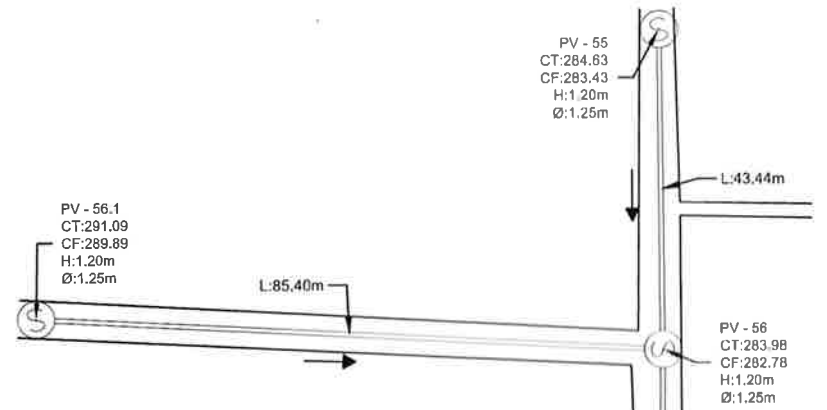


Univ. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
 ASESORA SUPERVISORA DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

HOJA: 10/24

| NOMENCLATURA | |
|--------------|------------------------|
| PV | POZO DE VISITA |
| CT | COTA DE TERRENO |
| CF | COTA DE FONDO |
| H | ALTURA DE POZO |
| C.I.E. | COTA INVERT DE ENTRADA |
| C.I.S. | COTA INVERT DE SALIDA |
| Ø | DIÁMETRO DEL TUBO |
| L | LONGITUD |
| S | PENDIENTE |

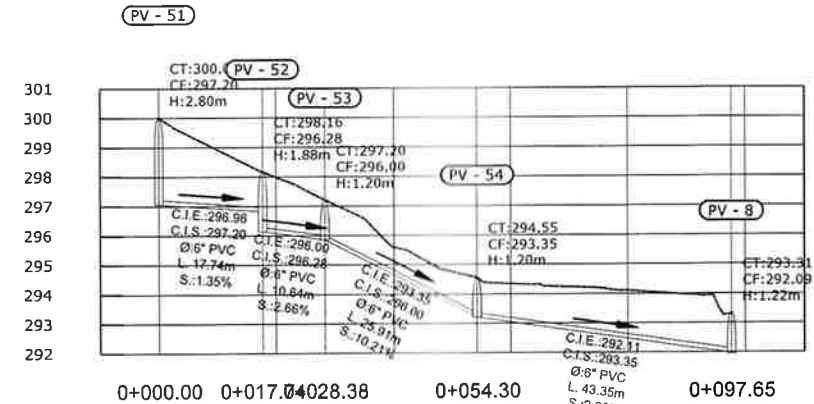
| SIMBOLOGÍA | |
|------------|---|
| | POZO DE VISITA |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| | LÍNEA CENTRAL |
| | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES |



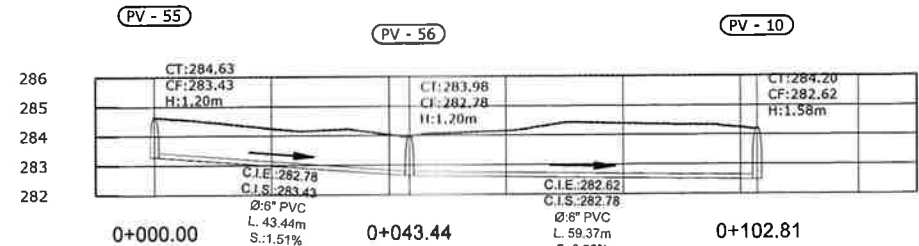
PLANTA RAMAL 6 DE PV-51 A PV-8 Y RAMAL 7 DE PV-55 A PV-10

ESCALA 1:1000

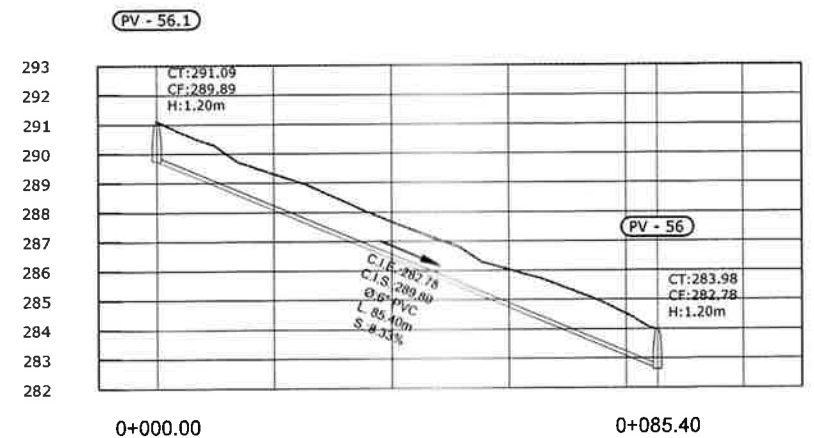
| SIMBOLOGÍA | | NOMENCLATURA | |
|------------|---|--------------|------------------------|
| | POZO DE VISITA | PV | POZO DE VISITA |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO | CT | COTA DE TERRENO |
| | LÍNEA CENTRAL | CF | COTA DE FONDO |
| | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES | H | ALTURA DE POZO |
| | | C.I.E. | COTA INVERT DE ENTRADA |
| | | C.I.S. | COTA INVERT DE SALIDA |
| | | Ø | DIÁMETRO DEL TUBO |
| | | L | LONGITUD |
| | | S | PENDIENTE |



RED 1 RAMAL 6 DE PV 51 A PV 8



RED 1 RAMAL 7 DE PV 55 A PV 10



RED 1 RAMAL 7 DE PV 56.1 A PV 56

PERFIL RAMAL 6 DE PV-51 A PV-8 Y RAMAL 7 DE PV-55 A PV-10

ESCALA V: 1:250 H: 1:1250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

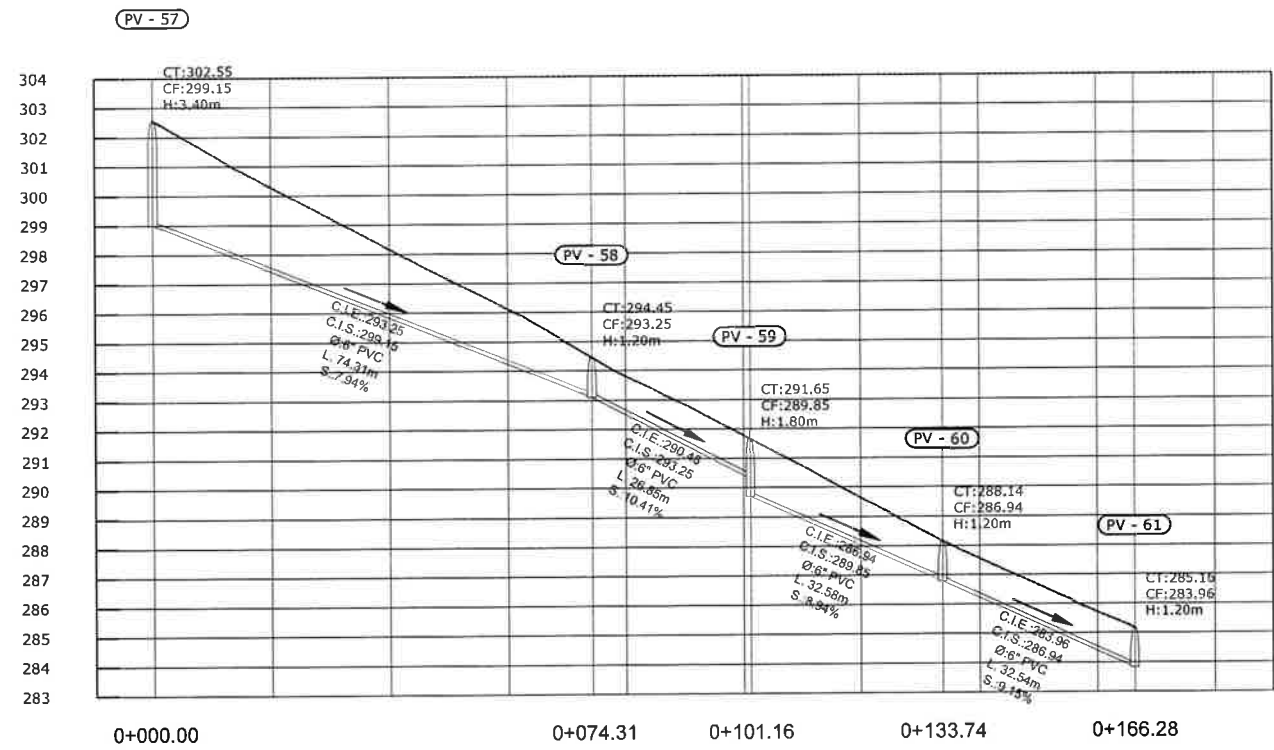
CONTENIDO PLANTA Y PERFIL RAMAL 6 Y 7, RED 1

UBICACIÓN CANTÓN EL PEDRERO Y EL SAUCAL DEL PORVENIR, MUNICIPIO DE SAN JUAN CILAC, DEPARTAMENTO DE SAN CARLOS, GUATEMALA
CÁLCULO: DIEGO VILLARREAL / ANGELEA MARIANNE VILLARREAL RUIZ / ESCALA: INDICADAS / FECHA: 30 DE SEPTIEMBRE 2017

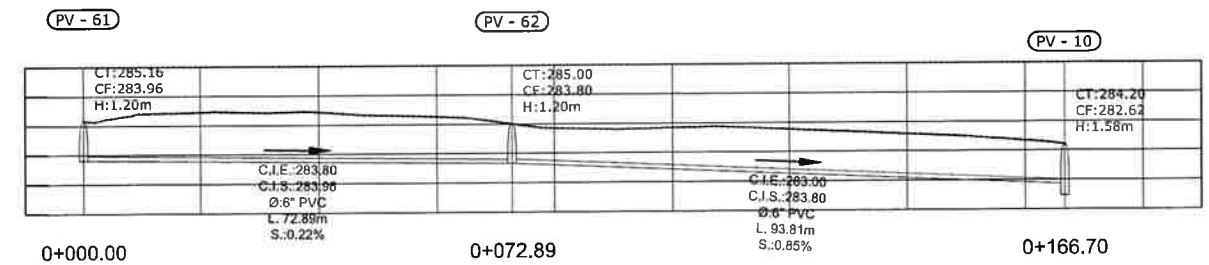
Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
ASESORA SUPERVISORA: Inga. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO



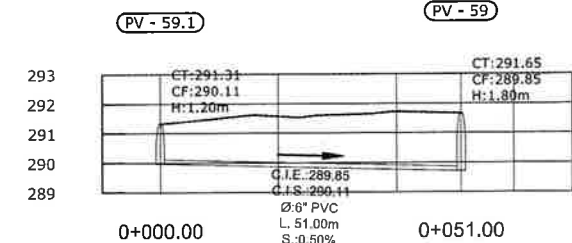
HOJA: 12/24



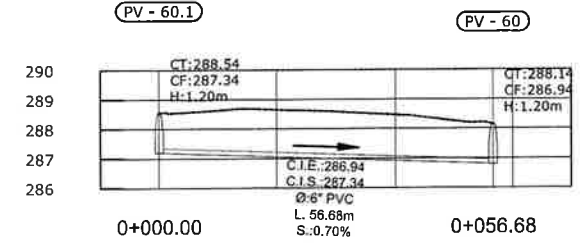
RED 1 RAMAL 8 DE PV 57 A PV 61



RED 1 RAMAL 8 DE PV 61 A PV 10



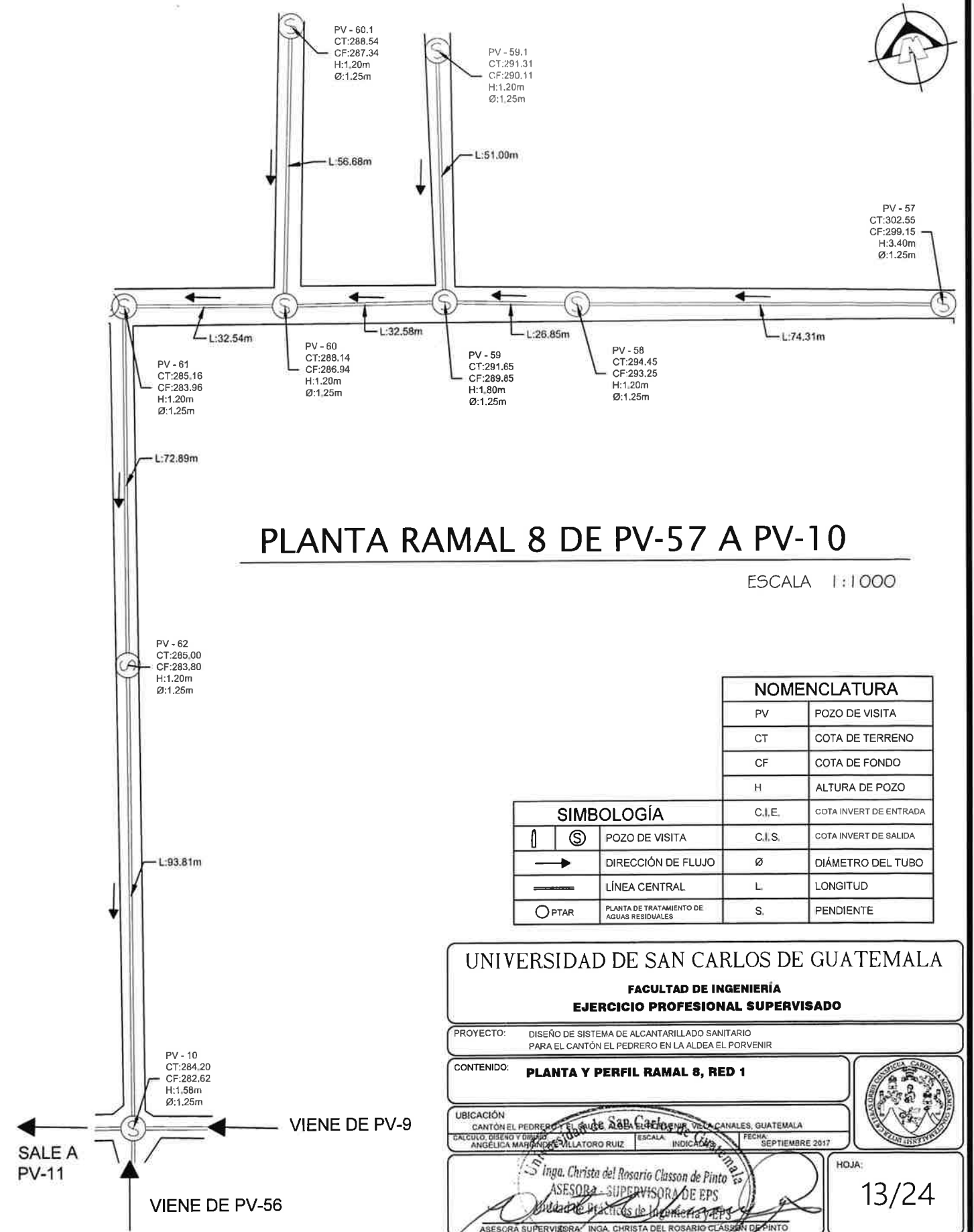
RED 1 RAMAL 8 DE PV 59.1 A PV 59



RED 1 RAMAL 8 DE PV 60.1 A PV 60

PERFIL RAMAL 8 DE PV-57 A PV-10

ESCALA V: 1:250 H: 1:1250



PLANTA RAMAL 8 DE PV-57 A PV-10

ESCALA 1:1000

| NOMENCLATURA | |
|--------------|-----------------|
| PV | POZO DE VISITA |
| CT | COTA DE TERRENO |
| CF | COTA DE FONDO |
| H | ALTURA DE POZO |

| SIMBOLOGÍA | |
|------------|---|
| | POZO DE VISITA |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| | LÍNEA CENTRAL |
| | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES |
| C.I.E. | COTA INVERT DE ENTRADA |
| C.I.S. | COTA INVERT DE SALIDA |
| Ø | DIÁMETRO DEL TUBO |
| L | LONGITUD |
| S | PENDIENTE |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

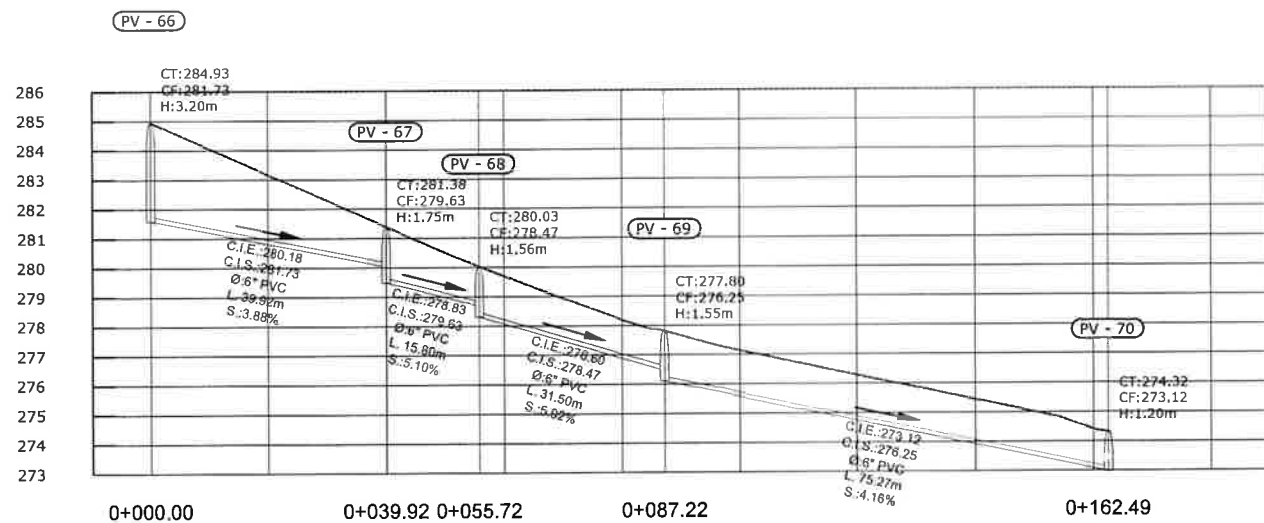
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

CONTENIDO: **PLANTA Y PERFIL RAMAL 8, RED 1**

UBICACIÓN: CANTÓN EL PEDRERO, EL CANTÓN EL PEDRERO, VILLA CANALES, GUATEMALA

CALCULO, DISEÑO Y DIBUJO: ING. ANGÉLICA MARÍA VILLATORO RUIZ ESCALA: INDICADA FECHA: SEPTIEMBRE 2017

ING. Christa del Rosario Classon de Pinto
 ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
 HOJA: 13/24



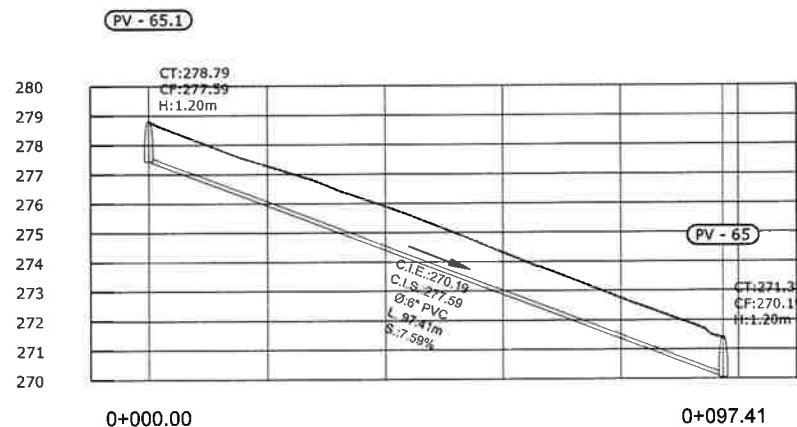
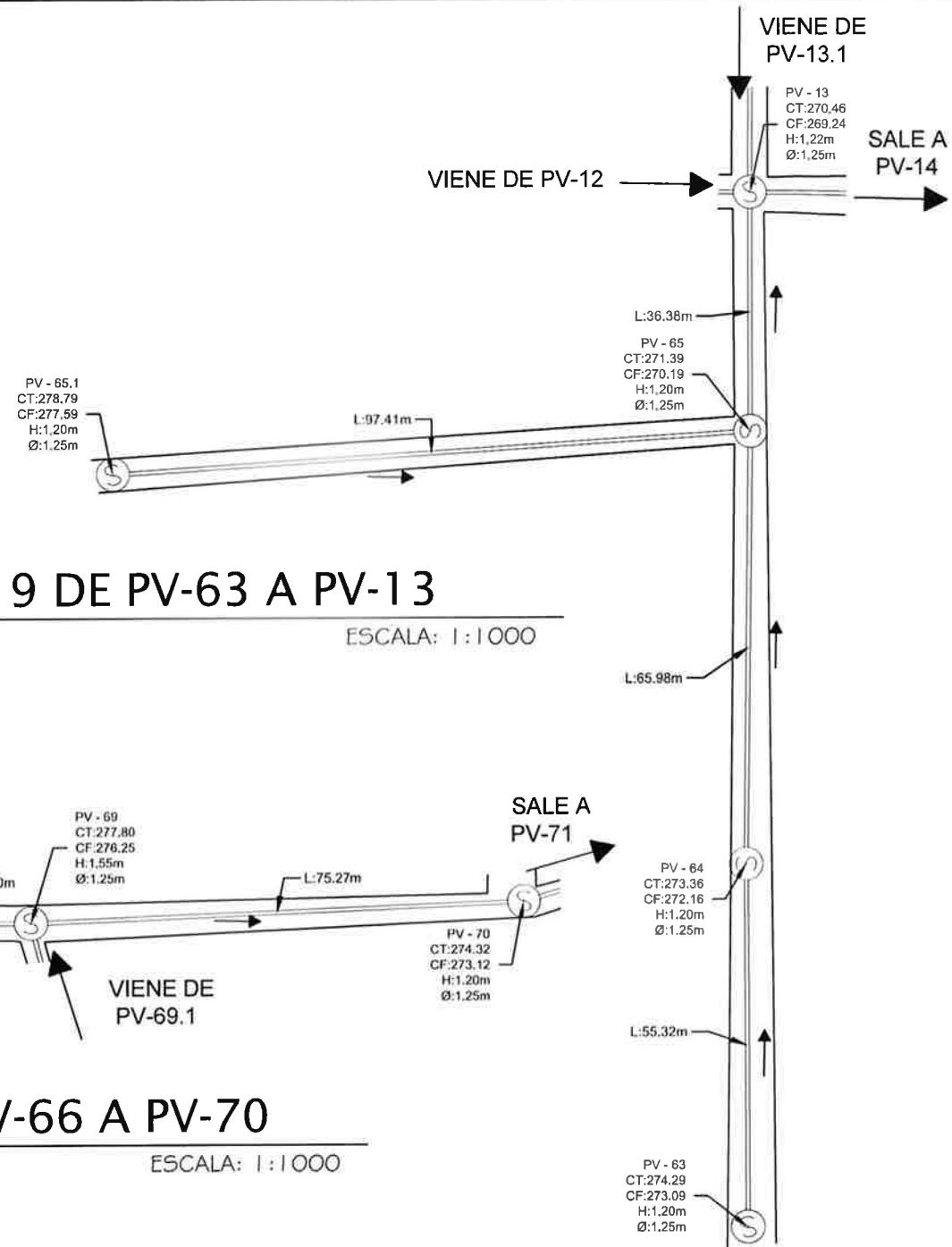
RED 1 RAMAL 10 DE PV 66 A PV 70

PERFIL RAMAL 10 DE PV-66 A PV-70

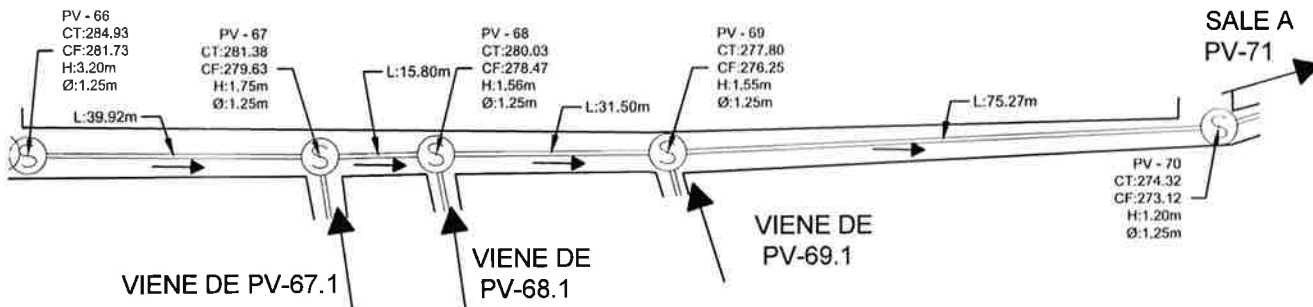
ESCALA V: 1:250 H: 1:1250

PLANTA RAMAL 9 DE PV-63 A PV-13

ESCALA: 1:1000

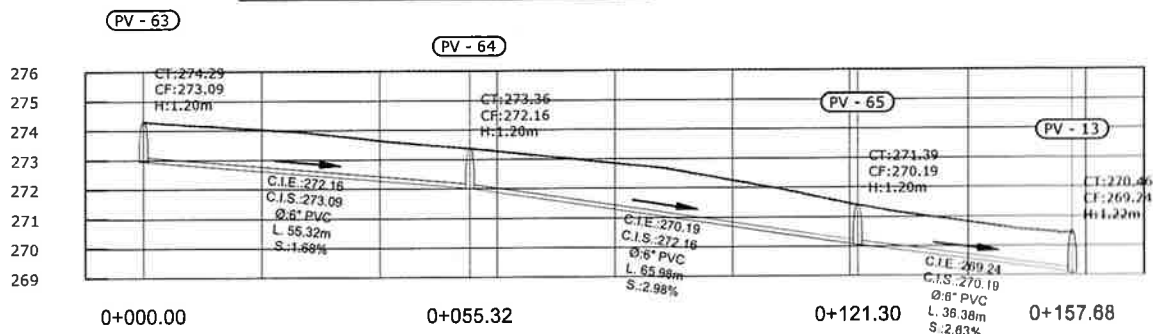


RED 1 RAMAL 9 DE PV 65.1 A PV 65



PLANTA RAMAL 10 DE PV-66 A PV-70

ESCALA: 1:1000



RED 1 RAMAL 9 DE PV 63 A PV 13

PERFIL RAMAL 9 DE PV-63 A PV-13

ESCALA V: 1:250 H: 1:1250

| NOMENCLATURA | |
|--------------|------------------------|
| PV | POZO DE VISITA |
| CT | COTA DE TERRENO |
| CF | COTA DE FONDO |
| H | ALTURA DE POZO |
| C.I.E. | COTA INVERT DE ENTRADA |
| C.I.S. | COTA INVERT DE SALIDA |
| Ø | DIÁMETRO DEL TUBO |
| L | LONGITUD |
| S | PENDIENTE |

| SIMBOLOGÍA | |
|------------|---|
| | POZO DE VISITA |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| | LÍNEA CENTRAL |
| | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

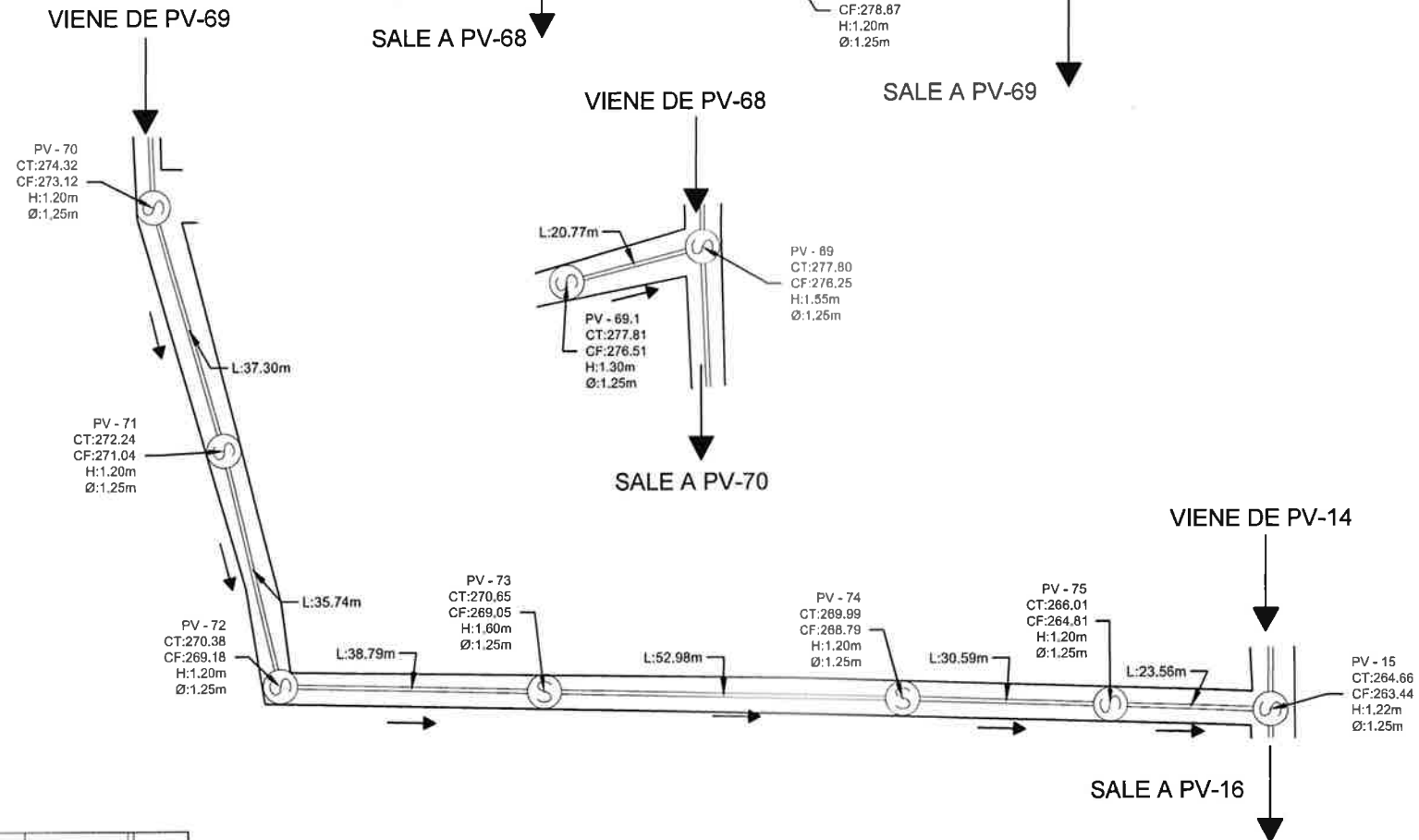
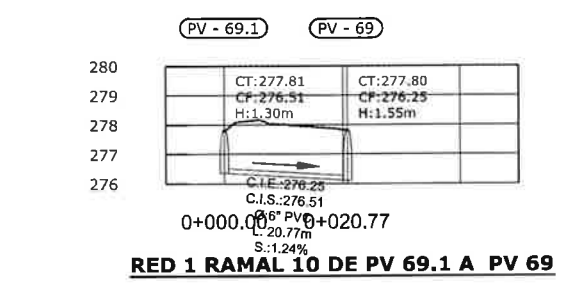
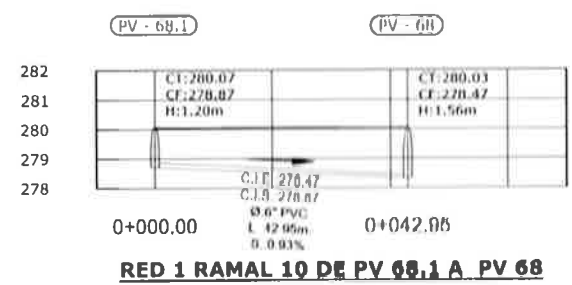
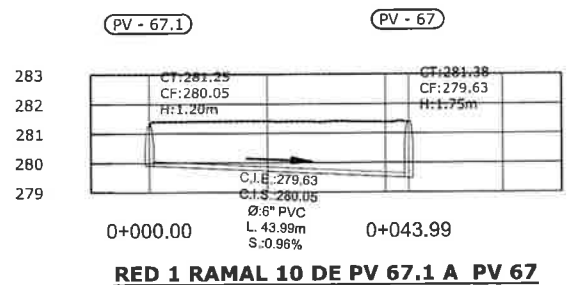
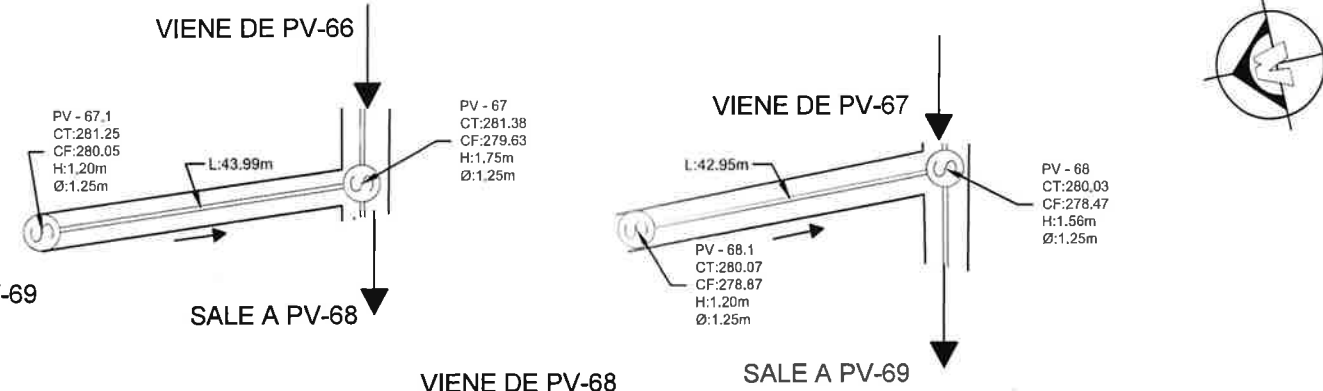
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL RAMAL 9 Y 10, RED 1

UBICACIÓN: CANTÓN EL PEDRERO, ALDEA EL PORVENIR, CANTÓN EL PEDRERO, GUATEMALA

CÁLCULO, DISEÑO Y DIBUJO: ANGÉLICA MARIANO VILLATORO RUIZ ESCALA: INDICADAS TÉCNICA: SEPTIEMBRE 2017

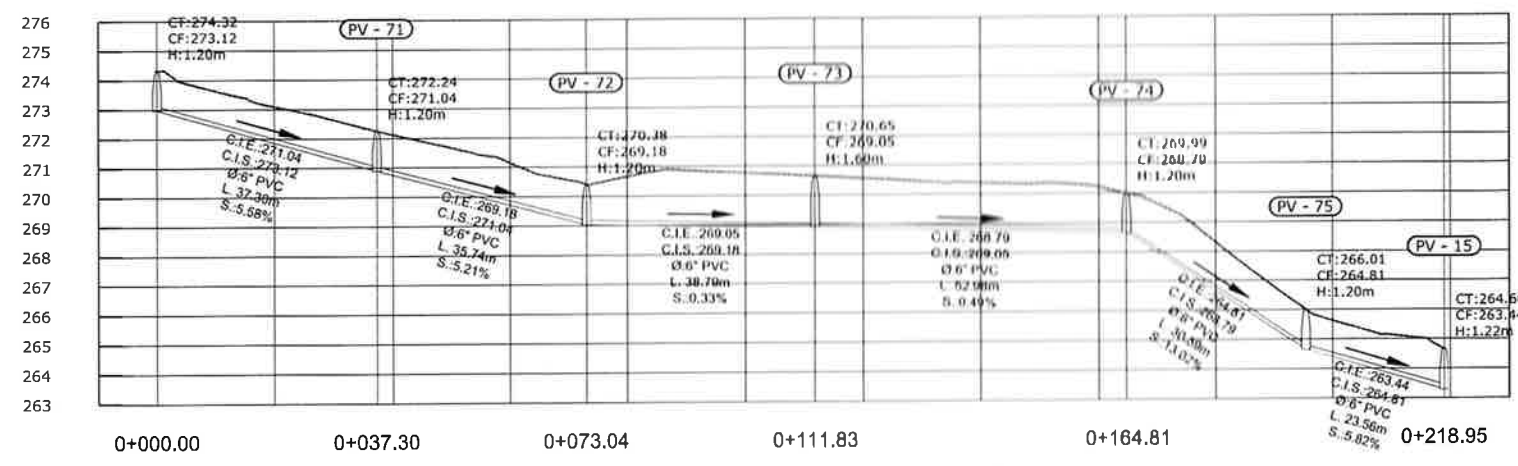
ING. Christa del Rosario Classon de Pinto
 ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

HOJA: 14/24



PLANTA RAMAL 10 DE PV-70 A PV-15

ESCALA 1:1000



RED 1 RAMAL 10 DE PV 70 A PV 15

PERFIL RAMAL 10 DE PV-70 A PV-15

ESCALA V: 1:250 H: 1:1250

| NOMENCLATURA | |
|--------------|------------------------|
| PV | POZO DE VISITA |
| CT | COTA DE TERRENO |
| CF | COTA DE FONDO |
| H | ALTURA DE POZO |
| C.I.E. | COTA INVERT DE ENTRADA |
| C.I.S. | COTA INVERT DE SALIDA |
| Ø | DIÁMETRO DEL TUBO |
| L. | LONGITUD |
| S. | PENDIENTE |

| SIMBOLOGÍA | |
|------------|---|
| | POZO DE VISITA |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| | LÍNEA CENTRAL |
| | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES |

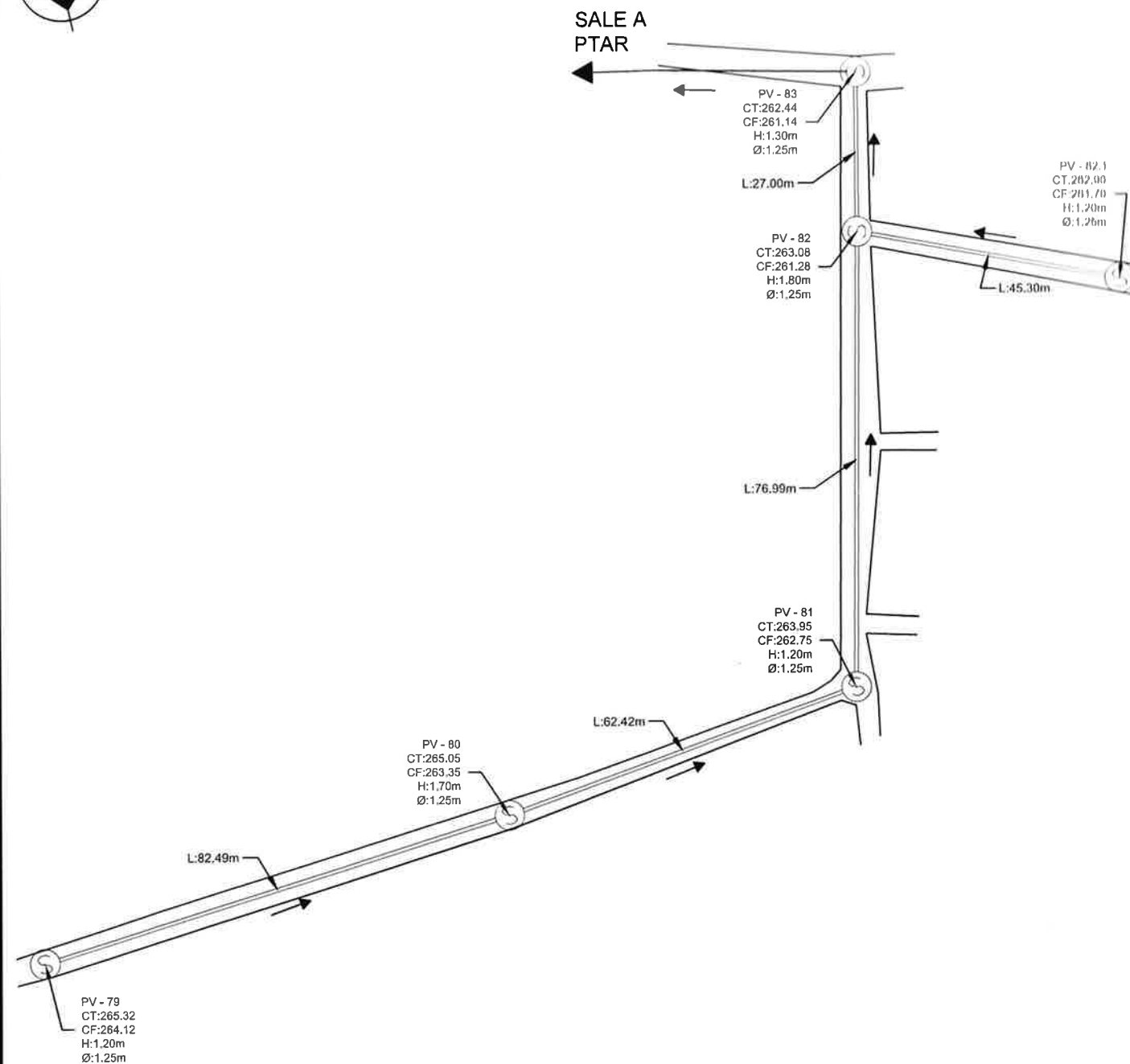
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

CONTENIDO: **PLANTA Y PERFIL RAMAL 10, RED 1**

UBICACIÓN: CANTÓN EL PEDRERO Y EL PUERTO ALDEA EL PORVENIR, VILLA CAJALES, GUATEMALA
 CÁLCULO, DISEÑO Y DIBUJO: ANGELEICA MARIANO RUIZ
 ESCALA: INDICADAS
 FECHA: SEPTIEMBRE 2017

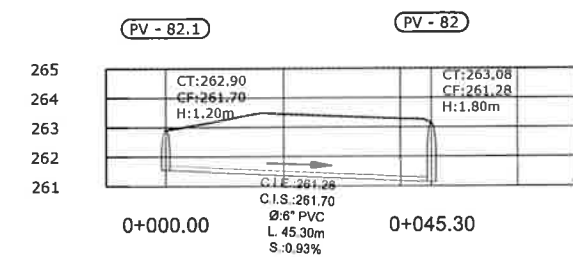
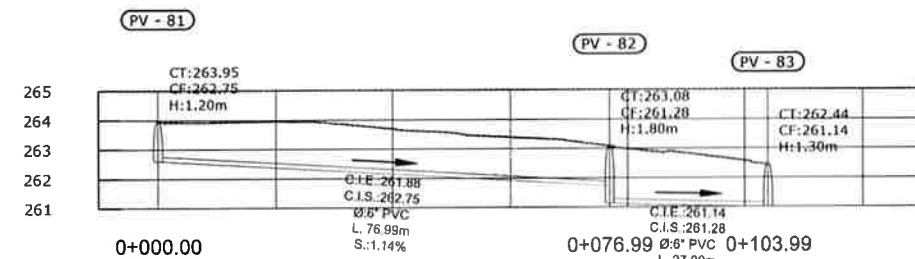
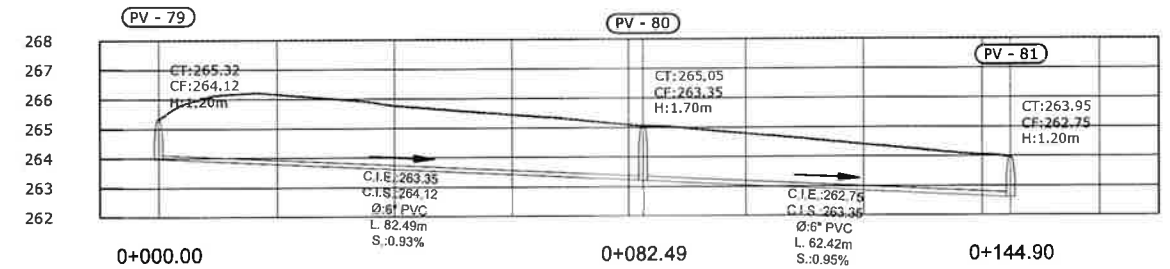
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 ASSESORA SUPERVISORA: *[Signature]*
 HOJA: 15/24



PLANTA RAMAL 12 DE PV-79 A PV-83

ESCALA 1:1000

| SIMBOLOGÍA | | NOMENCLATURA | |
|------------|---|--------------|------------------------|
| | POZO DE VISITA | PV | POZO DE VISITA |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO | CT | COTA DE TERRENO |
| | LÍNEA CENTRAL | CF | COTA DE FONDO |
| | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES | H | ALTURA DE POZO |
| | | C.I.E. | COTA INVERT DE ENTRADA |
| | | C.I.S. | COTA INVERT DE SALIDA |
| | | Ø | DIÁMETRO DEL TUBO |
| | | L | LONGITUD |
| | | S | PENDIENTE |



PERFIL RAMAL 12 DE PV-79 A PV-83

ESCALA V: 1:250 H: 1:1250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

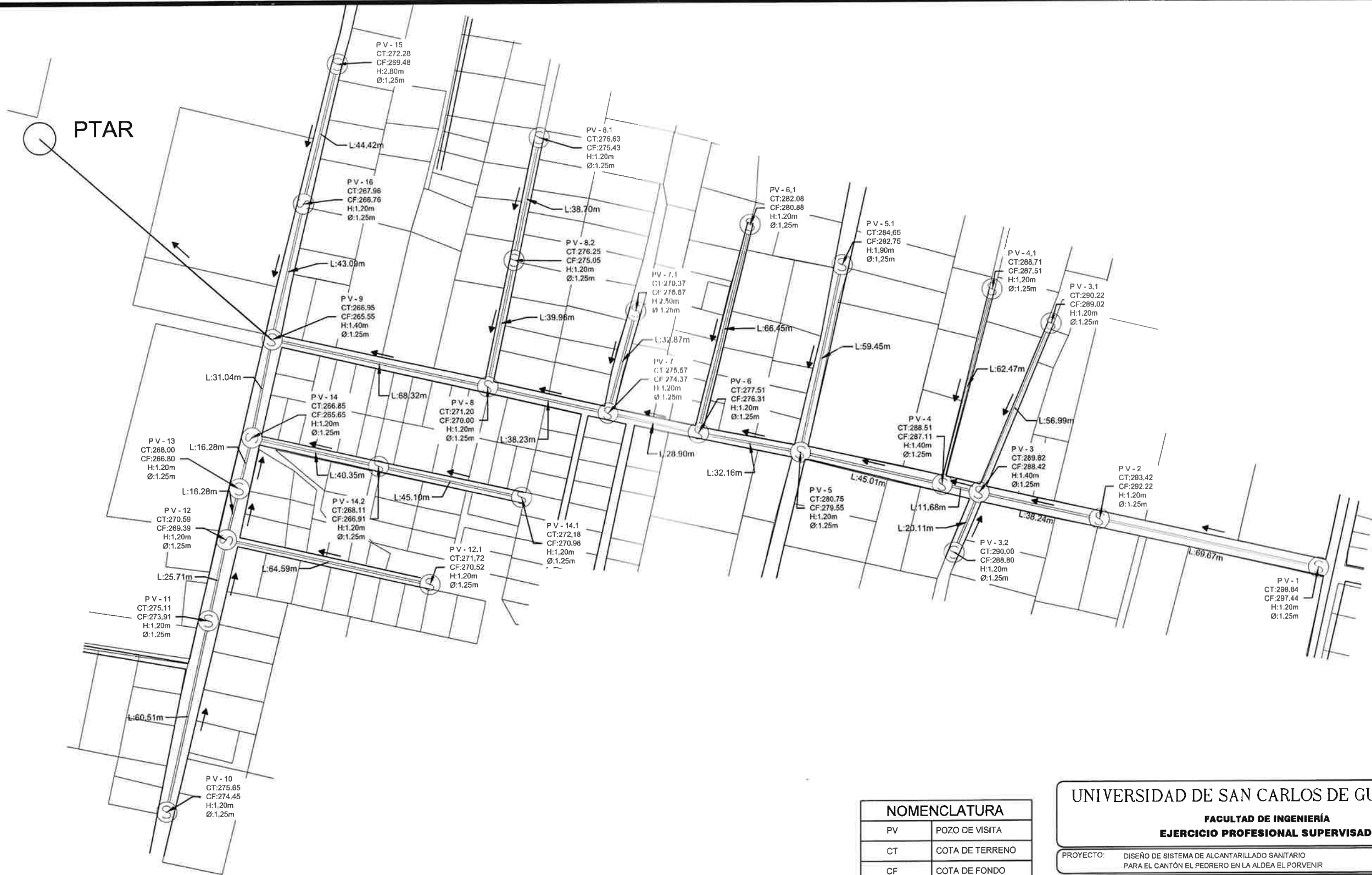
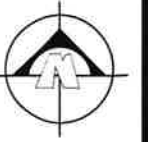
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL RAMAL 12, RED 1

UBICACIÓN: CANTÓN EL PEDRERO Y LA ALDEA EL PORVENIR, MUNICIPIO DE SAN CARLOS, DEPARTAMENTO DE SAN CARLOS, GUATEMALA
CALCULO, DISEÑO Y DIBUJO: ANGÉLICA MARIANDRE VÁSQUEZ TORO RUIZ
ESCALA: INDICADAS
SEPTIEMBRE 2017

Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
ASESORA SUPERVISORA INGA. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO



HOJA: 16/24



PLANTA GENERAL RED 2

ESCALA 1:1250

| SIMBOLOGÍA | | NOMENCLATURA | |
|------------|---|--------------|------------------------|
| | POZO DE VISITA | PV | POZO DE VISITA |
| | | CT | COTA DE TERRENO |
| | | CF | COTA DE FONDO |
| | | H | ALTURA DE POZO |
| | | C.I.E. | COTA INVERT DE ENTRADA |
| | | C.I.S. | COTA INVERT DE SALIDA |
| | | Ø | DIÁMETRO DEL TUBO |
| | | L | LONGITUD |
| | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES | S | PENDIENTE |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

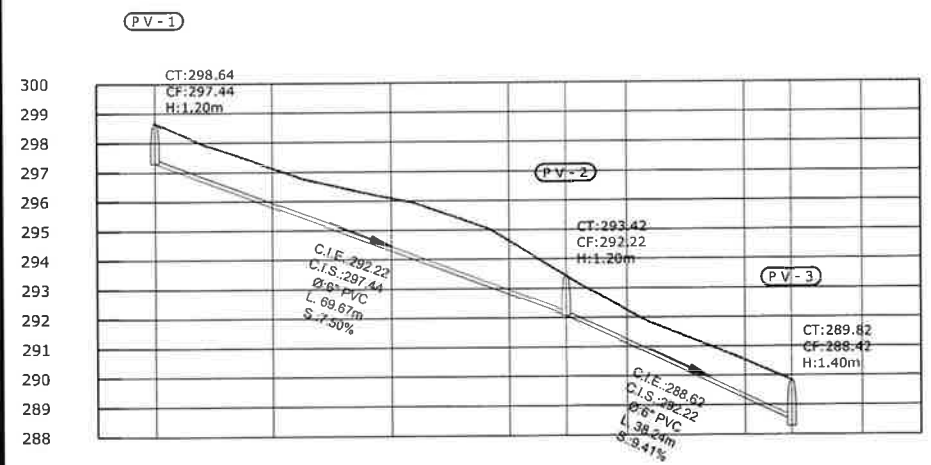
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

CONTENIDO: **PLANTA GENERAL RED 2**

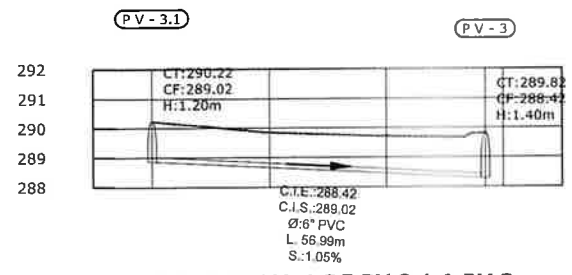
UBICACIÓN: CANTÓN EL PEDRERO Y ALDEA EL PORVENIR, VILLA CAGLES, GUATEMALA

CÁLCULO: DISEÑO Y DIBUJO: ANGÉLICA MARIANO TORO RUIZ ESCALA: INDICADAS FECHA: DICIEMBRE 2017

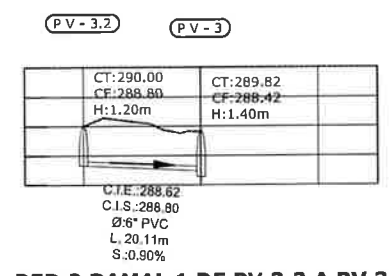
HOJA: **17/24**



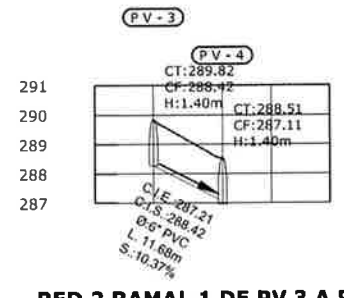
RED 2 RAMAL 1 DE PV 1 A PV 3



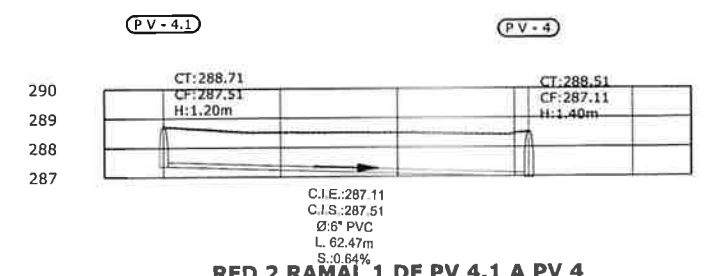
RED 2 RAMAL 1 DE PV 3.1 A PV 3



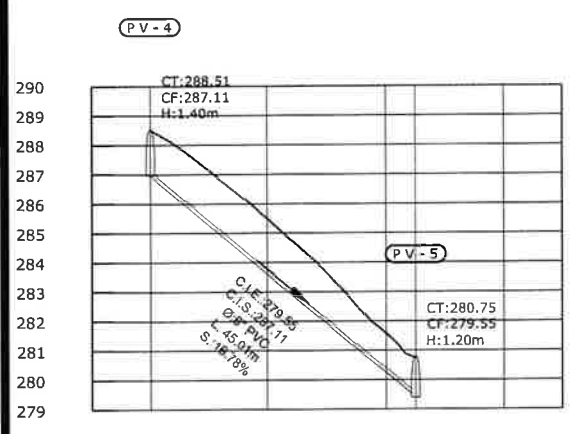
RED 2 RAMAL 1 DE PV 3.2 A PV 3



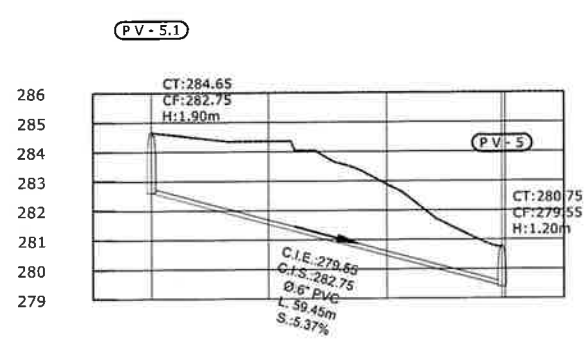
RED 2 RAMAL 1 DE PV 3 A PV 4



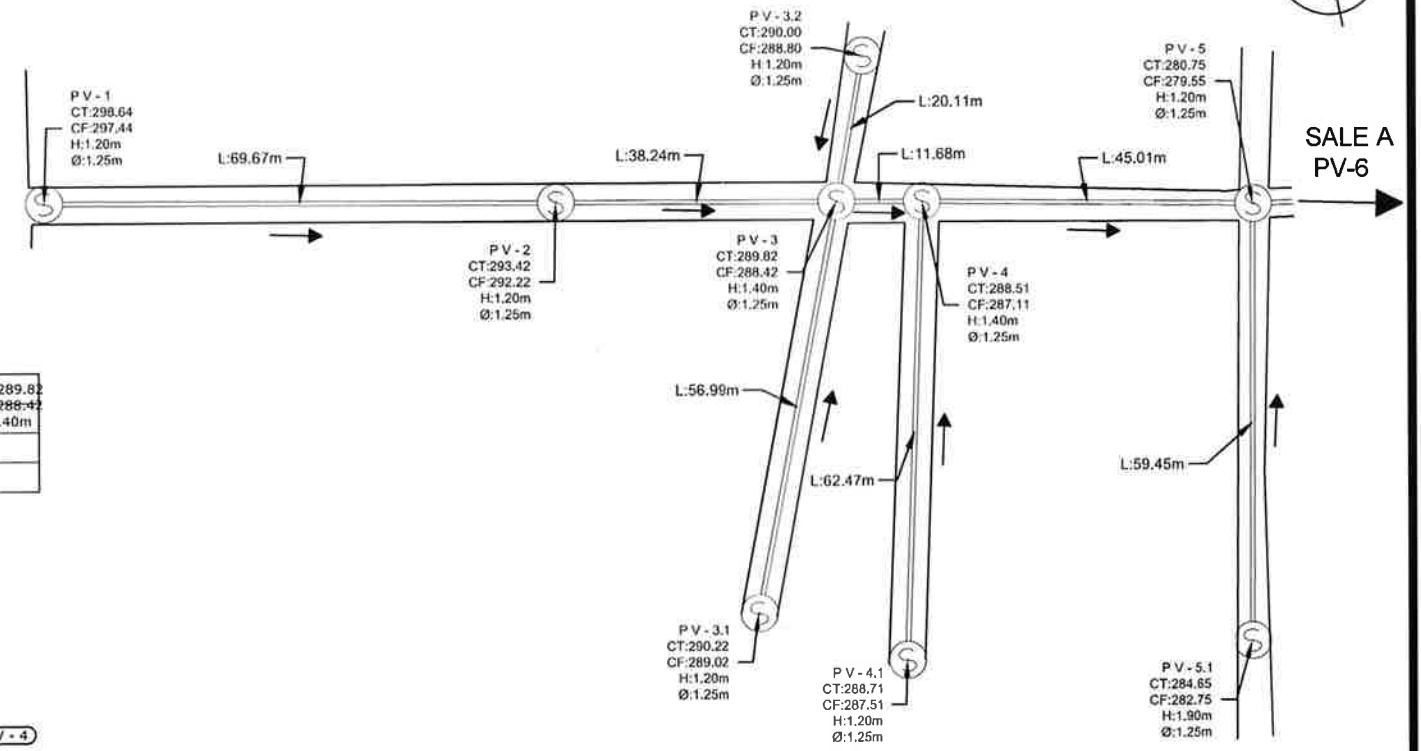
RED 2 RAMAL 1 DE PV 4.1 A PV 4



RED 2 RAMAL 1 DE PV 4 A PV 5



RED 2 RAMAL 1 DE PV 5.1 A PV 5



PLANTA RAMAL 1 DE PV-1 A PV-5

ESCALA 1:1000

| NOMENCLATURA | |
|--------------|------------------------|
| PV | POZO DE VISITA |
| CT | COTA DE TERRENO |
| CF | COTA DE FONDO |
| H | ALTURA DE POZO |
| C.I.E. | COTA INVERT DE ENTRADA |
| C.I.S. | COTA INVERT DE SALIDA |
| Ø | DIÁMETRO DEL TUBO |
| L | LONGITUD |
| S | PENDIENTE |

| SIMBOLOGÍA | |
|------------|---|
| | POZO DE VISITA |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| | LÍNEA CENTRAL |
| | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES |

PERFIL RAMAL 1 DE PV-1 A PV-5

ESCALA V: 1:250 H: 1:1250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

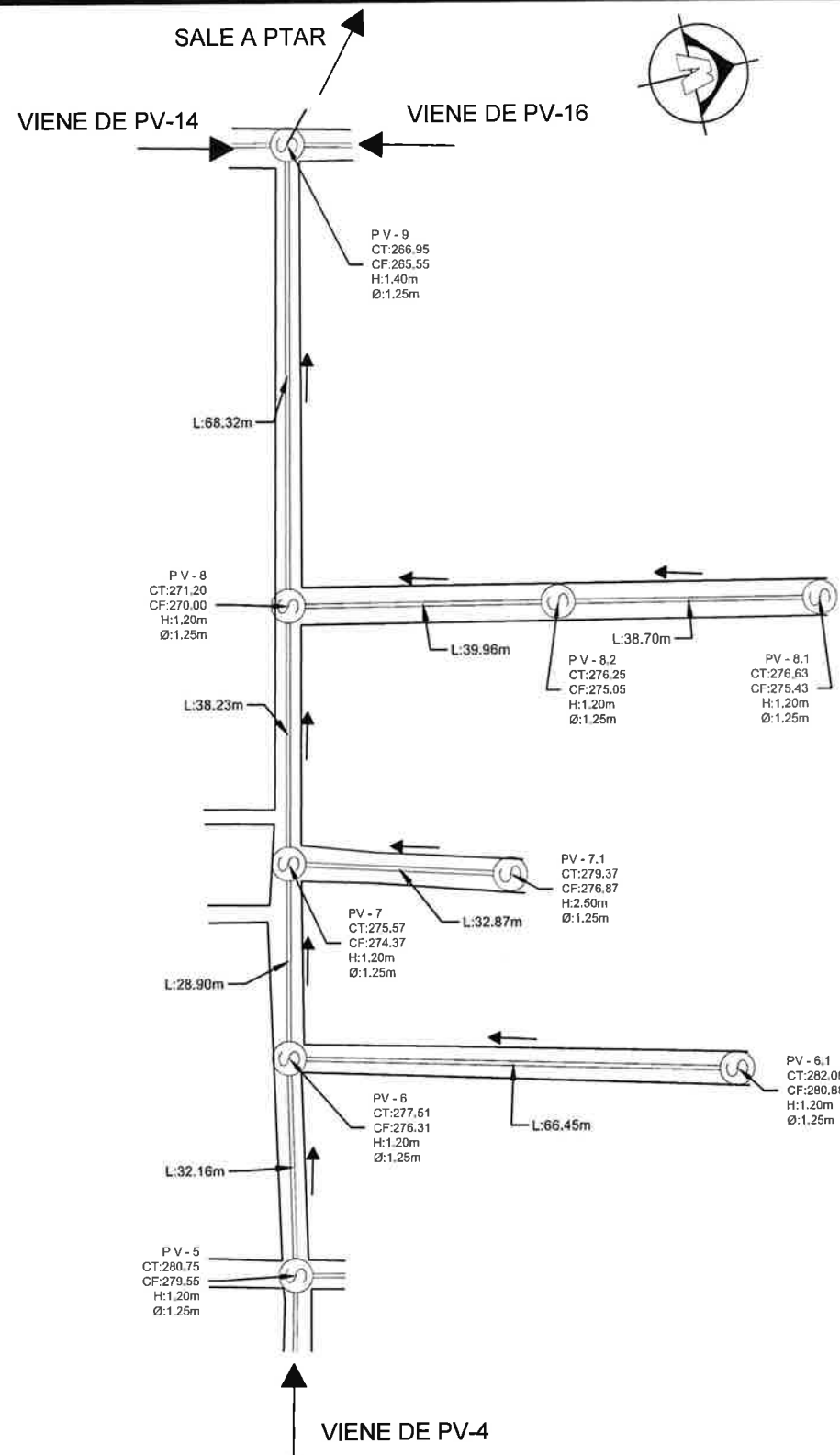
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

CONTENIDO: **PLANTA Y PERFIL RAMAL 1, RED 2**

UBICACIÓN: CANTÓN EL PEDRERO, ALDEA EL PORVENIR, VILLA GUAYLES, GUATEMALA

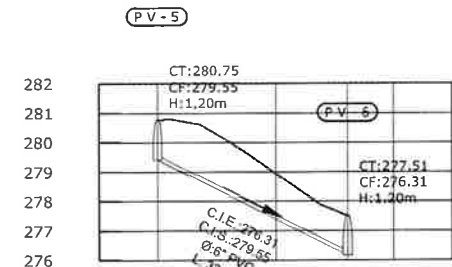
HOJA: **18/24**

ASESORA SUPERVISORA: **Inga. Christa del Rosario Clason de Pinto**
 ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

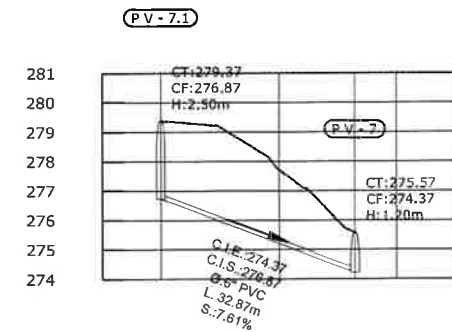


PLANTA RAMAL 1 DE PV-5 A PV-9

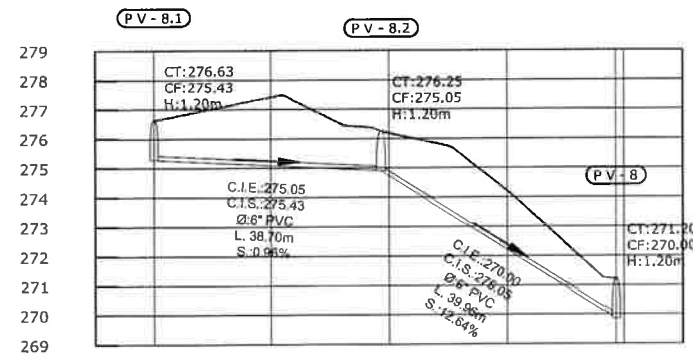
ESCALA 1:1000



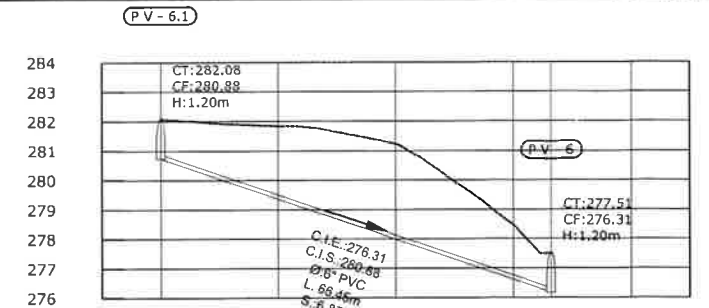
RED 2 RAMAL 1 DE PV 5 A PV 6



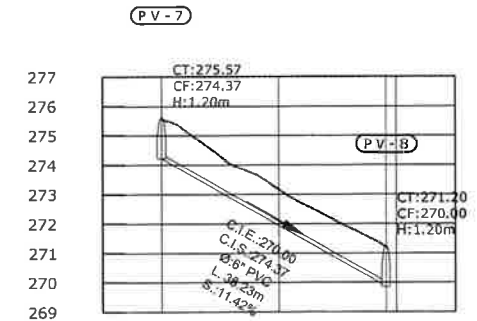
RED 2 RAMAL 1 DE PV 7.1 A PV 7



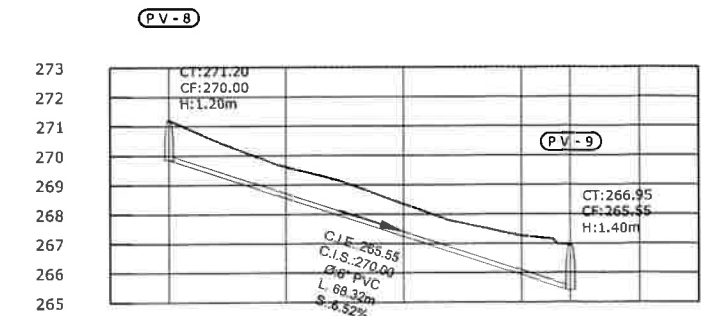
RED 2 RAMAL 1 DE PV 8.1 A PV 8



RED 2 RAMAL 1 DE PV 6.1 A PV 6



RED 2 RAMAL 1 DE PV 7 A PV 8



RED 2 RAMAL 1 DE PV 8 A PV 9

PERFIL RAMAL 1 DE PV-5 A PV-9

ESCALA V: 1:250 H: 1:1250

| SIMBOLOGÍA | | NOMENCLATURA | |
|------------|--------------------|--------------|------------------------|
| | POZO DE VISITA | PV | POZO DE VISITA |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO | CT | COTA DE TERRENO |
| | LÍNEA CENTRAL | CF | COTA DE FONDO |
| | PTAR | H | ALTURA DE POZO |
| | POZO DE VISITA | C.I.E. | COTA INVERT DE ENTRADA |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO | C.I.S. | COTA INVERT DE SALIDA |
| | LÍNEA CENTRAL | Ø | DIÁMETRO DEL TUBO |
| | PTAR | L. | LONGITUD |
| | | S. | PENDIENTE |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

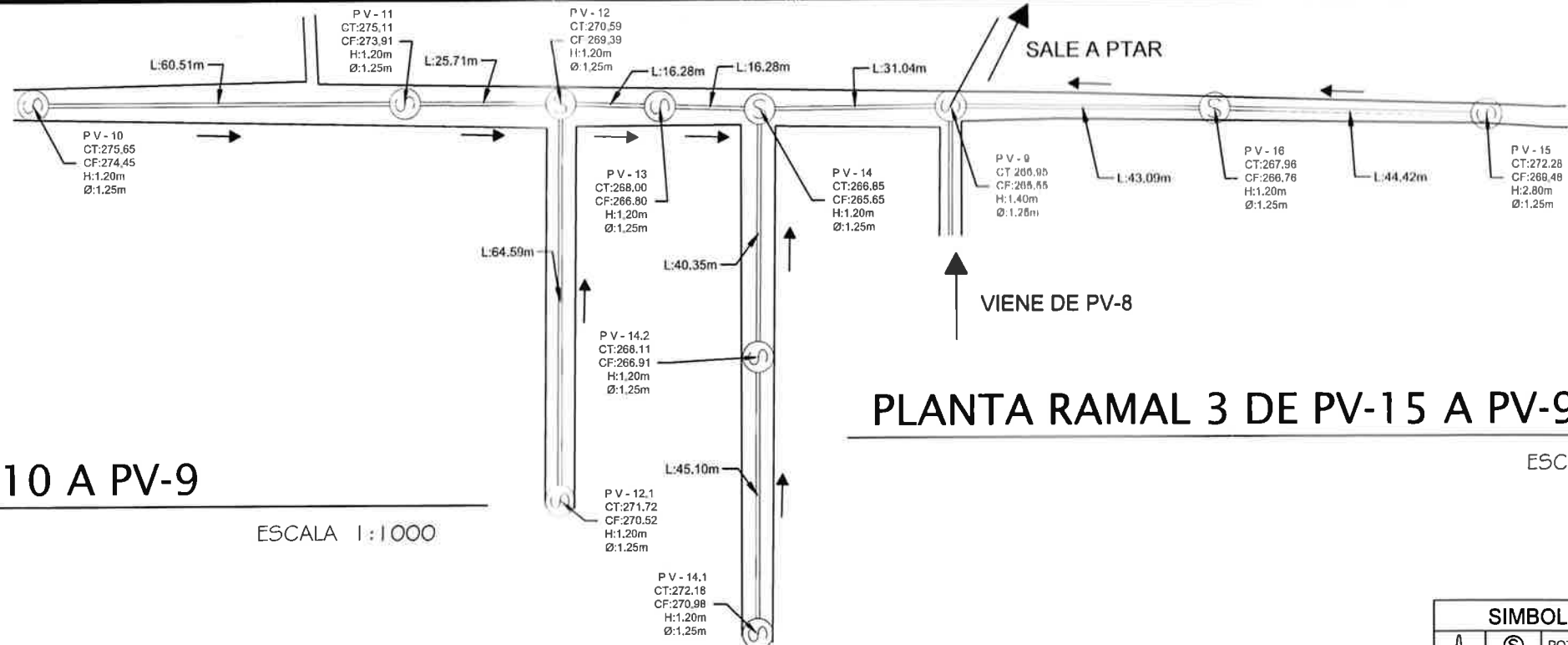
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL RAMAL 1, RED 1

UBICACIÓN: CANTÓN EL PEDRERO, ALDEA EL PORVENIR, VILLAGUALES, GUATEMALA
EALCULO: DISEÑO Y DIBUJO: ANGÉLICA MARIANA VASATORO RUIZ ESCALA: INDICADAS FECHA: SEPTIEMBRE 2017

Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
ASESORA SUPERVISORA



HOJA: 19/24

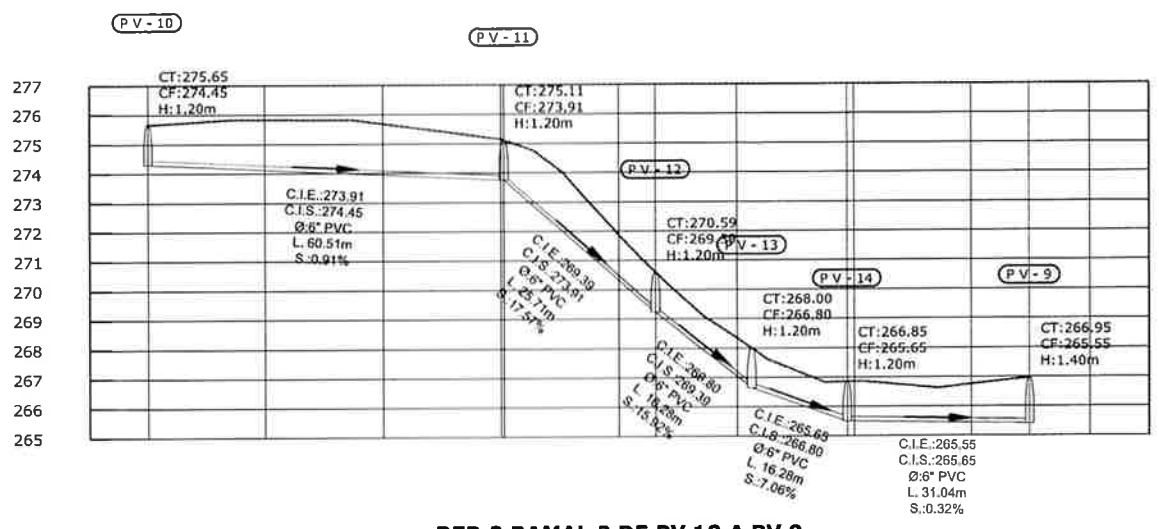


PLANTA RAMAL 2 DE PV-10 A PV-9

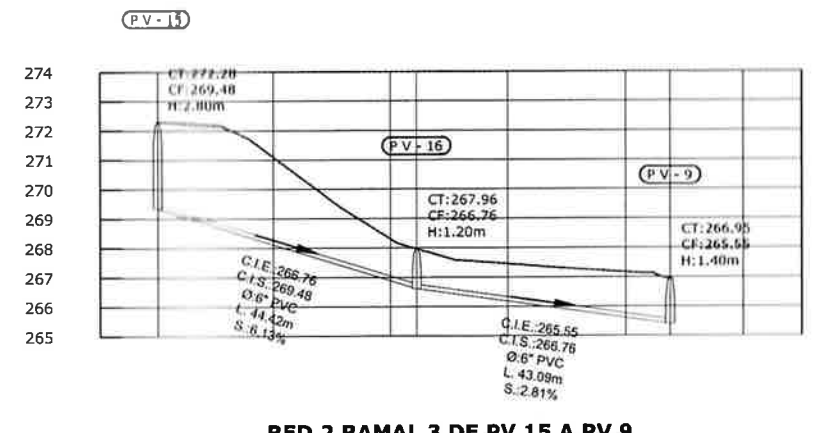
ESCALA 1:1000

PLANTA RAMAL 3 DE PV-15 A PV-9

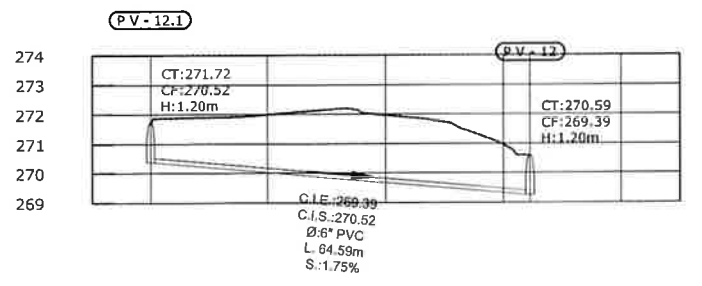
ESCALA 1:1000



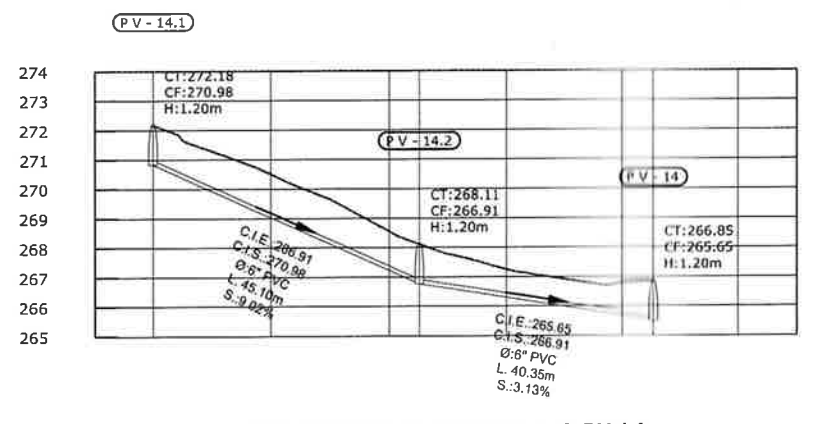
RED 2 RAMAL 2 DE PV 10 A PV 9



RED 2 RAMAL 3 DE PV 15 A PV 9



RED 2 RAMAL 2 DE PV 12.1 A PV 12



RED 2 RAMAL 2 DE PV 14.1 A PV 14

PERFIL RAMAL 2 DE PV-10 A PV-9 Y RAMAL 3 DE PV-15 A PV-9

ESCALA V: 1:250 H: 1:1250

| SIMBOLOGÍA | |
|--------------|---|
| | POZO DE VISITA |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| | LÍNEA CENTRAL |
| | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES |
| NOMENCLATURA | |
| PV | POZO DE VISITA |
| CT | COTA DE TERRENO |
| CF | COTA DE FONDO |
| H | ALTURA DE POZO |
| C.I.E. | COTA INVERT DE ENTRADA |
| C.I.S. | COTA INVERT DE SALIDA |
| Ø | DIÁMETRO DEL TUBO |
| L | LONGITUD |
| S | PENDIENTE |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

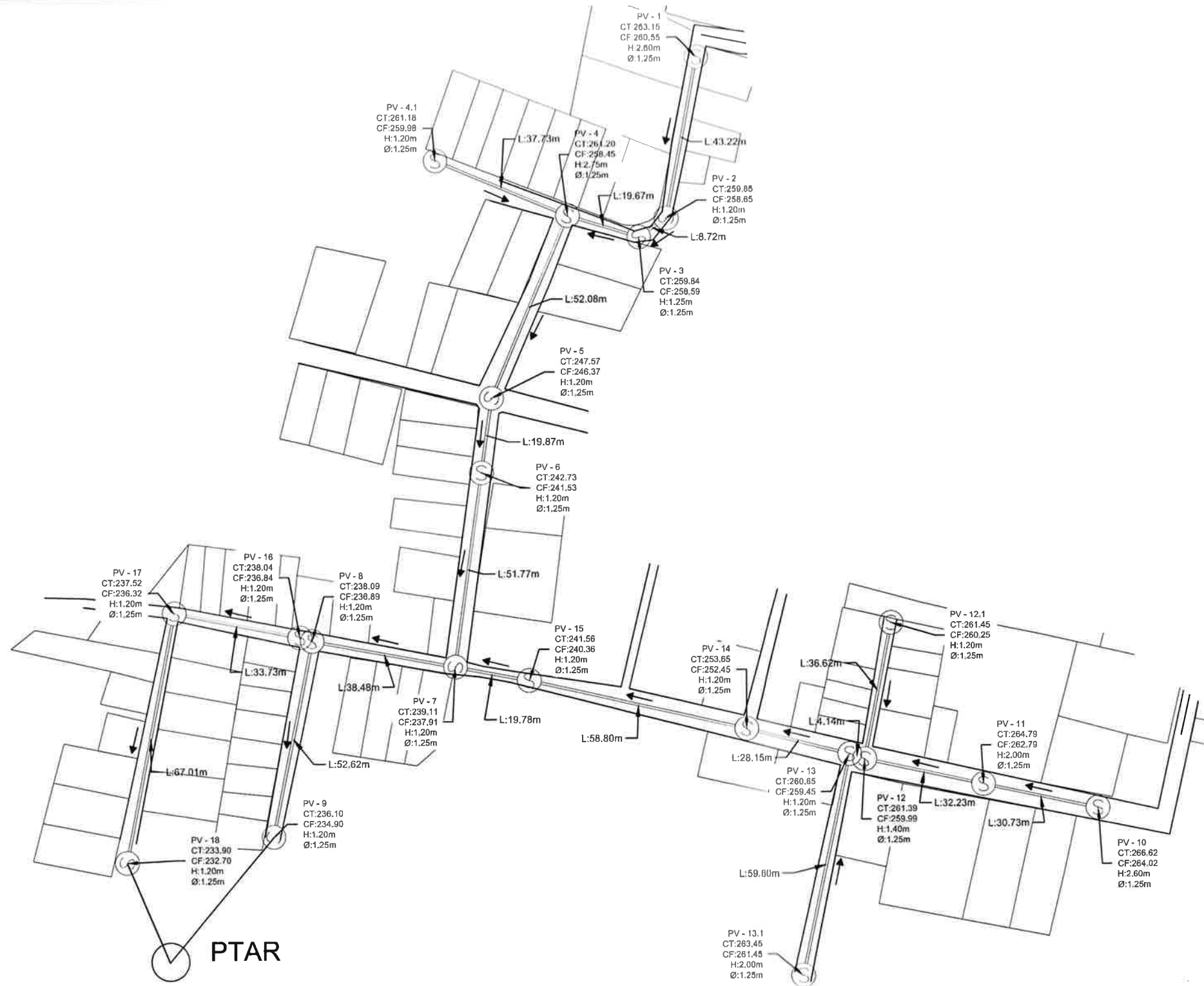
CONTENIDO: **PLANTA Y PERFIL RAMAL 2 Y 3, RED 2**

UBICACIÓN: CANTÓN EL PEDRERO Y EL MUNICIPIO ALDEA EL PORVENIR VILLA CABALES, GUATEMALA
 CÁLCULO, DISEÑO Y DIBUJO: ANGELICA MARIANDRE VILATORO JUZ
 ESCALA: INDICADAS
 FECHA: 29 DE ENERO DE 2017

ASESORA SUPERVISORA DE EPS
 Unidad de Procesos de Ingeniería y EPS
 ASSEORA SUPERVISORA: *[Signature]*



HOJA: 20/24



| SIMBOLOGÍA | |
|--------------|---|
| | POZO DE VISITA |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| | LÍNEA CENTRAL |
| | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES |
| NOMENCLATURA | |
| PV | POZO DE VISITA |
| CT | COTA DE TERRENO |
| CF | COTA DE FONDO |
| H | ALTURA DE POZO |
| C.I.E. | COTA INVERT DE ENTRADA |
| C.I.S. | COTA INVERT DE SALIDA |
| Ø | DIÁMETRO DEL TUBO |
| L | LONGITUD |
| S | PENDIENTE |

PLANTA GENERAL RED 3

ESCALA 1:1250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

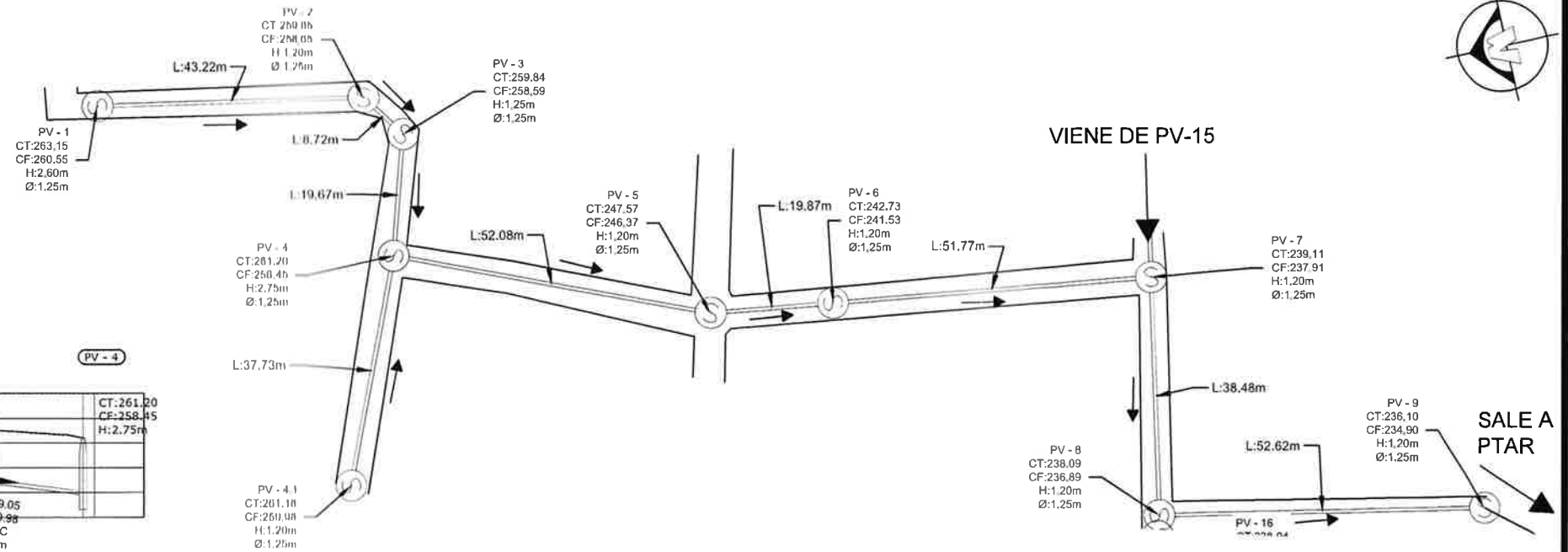
CONTENIDO: **PLANTA GENERAL RED 3**

UBICACIÓN: CANTÓN EL PEDRERO, ALDEA EL PORVENIR, MUNICIPIO DE SAN CARLOS, GUATEMALA
 CÁLCULO, DISEÑO Y DIBUJO: ANGELICA MARIANO Y LATORO RUIZ ESCALA: INDICADAS FECHA: SEPTIEMBRE 2017

Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
 ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería EPS
 HOJA: 21/24

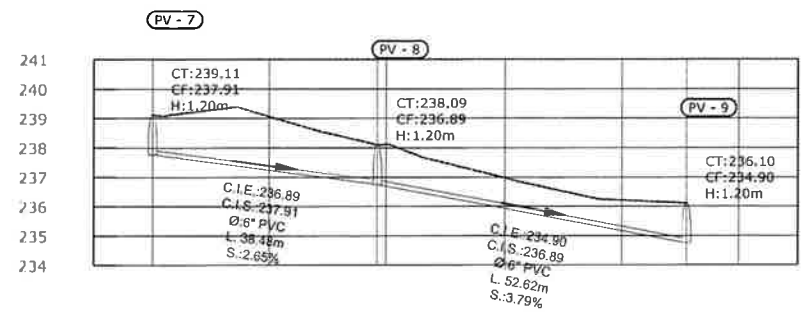
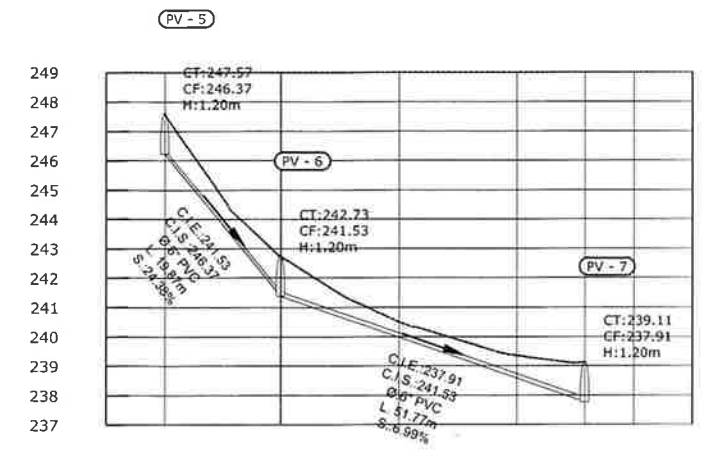
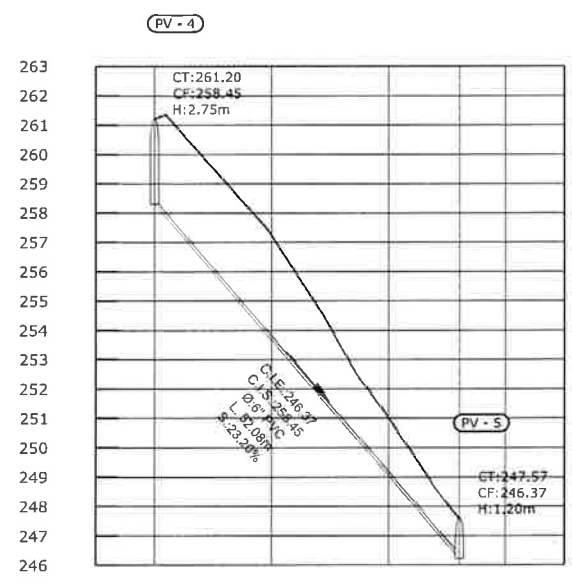
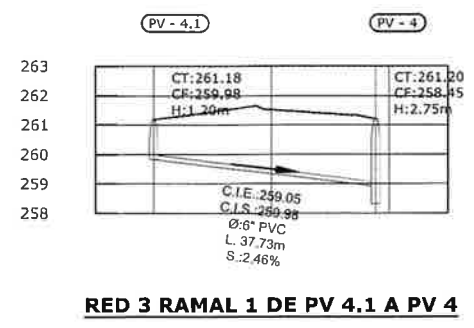
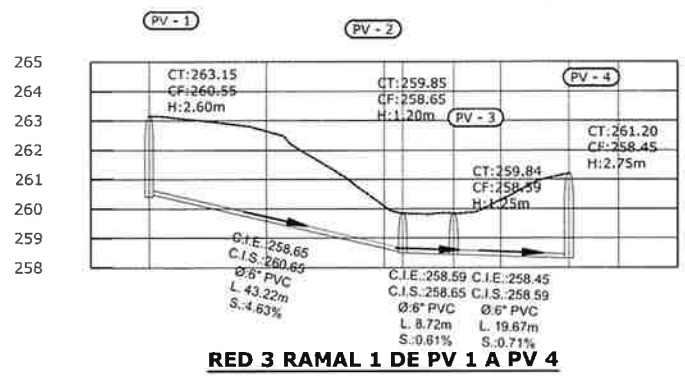


ASESORA SUPERVISORA: Inga. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO



PLANTA RAMAL 1 DE PV-1 A PV-9

ESCALA 1:1000



PERFIL RAMAL 1 DE PV-1 A PV-9

ESCALA V: 1:250 H: 1:1250

| NOMENCLATURA | |
|--------------|------------------------|
| PV | POZO DE VISITA |
| CT | COTA DE TERRENO |
| CF | COTA DE FONDO |
| H | ALTURA DE POZO |
| C.I.E. | COTA INVERT DE ENTRADA |
| C.I.S. | COTA INVERT DE SALIDA |
| Ø | DIÁMETRO DEL TUBO |
| L | LONGITUD |
| S | PENDIENTE |

| SIMBOLOGÍA | |
|------------|---|
| | POZO DE VISITA |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| | LÍNEA CENTRAL |
| | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

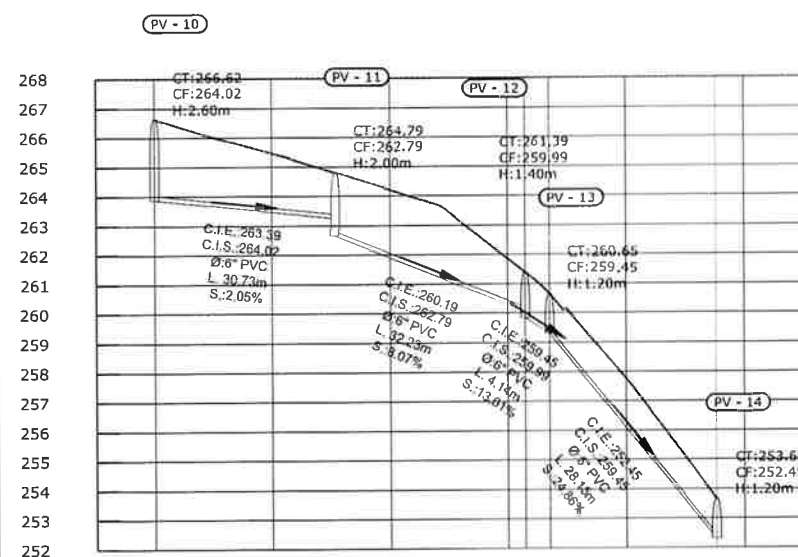
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

CONTENIDO: **PLANTA Y PERFIL 1, RED 3**

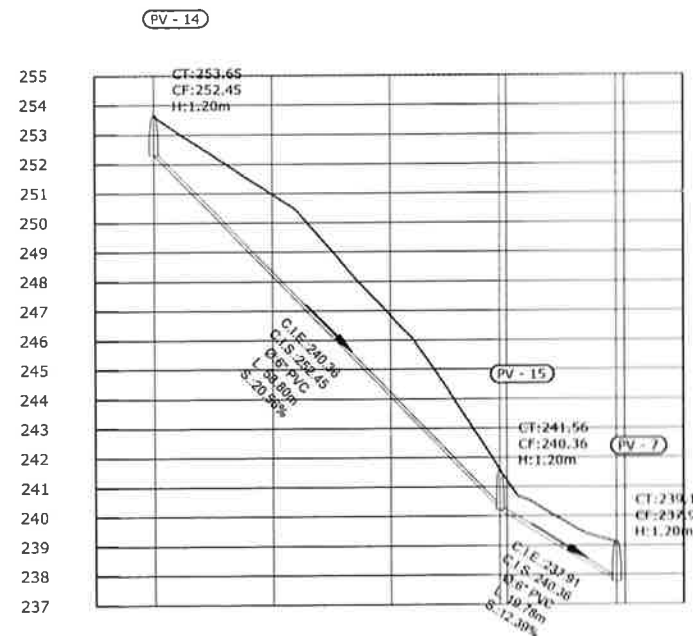
UBICACIÓN: CANTÓN EL PEDRERO Y EL SAN CARLOS EL PORVENIR, VILLA CANALES, GUATEMALA
 CÁLCULO, DISEÑO Y DIBUJO: ANGÉLICA MARIAMORE VILLATORO RUIZ
 FECHA: 3 DE SEPTIEMBRE 2017

HOJA: **22/24**

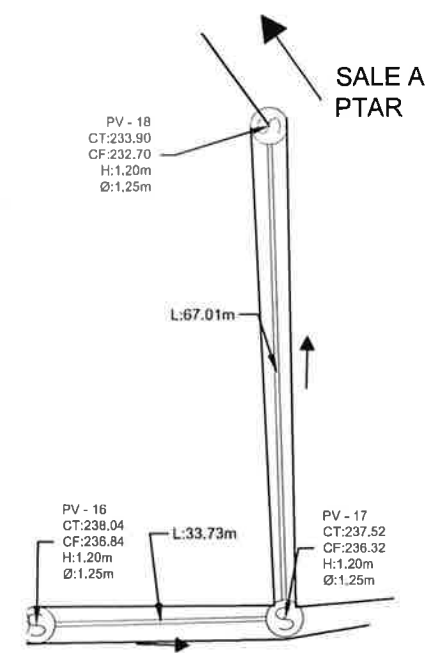
Ing. Christa del Rosario Classon de Pinto
 ASESORA SUPERVISORA DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 ASESORA SUPERVISORA INGENIERA CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO



RED 3 RAMAL 2 DE PV 10 A PV 13

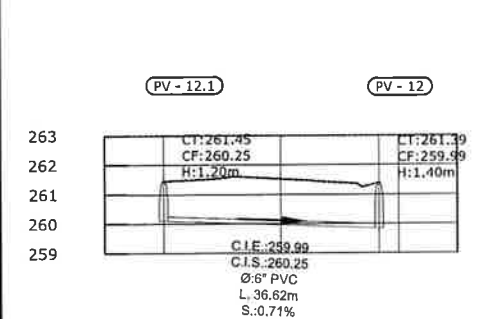


RED 3 RAMAL 2 DE PV 14 A PV 7

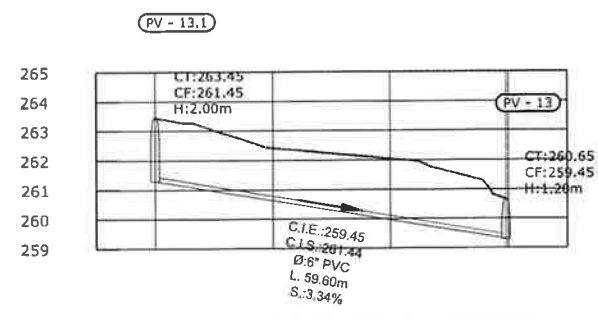


PLANTA RAMAL 3 DE PV-16 A PV-18

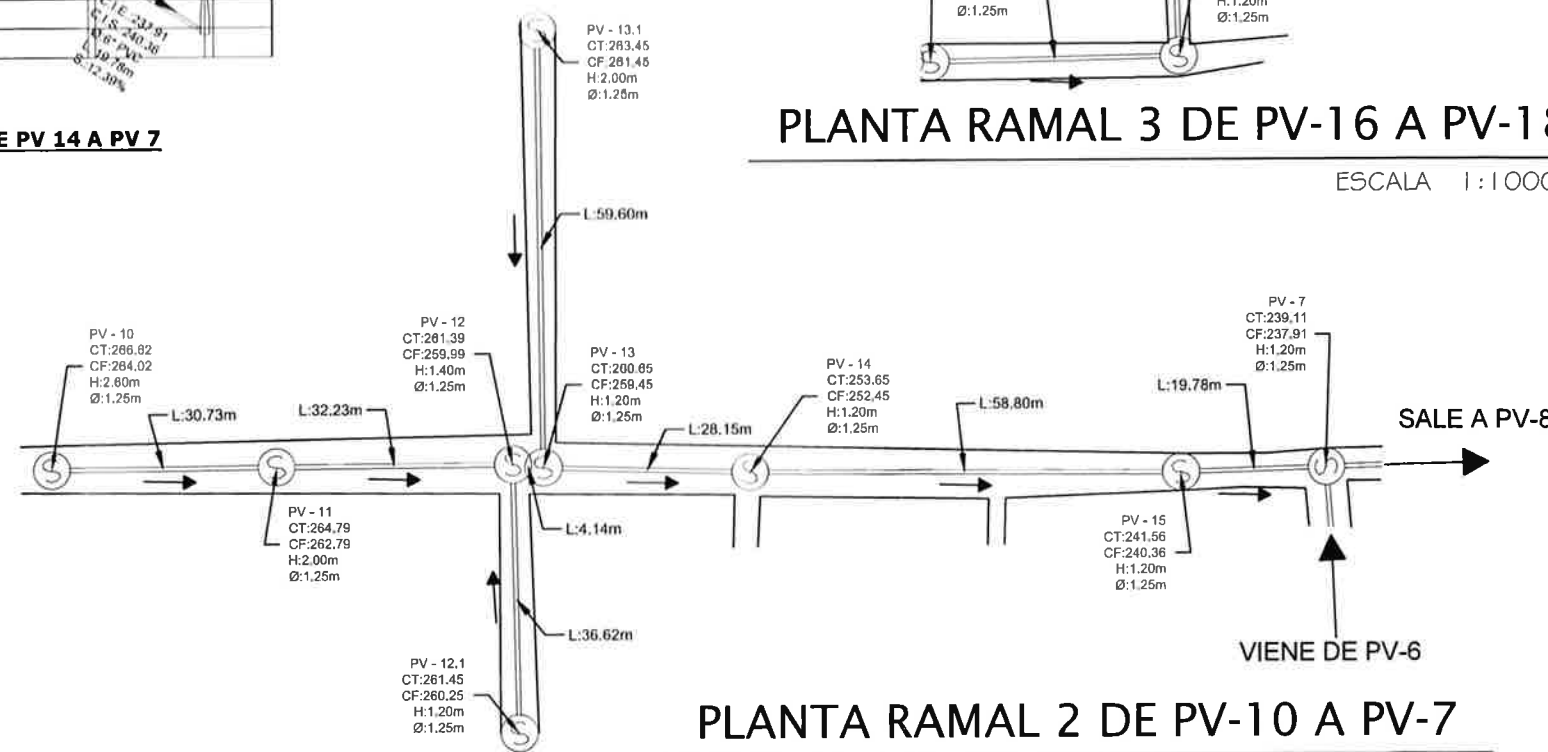
ESCALA 1:1000



RED 3 RAMAL 3 DE PV 12.1 A PV 12

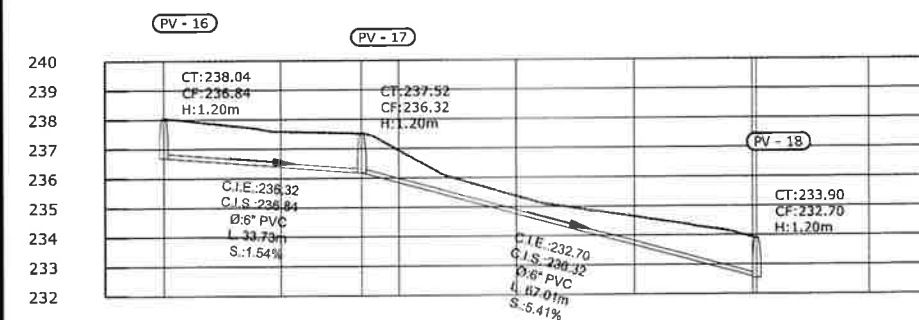


RED 3 RAMAL 3 DE PV 13.1 A PV 13



PLANTA RAMAL 2 DE PV-10 A PV-7

ESCALA 1:1000



RED 3 RAMAL 3 DE PV 16 A PV 18

PERFIL RAMAL 2 DE PV-10 A PV-7 Y RAMAL 3 DE PV-14 A PV-16

ESCALA V: 1:250 H: 1:1250

| SIMBOLOGÍA | | NOMENCLATURA | |
|------------|---|--------------|------------------------|
| | POZO DE VISITA | PV | POZO DE VISITA |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO | CT | COTA DE TERRENO |
| | LÍNEA CENTRAL | CF | COTA DE FONDO |
| | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES | H | ALTURA DE POZO |
| | | C.I.E. | COTA INVERT DE ENTRADA |
| | | C.I.S. | COTA INVERT DE SALIDA |
| | | Ø | DIÁMETRO DEL TUBO |
| | | L | LONGITUD |
| | | S | PENDIENTE |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL RAMAL 2 Y 3, RED 3

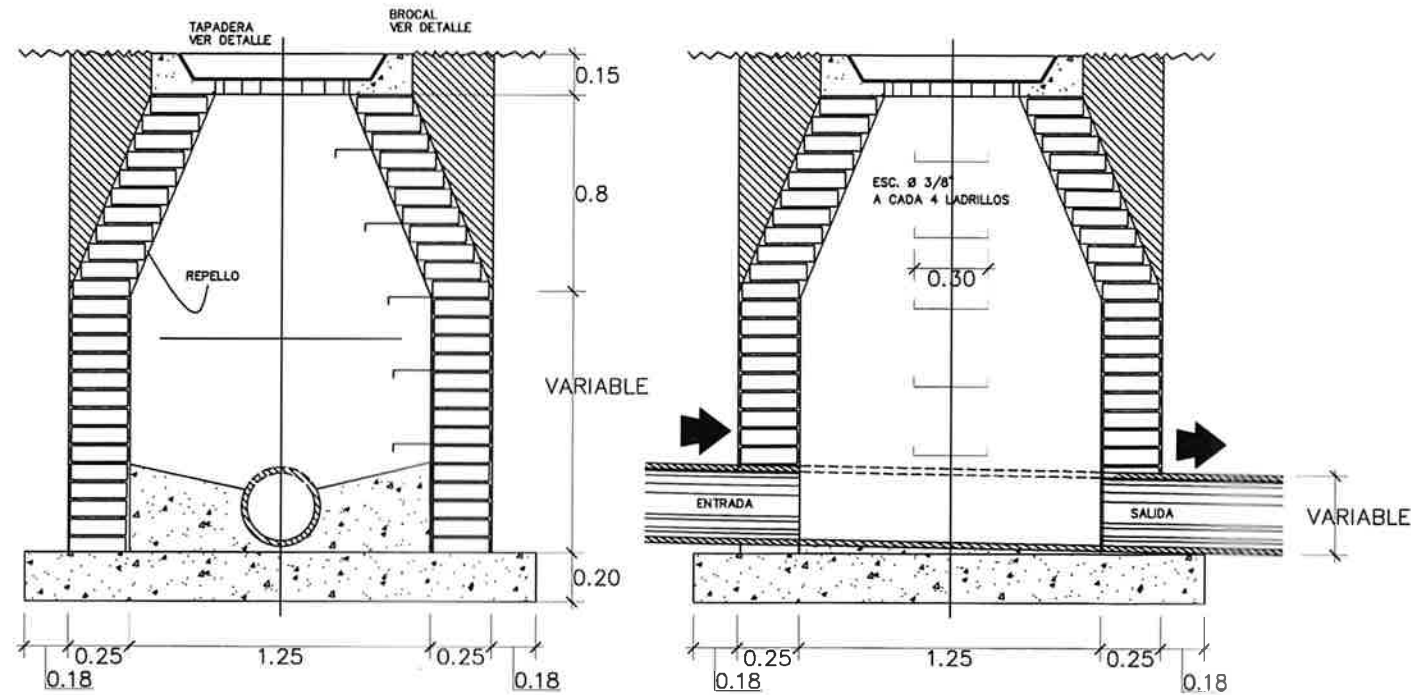
UBICACIÓN: CANTÓN EL PEDRERO Y EL MUNICIPIO DE EL PORVENIR, VILLA DE LOS CAJONES, GUATEMALA
CALCULO: ANGELO MARIANO MATEO RUIZ ESCALA: INDICADAS
DISEÑO Y DIBUJO: ANGELO MARIANO MATEO RUIZ ESCALA: INDICADAS

ING. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
ASESORA SUPERVISORA INGENIERA CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO



HOJA: 23/24

POZO DE VISITA

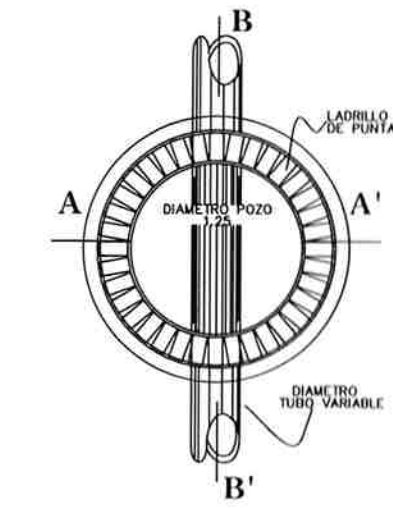


SECCION A-A'

ESCALA 1/30

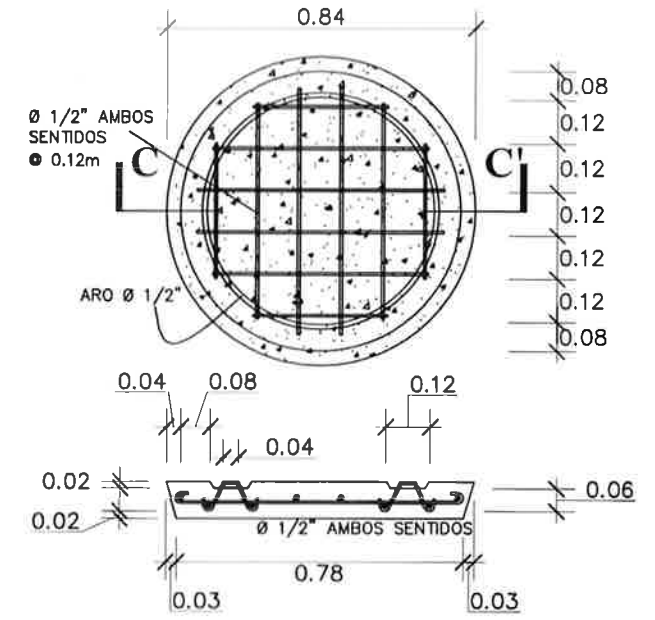
SECCION B-B'

ESCALA 1/30



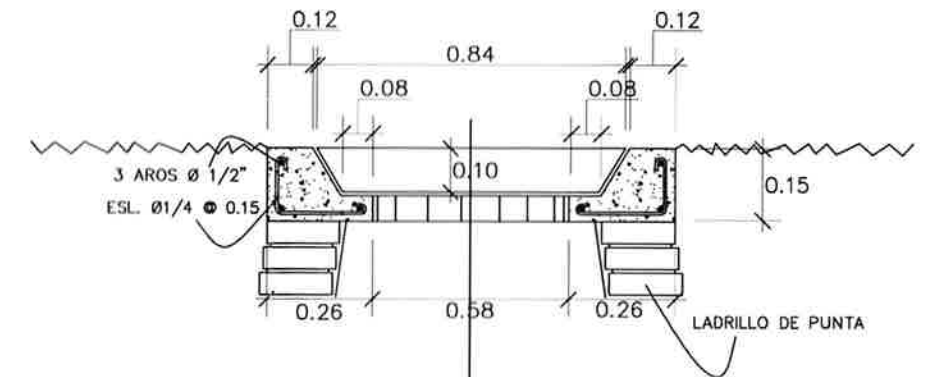
PLANTA

ESCALA 1/50



TAPADERA POZO, PLANTA Y SECCION C-C'

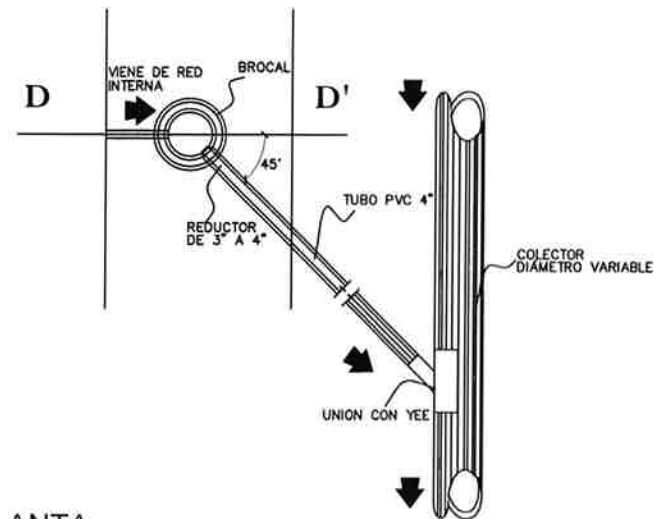
ESCALA 1/20



DETALLE DE BROCAL POZO

ESCALA 1/20

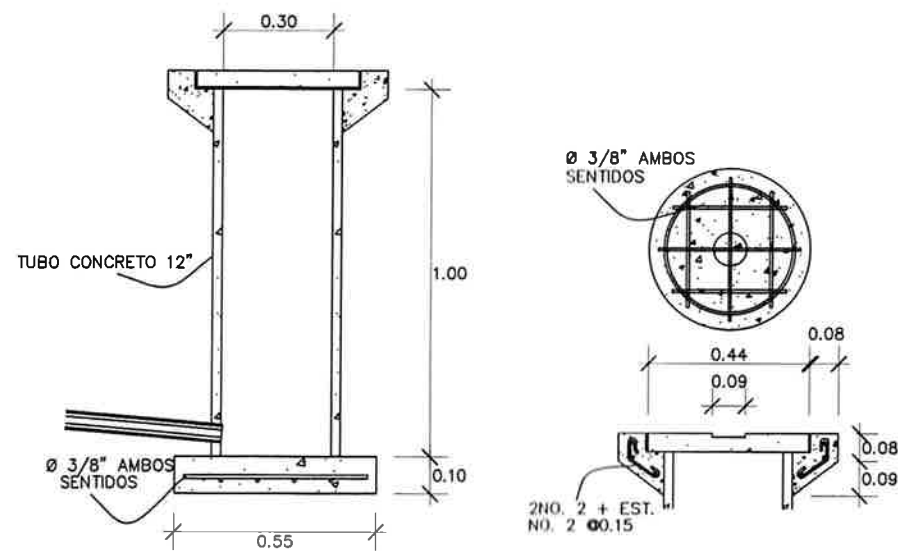
CONEXIÓN DOMICILIAR



PLANTA

ESCALA 1/50

CANDELA DOMICILIAR



SECCION D-D'

ESCALA 1/20

DETALLE BROCAL Y TAPADERA

ESCALA 1/20

ESPECIFICACIONES
CONCRETO
 $f_c = 4000 \text{ lbs/pulg}^2$
REFUERZO
 $f_y = 40,000 \text{ lbs/pulg}^2$

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL PEDRERO EN LA ALDEA EL PORVENIR

CONTENIDO: DETALLES DE POZO DE VISITA Y CONEXIÓN DOMICILIAR

UBICACIÓN: CANTÓN EL PEDRERO, VILLALBAZUCO, ALDEA EL PORVENIR, VILLALBAZUCO, GUATEMALA
CALCULO DISEÑO Y EJECUCIÓN: ANGÉLICA MARIAMÓN VILLATORO RUIZ

INGENIERO EN CARGO: Inga. Christa del Rosario Lison de Lima
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS: Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

