



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

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE
CARRANZA Y DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD,
ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

Juan Alberto Rodas Divas

Asesorado por el Ing. Angel Roberto Sic García

Guatemala, mayo de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE
CARRANZA Y DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD,
ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JUAN ALBERTO RODAS DIVAS

ASESORADO POR EL ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2016

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 | Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa |
| VOCAL IV | Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova |
| VOCAL V | Br. Henry Fernando Duarte García |
| SECRETARIA | Inga. Lesbia Magalí Herrera López |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

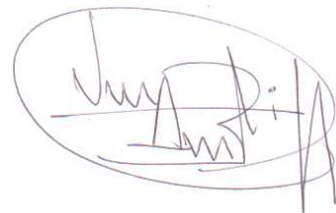
| | |
|------------|---|
| DECANO | Ing. Angel Roberto Sic García (a. i.) |
| EXAMINADOR | Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco |
| EXAMINADOR | Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta |
| EXAMINADOR | Ing. Silvio José Rodríguez Serrano |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA Y DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 10 de octubre de 2013.

A handwritten signature in black ink, enclosed within a hand-drawn oval. The signature is stylized and appears to read 'Juan Alberto Rodas Divas'.

Juan Alberto Rodas Divas



Guatemala, 15 de marzo de 2016
Ref.EPS.DOC.215.03.16

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano,

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Juan Alberto Rodas Divas** con carné No. **200611105**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedi a revisar el informe final, cuyo titulo es: **DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA Y DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.**

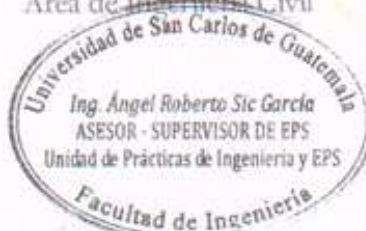
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Angel Roberto Sic Garcia
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
ARSG/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
06 de abril de 2016

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

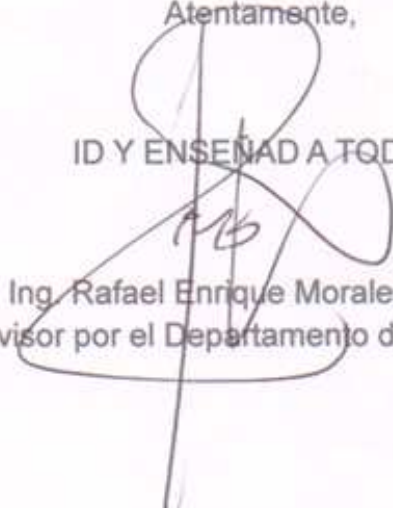
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA Y DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Juan Alberto Rodas Divas, con Carnet No.200611105, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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 Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/mrrm.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 08 de abril de 2016
Ref.EPS.D.151.04.16

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA Y DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Juan Alberto Rodas Divas, carné 200611105**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Angel Roberto Sic García.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS


DIRECCION
Unidad de Prácticas de Ingeniería EPS
Facultad de Ingeniería

CdRCdP/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Angel Roberto Sic García y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Juan Alberto Rodas Divas, titulado **DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA Y DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA,** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Hugo Leonel Montenegro Franco
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, mayo 2016.

/mrrm.

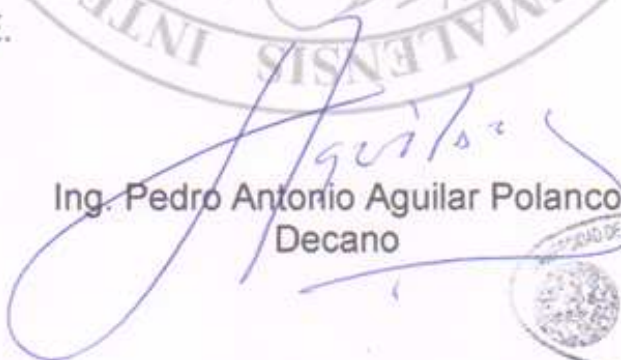
Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua

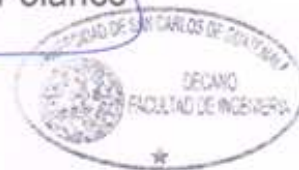




El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA Y DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA,** presentado por el estudiante universitario: **Juan Alberto Rodas Divas,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, mayo de 2016

ACTO QUE DEDICO A:

| | |
|-------------------------------------|--|
| Mis padres | Víctor Rodas y Maricela Divas, por encender la llama, por la confianza y por creer en mí. |
| Mis hermanos | Julio y Glenda Rodas Divas, por su consejo y ser ejemplo. |
| Evelin Vásquez | Por estar a mi lado durante esta travesía. |
| Mis abuelos | Blanca Castillo, Raúl Divas (q. e. p. d.), Ana Dabroy (q. e. p. d.) y Liberato Rodas, por ser ejemplo de vida. |
| Tíos, primos y demás familia | Por haberme animado a alcanzar esta meta. |

AGRADECIMIENTOS A:

| | |
|---|--|
| Universidad de San Carlos de Guatemala | Por ser una importante influencia en la ideología de mi carrera profesional. |
| Facultad de Ingeniería | Por nutrir la formación técnico profesional que hoy culmina. |
| Amigos de la Facultad | Alejandro González, Carlos Loarca y Diego Alvarado. Sin su apoyo y amistad mi estadía en la Universidad hubiera sido aburrida y sin sentido. |
| Amigos | Liliana Urías, Josué Marroquín, Kevin Flores, Paolo Pérez y Otto Meléndez, por su apoyo incondicional y por haberme aceptado dentro de sus familias. |
| Ing. Sergio Ramírez | Por compartir sus conocimientos y experiencia para la culminación de mi carrera y por la amistad que me brinda. |
| Municipalidad de San Juan Sacatepéquez | Por abrirme las puertas de la institución, en especial al personal de la Oficina Municipal de Planificación, por brindarme todo el apoyo necesario. |

Compañeros epesistas

David Sandoval y Brenda Jiménez, por acompañarme y brindarme su apoyo y amistad durante nuestra estadía en San Juan Sacatepéquez.

Habitantes de aldea Lo de Carranza

Por brindarme su ayuda en la recolección de información de la comunidad.

Habitantes de caserío La Soledad

Por abrir las puertas de su comunidad y depositar su confianza en mí.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | VII |
| LISTA DE SÍMBOLOS | IX |
| GLOSARIO | XI |
| RESUMEN | XIII |
| OBJETIVOS..... | XV |
| INTRODUCCIÓN | XVII |
| | |
| 1. FASE DE INVESTIGACIÓN | 1 |
| 1.1. Monografía del lugar..... | 1 |
| 1.2. Características físicas..... | 1 |
| 1.2.1. Ubicación y localización..... | 1 |
| 1.2.2. Colindancias | 3 |
| 1.2.3. Topografía | 3 |
| 1.2.4. Clima | 4 |
| 1.2.5. Tipos de vivienda y actividad económica..... | 4 |
| 1.2.6. Población y demografía | 5 |
| 1.3. Características de infraestructura..... | 6 |
| 1.3.1. Vías de acceso | 6 |
| 1.3.2. Servicios públicos | 6 |
| 1.3.2.1. Educación..... | 7 |
| 1.3.2.2. Salud | 7 |
| 1.3.2.3. Agua potable..... | 8 |
| 1.3.2.4. Drenajes | 8 |
| 1.3.2.5. Energía eléctrica..... | 8 |
| 1.4. Características socioeconómicas | 8 |

| | | |
|------------|---|----|
| 1.4.1. | Origen de la comunidad | 9 |
| 1.4.2. | Actividad económica | 10 |
| 1.4.3. | Idioma y religión | 11 |
| 1.5. | Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Lo de Carranza y del caserío La Soledad, aldea Estancia Grande, San Juan Sacatepéquez..... | 11 |
| 1.6. | Descripción de las necesidades | 12 |
| 1.7. | Evaluación y priorización de necesidades..... | 13 |
| 2. | FASE DE SERVICIO..... | 15 |
| 2.1. | Diseño del alcantarillado para la aldea Lo de Carranza, San Juan Sacatepéquez..... | 15 |
| 2.1.1. | Descripción del proyecto | 15 |
| 2.1.2. | Levantamiento topográfico | 15 |
| 2.1.2.1. | Altimetría | 16 |
| 2.1.2.2. | Planimetría | 16 |
| 2.1.3. | Diseño del sistema | 17 |
| 2.1.3.1. | Descripción del sistema a utilizar | 17 |
| 2.1.3.2. | Periodo de diseño | 17 |
| 2.1.3.3. | Población de diseño | 18 |
| 2.1.3.4. | Dotación de agua potable..... | 19 |
| 2.1.3.5. | Factor de retorno..... | 19 |
| 2.1.3.6. | Factor de Harmond | 20 |
| 2.1.3.7. | Caudal sanitario | 20 |
| 2.1.3.7.1. | Caudal domiciliar..... | 21 |
| 2.1.3.7.2. | Caudal de infiltración..... | 22 |
| 2.1.3.7.3. | Caudal por conexiones ilícitas | 23 |
| 2.1.3.7.4. | Caudal comercial | 24 |

| | | | |
|---------|------------|--|----|
| | 2.1.3.7.5. | Factor de caudal medio..... | 25 |
| | 2.1.3.7.6. | Caudal de diseño..... | 26 |
| 2.1.4. | | Selección de tubería | 26 |
| 2.1.5. | | Diseño de secciones y pendientes | 26 |
| | 2.1.5.1. | Velocidades máximas y mínimas..... | 27 |
| | 2.1.5.2. | Cotas invert..... | 28 |
| | 2.1.5.3. | Diámetro de tubería | 28 |
| | 2.1.5.4. | Profundidad de tubería | 29 |
| 2.1.6. | | Pozo de visita | 29 |
| 2.1.7. | | Conexiones domiciliarias..... | 30 |
| 2.1.8. | | Principios hidráulicos | 30 |
| | 2.1.8.1. | Relaciones hidráulicas..... | 31 |
| 2.1.9. | | Cálculo hidráulico | 32 |
| | 2.1.9.1. | Especificaciones técnicas..... | 32 |
| | 2.1.9.2. | Ejemplo de diseño de un tramo | 33 |
| 2.1.10. | | Propuesta de tratamiento | 39 |
| | 2.1.10.1. | Diseño de fosas sépticas..... | 39 |
| | 2.1.10.2. | Dimensionamiento de los pozos de absorción | 40 |
| 2.1.11. | | Elaboración de planos finales de drenaje sanitario | 42 |
| 2.1.12. | | Presupuesto..... | 42 |
| 2.1.13. | | Cronograma de ejecución..... | 46 |
| 2.1.14. | | Evaluación socioeconómica..... | 47 |
| | 2.1.14.1. | Valor presente neto | 47 |
| | 2.1.14.2. | Tasa interna de retorno | 49 |
| 2.1.15. | | Administración, operación y mantenimiento | 50 |
| 2.1.16. | | Estudio de impacto ambiental..... | 51 |

| | | |
|------------|--|----|
| 2.1.16.1. | Estudio de impacto ambiental inicial | 51 |
| 2.2. | Diseño del sistema de agua potable para el caserío La Soledad, aldea Estancia Grande, San Juan Sacatepéquez..... | 54 |
| 2.2.1. | Descripción del proyecto | 54 |
| 2.2.1.1. | Visita preliminar | 54 |
| 2.2.2. | Fuente de agua | 55 |
| 2.2.2.1. | Aforo de la fuente | 56 |
| 2.2.3. | Calidad del agua | 57 |
| 2.2.3.1. | Examen bacteriológico | 57 |
| 2.2.3.2. | Examen físicoquímico | 58 |
| 2.2.4. | Levantamiento topográfico | 58 |
| 2.2.4.1. | Altimetría | 59 |
| 2.2.4.2. | Planimetría | 59 |
| 2.2.5. | Bases para diseño hidráulico | 59 |
| 2.2.5.1. | Población actual y tasa de crecimiento | 60 |
| 2.2.5.2. | Período de diseño | 60 |
| 2.2.5.3. | Población futura | 60 |
| 2.2.5.4. | Dotaciones | 61 |
| 2.2.5.5. | Factores de consumo | 62 |
| 2.2.5.5.1. | Factor día máximo | 62 |
| 2.2.5.5.2. | Factor hora máximo | 63 |
| 2.2.5.6. | Caudales de diseño..... | 63 |
| 2.2.5.6.1. | Caudal medio diario | 64 |
| 2.2.5.6.2. | Caudal máximo diario ... | 65 |
| 2.2.5.6.3. | Caudal máximo horario | 66 |
| 2.2.5.6.4. | Velocidades máximas y mínimas..... | 67 |

| | | | |
|----------|-------------|--|-----|
| | 2.2.5.6.5. | Presiones máximas y mínimas..... | 67 |
| 2.2.6. | | Diseño hidráulico | 67 |
| | 2.2.6.1. | Tipos de tubería | 68 |
| | 2.2.6.2. | Diseño de componentes del sistema ... | 68 |
| | 2.2.6.2.1. | Captación | 69 |
| | 2.2.6.2.2. | Línea de conducción | 71 |
| | 2.2.6.2.3. | Tanque de almacenamiento | 82 |
| | 2.2.6.2.4. | Diseño estructural del tanque de distribución .. | 83 |
| | 2.2.6.2.5. | Diseño de la línea de distribución | 101 |
| | 2.2.6.2.6. | Diseño de red de distribución | 103 |
| | 2.2.6.2.7. | Sistema de desinfección..... | 117 |
| | 2.2.6.2.8. | Obras de arte..... | 120 |
| | 2.2.6.2.9. | Válvulas de limpieza... | 120 |
| | 2.2.6.2.10. | Válvulas de aire | 121 |
| | 2.2.6.2.11. | Conexión domiciliar o predial..... | 121 |
| | 2.2.6.2.12. | Aparatos de medición. | 121 |
| 2.2.6.3. | | Propuesta de tarifa | 122 |
| | 2.2.6.3.1. | Costo de operación | 123 |
| | 2.2.6.3.2. | Costo de mantenimiento | 123 |
| | 2.2.6.3.3. | Costo de la desinfección..... | 124 |

| | | |
|-----------------------|--|-----|
| 2.2.6.4. | Elaboración de planos finales de sistema de agua potable | 124 |
| 2.2.6.5. | Presupuesto | 124 |
| 2.2.6.6. | Cronograma de ejecución. | 126 |
| 2.2.6.7. | Evaluación socioeconómica | 127 |
| | 2.2.6.7.1. Valor presente neto | 127 |
| 2.2.6.8. | Tasa interna de retorno | 128 |
| 2.2.6.9. | Estudio de impacto ambiental | 129 |
| | 2.2.6.9.1. Estudio de impacto ambiental inicial..... | 129 |
| 2.2.6.10. | Administración, operación y mantenimiento..... | 131 |
| CONCLUSIONES..... | | 135 |
| RECOMENDACIONES | | 137 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | | 139 |
| APÉNDICES..... | | 143 |
| ANEXOS..... | | 191 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|----|--|-----|
| 1. | Localización de la aldea Lo de Carranza | 2 |
| 2. | Localización del caserío La Soledad | 3 |
| 3. | Áreas tributarias para losa del tanque de distribución..... | 92 |
| 4. | Dimensionamiento de muro para tanque de distribución | 94 |
| 5. | División del circuito para consumo de caudales..... | 110 |
| 6. | Esquema de distribución de puntos de consumo y caudales..... | 113 |
| 7. | Propuesta final de circuito ABCD | 117 |

TABLAS

| | | |
|-------|---|-----|
| I. | Resumen de parámetros utilizados en diseño del alcantarillado sanitario. | 33 |
| II. | Características del ramal A | 34 |
| III. | Resumen de datos de diseño obtenidos para el ramal A..... | 38 |
| IV. | Coefficientes de absorción de terreno..... | 41 |
| V. | Presupuesto para alcantarillado sanitario | 45 |
| VI. | Cronograma de ejecución para alcantarillado sanitario | 46 |
| VII. | Aforo de la fuente del sistema de agua potable | 56 |
| VIII. | Costo mensual de tubería 160 PSI con campana, Norma ASTM D2241..... | 74 |
| IX. | Costo total de bombeo al mes y diámetro económico..... | 77 |
| X. | Cálculo del peso y momento del muro | 95 |
| XI. | Resumen de ramales abiertos para red de distribución | 109 |

| | | |
|-------|---|-----|
| XII. | Presupuesto de sistema de agua potable..... | 125 |
| XIII. | Cronograma de ejecución para sistema de agua potable..... | 127 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|----------------------|--------------------------------------|
| h | Altura o profundidad |
| A | Área |
| Hp | Caballos de fuerza |
| Q | Caudal |
| c | Coefficiente de rugosidad de Manning |
| CI | Conexiones ilícitas |
| CIE | Cota invert de entrada |
| CIS | Cota invert de salida |
| Dot | Dotación de agua |
| e | Eficiencia de equipo de bombeo |
| E | Estación |
| FQM | Factor de caudal medio |
| FH | Factor de Harmond |
| FR | Factor de retorno |
| Hab | Habitantes |
| Kw | Kilowatts |
| L | Litros |
| L/s | Litros por segundo |
| m | Metro |
| m² | Metros cuadrados |
| m³ | Metros cúbicos |
| m/s | Metros por segundo |
| P | Población |

| | |
|------------|----------------|
| PV | Pozo de visita |
| % | Porcentaje |
| PV | Pozo de visita |
| plg | Pulgada |
| s | Segundo |
| v | Velocidad |
| Viv | Viviendas |
| Vol | Volumen |

GLOSARIO

| | |
|------------------------------|--|
| Aguas servidas | Aguas de desecho, producto de actividades domésticas, comerciales o industriales. |
| Alcantarillado | Conjunto estructuras destinadas a evacuar las aguas residuales. |
| Candela domiciliar | Estructura que conecta la tubería interna de un predio con la red de alcantarillado. |
| Cocode | Estructura organizacional de una comunidad conformada por distintos sectores de la población. Su función principal es promover el desarrollo de la comunidad. Corresponde a la quinta jerarquía del sistema de concejos de desarrollo. |
| Colector | Tubería principal que recolecta y transporta las aguas servidas hasta el punto de descarga. |
| Descarga | Lugar en donde son depositadas las aguas servidas. |
| Hipoclorito de calcio | Compuesto químico ampliamente utilizado en el tratamiento de aguas por su alta eficacia contra bacterias, algas, moho, hongos y microorganismos peligrosos para la salud humana. También se conoce como cal clorada. |

| | |
|---------------------------|--|
| Infom | El Instituto de Fomento Municipal es una institución estatal cuyo objetivo es apoyar a las municipalidades de la República de Guatemala en la promoción de desarrollo. Es la encargada de regular el sector del agua potable y saneamiento del país. |
| Nacimiento de agua | Punto en donde las aguas subterráneas emergen a la superficie, producto de la infiltración y la gravedad. |
| Pendiente | Grado de inclinación de un terreno o tubería. |
| Sanitario | Relativo a la sanidad o que sirve para preservar la salud. |
| Séptico | Que contiene gérmenes patógenos o que produce putrefacción. |
| Unepar | Es la unidad ejecutora de proyectos de agua rurales del Instituto de Fomento Municipal. |

RESUMEN

En la aldea Lo de Carranza, San Juan Sacatepéquez se necesita con urgencia un diseño y construcción de red de alcantarillado sanitario que proporcione a los habitantes las condiciones mínimas para la correcta disposición de las aguas residuales. Ignorar dicha problemática ha llevado a los pobladores del lugar a sufrir consecuencias tales como enfermedades gastrointestinales, contaminación ambiental y visual, entre otras incomodidades.

En el caserío La Soledad, de la aldea Estancia Grande, del mismo municipio, no se dispone de un sistema de agua potable que abastezca a los habitantes del lugar. Esta carencia y el nulo control de la calidad del agua extraída del río del sector, han generado la proliferación de enfermedades y molestias a los pobladores en la recolección del vital líquido.

En el primer capítulo, se encuentra la monografía de las comunidades y el análisis de la priorización del alcantarillado sanitario para la aldea Lo de Carranza y el sistema de agua potable para el caserío La Soledad. El segundo capítulo, contiene el análisis matemático y técnico de cada uno de los componentes de ambos sistemas.

La base de diseño integra elementos contenidos en las siguientes fuentes de consulta: *Normas generales para el diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal; Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable en zonas rurales (Infom y Unepar)*. También se incluyen las especificaciones del fabricante de los materiales utilizados.

OBJETIVOS

General

Diseñar la red de alcantarillado sanitario de la aldea Lo de Carranza y el sistema de agua potable del caserío La Soledad, Estancia Grande del municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

Específicos

1. Elaborar un diagnóstico sobre las necesidades de infraestructura de la aldea Lo de Carranza y del caserío La Soledad, aldea Estancia Grande del municipio de San Juan Sacatepéquez.
2. Capacitar a los habitantes de la aldea Lo de Carranza y del caserío La Soledad, aldea Estancia Grande del municipio de San Juan Sacatepéquez, sobre el mantenimiento de sus respectivos sistemas sanitarios.
3. Contribuir con los habitantes de la aldea Lo de Carranza y del caserío La Soledad, aldea Estancia Grande del municipio de San Juan Sacatepéquez, a elevar la calidad de vida a través de la búsqueda de soluciones ante las necesidades de infraestructura.

INTRODUCCIÓN

En el municipio de San Juan Sacatepéquez existen comunidades que a diario se ven afectadas por la falta de infraestructura que satisfaga sus necesidades básicas; tal es el caso de la aldea Lo de Carranza y el del caserío La Soledad, aldea Estancia Grande.

La información está organizada en dos capítulos en los que se recopilan los procedimientos y la planificación de proyectos que la obra civil exige, haciendo hincapié en la importancia de los aspectos técnico-profesionales en la toma de decisiones del diseño.

El primer capítulo contiene el desarrollo de la fase de investigación. Expone las condiciones y características de ambas comunidades y los motivos por los que se priorizó el alcantarillado sanitario para la aldea Lo de Carranza y el sistema de agua potable para el caserío La Soledad, aldea Estancia Grande.

El segundo capítulo contiene una recopilación de criterios y metodologías adoptadas para el cálculo de los componentes de cada uno de los sistemas propuestos. Se incluyen presupuestos, memorias de cálculo y planos constructivos de cada proyecto.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del lugar

A continuación se presentan las características más importantes del municipio de San Juan Sacatepéquez.

1.2. Características físicas

Son las cualidades geográficas y sociales que posee el municipio, específicamente las que se exponen a continuación.

1.2.1. Ubicación y localización

San Juan Sacatepéquez es uno de los municipios del departamento de Guatemala; está conformado por una villa, 13 aldeas y 45 caseríos. Se localiza a 31 kilómetros de la ciudad capital y posee una extensión aproximada de 287 kilómetros cuadrados.

La aldea Lo de Carranza se encuentra ubicada a 25 kilómetros de la ciudad de Guatemala y a 12 kilómetros de San Juan Sacatepéquez.

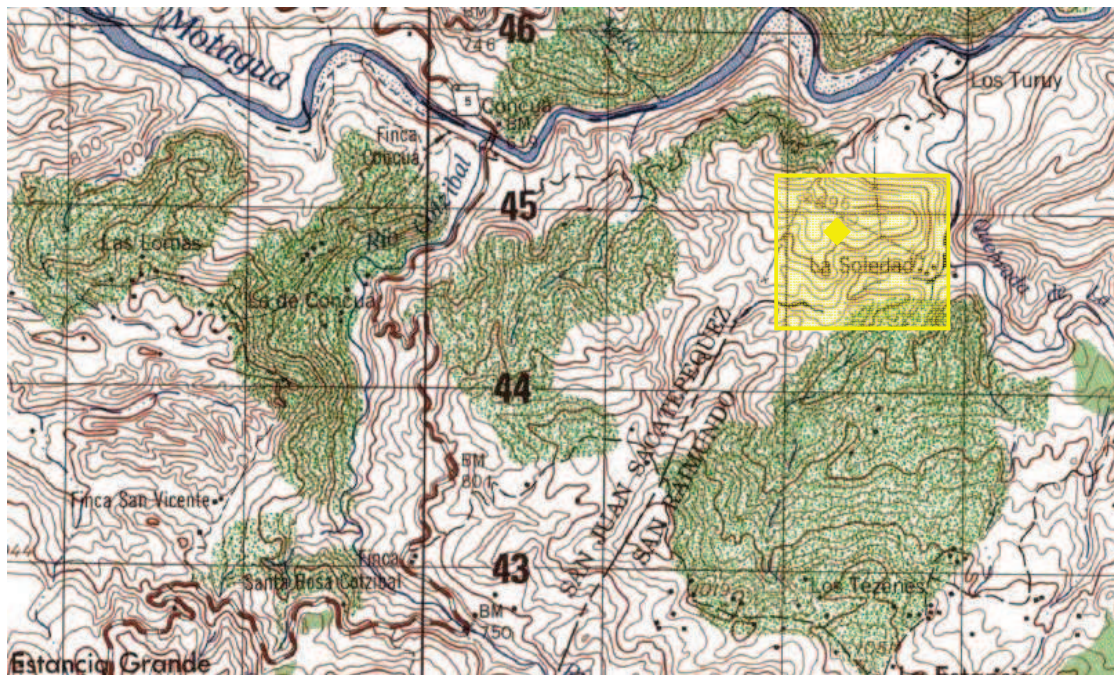
Figura 1. Localización de la aldea Lo de Carranza



Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN, *Hoja 2060 II, San Juan Sacatepéquez*.

El caserío La Soledad, aldea Estancia Grande, se encuentra ubicado a 65 kilómetros de la ciudad de Guatemala y a 35 kilómetros del municipio de San Juan Sacatepéquez.

Figura 2. **Localización del caserío La Soledad**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN, *Hoja 2060 I, Granados*.

1.2.2. **Colindancias**

Limita al norte con el departamento de Baja Verapaz; al este con los municipios de San Raymundo, Chinautla y Mixco; al sur con el municipio de San Pedro Sacatepéquez en el departamento de Sacatepéquez y al oeste con el departamento de Chimaltenango.

1.2.3. **Topografía**

San Juan Sacatepéquez cuenta con numerosas montañas cubiertas de vegetación exuberante, pendientes hondonadas y escasas planicies por lo que su topografía resulta ser bastante irregular.

Cuenta con regiones de tierra fértil, que gradualmente hacen contacto con terrenos secos y barrancos arenosos. Posee una altura de 2 184,5 metros sobre el nivel del mar.¹

1.2.4. Clima

El clima de San Juan Sacatepéquez es templado la mayor parte del tiempo, con poco frío en los cerros y lugares elevados. Las estaciones que más se marcan son el invierno y el verano.

Según la estación meteorológica San Pedro Ayampuc, la precipitación anual es de 1 060,60 milímetros; la evaporación es de 131 milímetros al año y la humedad relativa es de 72,70 %. La temperatura promedio anual es de 22,54 °C y posee temperaturas mínimas y máximas anuales de 15,56 y 29,14 °C respectivamente.

En promedio anual, el brillo solar es de 203,04 horas; la nubosidad de 5,44 octas y el viento alcanza una velocidad de 7,59 kilómetros por hora.²

1.2.5. Tipos de vivienda y actividad económica

En el área urbana las viviendas disponen de tres a cinco ambientes. Predomina la construcción formal con muros de *block* y techo de lámina o losa. Las viviendas restantes están construidas de manera informal, la mayoría con muros de adobe y techo de teja.

¹ Secretaría General de Planificación y Municipalidad de San Juan Sacatepéquez. *Plan de Desarrollo San Juan Sacatepéquez*. Diciembre de 2010.

² Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala. <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia.html>. Consulta: Abril de 2016.

En el área rural las viviendas poseen de dos a tres ambientes, teniendo aproximadamente la misma cantidad de edificaciones de construcción formal e informal.

Las principales fuentes económicas del municipio de San Juan Sacatepéquez se constituyen principalmente de la venta y producción de flores, hortalizas y muebles. Entre las actividades secundarias, se encuentra la producción de madera y de artesanías y la fabricación de tejas, ladrillos, textiles, cohetería y ganadería. Otra fuente importante de ingresos es el envío de remesas provenientes del extranjero.³

1.2.6. Población y demografía

La población de San Juan Sacatepéquez ubicada en el área rural constituye 46,50 % y la que se encuentra en el área urbana representa el 53,50 % restante. Cuenta con 65,4% de población indígena perteneciente al grupo kaqchiquel y 34,60% al grupo ladino.

Se calcula que la población total hasta el año 2010, era de 208 039 habitantes, distribuidos por grupos etarios. Se estiman 319 429 personas para el 2025. Actualmente, posee una tasa de natalidad de 27,8 %. Se producen 112 nacimientos por cada 1 000 mujeres comprendidas entre las edades de 15 a 49 años.

El 61,25 % de la población está comprendida entre los 0 y 30 años de edad; el 31,38 % tiene de 31 a 60 años y el 7,37 % lo representa la población mayor de 65 años.

³ Secretaría General de Planificación y Municipalidad de San Juan Sacatepéquez. *Plan de desarrollo San Juan Sacatepéquez*. Diciembre de 2010.

El municipio de San Juan Sacatepéquez muestra una densidad de población media, teniendo 725 habitantes por kilómetro cuadrado, lo que indica que su población se ubica en el casco urbano.⁴

1.3. Características de infraestructura

Corresponde a obras de infraestructura de uso civil que se encuentran dentro de los límites del municipio de San Juan Sacatepéquez.

1.3.1. Vías de acceso

La aldea Lo de Carranza tiene acceso por la Ruta Departamental 5, que cuenta con porciones pavimentadas y de terracería. Las calles internas de la aldea son en su totalidad de terracería.

El caserío La Soledad, aldea Estancia Grande, tiene acceso por un camino rural con una longitud aproximada de 5 kilómetros. Se conecta con la Ruta Nacional 5 (RN-5) a inmediaciones del kilómetro 65.

La RN-5 es la principal vía de acceso al municipio de San Juan Sacatepéquez. Se encuentra asfaltada en su totalidad en virtud de que atraviesa los municipios de Mixco y San Pedro Sacatepéquez.

1.3.2. Servicios públicos

Corresponden a la infraestructura que cubre las necesidades básicas de las comunidades de San Juan Sacatepéquez.

⁴ Secretaría General de Planificación y Municipalidad de San Juan Sacatepéquez. *Plan de desarrollo San Juan Sacatepéquez*. Diciembre de 2010.

1.3.2.1. Educación

La mayoría de aldeas y caseríos disponen de escuelas nacionales de educación primaria. La mayor concentración de oportunidades educativas se encuentra en la cabecera municipal porque hay un mayor número de colegios de educación preprimaria, primaria, de nivel medio, además de academias de mecanografía y computación.

La aldea Lo de Carranza tiene únicamente una escuela nacional de educación primaria y un instituto nacional de educación básica.

El caserío La Soledad, solo dispone de una escuela de educación primaria conformada por tres salones de clase.

1.3.2.2. Salud

Los servicios de salud del municipio de San Juan Sacatepéquez son proporcionados por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social a través de centros y puestos de salud que atienden a la población.

La aldea Lo de Carranza cuenta con un centro de salud creado con fondos de inversión extranjera.

El caserío La Soledad, aldea Estancia Grande, no cuenta con ningún tipo de atención médica. Sus habitantes deben dirigirse a las instalaciones de la aldea Estancia Grande o al municipio de Granados, en el departamento de Baja Verapaz.

1.3.2.3. Agua potable

La aldea Lo de Carranza posee un sistema de agua potable formado por un pozo mecánico, un tanque elevado de distribución y una red de distribución.

El caserío La Soledad, aldea Estancia Grande, tampoco cuenta con este servicio. Para proveerse del vital líquido, los habitantes deben recorrer un tramo de 500 metros hasta el nacimiento del agua, ubicado a orillas del río La Soledad, desde donde la transportan en recipientes hasta sus hogares.

1.3.2.4. Drenajes

La aldea Lo de Carranza y el caserío La Soledad, aldea Estancia Grande, no cuentan con sistemas de drenaje sanitario. Para la disposición de aguas residuales, los habitantes evacúan las aguas directamente a las calles, terrenos baldíos y patios de las viviendas. Un reducido número de habitantes decide utilizar letrinas de pozo ciego.

1.3.2.5. Energía eléctrica

Tanto la aldea Lo de Carranza como el caserío La Soledad poseen tendido de líneas de energía eléctrica monofásica de 120 y 240 voltios.

1.4. Características socioeconómicas

Son aquellos factores que determinan las actividades económicas recurrentes de los pobladores del municipio.

1.4.1. Origen de la comunidad

El nombre de San Juan Sacatepéquez tiene origen en honor al patrono San Juan Bautista; Sacatepéquez se deriva de dos voces kakchiqueles: *sacat* que significa hierba y *tepet* que significa cerro, es decir cerro de hierba.

El territorio fue conquistado por los españoles en 1525. Antonio de Salazar estableció su corte en tierra de Yampuc. Fue uno de los pueblos más importantes que del reino kakchiquel.

San Juan Sacatepéquez adquirió el título de derecho el 3 de febrero de 1752. En él, consta que los indígenas de la región compraron al rey de España 480 caballerías y 38 manzanas para ser repartidas entre los elegidos.

Gracias a su desarrollo y crecimiento, el municipio fue ascendido a villa por Acuerdo Gubernativo del 8 de marzo de 1923, convirtiéndose en municipio de segunda categoría.⁵

La aldea Lo de Carranza fue una de las comunidades pobladas por los kakchiqueles después de 1752 manteniéndose como comunidad puramente indígena hasta 1980.

Debido al crecimiento poblacional se fraccionaron varias fincas para la construcción de colonias populares. Lo de Carranza pasó de ser una comunidad rural a una comunidad suburbana. Su fiesta titular se celebra el 19 de marzo en honor a su patrono, San José.⁶

⁵ Municipalidad de San Juan Sacatepéquez. <http://www.munisanjuansac.org/historia.html>. Consulta: Febrero de 2015.

⁶ Mendoza, Elvia. *Atención social como alternativa ante los problemas de aprendizaje de los niños de primero primaria, escuela Lo De Carranza*. Septiembre de 2003.

La aldea Estancia Grande se derivó del fraccionamiento de los terrenos ubicados a 60 kilómetros de la ciudad de Guatemala por la ruta nacional 5 al noroeste. Por Acuerdo Gubernativo del 18 de diciembre de 1946, se dispuso lotificar y repartir la comunidad entre los vecinos, formándose los caseríos de La Soledad, Las Lomas y Lo de Concuá.

1.4.2. Actividad económica

Las principales actividades económicas del municipio de San Juan Sacatepéquez son la agricultura, la industria de muebles, tejidos y artesanías.

En la agricultura destaca la producción y venta de flores que luego son distribuidas a todo el país. Producen café, fruta, caña de azúcar y granos básicos, que son puestos a la venta en mercados de la localidad o son utilizados para consumo propio.

La industria de muebles tiene renombre en el ámbito nacional e internacional. Una gran cantidad de comercios de este tipo se encuentran en el tramo de carretera de la Ruta Nacional 5 que va desde Mixco hasta San Juan Sacatepéquez.

Los tejidos son elaborados por las manos de mujeres adultas. Por lo general distribuyen sus productos dentro de la localidad.

Entre las artesanías destacan los artículos de barro cocido, la cohetería, bolsas, redes y lazos de pita de maguey. Elaboran también instrumentos musicales, de cerámica, ladrillo y teja de barro.

En la aldea Lo de Carranza, un porcentaje muy bajo de personas se dedica a las actividades mencionadas; la mayoría posee trabajos en relación de dependencia y viajan a diario a la ciudad de Guatemala.

El caserío La Soledad, aldea Estancia Grande, tiene un alto porcentaje de habitantes dedicados a la agricultura para consumo propio, sin embargo gran parte de sus ingresos mensuales se deben a remesas de familiares que emigraron al extranjero.

1.4.3. Idioma y religión

Los habitantes de San Juan Sacatepéquez dominan el idioma español y el idioma cakchiquel. La mayoría de la población practica la religión cristiana católica y cristiana evangélica.

1.5. Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Lo de Carranza y del caserío La Soledad, aldea Estancia Grande, San Juan Sacatepéquez

La necesidad de una población tiene origen en la carencia o baja calidad de los servicios básicos que recibe.

La aldea Lo de Carranza no posee sistema de disposición de aguas residuales, carece calles pavimentadas y su sistema de agua potable es irregular.

El caserío La Soledad, aldea Estancia Grande, carece de un sistema de agua potable; de drenaje para disposición de aguas residuales; centro de atención médica y calle de acceso al pueblo. Las calles internas del caserío son

de terracería y la escuela de educación primaria no cumple con las condiciones básicas para el correcto funcionamiento de un centro educativo.

1.6. Descripción de las necesidades

En la aldea Lo de Carranza, la población sufre de enfermedades gastrointestinales constantemente, como resultado de la falta de drenajes. En tiempo de lluvia se dificulta la circulación vehicular y peatonal ya que las calles fueron construidas con material balastado y nunca recibieron mantenimiento necesario para procurar su durabilidad. Con el paso del tiempo, los niveles de los mantos freáticos han disminuido, generando que el tiempo de abastecimiento de agua sea menor.

Los habitantes del caserío La Soledad construyeron con fondos propios un sistema de agua potable que no fue funcional porque la construcción fue realizado por personas con conocimientos empíricos, provocando pérdidas y abandono de toda la inversión. La comunidad carece un sistema sanitario para la disposición de aguas residuales, por lo que es común ver las aguas servidas corriendo por las calles. No cuenta con un centro de atención médica, sus habitantes tienen que recorrer grandes distancias para acceder a los servicios médicos.

Para poder acceder al caserío La Soledad es necesario utilizar vehículos con doble tracción, ya que el camino de acceso al igual que las calles internas del pueblo carece de pavimento. Existe una escuela de educación primaria que posee únicamente tres aulas en las que se imparten los grados de primero a sexto primaria, sin embargo el establecimiento no posee áreas de recreación forzando a los estudiantes a utilizar las calles de la comunidad.

1.7. Evaluación y priorización de necesidades

Después de analizar las necesidades de servicios básicos e infraestructura en conjunto con los dirigentes de los Cocodes y población en general de cada comunidad, se determinó que:

- En la aldea Lo de Carranza debe priorizarse el diseño de la red de alcantarillado sanitario, en virtud de la correcta disposición de aguas residuales para mitigar las enfermedades gastrointestinales que afectan a la población.
- En el caserío La Soledad, aldea Estancia Grande debe priorizarse el diseño del sistema de agua potable para facilitar la obtención del vital líquido. El adecuado control de calidad del agua que se entrega a los usuarios evitaría enfermedades y elevaría la calidad de vida de la población.

2. FASE DE SERVICIO

2.1. Diseño del alcantarillado para la aldea Lo de Carranza, San Juan Sacatepéquez

A continuación son descritos los procedimientos y criterios técnicos utilizados para la toma de decisiones en el diseño de cada una de las partes del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Lo de Carranza.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en una línea central de alcantarillado que será alimentada a lo largo de su trayecto mediante la conexión de ramales auxiliares.

La longitud aproximada del sistema es de 2 027 metros lineales de tubería PVC norma ASTM D 3034 que utiliza diámetros de 6 y 8 pulgadas, así como un total de 64 pozos de vistas de mampostería que oscilan entre 1,20 a 3,64 metros de altura.

2.1.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico para un proyecto de alcantarillado sanitario reúne elementos variados como límites de calles, cuerpos receptores y accidentes naturales o artificiales que posea el terreno elegido y que pueden influir en la toma de decisiones del diseño del mismo.

Para el levantamiento topográfico del presente proyecto, se utilizó una estación total NIKON DTM 322, la cual proporciona altimetría y planimetría en forma de coordenadas x, y, z.

2.1.2.1. Altimetría

Procedimiento que permite obtener la representación vertical de un terreno de estudio, proporcionando la altura de cada elemento de interés respecto a un plano horizontal que puede ser arbitrario o un plano nacional referenciado al nivel del mar por el Instituto Nacional de Geografía.

La estación total NIKON DTM 322 utilizada emplea el método de nivelación geométrica. Se tomaron los puntos máximos y mínimos para el paso de tuberías y para las áreas de terreno que presentaban cambios de pendiente.

Los anteriores fueron interrelacionados con la planimetría para crear una red de información.

2.1.2.2. Planimetría

Es la parte de la topografía que representa una porción de superficie terrestre en un plano horizontal prescindiendo del relieve que posea. Localiza puntos específicos en forma de coordenadas ordenadas a partir de una referencia.

La estación total NIKON DTM 322 usada para la planimetría del presente proyecto, utiliza el método de conservación del azimut sin vuelta de campana, trazando para ello una poligonal abierta conformada por puntos a distancias no

mayores de 20 metros y radiando desde los mismos los límites de calles, postes, esquinas así como la ubicación de los predios a servir.

2.1.3. Diseño del sistema

A continuación se hace referencia a todos los factores que fueron considerados para la obtención del caudal de aguas residuales con el cual fue diseñado el sistema de alcantarillado.

2.1.3.1. Descripción del sistema a utilizar

La red de alcantarillado diseñada es de tipo sanitario y se utiliza exclusivamente para aguas residuales domésticas y comerciales. El sistema funcionará por gravedad, mediante conductos circulares que funcionan como canales a sección parcialmente llena.

2.1.3.2. Periodo de diseño

Es el tiempo durante el cual el sistema de alcantarillado funcionará de manera eficiente. El periodo varía de acuerdo con la capacidad de la administración, la operación que pueda brindar la municipalidad y la cantidad de habitantes.

El *Normativo para diseño de alcantarillados sanitarios del Instituto de Fomento Municipal*, edición 2009, establece en el numeral 2.1.1 que los sistemas de alcantarillado serán proyectados para cumplir adecuadamente su función durante el período de 30 a 40 años a partir de la fecha en que se desarrolle el diseño.

Por tal motivo, el presente caso será proyectado a un periodo de 33 años, adicionando 2 años de gestión administrativa, dando un total de 35 años.

2.1.3.3. Población de diseño

El estudio del comportamiento de la población se efectúa con el objetivo de estimar la cantidad habitantes que tributarán los caudales sanitarios al alcantarillado al final del periodo de diseño.

En el caso de la aldea Lo de Carranza se utilizó el método de incremento geométrico. Este método supone que una población aumentará a una misma tasa a través del tiempo, proporcionalmente al tamaño de la población.

La ecuación para el cálculo de la población futura bajo el método geométrico está dada por la siguiente expresión:

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

Donde

| | |
|------|---------------------------------|
| Pf = | población futura |
| Po = | población actual |
| r = | tasa de crecimiento poblacional |
| n = | periodo de diseño |

La población actual (Po) a servir es de 1 326 habitantes; la tasa de crecimiento poblacional (r) para la aldea Lo de Carranza es de 0,0275 (2,75 %) y el periodo de diseño (n) es de 35 años. Al sustituir datos en la ecuación queda de la siguiente forma:

$$Pf = 1\ 326 (1+0,0275)^{35} = 3\ 427 \text{ hab}$$

2.1.3.4. Dotación de agua potable

Es la cantidad de agua que utiliza un usuario para consumo propio durante un día. Sus dimensionales están dadas en litros por habitante por día (litros/hab/día).

El consumo de agua está afectado por factores como el clima, servicios públicos de la comunidad, calidad de vida, actividad productiva y costumbres.

Al no existir algún estudio que demuestre el consumo promedio de la población de análisis, fue necesario adoptar el parámetro que establece el numeral 2.6.2 de las *Normas generales para el diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal*, edición 2009, que indica que el consumo mínimo por habitante en un día es de 200 litros.

2.1.3.5. Factor de retorno

Es un porcentaje estimado de la dotación de agua asignada a cada usuario. Esta será vertida al alcantarillado sanitario, debido a que existen actividades en las cuales no es posible depositar las aguas servidas al drenaje. Este factor puede variar entre 0,70 y 0,90.

Para el diseño de este proyecto fue adoptado un valor conservador igual a 0,85.

2.1.3.6. Factor de Harmond

También conocido como factor de flujo, es un factor de seguridad que garantiza el buen funcionamiento de las tuberías en horas de uso simultáneo.

El factor no es un valor constante. Está dado con base en el tamaño de la población que contribuye a cada uno de los tramos del sistema. Se representa con la siguiente ecuación:

$$FH = (18 + \sqrt{P}) / (4 + \sqrt{P})$$

Donde

FH = factor de Harmond

P = población del tramo de diseño dado en miles

2.1.3.7. Caudal sanitario

Es la sumatoria de los distintos caudales de aguas servidas que se conectan al sistema de alcantarillado sanitario. La ecuación que determina el caudal sanitario está dada por la siguiente expresión:

$$Q_{San} = Q_{Dom} + Q_{Inf} + Q_{Cl} + Q_{Com}$$

Donde

Q_{San} = caudal sanitario

Q_{Dom} = caudal de origen domiciliar

Q_{Inf} = caudal de infiltración

Q_{Cl} = caudal por conexiones ilícitas

Q_{Com} = caudal de origen comercial

El cálculo del caudal sanitario para el sistema de alcantarillado propuesto queda expresado de la siguiente manera:

$$Q_{San} = 6,74 + 0,44 + 1,35 + 0,069 =$$
$$Q_{San} = 8,60 \text{ L/s}$$

La explicación de cada uno de los caudales y la manera en que se realizaron los cálculos se detalla a continuación.

2.1.3.7.1. Caudal domiciliar

Corresponde a la cantidad de agua por unidad de tiempo utilizada exclusivamente para actividades de origen doméstico, y que luego fue desechada y vertida en el sistema de alcantarillado. La ecuación que expresa el caudal domiciliar está dada por:

$$Q_{Dom} = (\text{Núm.Hab} * \text{Dotación} * \text{FR}) / 86\ 400$$

Donde

Q_{Dom} = caudal de origen domiciliar

Núm.Hab = número de habitantes a servir en el tramo de diseño

Dotación= dotación de agua potable

FR= factor de retorno

El cálculo del caudal total de origen domiciliar queda de la siguiente manera:

$$Q_{Dom} = (3\ 427 \text{ hab} * 200 \text{ L/hab/día} * 0,85) / 86\ 400$$
$$Q_{Dom} = 6,74 \text{ L / s}$$

2.1.3.7.2. Caudal de infiltración

Corresponde a la cantidad de agua por unidad de tiempo que se filtra en las tuberías del alcantarillado sanitario cuando el suelo se encuentra saturado. Este depende de factores como el tipo de suelo, niveles de mantos freáticos, el tipo de junta de tuberías y mano de obra.

Para el cálculo del mismo fue utilizada la ecuación establecida en el numeral 2.7, inciso a.2, de las *Normas generales para el diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal*, edición 2009, aplicable para tuberías de material PVC que se encuentren sobre el nivel freático:

$$Q_i = 0,10 * \emptyset$$

Donde

Q_i = caudal de infiltración por cada kilómetro de tubería que contribuya al tramo de diseño, incluyendo la tubería de conexión.

\emptyset = diámetro de la tubería del colector dado en pulgadas

Debido que la expresión anterior corresponde a un tramo de tubería de un kilómetro, se presenta la ecuación para el cálculo del caudal de infiltración en función del diámetro de la tubería del colector, la longitud de tramo de diseño de interés y el número de conexiones a dicho tramo:

$$Q_{Inf} = 0,01 * \emptyset * [(Long.Tramo + 6 * Conex.) / 1 000]$$

Donde

Q_{Inf} = caudal de infiltración para el tramo de diseño, en L/s

\emptyset = diámetro de la tubería del colector, en pulgadas
Long.Tramo = longitud de tramo de diseño, en metros
Conex. = número de conexiones domiciliarias del tramo al final del periodo de diseño

Por lo tanto, el caudal de infiltración para todo el sistema de alcantarillado al final del periodo de diseño, asumiendo que la tubería a utilizar tendrá un diámetro promedio de 8 pulgadas, queda de la siguiente manera:

$$Q_{Inf} = 0,01 * 8 * (2\ 029,08 + 6 * 572) / 1\ 000 =$$
$$Q_{Inf} = 0,44\ L/s$$

2.1.3.7.3. Caudal por conexiones ilícitas

Corresponde a la cantidad de agua por unidad de tiempo de origen pluvial que es desechada y vertida en el sistema de alcantarillado sanitario. La ecuación que expresa el caudal domiciliar está dada por:

$$Q_{CI} = (C * I * A) / 360$$

Donde

Q_{CI} = caudal por conexiones ilícitas

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia

A = área de concentración de lluvia para descarga

No es posible utilizar la ecuación anterior porque la aldea Lo de Carranza no cuenta con ningún estudio que generalice el tipo de material de los techos ni

el área que ocupan los mismos, que es a lo que hace referencia la literal A de la ecuación.

En el diseño fue utilizado el parámetro establecido en el numeral 2.8, inciso c, de las *Normas generales para el diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal*, edición 2009, que indica que el caudal de conexiones ilícitas puede ser 10 % del caudal de origen domiciliar. En áreas en donde no se cuenta con drenaje pluvial podrá usarse un valor más alto.

En vista que en la aldea Lo de Carranza carece de sistema sanitario, para este diseño será adicionado al caudal domiciliar el 20 %. El cálculo se expresa a continuación:

$$Q_{Cl} = 0,20 Q_{Dom} = 0,20 * 6,74 = 1,35 \text{ L / s}$$

2.1.3.7.4. Caudal comercial

Corresponde a la cantidad de agua por unidad de tiempo desechada en los procesos desarrollados en las industrias y comercios de una localidad. "La dotación de agua comercial varía según el establecimiento, pero puede estimarse entre 600 y 3 000 litros por comercio o industria por día."⁷

En la aldea Lo de Carranza existe una cantera dedicada a la trituración de rocas y una pollería dedicada a la crianza y engorde de aves de corral. Por el tipo de procesos que utiliza cada industria será utilizado el valor de 3 000 litros/industria/día, de manera que el cálculo queda de la siguiente manera:

$$Q_{Com} = (3\ 000 * 2) / 86\ 400$$

⁷ Cabrera, Ricardo. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria* 2. Mayo de 1980.

$$Q_{Com} = 0,069 \text{ L / s}$$

2.1.3.7.5. Factor de caudal medio

Es la relación que designa el aporte medio de aguas residuales que realiza una persona y está dado por la siguiente ecuación:

$$FQM = Q_{San} / \text{Núm. habitantes}$$

Donde

FQM = factor de caudal medio

Q_{San} = caudal sanitario

Núm. habitantes = número de habitantes a servir

El factor de caudal medio deberá estar dentro del rango de 0,002 y 0,005. Si el cálculo del factor está dentro de los límites, es utilizado el calculado; sin embargo, si el calculado es inferior o excede el rango, debe utilizarse el valor próximo al límite.

El cálculo para el factor de caudal medio será utilizado para todo el diseño del sistema. Queda expresado de la siguiente manera:

$$FQM = 8,60 / 3\ 427$$

$$FQM = 0,0025$$

El factor de caudal medio obtenido está dentro del rango de 0,002 y 0,005. Podrá ser utilizado para el diseño de toda la red de alcantarillado sanitario.

2.1.3.7.6. Caudal de diseño

Es el caudal que establece las condiciones hidráulicas de diseño del alcantarillado sanitario en cada tramo. Está dado por la siguiente ecuación:

$$Q_d = \text{Núm. habitantes} * FH * FQM$$

Donde

| | |
|-------------------|------------------------|
| Q_d = | caudal de diseño |
| Núm. habitantes = | número de habitantes |
| FH= | factor de Harmond |
| FQM= | factor de caudal medio |

2.1.4. Selección de tubería

La selección de la tubería para el sistema de alcantarillado sanitario depende de las características que posea la misma ya que estas determinan el método de construcción y la forma de diseño. La tubería a utilizar debe proporcionar confiabilidad y durabilidad para que el alcantarillado funcione eficientemente durante el periodo de diseño asignado.

Para el presente proyecto se propone la tubería PVC lisa con junta rápida de 6 metros de longitud porque cumple con las normas ASTM D 3034.

2.1.5. Diseño de secciones y pendientes

Los alcantarillados sanitarios que utilizan tubería con secciones circulares parcialmente llenas, deben cumplir la condición en la que el flujo de agua residual debe estar en contacto con el aire en todo momento. Para que la

condición se cumpla, la tubería debe tener una pendiente adecuada para garantizar que el flujo cumpla con las velocidades máximas y mínimas y que dicho flujo no exceda la altura o tirante máximo permitido cuando circule por la tubería.

El Instituto de Fomento Municipal (Infom), establece en el numeral 2.9.1.1 de las *Normas generales para el diseño de alcantarillados*, el parámetro de 74% del diámetro de la tubería.

Para el diseño del presente alcantarillado sanitario será utilizado el parámetro dado por el Infom.

2.1.5.1. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad de las aguas residuales que fluyen a través de una tubería que trabaja a sección parcialmente llena, determina el comportamiento de los sólidos en suspensión que contiene el fluido. Si la velocidad es baja, se formarán sedimentos en la parte baja de la tubería que pueden provocar problemas futuros de obstrucción. Sin embargo, velocidades altas provocan que los sedimentos desgasten las paredes de la tubería, ocasionando pérdida de la capacidad de resistencia a las cargas verticales.

El Instituto de Fomento Municipal, establece en las *Normas generales para el diseño de alcantarillados*, en el numeral 2.11, que la velocidad mínima de diseño debe ser de 0,60 m/s y la velocidad máxima de 2,50 m/s. Sin embargo, las especificaciones del fabricante de la tubería PVC ASTM D 3034 establecen que la misma es capaz de trabajar con una velocidad mínima de 0,40 m/s y una máxima de 5,00 m/s.

Debido a la topografía de la localidad existen ramales de tubería que tendrán contra pendiente al terreno. Con el fin de disminuir los costos de excavación así como de aprovechar las propiedades de la tubería utilizada, la velocidad mínima y máxima para el presente proyecto será de 0,40 y 4,00 m/s, respectivamente.

2.1.5.2. Cotas invert

Es la distancia vertical que existe entre el nivel del suelo natural y el nivel inferior de la pared interna de la tubería; sirve para indicar la profundidad a la que una tubería ingresa y egresa a un pozo de visita.

Para el presente proyecto fue adoptado como criterio de diseño que la cota invert de salida del pozo de visita debe tener diferencia de al menos tres centímetros con la cota de la tubería entrante de mayor profundidad.

2.1.5.3. Diámetro de tubería

El Instituto de Fomento Municipal, establece en el numeral 2.10.1 de las *Normas generales para el diseño de alcantarillados*, que el diámetro mínimo en los alcantarillados sanitarios que utilicen tubería PVC debe ser de 6 pulgadas aun cuando el cálculo determine que puede utilizarse una tubería de menor diámetro.

Para el diseño del presente proyecto los diámetros utilizados son de 6 y 8 pulgadas.

2.1.5.4. Profundidad de tubería

La tubería debe instalarse a una profundidad en la que no sea afectada por las inclemencias del tiempo ni por las cargas de tráfico provocadas por los vehículos que circulan sobre las calles.

El Instituto de Fomento Municipal, establece en el numeral 2.12.1 de las *Normas generales para el diseño de alcantarillados*, que la profundidad mínima de coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno debe ser de un metro.

2.1.6. Pozo de visita

Es una obra accesoria de alcantarillados, empleada para la unificación de caudales y para el cambio de dirección de flujo de las aguas residuales. También es utilizado para acceder a las tuberías cuando deben realizarse trabajos de mantenimiento, limpieza e inspección.

Debe colocarse un pozo de visita al inicio de un tramo; en la intersección de dos o más colectores; cuando existe cambio de diámetro de tubería; en cambios de dirección; en tramos rectos a distancias no mayores a 100 metros y en tramos curvos a distancias no mayores a 30 metros.

Se proponen pozos de visita con forma de cono, con una altura mínima de 1,20 metros.

Los materiales propuestos para la tapadera, brocal y fondo del pozo son el concreto armado y las paredes de ladrillos de barro cocido.

2.1.7. Conexiones domiciliarias

Tienen la finalidad de transportar las aguas residuales que genera un predio hasta el colector principal y debe construirse una conexión por cada predio existente.

La conexión está compuesta por una candela domiciliar que consiste en un tubo de concreto de 16 pulgadas colocado de forma vertical; tiene la función de unir la red de drenaje interna del predio con la tubería que va hacia el colector.

La tubería propuesta que va de la candela domiciliar hacia el colector tiene 3 pulgadas de diámetro y es de material PVC y debe tener una pendiente no menor a 2 %. La conexión de esta tubería y el colector se realiza con una silleta PVC a 90 grados del mismo diámetro que la tubería de unión.

2.1.8. Principios hidráulicos

Para calcular la velocidad a sección llena de un conducto que transporta un flujo laminar en contacto con la atmósfera, es utilizada la ecuación de Manning. Para conductos circulares como en el caso de este proyecto, la velocidad está dada por la siguiente expresión:

$$V = [0,03429 / n] * \text{Ø}^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde

V = velocidad del flujo en metros por segundo

n = coeficiente de rugosidad de Manning (Para PVC 0,01)

- Ø = diámetro de la tubería en pulgadas
S = pendiente de la tubería, en metro sobre metro

Para calcular el caudal que es transportado a sección llena por la tubería es utilizada la ecuación de continuidad dada por la siguiente expresión:

$$Q = V * A$$

Donde

- Q = caudal de la sección llena
V = velocidad de la sección llena (Ecuación de Manning)
A = área de la sección de la tubería

2.1.8.1. Relaciones hidráulicas

La tubería de un sistema de alcantarillado debe trabajar siempre a sección parcialmente llena. El cálculo que conlleva obtener la velocidad y el caudal de la sección parcialmente llena es laborioso, por lo que con fines de facilitar el cálculo, existe la tabla de relaciones hidráulicas para elementos de sección circular que es producto del análisis del gráfico de relaciones hidráulicas.

Dicha tabla presenta los valores entre el caudal de diseño y el caudal a sección llena (q/Q); la velocidad del caudal de diseño y la velocidad a sección llena (v/V); el área que ocupa el caudal de diseño dentro de la sección de la tubería y el área completa de la sección de la tubería (a/A); la altura o tirante del caudal de diseño y el diámetro de la tubería (d/D).

2.1.9. Cálculo hidráulico

Consiste en la aplicación de los principios hidráulicos necesarios para determinar el comportamiento de cada uno de los tramos de tubería que componen el sistema de alcantarillado sanitario

2.1.9.1. Especificaciones técnicas

El procedimiento para el diseño hidráulico de un tramo de tubería es descrito a continuación:

- Definir el diámetro de tubería a utilizar para el tramo a diseñar.
- Calcular el área de la sección circular de la tubería seleccionada.
- Definir la pendiente que tendrá la tubería en el tramo de análisis.
- Calcular la velocidad a sección llena del flujo sustituyendo el diámetro y la pendiente de la tubería en la ecuación de Manning.
- Realizar el cálculo del caudal a sección llena para el diámetro y pendiente, seleccionados mediante la ecuación de continuidad.
- Calcular el caudal de diseño del tramo de análisis.
- Calcular la relación del caudal de diseño y caudal de la sección llena (q/Q) de la tubería seleccionada.
- El resultado del paso anterior debe buscarse en la tabla de relaciones hidráulicas para elementos de sección circular. Si la relación obtenida no es igual a los valores de la tabla debe aproximarse a los proporcionados en ella.
- Para conocer la velocidad del caudal de diseño, debe buscarse la relación v/V en la misma fila donde se encontró la relación de caudales. El valor obtenido se multiplica por la velocidad del caudal a sección llena y el resultado será la velocidad del caudal de diseño.

- El tirante del caudal de diseño se obtiene al multiplicar la relación d/D , que se encuentra en la misma fila donde se encontró la relación de caudales y velocidades, por el diámetro de la tubería seleccionada.

2.1.9.2. Ejemplo de diseño de un tramo

A continuación se muestra un resumen de los parámetros utilizados para el diseño del presente sistema de alcantarillado sanitario.

Tabla I. **Resumen de parámetros utilizados en diseño del alcantarillado sanitario**

| Parámetro | Abreviatura | Valor | Dimensional |
|---|-------------|--------|-------------|
| Densidad de población | - | 6 | Hab/viv |
| Tasa de crecimiento poblacional | r | 2,750 | % |
| Periodo de diseño | n | 35 | Años |
| Dotación de agua | Dot | 200 | L/hab/día |
| Factor de retorno | FR | 85 | % |
| Factor de conexiones ilícitas | CI | 20 | % |
| Factor de caudal medio (ver inciso 2.1.3.7.5) | FQM | 0,0025 | - |
| Relación de tirante máximo | d/D | 0,74 | - |
| Velocidad mínima de diseño | V_{\min} | 0,400 | m/s |
| Velocidad máxima de diseño | V_{\max} | 4 | m/s |
| Profundidad mínima de pozo | h | 1,200 | m |
| Coefficiente de rugosidad de Manning | c | 0,010 | - |

Fuente: elaboración propia.

El tramo a diseñar corresponde al ramal A (De PV-1A a PV-CP1) que posee las características contenidas en la tabla II.

Tabla II. **Características del ramal A**

| Descripción | Valor | Unidad |
|----------------------------------|-----------|--------|
| Cota de terreno inicial (PV- 1A) | 1 610,396 | m |
| Cota de terreno final (PV- 2A) | 1 609,872 | m |
| Distancia horizontal | 92,860 | m |
| Pendiente de terreno | 0,564 | % |
| Viviendas locales | 4 | Viv |
| Viviendas acumuladas | 0 | Viv |

Fuente: elaboración propia.

- Viviendas actuales

Locales: 4 Viv

Acumuladas: 0 Viv

Viviendas actuales = Locales + Acumuladas = 4 + 0 = 4 Viv

- Población a servir

Población actual (P_o)

$P_o = \text{Viviendas actuales} * \text{Densidad de población}$

$$P_o = 4 \text{ Viv} * 6 \text{ Hab/Viv} = 24 \text{ Hab}$$

Población futura (P_f)

$$P_f = P_o * (1 + r)^{35} = 24 \text{ Hab} * [1 + (2,75 \% / 100)]^{35} = 62 \text{ Hab}$$

- Factor de Harmond (FH)

$$FH = [18 + \sqrt{(P/1\ 000)}] / [4 + \sqrt{(P/1\ 000)}]$$

Actual

$$FH = [18 + \sqrt{(24/1\ 000)}] + [4 + \sqrt{(24/1\ 000)}] = 4,370$$

Futura

$$FH = [18 + \sqrt{(62/1\ 000)}] + [4 + \sqrt{(62/1\ 000)}] = 4,295$$

- Caudal de diseño (Q_{dis})

$$Q_{dis} = FQM * FH * \text{Núm. de Habitantes}$$

Actual

$$Q_{dis} = 0,0025 * 4,370 * 24 \text{ Hab} = 0,262 \text{ L/s}$$

Futura

$$Q_{dis} = 0,0025 * 4,295 * 62 \text{ Hab} = 0,666$$

- Valores hidráulicos a sección llena

Mediante la metodología de ensayo y error, debe buscarse la pendiente (S) que tendrá la tubería propuesta para que el caudal de diseño cumpla con los rangos de velocidad y con el tirante establecido.

Para el tramo, el diámetro y pendiente propuestos son de 6 pulgadas y 0,890 %, respectivamente. Con la tubería y pendiente anterior, debe calcularse la velocidad, área y caudal a sección llena:

Velocidad (V)

$$V = (0,03429 / n) * \varnothing^{2/3} * S^{1/2} = (0,03429 / 0,01) * 6^{2/3} * (0,890 / 100)^{1/2}$$
$$V = 1,068 \text{ m/s}$$

Área (A)

$$A = (\pi/4) * \varnothing^2 = (\pi/4) * (6 \text{ pulgadas} * 0,0254)^2$$
$$A = 0,018 \text{ m}^2$$

Caudal (Q)

$$Q = V * A = 1,068 * 0,018 * 1000$$
$$Q = 19,484 \text{ L/s}$$

- Relación de caudal

$$\text{Actual: } q/Q = Q_{\text{dis}} / Q = 0,262 / 19,484 = 0,01345$$

$$\text{Futuro: } q/Q = Q_{\text{dis}} / Q = 0,666 / 19,484 = 0,03418$$

Al cotejar la relación de caudales calculados anteriormente con un valor similar al de la columna q/Q de la tabla de relaciones hidráulicas para elementos de sección circular, se obtienen los siguientes valores:

- Velocidad de diseño

$$\text{Actual: } v/V = 0,37519$$

$$\text{Futuro: } v/V = 0,46389$$

Velocidad v del caudal de diseño:

$$\text{Actual: } v = 0,37519 * 1,068 \text{ m/s} = 0,401 \text{ m/s}$$

$$\text{Futuro: } v = 0,46389 * 1,068 \text{ m/s} = 0,496 \text{ m/s}$$

Con la intención de minimizar los costos del proyecto, se adoptó el siguiente criterio para todo el sistema: en algunos tramos la velocidad actual es menor a la mínima preestablecida, sin embargo, en virtud de que la velocidad mínima es alcanzada dentro del rango temporal establecido en el periodo de diseño, el valor de velocidad actual será aceptable.

- Tirante

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

$$\text{Actual: } d/D = 0,081 = 8,10 \%$$

$$\text{Futuro: } d/D = 0,126 = 12,60 \%$$

- Cotas invert

Para la cota invert de salida (CIS), por tratarse de un inicio de tramo, la profundidad de la tubería está sujeta a la altura mínima del pozo de visita. Por lo tanto, el procedimiento es el siguiente:

$$\text{CIS} = \text{Cota de terreno} - 1,20 \text{ m} = 1\ 610,396 - 1,20$$

$$\text{CIS} = 1\ 609,196 \text{ m}$$

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

$$\text{CIE} = \text{CIS} - (\text{Pendiente} * \text{Distancia horizontal} / 100)$$

$$\text{CIE} = 1\,609,196 - (0,89 * 92,860 / 100)$$

$$\text{CIE} = 1\,608,370 \text{ m}$$

- Altura de pozos de visita

La altura que tendrá el pozo de visita, es la diferencia entre la cota de terreno y la cota invert. El procedimiento es el siguiente:

$$H_{\text{inicio}} = \text{cota de terreno inicial} - \text{CIS} = 1\,610,396 - 1\,609,196 = 1,20 \text{ m}$$

$$H_{\text{final}} = \text{cota de terreno final} - \text{CIE} = 1\,609,872 - 1\,608,370 = 1,50 \text{ m}$$

- Resumen

La información con la que debe construirse el tramo que va del pozo de visita PV-1A hacia el pozo de visita PV-CP1 se indica en la tabla III.

Tabla III. **Resumen de datos de diseño obtenidos para el ramal A**

| Descripción | valor | unidad |
|------------------------|-----------|----------|
| Pendiente de tubería | 0,890 | % |
| Cota invert de salida | 1 609,196 | m |
| Cota invert de entrada | 1 608,370 | m |
| Altura de pozo inicial | 1,20 | m |
| Altura de pozo final | 1,50 | m |
| Diámetro de tubería | 6 | pulgadas |

Fuente: elaboración propia.

2.1.10. Propuesta de tratamiento

La importancia del tratamiento de aguas servidas, radica en que debe evitarse que las mismas sean descargadas al cuerpo receptor (ríos, lagos, mantos acuíferos) sin las debidas consideraciones que garanticen la preservación de la vida del entorno.

Para la selección del tipo de tratamiento a utilizar, debe de considerarse la economía, eficiencia, operación, mantenimiento y las estipulaciones establecidas por las distintas entidades actuantes mediante leyes y reglamentos.

2.1.10.1. Diseño de fosas sépticas

Son tanques generalmente rectangulares que permiten la sedimentación y eliminación de sólidos en suspensión mediante la retención de las aguas en periodos aproximados de 12 a 24 horas. Este proceso elimina entre 40 % y 60 % de los sólidos suspendidos.

Las aguas negras sin tratamiento adecuado, obstruyen cualquier formación porosa del suelo. La fosa séptica retiene los agentes de obstrucción, proporcionando protección a la capacidad absorbente del suelo.

Para que una fosa séptica de un sistema de alcantarillado funcione óptimamente, debe tener capacidad para un máximo de 60 viviendas. En este caso serían aproximadamente 360 habitantes.⁸

⁸ Cabrera, Ricardo. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria* 2. Mayo de 1989.

Con base en lo anterior y tomando en cuenta que la proyección poblacional de la aldea Lo de Carranza a futuro es de 3 427 habitantes, el proyecto requiere aproximadamente 10 fosas sépticas.

Debido a que únicamente se dispone con un punto de descarga y la misma cuenta con una superficie reducida así como de topografía sinuosa, la opción a considerar para el proyecto es una planta de tratamiento de aguas residuales, la cual conformaría la segunda fase del alcantarillado sanitario.

2.1.10.2. Dimensionamiento de los pozos de absorción

Los pozos de absorción son excavaciones cilíndricas con diámetros que varían de 1,50 a 2,50 m y profundidades de hasta 12 m, en los cuales el agua residual es infiltrada paredes y pisos permeables. Previo a diseñar el pozo, debe determinarse si el suelo posee las características de absorción necesarias para el agua que proviene de la fosa séptica.

Para ello debe realizarse la prueba de absorción del suelo. Básicamente, consiste en tomar el tiempo necesario para que el agua descienda 2,50 cm en una excavación de 0,30 x 0,30 m con profundidad de 0,35 m.

Las dimensiones del pozo serán calculadas con base en el promedio ponderado de los coeficientes de absorción para cada estrato vertical. A continuación se muestran los coeficientes de absorción para distintos tiempos.

Tabla IV. **Coefficientes de absorción de terreno**

Cálculo de pozo de absorción para dotación de 190 L/hab/día

| Tiempo en minutos para que el nivel de agua baje 2,5 cm (prueba de absorción) | Superficie de filtración requerida por persona y día en m ² (K ₁) |
|---|--|
| 1 | 0,88 |
| 2 | 1,08 |
| 5 | 1,44 |
| 10 | 2,25 |
| 30 | 4,50 |
| Más de 30 | Terreno inadecuado |

Fuente: CABRERA, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2*. p. 128.

El cálculo de la profundidad del pozo de absorción es expresado por la siguiente ecuación:

$$H_{\text{abs}} = K_1 * \text{Núm. hab.} / \pi * D$$

Donde

H_{abs} = profundidad del pozo de absorción en metros

K₁ = coeficiente de absorción en m² / hab / día

Núm. hab. = número de habitantes a servir

D = diámetro del pozo en metros. (De 1,00 a 2,50 m)

Con base en lo anterior y tomando en cuenta que para la aldea Lo de Carranza el coeficiente K₁ corresponde 0,88 m²/hab/día, la profundidad aproximada para un diámetro de 2,50 m sería de 384 m.

El cálculo de altura toma en cuenta la superficie permeable del pozo (paredes y fondo), por lo que es posible dividir dicha altura para obtener varios pozos. Tomando una altura máxima por pozo de 12 m, el sistema sanitario de Lo de Carranza demanda 32 pozos de absorción.

Debido al área limitada que posee el único punto de descarga del sistema, el pozo de absorción no es un tratamiento a considerar. La opción viable para el alcantarillado es la planta de tratamiento de aguas residuales y forma parte de la segunda fase del proyecto.

2.1.11. Elaboración de planos finales de drenaje sanitario

Luego de realizar los procedimientos descritos en las secciones anteriores, es necesario plasmar los resultados de manera gráfica, detallando todos los componentes del sistema para su correcta construcción.

Los planos elaborados para el presente diseño de alcantarillado sanitario corresponden a la planta general y densidad de vivienda, el plano de topografía, las plantas perfiles de ramales y colector principal así como detalles de pozos de visitas y conexiones domiciliarias.

2.1.12. Presupuesto

La elaboración del presupuesto fue realizada por medio de costos unitarios que al multiplicarse por las cantidades de trabajo obtenidas de la cuantificación, dan como resultado el costo real de cada renglón.

Fue utilizado 12 % de IVA y fue aplicado únicamente al total de materiales a utilizar por renglón.

Para el factor de ayudante fue utilizado 37,50 %, mismo que se aplica al total de mano de obra utilizada por renglón. El cálculo del factor de ayudante corresponde a un promedio de las dos configuraciones conocidas para

cuadrillas de construcción, tomando en consideración que un ayudante gana la mitad del sueldo de un albañil.

La configuración para la cuadrilla 1 corresponde a un ayudante por cada dos albañiles.

| | |
|------------|---------------------|
| 1 albañil | 1 sueldo/día |
| 1 albañil | <u>1 sueldo/día</u> |
| | 2 sueldos/día |
| 1 ayudante | 0,50 sueldo/día |

Al establecer la relación entre lo que gana un ayudante respecto al sueldo de ambos albañiles, se obtiene:

$$(0,50 \text{ sueldo/día}) / (2 \text{ sueldo/día}) = 0,25 = 25 \%$$

De la misma manera se calcula el factor de ayudante para la cuadrilla 2, la cual posee la configuración de un ayudante por cada albañil:

| | |
|------------|-----------------|
| 1 albañil | 1 sueldo/día |
| 1 ayudante | 0,50 sueldo/día |

Entonces

$$(0,50 \text{ sueldo/día}) / (1 \text{ sueldo/día}) = 0,50 = 50 \%$$

Al construir, son utilizadas ambas configuraciones por lo que para tener un cálculo aproximado del sueldo que le corresponde al ayudante respecto del

suelo del albañil, son promediados los porcentajes de dichas configuraciones de cuadrillas.

$$\text{Factor de ayudante} = (25\% + 50\%) / 2 = 37,50 \%$$

Para el cálculo de las prestaciones deben tomarse en cuenta los días no laborados, la liquidación y los beneficios remunerables que la ley establece.

Los días no laborados a tomar en cuenta son 10,5 asuetos, un feriado, 26 sábados, 52 domingos, 15 días de vacaciones. Los anteriores suman 105,5 y representan 40,12 % de los días laborados.

La liquidación adiciona a los anteriores 30 días de indemnización, 30 días de bono 14 y 30 días de aguinaldo; éstos suman 90 días y representan 34,55 % de los días laborados.

Los beneficios que goza el trabajador y que corresponde pagar al patrono son: IGSS (10,67 %), Irtta (1,00 %) e Intecap (1,00 %).

Al sumar los porcentajes de días no laborados, liquidación y beneficios, el total corresponde a 87,33 % del total de la mano de obra.

Por último, fueron adicionados los costos indirectos detallados a continuación:

| | |
|------------------------|---------|
| Imprevistos | 4,00 % |
| Gastos administrativos | 3,00 % |
| Utilidad | 15,00 % |
| Fianzas | 1,00 % |

| | |
|-----------------------------------|--------|
| Herramientas | 2,00 % |
| Transporte de materiales y fletes | 5,00 % |

La sumatoria de los costos indirectos da un total del 30,00 %, el cual fue aplicado al total de materiales y mano de obra.

A continuación se muestra el resumen de los renglones de trabajo y el costo total del proyecto.

Tabla V. Presupuesto para alcantarillado sanitario

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS-
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ**

**PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA,
SAN JUAN SACATEPÉQUEZ**

FECHA: AGOSTO DE 2015

| RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO | | | | | |
|--|--|-----------------|---------------|-------------|----------------------|
| Núm. | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | UNIDAD | P.U. | TOTAL |
| 1.00 | SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO | | | | |
| 1.01 | Trazo y replanteo topográfico | 2 029,07 | ml | Q 7,05 | Q 14 304,39 |
| 1.02 | Bodega de almacenamiento | 1,00 | GLOBAL | Q 13 614,99 | Q 13 614,99 |
| 1.03 | Zanjeo | 2 016,13 | M3 | Q 56,68 | Q 114 274,25 |
| 1.04 | Relleno (Suelo de corte mezclado con selecto al 30%) | 2 016,13 | M3 | Q 71,53 | Q 144 231,92 |
| 1.05 | Colector Ø 6" (Incluye instalación) | 1 474,62 | ml | Q 575,95 | Q 849 292,64 |
| 1.06 | Colector Ø 8" (Incluye instalación) | 554,46 | ml | Q 716,90 | Q 397 492,37 |
| 1.07 | Pozo de visita 1.20 m a 2.00 m | 50,00 | UNIDAD | Q 5 241,88 | Q 262 094,19 |
| 1.08 | Pozo de visita de 2.01 a 3.00 m | 8,00 | UNIDAD | Q 7 005,69 | Q 56 045,52 |
| 1.09 | Pozo de visita de 3.01 a 4.00 m | 6,00 | UNIDAD | Q 8 885,82 | Q 53 314,90 |
| 1.10 | Conexiones domiciliarias para colector de 6" | 196,00 | UNIDAD | Q 1 841,66 | Q 360 965,36 |
| 1.11 | Conexiones domiciliarias para colector de 8" | 25,00 | UNIDAD | Q 2 398,18 | Q 59 954,38 |
| COSTO TOTAL DEL PROYECTO | | | | | Q2 325 585,46 |

Fuente: elaboración propia.

2.1.13. Cronograma de ejecución

El cronograma de ejecución indica los avances físicos y secuencia de cada renglón de trabajo en relación al tiempo necesario para la construcción del mismo según el rendimiento de la mano de obra. A continuación se presenta el cronograma para el alcantarillado sanitario de la aldea Lo de Carranza.

Tabla VI. Cronograma de ejecución para alcantarillado sanitario

PROYECTO:

DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ

FECHA:

MARZO DE 2015

| Núm. | REGLÓN | TIEMPO (EN DÍAS) | | | | TOTAL |
|------|--|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | 30 | 60 | 90 | 120 | |
| 1,01 | Trazo y replanteo topográfico | Q 14 304,39 | | | | Q 14 304,39 |
| 1,02 | Bodega de almacenamiento | Q 13 614,99 | | | | Q 13 614,99 |
| 1,03 | Zanjeo | Q 68 564,55 | Q 45 709,70 | | | Q 114 274,25 |
| 1,04 | Relleno (Suelo de corte mezclado con selecto al 30%) | | Q 39 335,98 | Q 52 447,97 | Q 52 447,97 | Q 144 231,92 |
| 1,05 | Colector Ø 6" (Incluye instalación) | | Q 339 717,06 | Q 339 717,06 | Q 169 858,53 | Q 849 292,64 |
| 1,06 | Colector Ø 8" (Incluye instalación) | | Q 132 497,46 | Q 264 994,91 | | Q 397 492,37 |
| 1,07 | Pozo de visita 1,20 m a 2,00 m | Q 43 682,37 | Q 87 364,73 | Q 87 364,73 | Q 43 682,37 | Q 262 094,19 |
| 1,08 | Pozo de visita de 2,01 a 3,00 m | Q 9 340,92 | Q 18 681,84 | Q 18 681,84 | Q 9 340,92 | Q 56 045,52 |
| 1,09 | Pozo de visita de 3,01 a 4,00 m | Q 8 885,82 | Q 17 771,63 | Q 17 771,63 | Q 8 885,82 | Q 53 314,90 |
| 1,10 | Conexiones domiciliarias para colector de 6" | Q 60 160,89 | Q 120 321,79 | Q 120 321,79 | Q 60 160,89 | Q 360 965,36 |
| 1,11 | Conexiones domiciliarias para colector de 8" | Q 9 992,40 | Q 19 984,79 | Q 19 984,79 | Q 9 992,40 | Q 59 954,38 |
| | INVERSIÓN MENSUAL | Q 228 546,87 | Q 821 384,97 | Q 921 284,72 | Q 354 368,89 | Q 2 325 585,46 |
| | PORCENTAJE MENSUAL | 9,83% | 35,32% | 39,62% | 15,24% | |
| | INVERSIÓN MENSUAL ACUMULADA | Q 228 546,87 | Q 1 049 931,85 | Q 1 971 216,57 | Q 2 325 585,46 | 100,00% |
| | PORCENTAJE MENSUAL ACUMULADO | 9,83% | 45,15% | 84,76% | 100,00% | |

Fuente: elaboración propia.

2.1.14. Evaluación socioeconómica

Se realiza a continuación un análisis sobre la viabilidad del alcantarillado sanitario para la aldea Lo de Carranza.

2.1.14.1. Valor presente neto

Este método evalúa y determina si un proyecto de inversión a largo plazo es rentable o no. El valor presente neto o VPN proporciona tres posibles escenarios:

- Cuando el VPN es menor que cero significa que existirá pérdida en la inversión.
- Si el VPN es igual a cero indica que la inversión está en balance, es decir no habrán pérdidas ni ganancias.
- Cuando el VPN es mayor que cero significa que existirán ganancias y que podría incrementarse el porcentaje de utilidad.

Para calcular el valor presente neto es utilizada la siguiente ecuación:

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

Donde

VPN = valor presente neto

P = costo a financiar

E = egresos

I = ingresos

n = periodo en que funcionara la operación, en años

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

Es posible concientizar a la comunidad para que anualmente sea dada una cuota para cubrir los gastos de mantenimiento y prevención del sistema. Para el presente proyecto es propuesta la tarifa de Q 100,00 anuales por vivienda durante un periodo de 10 años con una tasa de interés del 10 %. Al final del periodo, debería haberse recaudado la suma de Q 221 000,00.

Por concepto de mantenimiento (obstrucciones en tuberías y pozos de visita así como limpieza de fosas sépticas) es estimado que la Municipalidad debe invertir anualmente la cantidad de Q 2 000,00, por lo que al final de periodo debería haberse gastado la suma de Q 20 000,00.

El valor presente neto para el presente proyecto se expresa a continuación:

$$VPN = -2\,325\,585,46 + 221\,000,00 * \left\{ \frac{[(0,10+1)^{10}-1]}{[0,10*(0,10 + 1)^{10}]} - 20\,000,00 * \frac{[(0,10 + 1)^{10} - 1]}{[0,10*(0,10 + 1)^{10}]} \right\} =$$

$$VPN = -1\,090\,518,21$$

El valor presente neto es menor que cero, por lo que el proyecto no es rentable.

Desde el punto de vista social, el fin primordial de un alcantarillado sanitario es elevar la calidad de vida de los habitantes de la población y proteger el entorno que los rodea, por lo que los proyectos de este tipo no

generan utilidades, aún si fuera posible establecer el aporte económico anual de cada vivienda.

2.1.14.2. Tasa interna de retorno

Es la tasa de utilidad que iguala a cero el valor presente neto. En otras palabras, es la tasa que crea un balance entre ingresos y egresos.

Para el cálculo de la tasa interna de retorno o TIR es necesario conocer las tasas de utilidad que generen un VPN positivo y otro negativo. Luego, los valores encontrados deben interpolarse.

Para el VPN negativo se utilizara el calculado en el inciso anterior. Para el VPM positivo se utilizara el valor de 1 429 047,50 el cual es producto de una tasa de -10 %.

La TIR está expresada por la siguiente ecuación:

$$TIR = [(Tasa_{VPN(+)} - Tasa_{VPN(-)}) * (0 - VPN_{(-)})] / (VPN_{(+)} - VPN_{(-)}) + Tasa_{VPN(-)}$$

Donde

TIR = tasa interna de retorno

Tasa_{VPN(+)} = tasa que genera un VPN positivo

Tasa_{VPN(-)} = tasa que genera un VPN negativo

VPN₍₊₎ = valor presente neto positivo

VPN₍₋₎ = valor presente neto negativo

Para el presente proyecto, la TIR es:

$$\text{TIR} = [(-10 - 10) * (0 + 1\,090\,518,21) / (1\,429\,047,50 + 1\,090\,518,21)] + 10$$
$$\text{TIR} = 1,34 \%$$

La tasa interna de retorno para el alcantarillado sanitario es menor que la tasa de interés, lo que significa que el proyecto no es rentable. Como se mencionó con anterioridad, el alcantarillado sanitario tiene como prioridad crear el bienestar de la población en general y no generar ganancias económicas.

2.1.15. Administración, operación y mantenimiento

Es frecuente que en un sistema de alcantarillado sanitario existan taponamientos en puntos de la red del drenaje por causa del desecho de sólidos que exceden las capacidades del sistema. Sin embargo, realizar inspecciones de mantenimiento programadas a tuberías y pozos de visita pueden prevenir el deterioro innecesario del mismo.

La administración y operación debe ser responsabilidad de los habitantes de la comunidad, por lo que estos deben velar por que el sistema sea utilizado de forma adecuada y organizar las inspecciones de elementos del sistema cada seis meses.

Las principales actividades de mantenimiento son:

- Ingresar a los pozos de visita y verificar que no contengan acumulación de sólidos que impidan la libre circulación de las aguas residuales.
- Verificar que las tuberías no presenten taponamientos parciales o totales. Para identificar si un tramo de tubería presenta dicha problemática debe colocarse una linterna en el pozo de visita de inicio y verificar en el pozo

de visita final la luz a través de la tubería. Si la luz es percibida con dificultad, existe un taponamiento parcial y si no es posible visibilizarla, existe un taponamiento total. La solución consiste en lavar la tubería con agua a presión hasta eliminar la causa del taponamiento; si en dado caso no es posible eliminarlo, debe introducirse una guía hasta el taponamiento y verificar la distancia a la que se encuentra el problema en la superficie de la calle, para que de esta forma se realice una excavación hasta la tubería y sea posible retirar la obstrucción.

- Concientizar a la población y realizar monitoreos en el área para que las aguas pluviales no sean conectadas a la red de alcantarillado sanitario. No evitar dichas conexiones puede ocasionar la ruptura de tuberías producto del aumento del caudal de agua que es transportada por las mismas.

2.1.16. Estudio de impacto ambiental

Proporciona la interacción que tendrá un proyecto con el entorno y recursos naturales que lo rodean. En este se evalúa los efectos así como las medidas de mitigación durante y después de la construcción del mismo.

2.1.16.1. Estudio de impacto ambiental inicial

Deben identificarse los posibles impactos que puedan ocasionarse al medio ambiente que rodea al proyecto considerando todo los posibles impactos así como las acciones de mitigación.

Durante la construcción del proyecto del alcantarillado sanitario para la aldea Lo de Carranza debe tomarse en cuenta:

- Todo el personal involucrado en la construcción del proyecto utilizará los implementos de seguridad mínimos, como casco de protección, botas y chaleco reflectivo.
- Para la instalación de tuberías y construcción de pozos de visita estará debidamente señalizada con cinta de seguridad en lugares visibles para los peatones. De igual manera, serán previstas y acondicionadas áreas de circulación peatonal para no limitar la locomoción de los transeúntes. Cuando se realicen las excavaciones correspondientes, si es observado que el suelo es inestable, la zanja será protegida con puntales de madera a manera de evitar derrumbes que puedan perjudicar a los trabajadores así como a las estructuras existentes circundantes.
- Para evitar la contaminación del aire que causa el polvo de la excavación de zanjas, el material extraído será impregnado con agua de forma periódica.
- La maquinaria para excavación y compactación será utilizada en horas hábiles con el fin de evitar molestias a los vecinos por el ruido generado. El área de trabajo que sea utilizada por la maquinaria será cerrada al paso durante la operación. Cualquier proceso en el que sea utilizada la maquinaria, existirá personal de la construcción supervisando al operador de la misma para evitar daños a las estructuras existentes.

Durante la operación del proyecto del alcantarillado sanitario para la aldea Lo de Carranza se debe tomar en cuenta:

- Serán programadas y realizadas las inspecciones de mantenimiento a pozos de visita y tuberías de colectores con el fin de identificar rupturas y

grietas que provoquen contaminación al subsuelo del lugar. Tuberías y pozos de visita dañados o con grietas pueden provocar socavamiento de estructuras existentes. Al identificar un problema de este tipo será reparado a la brevedad posible.

- En el paisaje, el impacto será beneficioso, ya que con el sistema de alcantarillado en funcionamiento, las aguas residuales que comúnmente eran depositadas en patios, calles y terrenos baldíos serán eliminadas evitando la contaminación al medio ambiente.
- El taponamiento de tuberías y pozos de visita en la mayoría de casos es debido al mal uso del sistema. Desechar basura por el drenaje ocasiona un alto impacto al funcionamiento del mismo. Serán realizadas campañas de concientización y educación dirigidas a los usuarios para el correcto uso del sistema de alcantarillado.

2.2. Diseño del sistema de agua potable para el caserío La Soledad, aldea Estancia Grande, San Juan Sacatepéquez

A continuación son descritos los procedimientos y criterios técnicos utilizados para la toma de decisiones en el diseño de cada una de las partes del sistema de agua potable para el caserío La Soledad.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la captación de agua de un brote localizado a orillas del río La Soledad, para luego ser conducido por bombeo a un tanque de almacenamiento de 35 metros cúbicos ubicado a 600 metros de la captación.

El agua almacenada es llevada hacia la población por medio de la red de distribución, la cual es formada por un sistema mixto entre ramales abiertos y un circuito cerrado.

El sistema tiene una longitud aproximada de 1 500 metros lineales de tubería PVC norma ASTM D 2241 de diámetros que varían entre 2 1/2 y 1/2 pulgadas. Las conexiones domiciliarias propuestas son de tipo predial.

2.2.1.1. Visita preliminar

Se realizó un recorrido de reconocimiento por todo el pueblo para determinar la topografía de la región, la cantidad y tipo de viviendas a servir, servicios existentes, necesidades latentes, así como características propias de la localidad, pudiendo constatar que existen estructuras de un sistema de agua potable que se encuentra sin uso y en mal estado.

Los miembros del Cocode explicaron que aproximadamente quince años atrás, el proyecto fue financiado con fondos de la comunidad, sin embargo debido a la mala planificación del mismo, este fue construido con conocimientos empíricos y al momento que fue puesto en funcionamiento, tanto tubería como bomba colapsaron. Esta situación generó que el sistema fuera abandonado por la falta de fondos para su reparación.

Fue realizada una visita al nacimiento de agua, el cual se encuentra ubicado en la parte baja de la orilla del río La Soledad y a una distancia aproximada de 500 metros del pueblo, tramo que es recorrido a diario por los habitantes para abastecerse del vital líquido.

También fueron reconocidas las áreas recomendadas por los habitantes de la localidad para la instalación de las tuberías y tanque de almacenamiento.

Cabe mencionar que fue analizada la posibilidad de aprovechar las estructuras existentes del sistema de agua anterior, sin embargo las mismas son irreparables o no satisfacen las necesidades demandadas por la población.

2.2.2. Fuente de agua

La aldea La Soledad posee como fuentes el río del mismo nombre y un nacimiento ubicado en la parte baja de la orilla del mismo río. Utilizar agua de río para consumo humano, representa un control exhaustivo de la conservación de la cuenca, ya que no deben existir agentes de contaminación en el recorrido que realiza el río hasta el lugar de la captación.

Por otro lado, utilizar el nacimiento ubicado en la parte baja de la orilla del río, es la opción higiénicamente viable, ya que el manto freático se encuentra

protegido por los estratos de suelo superiores así como por la vasta vegetación de la localidad, situaciones que dificultan la contaminación de dicho brote de agua. Así con base en lo anterior, la fuente de agua propuesta para el sistema de agua potable de la aldea La Soledad es el nacimiento, considerada la opción más segura e higiénica.

2.2.2.1. Aforo de la fuente

El aforo se realizó por el método volumétrico, el cual consiste en tomar el tiempo necesario para llenar un recipiente de volumen conocido. Luego con los datos anteriores, es utilizada la relación de volumen y tiempo para encontrar el caudal.

Para la medición fue utilizado un recipiente de 4 litros y se realizaron 10 mediciones, contenidas en la tabla VII.

Tabla VII. **Aforo de la fuente del sistema de agua potable**

| Núm. | Volumen (litros) | Tiempo (segundos) | Caudal (litros/ segundo) |
|------|------------------|-------------------|--------------------------|
| 1 | 4 | 1,29 | 3,10 |
| 2 | 4 | 1,39 | 2,88 |
| 3 | 4 | 1,41 | 2,84 |
| 4 | 4 | 1,27 | 3,15 |
| 5 | 4 | 1,36 | 2,94 |
| 6 | 4 | 1,31 | 3,04 |
| 7 | 4 | 1,37 | 2,92 |
| 8 | 4 | 1,23 | 3,25 |
| 9 | 4 | 1,41 | 2,84 |
| 10 | 4 | 1,43 | 2,80 |

Fuente: elaboración propia.

A partir de las mediciones anteriores fue calculado el promedio, lo cual da como resultado que el nacimiento tiene un caudal de 2,976 litros por segundo.

2.2.3. Calidad del agua

El agua para que sea potable debe ser incapaz de transmitir enfermedades, libre de concentraciones excesivas de minerales y de sustancias tóxicas; así mismo, debe ser incolora, inodora y de sabor agradable. Para que el agua cumpla con lo mencionado anteriormente, esta de cumplir con la norma Coguanor NGO-29001.

Para determinar la calidad del agua es necesario practicar el examen bacteriológico y físicoquímico a una muestra de agua proveniente de la fuente de interés. Las muestras deben ser analizadas en un periodo menor a 24 horas desde que fueron tomadas y deben ser transportadas en estado de refrigeración.

Para el presente proyecto los exámenes fueron realizados en el laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria "Dra. Alba Tobarini Molina" del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

2.2.3.1. Examen bacteriológico

Determina la presencia de coliforme total y fecal que posee el agua de la fuente de interés con el fin de establecer el tipo de tratamiento que será aplicado al vital líquido para que sea apto para consumo humano.

La muestra es depositada en un recipiente de vidrio esterilizado, con boca ancha y tapón hermético, cuya capacidad mínima debe ser de 100 mililitros.

Para la fuente de abastecimiento del presente proyecto, el examen proporcionó como resultado que el agua en análisis se encuentra dentro de la clasificación I, según las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua. Esto significa que el agua no exige más que un tratamiento de desinfección.

2.2.3.2. Examen físicoquímico

Determina las características que son percibidas a través de los sentidos por medio del olor, color y sabor así como las cantidades de materiales minerales y orgánicos presentes en el agua.

La muestra es depositada en un recipiente limpio y adecuado, preferiblemente plástico con capacidad mínima aproximada de 1 galón.

Los resultados del examen físicoquímico para la fuente de abastecimiento del presente proyecto, establecen que el agua cumple con las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

2.2.4. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico para un proyecto de agua potable reúne la localización exacta de todos los elementos que pueden influir en la toma de decisiones del diseño del proyecto.

Para el levantamiento topográfico del presente proyecto se utilizó la estación total NIKON DTM 322, la cual proporciona la altimetría y planimetría de los puntos de interés en forma de coordenadas x, y, z.

2.2.4.1. Altimetría

La estación total NIKON DTM 322 utilizada para la altimetría emplea el método de nivelación geométrica.

Fueron tomados los puntos que marcan cambios en la pendiente del terreno, sección del río, cotas en el nacimiento de agua así como alturas máximas y mínimas del paso de tuberías. Los anteriores fueron interrelacionados con los puntos de interés de la planimetría para formar una red de información.

2.2.4.2. Planimetría

La estación total NIKON DTM 322 usada para la planimetría del presente proyecto, utiliza el método de conservación del azimut sin vuelta de campana.

Fue trazada una poligonal abierta conformada por puntos a distancias no mayores de 20 metros y desde los cuales fueron radiados elementos como la ubicación del nacimiento, estructuras existentes, quebradas, árboles, cercos, intersecciones y límites de calles, así como localización de los predios a servir.

2.2.5. Bases para diseño hidráulico

Para el diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea La Soledad se consideraron las características socioeconómicas

de la región en la toma de decisiones, siendo los siguientes factores los de mayor importancia.

2.2.5.1. Población actual y tasa de crecimiento

La población actual del caserío La Soledad posee una densidad de 5 habitantes por vivienda, con un total de 190 habitantes actuales y la tasa de crecimiento población es de 2,37 % anual, según el Instituto Nacional de Estadística.

2.2.5.2. Período de diseño

Es el tiempo durante el cual el sistema de agua potable satisface eficientemente las necesidades de la población. Varía según los materiales y equipos a utilizar.

Según el numeral 4.1 de la *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable en zonas rurales del Instituto de Fomento Municipal (Infom) y la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (Unepar)*, el periodo para obras civiles debe ser de 20 años.

Serán adicionados 3 años a lo dispuesto en la guía, por gestiones administrativas, siendo el periodo de diseño de 23 años.

2.2.5.3. Población futura

La población futura será calculada por el método de incremento geométrico, el cual está dado por la siguiente expresión:

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

Donde

| | |
|------|---------------------------------|
| Pf = | población futura |
| Po = | población actual |
| r = | tasa de crecimiento poblacional |
| n = | periodo de diseño |

La población actual (Po) a servir es de 190 habitantes, la tasa de crecimiento poblacional (r) para el caserío La Soledad, según el Instituto Nacional de Estadística es de 0,0237 (2,37 %) y el periodo de diseño (n) de 23 años. Al sustituir datos en la ecuación, la población futura es:

$$P_f = 190 (1 + 0,0237)^{23} = 330 \text{ Hab}$$

2.2.5.4. Dotaciones

Es la cantidad de agua asignada a cada usuario del sistema para uso propio durante un día y posee las dimensionales de litros por habitante por día (L/hab/día).

Las conexiones domiciliarias propuestas corresponden al tipo predial, para lo cual la *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable en zonas rurales del Infom y Unepar*, en el numeral 4.3.1, inciso a, sugiere que la dotación sea de 120 L/hab/día.

Sin embargo, por la localización y actividades agrícolas de la población así como por el clima cálido de la región, fue considerado aumentar la dotación, por lo tanto será utilizado el valor de 170 L/hab/día.

2.2.5.5. Factores de consumo

Para que un sistema de agua potable funcione eficientemente, este debe satisfacer la demanda de la población en cualquier momento. Los consumos varían en determinados momentos ya que existe una fluctuación según la temporada del año o determinada hora del día.

Para el diseño de determinadas partes del sistema son utilizados los caudales máximos del día y de la hora de mayor consumo. Cuando no existen registros de dichos caudales es necesario recurrir a los factores de consumo que a continuación se describen.

2.2.5.5.1. Factor día máximo

Existen días en el año en los que la demanda de agua es máxima por el uso simultáneo del sistema y obedece a circunstancias relacionadas con el clima de la temporada, el día específico de la semana y el tipo de actividades realizadas por la comunidad ese día.

El factor de día máximo es un incremento que se hace al consumo promedio cuando no existen registros del valor pico del caudal demandado para ese día en específico y depende del tamaño de la población futura a servir.

La Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable en zonas rurales del Infom y Unepar en el numeral 4.3.1, inciso c, sugiere que el factor debe estar entre 1,2 y 1,5 para poblaciones futuras menores a 1 000 habitantes y 1,2 para poblaciones futuras mayores a 1 000 habitantes.

Para el presente proyecto, en virtud que la población será menor a 1 000 habitantes, será utilizado el valor de 1,2.

2.2.5.5.2. Factor hora máximo

Existen horas durante el día en las que la demanda de agua es máxima por el uso simultáneo del sistema y obedece específicamente a las actividades que se realizan en esas horas.

El factor de hora máximo es un incremento que se hace al consumo promedio cuando no existen registros de la hora en la que es demandada la mayor cantidad de vital líquido. El factor depende de la cantidad de habitantes a servir.

En el numeral 4.3.1, inciso d, de la *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable en zonas rurales del Infom y Unepar* sugiere que el factor debe estar entre 2 y 3 para poblaciones futuras menores a 1 000 habitantes y 2 para poblaciones futuras mayores a 1 000 habitantes.

Para el presente proyecto en virtud que la población futura será menor a los 1 000 habitantes, se utilizará el valor de 3.

2.2.5.6. Caudales de diseño

Es la cantidad de agua transportada por las tuberías en un tiempo determinado y varía según el componente del sistema a diseñar.

2.2.5.6.1. Caudal medio diario

Es el caudal que en promedio es utilizado por la población para las distintas actividades que realizan a diario y no presenta variaciones en el tiempo. La ecuación para calcularlo está en función de la población a servir y la dotación de agua potable asignada, la cual se expresa a continuación:

$$Q_{md} = (Dot * P_f) / 86\ 400$$

Donde

Q_{md} = caudal medio diario

Dot = dotación de agua asignada a cada habitante

P_f = población a servir a futuro

El caudal medio diario del caserío La Soledad es la suma de los caudales demandados por los habitantes a servir al final del periodo de diseño, una escuela primaria y una iglesia. El cálculo queda expresado de la siguiente manera:

- Caudal medio domiciliar: la población futura a servir es de 330 habitantes y fue asignada una dotación 170 L/hab/día.

$$Q_{m \text{ domiciliar}} = (330 * 170) / 86\ 400 =$$

$$Q_{m \text{ domiciliar}} = 0,649 \text{ L/s}$$

- Caudal medio diario de escuela primaria: la escuela posee 3 aulas con densidad estudiantil de 10 alumnos por aula, con una dotación de 30 L/estudiante/día.

$$Q_{m \text{ escuela}} = (30 \cdot 30) / 86400 =$$

$$Q_{m \text{ escuela}} = 0,010 \text{ L/s}$$

- Caudal medio diario de iglesia: en virtud que la iglesia únicamente es utilizada los días domingos, será supuesta que la demanda será igual a la de una vivienda de 5 habitantes.

$$Q_{m \text{ Iglesia}} = (5 \cdot 170) / 86\ 400 =$$

$$Q_{m \text{ Iglesia}} = 0,010 \text{ L/s}$$

Por lo tanto, el caudal medio diario total para el presente proyecto queda expresado de la siguiente manera:

$$Q_m = Q_{m \text{ domiciliar}} + Q_{m \text{ escuela}} + Q_{m \text{ Iglesia}} =$$

$$Q_m = 0,649 + 0,010 + 0,010 =$$

$$Q_m = 0,669 \text{ L/s}$$

2.2.5.6.2. Caudal máximo diario

Corresponde al consumo de agua realizado por una población durante un día en un periodo de observación de un año en el cual éste será máximo. Para el cálculo de dicho caudal, es aumentando el caudal medio diario con el factor de día máximo. La ecuación se describe a continuación:

$$Q_{MD} = Q_m \cdot F_{MD}$$

Donde

Q_{MD} = caudal máximo diario

Q_m = caudal medio diario

F_{MD} = factor día máximo

Para el presente proyecto, el caudal máximo diario es expresado de la siguiente manera:

$$Q_{MD} = 0,669 * 1.20 =$$

$$Q_{MD} = 0,803 \text{ L/s}$$

2.2.5.6.3. Caudal máximo horario

Corresponde al consumo de agua realizado por una población durante una hora en un periodo de observación de un año en el cual este será máximo. Para el cálculo de dicho caudal, es aumentado el caudal medio diario con el factor de hora máximo. La ecuación se describe a continuación:

$$Q_{MH} = Q_m * F_{MH}$$

Donde

Q_{MH} = caudal máximo horario

Q_m = caudal medio diario

F_{MH} = factor hora máximo

Para el presente proyecto, el caudal máximo horario es expresado de la siguiente manera:

$$Q_{MH} = 0,669 * 3 =$$

$$Q_{MH} = 2,007 \text{ L/s}$$

2.2.5.6.4. Velocidades máximas y mínimas

La *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable en zonas rurales del Infom y Unepar* establece en el numeral 4.6.2, inciso b, que en las conducciones forzadas desde la captación hasta tanques de almacenamiento así como en redes de distribución, la velocidad mínima debe ser mayor a 0,40 m/s y la velocidad máxima no debe exceder los 3,00 m/s.

2.2.5.6.5. Presiones máximas y mínimas

La presión hidrostática máxima en líneas de conducción y distribución debe ser menor a la presión de trabajo de la tubería a utilizar.

Para la red de distribución, la *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable en zonas rurales del Infom y Unepar* sugiere en el numeral 4.8.3, que en cualquier punto de la misma, la presión de servicio debe estar entre 10 y 40 metros columna de agua.

2.2.6. Diseño hidráulico

Para el diseño hidráulico de tuberías forzadas es comúnmente utilizada la ecuación de Hazzen & Williams la cual es una expresión empírica, resultado del análisis estadístico de datos obtenidos de manera experimental. Es aplicable para elementos circulares con diámetros entre 0,05 y 3,50 metros que transporten agua. La ecuación se detalla a continuación:

$$hf = (1743,811 * L * Q^{1,85}) / (C^{1,85} * \varnothing^{4,87})$$

Donde

h_f = pérdidas por carga, expresado en metros

L = longitud del tramo de tubería a analizar, expresado en metros

Q = caudal conducido por la tubería, expresado en litros por segundo

C = coeficiente de fricción, según el material de la tubería

\varnothing = diámetro de la tubería, expresado en pulgadas

2.2.6.1. Tipos de tubería

El tipo de tubería se refiere al material utilizado para su clasificación. Cada tipo de tuberías posee dos características fundamentales, las cuales son el diámetro y la clase.

Con el diámetro se debe tomar en cuenta que a la tubería le es asignado un diámetro nominal, el cual no corresponde al diámetro interno del conducto. Adicionalmente, la clase se refiere a la norma que fue utilizada por el fabricante para la producción de la tubería.

Para el presente proyecto es propuesta tubería tipo PVC, clase ASTM D2241 con campana y diámetros que varían desde 1/2 y 2 1/2 pulgadas.

2.2.6.2. Diseño de componentes del sistema

Los componentes de un sistema de agua potable son básicamente la captación, la línea de conducción, tanque de distribución y la red de distribución. Los anteriores se complementan con obras de arte, válvulas y el tratamiento, los cuales dependerán de las condiciones que demande el sistema.

2.2.6.2.1. Captación

Es la manera en la que se recolectará el agua de la fuente. Para esto es necesaria la construcción de estructuras. Estas varían según el tipo y ubicación de la fuente a utilizar.

En el caserío La Soledad, la fuente disponible se encuentra en la parte baja de la orilla del río La Soledad.

Para la captación de dicha fuente, es propuesto un pozo de 44 pulgadas de diámetro, tendrá protección en las paredes internas mediante la utilización de tubos de concreto del mismo diámetro así como una geomembrana que envolverá al pozo en su parte exterior para evitar filtraciones del agua proveniente del río.

Adicionalmente, el pozo estará protegido en la parte inferior por una losa de concreto armado y en la parte superior por una tapadera con brocal del mismo material. En el interior del pozo será instalada una bomba de acero inoxidable de tipo sumergible.

El pozo fue diseñado para que cuando la bomba esté en funcionamiento exista un remanente de agua en la parte inferior que permita que la bomba y el motor estén siempre sumergidos. Esto es posible debido a que el caudal de bombeo es menor que el caudal proporcionado por la fuente.

El volumen de agua impulsado por el caudal de bombeo (1,927 L/s, ver inciso 2.2.6.2.2.) representa 64,75 % del volumen proporcionado por el caudal de la fuente (2,976 L/s), por lo que 35,25 % del volumen restante corresponde al remanente que estará contenido en el pozo.

La bomba sumergible seleccionada tiene una longitud de 0,356 m y el motor 0,483 m, lo cual suma una longitud de 0,839 m. Esta será la altura mínima que debe respetarse al momento de diseñar el pozo.

Para ello, se calcula el volumen total del pozo, como se muestra a continuación:

$$\text{Vol}_T = \pi/4 * D^2 * H$$

Donde

$\text{Vol}_T =$ volumen total del pozo de captación

$D =$ diámetro útil del pozo de captación

$H =$ profundidad útil del pozo de captación. De la tubería de rebalse hasta el fondo del pozo hay 2,50 metros.

$$\begin{aligned}\text{Vol}_T &= \pi/4 * (0,0254 * 44")^2 * (2,50 \text{ m}) = \\ \text{Vol}_T &= 2,452 \text{ m}^3\end{aligned}$$

El volumen anterior representa el 100 % de lo almacenado en el pozo, por lo que el 35,25 % del remanente, representa 0,864 m³ de agua. La altura que tendrá el nivel dinámico es calculada de la siguiente manera:

$$h_{\text{Dinamico}} = V_{\text{Dinamico}} / (\pi/4 * D^2)$$

Donde

$h_{\text{Dinamico}} =$ altura del nivel dinámico

$V_{\text{Dinamico}} =$ volumen del nivel dinámico

$D =$ diámetro útil del pozo de captación

$$h_{\text{Dinamico}} = (0,864 \text{ m}^3) / [\pi/4 * (0,0254 * 44 \text{ plg})^2] =$$

$$h_{\text{Dinamico}} = 0,881 \text{ m}$$

La altura del nivel dinámico del pozo es menor que la longitud en conjunto de la bomba y el motor seleccionados.

2.2.6.2.2. Línea de conducción

La línea de conducción es el medio por el cual el agua es transportada desde la captación hasta el tanque de distribución y es diseñada utilizando el caudal máximo diario.

Puede ser conducción por régimen libre (canales y túneles) así como la conducción por régimen forzado (tuberías) que pueden funcionar por gravedad o bombeo.

Para el sistema de agua para el caserío La Soledad es propuesta una conducción forzada por bombeo y el diseño de la misma es detallado a continuación.

- Caudal de bombeo

Previo al diseño de la línea de impulsión, debe calcularse el caudal que será impulsado, el cual se denomina caudal de bombeo. Este dependerá del número de horas en las que se dispone que la bomba esté en funcionamiento.

Para el presente proyecto son propuestas 10 horas de bombeo al día y el caudal de bombeo se expresa con la siguiente ecuación:

$$Q_b = (Q_{MD} * 24) / t_{Bombeo}$$

Donde

Q_b = caudal de bombeo

Q_{MD} = caudal máximo diario

t_{Bombeo} = tiempo de bombeo, expresado en horas por día

$$Q_b = (2,007 * 24) / 10 =$$

$$Q_b = 1,927 \text{ L/s.}$$

- Diámetro económico

La línea de conducción por bombeo representa un alto costo de inversión inicial así como de operación, por lo que deben priorizarse formas de reducir los mismos.

Una de estas maneras, es utilizar el diámetro de tubería más económico y eficiente para el sistema, ya que si se utiliza tubería de diámetro pequeño, el costo de la misma es bajo pero las pérdidas de carga serán grandes y por ende el costo de energía sería alto; mientras que si se escoge tubería de diámetros grandes, el costo de la misma sería alto pero las pérdidas de carga serían pequeñas y el costo de la energía sería mínimo.

A continuación se detalla el procedimiento para la obtención del diámetro que represente menor costo en tubería y en energía.

Determinar los diámetros para los límites del rango de velocidad, por lo que para el presente caso serán utilizados los valores de velocidad de 0,60 y

2,00 m/s en la ecuación de continuidad. Dicha ecuación queda acondicionada de la siguiente manera:

$$\varnothing = \sqrt{(1,974 * Q / v)}$$

Donde

- \varnothing = diámetro de la tubería, expresado en pulgadas
Q = caudal a transportar, expresado en litros por segundo
v = velocidad del fluido, expresado en metros por segundo

$$\varnothing_1 = \sqrt{(1,974 * 1,927 / 0,60)} = 2,497 \text{ pulgadas}$$

$$\varnothing_1 = \sqrt{(1,974 * 1,927 / 2,00)} = 1,368 \text{ pulgadas}$$

Con base en los valores obtenidos, los diámetros comerciales que se encuentran dentro de los límites de velocidad y que serán analizados son 1 1/2, 2 y 2 1/2 pulgadas.

Debe determinarse el costo de la tubería por mes para los diámetros encontrados, para ello hay que calcular la amortización utilizando la siguiente ecuación:

$$A = r * (r + 1)^n / [(r + 1)^n - 1]$$

Donde

- A = amortización
r = tasa de interés mensual
t = número de meses en los que se pagará la tubería

Para el presente proyecto será aplicada una tasa de interés del 15,00 % anual y el tiempo de la amortización será de 10 años.

$$A = 0,15 / 12 * (0,15 / 12 + 1)^{10} / [(0,15 / 12 + 1)^{10} - 1] =$$

$$A = 0,016133$$

La línea de conducción tiene una longitud de 610,933 metros por lo que esta distancia es aumentada 5 % por la ondulación del terreno; para encontrar la cantidad de tubos a utilizar, la distancia aumentada de la línea se divide dentro de 6 metros, longitud que posee la unidad de tubería.

$$\text{Cantidad de tubos} = 610,933 * 1,05 / 6 =$$

$$\text{Cantidad de tubos} = 107 \text{ tubos}$$

Para calcular el costo de la tubería mensual se multiplica la cantidad de tubos necesarios para la línea de conducción, el costo individual del tubo y la amortización. Para el presente proyecto el costo de la tubería fue tomado del catálogo de precios 2015 de Amanco.

Tabla VIII. **Costo mensual de tubería 160 PSI con campana, Norma ASTM D2241**

| DIÁMETRO (PULGADAS) | AMORTIZACIÓN | COSTO DE TUBERÍA | CANTIDAD DE TUBOS | COSTO POR MES |
|---------------------|--------------|------------------|-------------------|-----------------|
| 1 1/2 | 0,016133 | Q 125,00 | 107 | Q 215,79 |
| 2 | | Q 182,00 | | Q 314,18 |
| 2 1/2 | | Q 269,00 | | Q 464,37 |

Fuente: elaboración propia.

Debe determinarse el costo de operación mensual del sistema, para esto deben calcularse las pérdidas por carga para cada diámetro analizado con la ecuación de Hazzen & Williams:

$$hf_{1\ 1/2"} = (1743,811 * 610,933 * 1,05 * 1,927^{1,85}) / (150^{1,85} * 1\ 1/2^{4,87}) =$$

$$hf_{1\ 1/2"} = 49,247\ m$$

$$hf_{2"} = (1743,811 * 610,933 * 1,05 * 1,927^{1,85}) / (150^{1,85} * 2^{4,87}) =$$

$$hf_{2"} = 12,132\ m$$

$$hf_{2\ 1/2"} = (1743,811 * 610,933 * 1,05 * 1,927^{1,85}) / (150^{1,85} * 2\ 1/2^{4,87}) =$$

$$hf_{2\ 1/2"} = 4,092\ m$$

Con las anteriores debe calcularse la potencia que demandará cada diámetro de tubería, para ello se utiliza la siguiente ecuación:

$$Pot = Q_b * hf / 76 * e$$

Donde

- Pot = potencia requerida, expresado en caballos de fuerza
 Q_b = caudal de bombeo, expresado en litros por segundo
 hf = pérdida de carga del diámetro en análisis, expresado en metros
 e = eficiencia del equipo de bombeo. Será utilizado 60 %

$$Pot_{1\ 1/2"} = 1,927 * 49,247 / 76 * 0,60 = 2,081\ Hp$$

$$Pot_{2"} = 1,927 * 12,132 / 76 * 0,60 = 0,513\ Hp$$

$$Pot_{2\ 1/2"} = 1,927 * 4,092 / 76 * 0,60 = 0,173\ Hp$$

Las potencias encontradas deben convertirse a kilowatts, tomando en cuenta que 1 Hp es igual a 0,746 kilowatts.

$$\text{Pot}_{1 \frac{1}{2}"} = 2,081 * 0,746 = 1,552 \text{ Kw}$$

$$\text{Pot}_{2"} = 0,513 * 0,746 = 0,383 \text{ Kw}$$

$$\text{Pot}_{2 \frac{1}{2}"} = 0,173 * 0,746 = 0,129 \text{ Kw}$$

Deben conocerse las horas al mes en que el equipo de bombeo estará en funcionamiento, por lo que si el equipo funciona 10 horas por día, al mes serán requeridas 300 horas.

A continuación es calculada la potencia requerida por mes por el equipo de bombeo, resultado de multiplicar la potencia requerida y las horas de funcionamiento del equipo en un mes.

$$\text{Pot}_{1 \frac{1}{2}"} = 1,552 * 300 = 465,600 \text{ Kw-hora/mes}$$

$$\text{Pot}_{2"} = 0,383 * 300 = 114,900 \text{ Kw-hora/mes}$$

$$\text{Pot}_{2 \frac{1}{2}"} = 0,129 * 300 = 38,700 \text{ Kw-hora/mes}$$

Después debe calcularse el costo que representará la potencia requerida por mes, para ello se multiplican los valores de potencia encontrados y el costo del tipo de energía a utilizar.

Para el presente proyecto, el equipo de bombeo será alimentado mediante energía eléctrica, por lo que para el precio promedio de la misma será utilizado el valor de Q 2,50/Kw/hora.

$$\text{Costo}_{1 \frac{1}{2}"} = 465,600 * 2,50 = \text{Q } 1\,164,00 / \text{mes}$$

$$\text{Costo}_{2"} = 114,900 * 2,50 = \text{Q } 287,25 / \text{mes}$$

$$\text{Costo}_{2 \frac{1}{2}"} = 38,700 * 2,50 = \text{Q } 96,75 / \text{mes}$$

Como último paso para encontrar el diámetro económico, debe realizarse la sumatoria del costo mensual de la tubería y el costo mensual del funcionamiento del equipo de bombeo.

Tabla IX. **Costo total de bombeo al mes y diámetro económico**

| DIÁMETRO | COSTO TUBERÍA | COSTO BOMBEO | COSTO TOTAL AL MES |
|----------|---------------|--------------|--------------------|
| 1 1/2" | Q 215,79 | Q 1 164,00 | Q 1 379,79 |
| 2 " | Q 314,18 | Q 287,25 | Q 601,43 |
| 2 1/2 " | Q 464,37 | Q 96,75 | Q 561,12 |

Fuente: elaboración propia.

Con base en los cálculos anteriores, es posible determinar que el diámetro de tubería económico para la línea de conducción del sistema a utilizar es 2 1/2 pulgadas ya que es el que genera el menor costo.

- Carga dinámica total

Es la carga que debe vencer la bomba para transportar el agua desde la fuente hasta el tanque distribución. Para el presente sistema será utilizado un equipo de bombeo del tipo sumergible, por lo que las cargas a vencer por el mismo así como el cálculo se detallan a continuación:

Altura del nivel dinámico hasta la boca del pozo: la cota del nivel dinámico es 498,237 m y la cota de la boca del pozo es 500,006 m.

$$H_s = 500,006 - 498,237 = 1,769 \text{ m}$$

Perdida por carga en tubería que va desde el nivel dinámico hasta la boca del pozo: la distancia es la misma que la altura anterior.

$$H_{fs} = (1743,811 * 1,769 * 1,927^{1,85}) / (150^{1,85} * 2 / 2^{4,87}) = 0,011 \text{ m}$$

Altura desde la boca del pozo hasta la descarga: la boca del pozo se encuentra en la estación E-00 y tiene la cota 500,006 m; la entrada al tanque de distribución se encuentra en la estación E-14 y posee la cota 558,942 m. Como medida de seguridad se adicionarán 6 metros en la entrada del tanque de distribución.

$$H = (558,942 - 500,006) + 6 = 64,936 \text{ m}$$

Pérdida por carga en la línea de impulsión: la distancia desde la boca del pozo (estación E-00) hasta la entrada al tanque de distribución (estación E-14) es de 610,933 metros.

$$H_f = (1743,811 * 610,933 * 1,05 * 1,927^{1,85}) / (150^{1,85} * 2 / 2^{4,87}) = 4,092 \text{ m}$$

Pérdida por velocidad: las pérdidas por velocidad son calculadas por la siguiente ecuación:

$$H_{fv} = (1,974 * Q_b / \varnothing^2)^2 / 2g$$

Donde

- H_{fv} = pérdidas por velocidad, expresado en metros
- Q_b = caudal de bombeo, expresado en litros por segundo
- \varnothing = diámetro de la línea de conducción, expresado en pulgadas
- g = gravedad igual a 9,81 metros sobre segundo al cuadrado

$$Hf_v = (1,974 * 1,927 / 2 * 1/2^2)^2 / 2 * 9,81 =$$

$$Hf_v = 0,015 \text{ m}$$

Pérdidas menores: son las pérdidas ocasionadas por accesorios en la línea de conducción. Para este proyecto serán tomadas como 10% de las pérdidas de carga de la línea de impulsión.

$$hf_{\text{menor}} = 10\% Hf = 0,10 * 4,092 =$$

$$hf_{\text{menor}} = 0,409 \text{ m}$$

La carga dinámica total (CDT) es la sumatoria de todas las anteriores:

$$CDT = 1,769 + 0,011 + 64,936 + 4,092 + 0,015 + 0,409 =$$

$$CDT = 71,232 \text{ m}$$

- Potencia de bomba

Para calcular la potencia de la bomba que sea capaz de vencer la carga dinámica total se utiliza la siguiente ecuación:

$$Pot = CDT * Q_b / 76 * e =$$

Donde

Pot = potencia de la bomba, expresado en caballos de fuerza

CDT = carga dinámica total, expresada en metros

Q_b = caudal de bombeo, expresado en litros por segundo

e = eficiencia de la bomba. Será utilizado 60%

$$Pot = 71,232 * 1,927 / 76 * 0,60 =$$

$$\text{Pot} = 3,010 \text{ Hp}$$

El equipo de bombeo disponible en el mercado que posee la potencia próxima al valor calculado es el 3 Hp, por lo que éste será el utilizado.

- Golpe de ariete

Es el fenómeno que se produce cuando se cierra bruscamente una válvula o si la energía de alimentación del equipo de bombeo es interrumpida. El golpe de ariete ocasiona la ruptura de tuberías por lo que debe verificarse si la tubería a utilizar es capaz de soportar la sobrepresión ocasionada.

Para ello, debe calcularse la velocidad con la que se propaga la onda ocasionada por el golpe de ariete. A la velocidad de la onda se le denomina celeridad y se calcula de la siguiente manera:

$$\alpha = 1420 / \sqrt{(1 + k / E + \emptyset_i / p)}$$

Donde

| | |
|-----------------|---|
| $\alpha =$ | celeridad, expresada en metros por segundo |
| $k =$ | módulo de elasticidad volumétrica del agua ($2,07 * 10^4$ kg/cm ²) |
| $E =$ | módulo de elasticidad del material |
| $\emptyset_i =$ | diámetro interno de la tubería, expresado en pulgadas. |
| $p =$ | espesor de la pared del tubo, expresado en pulgadas |

Para el presente caso, la tubería a utilizar es PVC , por lo que el módulo de elasticidad para este tipo de material es $3*10^4$ Kg/cm², el diámetro interno y

espesor de pared para tuberías ASTM D2241 es igual a 2,655 y 0,110 pulgadas, respectivamente.

$$\alpha = 1420 / \sqrt{(1 + 2,07 \cdot 10^4 / 3 \cdot 10^4 + 2,655 / 0,110)} =$$

$$\alpha = 337,960 \text{ m/s.}$$

Después debe calcularse la sobrepresión a la que estará expuesta la tubería por causa del golpe de ariete, por lo que es utilizada la siguiente ecuación:

$$\Delta P = \alpha * (1,974 * Q_b / \emptyset^2) / g$$

Donde

ΔP = sobrepresión causada por golpe de ariete, expresada en metros

α = celeridad, expresada en metros por segundo

Q_b = caudal de bombeo, expresado en litros por segundo

\emptyset = diámetro de la tubería, expresado en pulgadas

$$\Delta P = 337,960 * (1,974 * 1,927 / 2 \cdot 1/2^2) / 9,81$$

$$\Delta P = 18,603 \text{ m}$$

Al resultado anterior debe sumarse la altura que debe alcanzar el agua desde la captación hasta el tanque de distribución:

$$P_{\max} = 18,603 + 1,769 + 64,936 =$$

$$P_{\max} = 85,308 \text{ m}$$

Para convertir la presión máxima a libras por pulgada cuadrada, debe multiplicarse el valor anterior por 1,419:

$$P_{\max} = 85,308 * 1,419 =$$
$$P_{\max} = 121,052 \text{ Lb/in}^2$$

La tubería con presión comercial de 125 PSI se encuentra por arriba de la presión máxima, pero la diferencia es mínima. Por razones de seguridad y previniendo cualquier eventualidad, la tubería propuesta para la línea de conducción será la de presión de trabajo de 160 PSI.

En resumen, la línea de conducción para el caserío La Soledad es propuesta de la siguiente manera:

- Tubería PVC de diámetro 2 1/2", para una presión de trabajo de 160 PSI, Norma ASTM D2241.
- Bomba sumergible de acero inoxidable STA-RITE y motor sumergible Franklin, ambos con potencia de trabajo de 3 Hp.

2.2.6.2.3. Tanque de almacenamiento

Tiene como función primordial cubrir las variaciones de demanda por los horarios de consumo, teniendo como objetivo almacenar agua durante las horas de bajo consumo, proporcionar los gastos requeridos a lo largo del día y servir como reservah en caso de emergencias.

La *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable en zonas rurales del Infom y Unepar* sugiere en el numeral 4.4.3, que cuando no existan estudios para la demanda real de la comunidad, el volumen de agua a

almacenar debe de estar en un rango de 40 y 65 % del caudal medio diario, cuando sea un sistema por bombeo. Para el presente caso, será utilizado 60% por futuras expansiones de la comunidad.

Para calcular el volumen de almacenamiento o distribución, es utilizada la siguiente ecuación:

$$\text{Vol} = (\text{Q}_{\text{md}} * 86\ 400) / 1\ 000$$

Donde

Vol = volumen de almacenamiento, expresado en metros cúbicos

Q_{md} = caudal medio diario, expresado en litros por segundo

$$\text{Vol} = 0,60 * (0,669 * 86\ 400) / 1\ 000 =$$

$$\text{Vol} = 34,681 \approx 35\ \text{m}^3$$

Para el dimensionamiento del tanque, debe tomarse en cuenta que la relación entre largo y ancho debe estar comprendida entre 1,5:1 y 2:1. Para el presente caso, fue utilizada la relación 2:1 y las dimensiones efectivas del tanque son 5,00 m de ancho por 2,50 m de largo y 2,80 m de alto.

2.2.6.2.4. Diseño estructural del tanque de distribución

Los materiales a utilizar para los componentes del tanque de distribución serán de concreto armado para la losa superior e inferior, así como de concreto ciclópeo para muros.

- Losa

La losa superior tendrá dimensiones a ejes de 5,15 m de largo y 2,65 m de ancho. Para determinarse el tipo de armado de acero que será utilizado en su construcción, es necesario utilizar la siguiente ecuación:

$$m = a / b$$

Donde

m= relación de ancho y largo de la losa. Si $m < 0,5$ el armado será en un sentido y si $m > 0,5$, será una losa en dos direcciones.

a = ancho de la losa

b = largo de la losa

$$m = 2,65 / 5,15 =$$
$$m = 0,51 \text{ (Losa con armado en dos direcciones)}$$

Debe determinarse el espesor que tendrá la misma, para ello es utilizada la siguiente ecuación:

$$t = \text{Per} / 180$$

Donde

t = espesor de la losa, expresado en metros

Per= perímetro de la losa, expresado en metros

$$t = 2*(5,15 + 2,65)/180$$
$$t = 0,086 \approx 0,10 \text{ m}$$

$$t = 10 \text{ cm}$$

A continuación debe realizarse la integración de cargas muertas y vivas actuantes en la losa.

Cargas muertas (CM):

$$CM = W_{\text{Losa}} + SC + W_{\text{Acabados}}$$

Donde

CM = carga muerta, expresada en Kg/m^2

$W_{\text{Losa}} =$ peso de la losa igual a espesor de losa por peso específico del concreto armado ($W_{\text{concreto}} = 2400 \text{ Kg/m}^3$)

SC = sobrecarga igual a 100 Kg/m^2

$W_{\text{acabados}} =$ peso de acabados igual a 90 Kg/m^2

$$CM = 0,10 * 2400 + 100 + 90 = 419 \text{ Kg/m}^2$$

Cargas vivas (CV): será utilizado el valor de 100 Kg/m^2 el cual corresponde para techos con acceso a mantenimiento.⁹

Luego, debe calcularse la carga última (CU), la cual es la sumatoria de las cargas muertas y vivas, aumentadas por un factor de seguridad. El factor aumenta un 40% y 70% más a las cargas muertas y vivas, respectivamente.

$$\begin{aligned} CU &= 1,40 * CM + 1,70 CV = \\ CU &= 1,40*(419) + 1,70*(100) = \end{aligned}$$

⁹ International Conference of Building Officials. *Código Uniforme de la Edificación, Volumen 2.* 1997.

$$CU = 756,60 \text{ Kg/m}^2$$

Con la carga última se procede a calcular los momentos actuantes en la losa. Para ello es utilizado el método 3 del American Concrete Institute (ACI).¹⁰ La losa en análisis es tipificada como el caso 2 del método, por lo que para el presente caso, los coeficientes para el cálculo de los momentos son los siguientes:

Coeficiente para momentos negativos para lado, para $m=0,5$:

$$C_{a(-)} = 0,086$$

$$C_{b(-)} = 0,006$$

Coeficiente para momentos positivos debidos a carga viva, para $m=0,5$:

$$C_{a(+)}_{CV} = 0,066$$

$$C_{b(+)}_{CV} = 0,004$$

Coeficiente para momentos positivos debidos a carga muerta, para $m=0,5$:

$$C_{a(+)}_{CM} = 0,037$$

$$C_{b(+)}_{CM} = 0,002$$

Con los datos anteriores y con las cargas últimas debe calcularse los momentos positivos y negativos para el lado largo así como para el lado corto de la losa. Para los momentos positivos es utilizada siguiente ecuación:

$$M (+) = C(+)_CM * 1,40 * CM * Long^2 + C(+)_CV * 1,7 * CV * Long^2$$

¹⁰ Nilson, Arthur. *Diseño de Estructuras de Concreto*. 1999.

Donde

$M (+) =$ momento positivo en a o b

$C(+)_CM =$ coeficiente para momento positivo debido a carga muerta para lado a o b

$C(+)_CV =$ coeficiente para momento positivo debido a carga viva para lado a b

$CM =$ carga muerta

$CV =$ carga viva

$Long =$ longitud del lado a o b

El momento positivo en el lado a, el cual tiene una longitud de 2,65 metros, queda de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}M(+)_a &= C_{a(+)}_{CM} * 1,40 * CM * Long_a^2 + C_{a(+)}_{CV} * 1,7 * CV * Long_a^2 = \\M(+)_a &= (0,037 * 1,40 * 429 * 2,65^2) + (0,066 * 1,70 * 100 * 2,65^2) = \\M(+)_a &= 231,210 \text{ Kg - m}\end{aligned}$$

El momento positivo en el lado b, el cual tiene una longitud de 5,15 metros, queda de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}M(+)_b &= C_{b(+)}_{CM} * 1,40 * CM * Long_b^2 + C_{a(+)}_{CV} * 1,7 * CV * Long_b^2 = \\M(+)_b &= (0,002 * 1,40 * 429 * 5,15^2) + (0,004 * 1,70 * 100 * 5,15^2) = \\M(+)_b &= 49,151 \text{ Kg - m}\end{aligned}$$

Para los momentos negativos es utilizada siguiente ecuación:

$$M (-) = C(-) * CU * Long^2$$

Donde

M (-) = momento negativo en a o b

C(-) = coeficiente para momento negativo para lado a o b

CU = carga última

Long = longitud del lado a o b

El momento negativo en el lado a, queda de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}M(-)_a &= C(-)_a * CU * Long_a^2 \\M(-)_a &= 0,086 * 756,60 * 2,65^2 = \\M(-)_a &= 456,937 \text{ Kg -m}\end{aligned}$$

El momento negativo en el lado b, queda de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}M(-)_b &= C(-)_b * CU * Long_b^2 \\M(-)_a &= 0,006 * 756,60 * 5,15^2 = \\M(-)_a &= 120,400 \text{ Kg-m}\end{aligned}$$

Debe calcularse el peralte efectivo (d) de la losa mediante la siguiente expresión:

$$d = t - \text{Rec} - (dv/2)$$

Donde

d = peralte efectivo de la losa

t = espesor de losa

Rec = recubrimiento del acero

dv = diámetro de varilla de acero a utilizar. (Se usará la núm. 3)

$$d = 10 - 2 - (1/2) = 7,5 \text{ cm.}$$

A continuación debe obtenerse el área mínima de acero en el elemento sometido a flexión, el cual será el parámetro de comparación para el área requerida por los momentos calculados anteriormente. La sección 10.5.1 del ACI 318S-08 establece que el refuerzo de acero mínimo para un elemento sometido a flexión, debe ser:

$$A_{s_{\min}} = (14/f_y) * b * d$$

Donde:

$A_{s_{\min}}$ = área de acero mínima a utilizar, expresado en centímetros cuadrados

f_y = fluencia del acero, expresado en Kg/cm

b = franja unitaria a analizar, expresado en centímetros.

d = peralte efectivo de la losa, expresado en centímetros.

Para el presente proyecto es propuesto acero con f_y igual a 2810 Kg/cm², concreto con f'_c igual a 280 Kg/cm² y una franja unitaria de losa de 100 centímetros de longitud.

$$A_{s_{\min}} = (14/2810) * 100 * 7,5 =$$

$$A_{s_{\min}} = 3,737 \text{ cm}^2$$

Debe calcularse el momento que es capaz de resistir el área de acero mínima, para ello es utilizada la siguiente ecuación:

$$M_r = 0,90 A_s * f_y [d - (A_s * f_y / 1,70 * f'_c * b)]$$

Donde:

- M_r = momento resistido, expresado en Kg - m
 A_s = área de acero, expresado en centímetros cuadrados.
 f_y = fluencia del acero, expresado en Kg/cm²
 f'_c = resistencia del concreto a la compresión, expresado en Kg/cm²
 d = peralte efectivo de la losa, expresado en centímetros
 b = franja unitaria a analizar, expresado en centímetros

$$M_r = 0,90 * 3,737 * 2810 [7,5 - (3,737 * 2810 / 1,70 * 280 * 100)]$$
$$M_r = 687,966 \text{ Kg-m}$$

Según lo anterior, el momento resistido por el área mínima de acero, es mayor que los momentos obtenidos en el análisis del Método 3 del ACI, por lo que puede concluirse que el área de mínima de acero es la que debe utilizarse para ambos lados de la losa. El espaciamiento que tendrán las varillas entre sí, es calculado mediante la siguiente relación:

$$S / A_{\text{varilla}} = b / A_s$$

Donde

- S = espaciamiento del acero, expresado en metros
 A_{varilla} = área de la sección de la varilla a utilizar, expresado en centímetros cuadrados
 b = franja unitaria a analizar, expresada en metros
 A_s = área de acero, expresada en centímetros cuadrados

Para el presente caso, será utilizada la varilla de acero Núm. 3, la cual tiene un área de sección de 0,71 centímetros cuadrados. Al despejar S , la expresión queda de la siguiente manera:

$$S = b * A_{\text{varilla}} / A_s =$$

$$S = 1 * 0,71 / 3,737 =$$

$$S = 0,189 \text{ m. Será aproximado a } 0,20 \text{ m.}$$

El espaciamiento del armado de la losa del tanque de distribución será de 0,20 metros en ambas direcciones.

La sección 7.6.5. del *ACI 318S-05* establece que la separación del refuerzo de acero por flexión no debe ser mayor a 45 centímetros ni mayor al resultado de la siguiente ecuación:

$$S_{\text{max}} = 3*t$$

Donde

S_{max} = separación máxima del refuerzo de acero por flexión

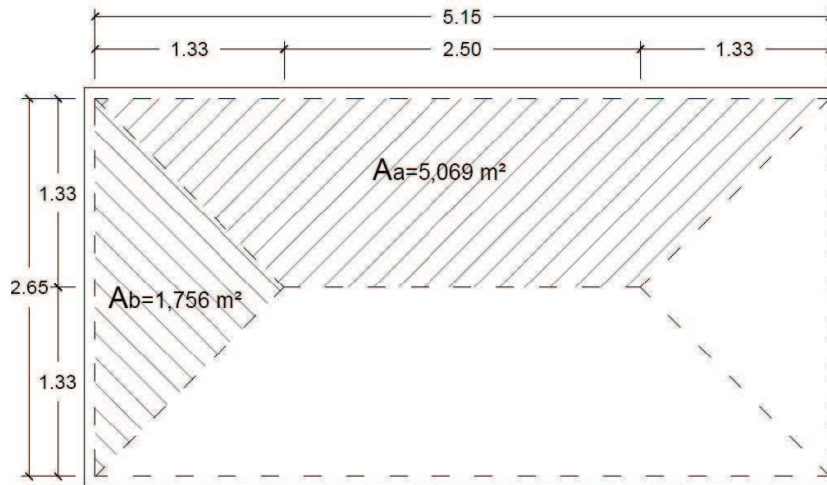
t = espesor del elemento sometido a flexión

$$S_{\text{max}} = 3*10 = 30 \text{ cm.}$$

La separación calculada se encuentra dentro de los límites anteriores.

Por último, debe comprobarse si la losa es resistente a las fuerzas de corte, para ello debe calcularse las áreas tributarias que soporta cada lado de la losa, tal y como se muestra en la siguiente figura.

Figura 3. **Áreas tributarias para losa del tanque de distribución**



Fuente: elaboración propia, empleando Autocad.

Debe calcularse la fuerza de corte actuante mediante la siguiente ecuación:

$$V_{act} = CU \cdot A / L$$

Donde

- V_{act} = fuerza de corte actuante, expresada en kilogramos
- CU = carga última, expresado en kilogramos por metro cuadrado
- A = área tributaria, expresado en metros cuadrados
- L = longitud de lado a o b, expresado en metros

$$V_{act a} = 756,60 \cdot 1,756 / 2,65 = 501,355 \text{ Kg.}$$

$$V_{act b} = 756,60 \cdot 5,069 / 5,15 = 744,700 \text{ Kg.}$$

A continuación es calculada la fuerza de corte resistida por los materiales a utilizar, mediante la siguiente ecuación:

$$V = 0,53 * \lambda * \sqrt{f'c} * b * d$$

Donde

- V= fuerza de corte resistida
- λ = factor de multiplicación del factor $\sqrt{f'c}$. Será utilizado 0,85, según numeral 8.6.1 del ACI 318S-08
- $f'c$ = resistencia del concreto a la compresión, expresado en Kg/cm².
- d = peralte efectivo de la losa, expresado en centímetros.
- b = franja unitaria a analizar, expresado en centímetros.

$$V = 0,53 * 0,85 * \sqrt{280} * 100 * 7,5 = 5\ 653,730 \text{ Kg.}$$

Para verificar que la losa resiste las fuerzas por corte, debe cumplirse la siguiente condición:

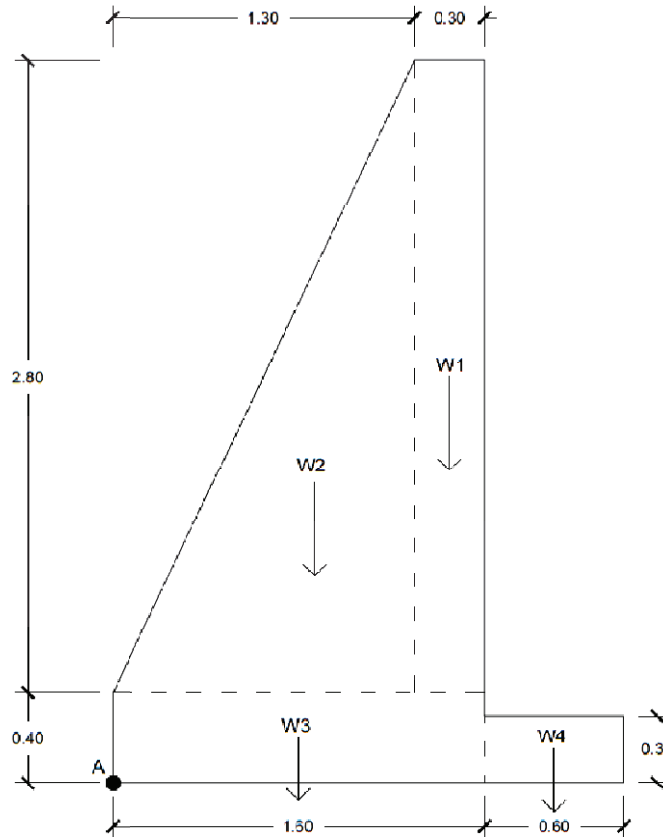
$$V_{act} < V$$

Con base en los cálculos realizados, las fuerzas de corte actuante para ambos lados de la losa, cumplen con la condición.

- Muros

Los muros del tanque de distribución son propuestos de concreto ciclópeo. Para el diseño de los mismos, es utilizada la situación crítica del tanque, es decir cuando este contiene el máximo volumen de agua. Las medidas propuestas de los muros del tanque son las siguientes.

Figura 4. Dimensionamiento de muro para tanque de distribución



Fuente: elaboración propia, empleando Autocad.

Debe calcularse el peso del muro y los momentos generados por el mismo con respecto al punto A.

Para facilitar el cálculo, la sección del muro es dividida en figuras geométricas conocidas, como es mostrado en la imagen anterior. El peso del muro será entonces la sumatoria del producto entre el área de cada figura y el peso específico del concreto ciclópeo (2 250 Kg/m³). El momento generado será la sumatoria del producto entre la distancia del punto A hasta el centroide de cada figura y el peso de la misma.

Tabla X. Cálculo del peso y momento del muro

| No. | PESO (W) | BRAZO | MOMENTO (M) |
|-----|---|---------|---|
| 1 | $W1 = 0,30 \times 2,80 \times 2\ 250 = 1\ 890,000\ \text{Kg}$ | 1,450 m | 2 740,500 Kg-m |
| 2 | $W2 = 0,50 \times 1,30 \times 2,80 \times 2\ 250 = 4\ 095,000\ \text{Kg}$ | 0,867 m | 3 550,365 Kg-m |
| 3 | $W3 = 1,60 \times 0,40 \times 2\ 250 = 1\ 440,000\ \text{Kg}$ | 0,800 m | 1 152,000 Kg-m |
| 4 | $W4 = 0,60 \times 0,30 \times 2\ 250 = 405,000\ \text{Kg}$ | 1,900 m | 769,500 Kg-m |
| | $W_M = 7\ 830\ \text{Kg}$ | | $M_M = 8\ 212,365\ \text{Kg-m}$ |

Fuente: elaboración propia.

La losa estará apoyada sobre una solera de amarre, la cual tendrá una sección de 0,15 x 0,20 metros de ancho y alto, respectivamente. A continuación debe calcularse el peso generado por la losa y dicha solera. Será utilizada una franja unitaria igual a un metro para análisis.

$$W_{LS} = (CU * A * Fu / L) + (A_{solera} * W_{concreto} * Fu)$$

Donde

W_{LS} = peso de la losa y solera de amarre

CU = carga última

A = área tributaria.

L = longitud en donde actúa el área tributaria

$W_{concreto}$ = peso específico del concreto

A_{solera} = área transversal de solera

Fu = franja unitaria de análisis igual a 1,00 m

$$W_{LS} = (756,60 \times 5,069 \times 1,00 / 5,15) + (0,15 \times 0,20 \times 2\ 400 \times 1,00)$$

$$W_{LS} = 839,041\ \text{Kg}$$

El momento generado por la losa y la solera de amarre respecto al punto A es:

$$M_{LS} = W_{LS} * Brazo_{LS}$$
$$M_{LS} = 839,041*(1,30+0,15+0,075) =$$
$$M_{LS} = 1\,279,538 \text{ Kg-m}$$

La carga total del muro será el resultado de sumar el peso del muro y el peso de la losa:

$$W_T = W_M + W_{LS}$$
$$W_T = 7\,830,000 + 839,041$$
$$W_T = 9\,191,041 \text{ Kg}$$

El momento total del muro será el resultado de sumar aritméticamente los momentos generados por el peso del muro y el peso de la losa:

$$M_T = M_M + M_{LS}$$
$$M_T = 8\,212,365 + 1\,279,538$$
$$M_T = 9\,491,903 \text{ Kg-m}$$

A continuación debe calcularse la fuerza activa, la cual es provocada por el agua almacenada en el tanque de distribución:

$$F_a = 0,50 * Ro_{\text{agua}} * H^2$$

Donde

F_a = fuerza activa producida por el agua dentro del tanque

Ro_{agua} = peso específico del agua

H = altura máxima alcanzada por el agua dentro del tanque

$$F_a = 0,50 * 1\,000,000 * 2,800^2$$

$$F_a = 3\,920,000 \text{ Kg}$$

El momento producido por la fuerza activa respecto al punto A, procede de la siguiente manera:

$$M_a = F_a * \text{brazo}_a$$

Donde

M_a = momento producido por la fuerza activa

F_a = fuerza activa producida por el agua dentro del tanque

brazo_a = distancia del punto A, hasta el punto de aplicación de F_a

$$M_a = 3\,920 * (2,80/3 + 0,40) =$$

$$M_a = 5\,226,667 \text{ Kg-m}$$

Con el momento total del muro y el momento producido por la fuerza activa debe realizarse la verificación contra volteo, por lo cual debe cumplirse la siguiente condición:

$$F_{sv} = M_T / M_a > 1,50$$

Donde

F_{sv} = factor de seguridad contra volteo

M_T = momento total producido por el peso del muro

M_a = momento producido por la fuerza activa

$$F_{sv} = 9\,491,903 / 5\,226,667 =$$

$$F_{sv} = 2,22 > 1,50$$

La condición se cumple, lo que significa que la presión de agua generada dentro del tanque de distribución no provocará que el muro voltee respecto al punto A.

La verificación contra deslizamiento establece si el suelo donde se asienta el muro tiene la capacidad de contener la fuerza activa. Para ello debe cumplirse la siguiente condición:

$$Fsd > 1,50$$

Donde el factor de seguridad contra deslizamiento (Fsd) es igual a la fuerza contra deslizamiento (Fd) dividido la fuerza activa (Fa). La fuerza contra deslizamiento es calculada de la siguiente manera:

$$Fd = W_T * 0,90 * \text{tg } \phi$$

Donde:

Fd = fuerza contra deslizamiento

W_T = carga total del muro

ϕ = ángulo de fricción interna del suelo

El suelo donde es propuesta la ubicación para el tanque de distribución posee un ángulo de fricción interna de 36 grados, por lo que el cálculo queda de la siguiente forma:

$$Fd = 9\,191,041 * 0,90 * \text{tg } 36^\circ$$

$$Fd = 6\,009,914 \text{ Kg}$$

Por último, el cálculo del factor de seguridad contra deslizamiento es el siguiente:

$$Fsd = Fd / Fa =$$

$$Fsd = 6\,009,914 / 3\,920 =$$

$$Fsd = 1,533 > 1,50$$

La condición se cumple, lo que significa que el suelo es capaz de contrarrestar el empuje del agua generada dentro del tanque de distribución.

La verificación de presión máxima consiste en cerciorar que la presión generada por la estructura no sobrepasa el valor soporte del suelo. Para el presente caso, el valor soporte del suelo en donde se ubicara el tanque de distribución es de 13 toneladas por metro cúbico.

Debe calcularse el brazo donde actúa el momento resultante, es decir, la sumatoria algebraica de todos los momentos que intervienen y dividirse entre el peso total del muro. Para fines de cálculo, los momentos positivos son los que vayan a favor de las agujas del reloj.

$$\text{Brazo}_r = (M_T - M_a) / W_T$$

Donde

$\text{Brazo}_r =$ brazo del momento resultante

$M_T =$ momento total del muro

$M_a =$ momento producido por la fuerza activa

$W_T =$ peso total del muro

$$\text{Brazo}_r = (9\,491,903 - 5\,226,667) / 9\,191,041 =$$

$$\text{Brazo}_r = 0,464 \text{ m}$$

La dimensión de la base del muro debe ser mayor a tres veces el brazo del momento resultante.

$$3 * \text{Brazo}_r < \text{base}_{\text{muro}}$$

$$3 * 0,464 = 1,392 < 2,20 \text{ m}$$

A continuación, debe calcularse la excentricidad del brazo respecto a la base del muro.

$$\text{exc} = 0,50 * \text{base}_{\text{muro}} - \text{Brazo}_r$$

Donde

$\text{exc} =$ excentricidad del brazo del momento resultante

$\text{base}_{\text{muro}} =$ base del muro

$\text{Brazo}_r =$ brazo del momento resultante

$$\text{exc} = 0,50 * 2,20 - 0,464$$

$$\text{exc} = 0,636 \text{ m}$$

Después debe realizarse el cálculo de la presión máxima sobre el suelo, con la siguiente ecuación:

$$P_{\text{max}} = (W_T / A) * [1 + 6(e / \text{base}_{\text{muro}})]$$

Donde

$P_{\text{max}} =$ presión máxima sobre el suelo

$W_T =$ peso total del muro

$A =$ área en contacto con el suelo

$e =$ excentricidad del brazo del momento resultante

$\text{base}_{\text{muro}} =$ base del muro

$$P_{\text{max}} = (9\ 191,041 / 2,20) * [1 + 6 * (0,636 / 2,20)] =$$

$$P_{\text{max}} = 11\ 424,236 \text{ Kg} / \text{m}^2 < V_s = 13\ 000 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

En virtud que la presión máxima se encuentra por debajo del valor soporte del suelo, el muro no presenta riesgos por hundimiento.

Por lo tanto, según el análisis realizado por medio de las verificaciones anteriores, las dimensiones propuestas para la sección del muro del tanque de distribución son adecuadas.

2.2.6.2.5. Diseño de la línea de distribución

Es la tubería que tiene como finalidad el transporte de agua desde el tanque de distribución hasta el punto donde inicia la red de distribución.

Para el presente caso, el tanque de distribución y la red de distribución se encuentran a una distancia de 3,847 m. En vista de lo anterior, la línea de distribución es relativamente pequeña, por lo que únicamente es propuesta la instalación de tubería PVC con diámetro de 2 1/2 pulgadas. El caudal utilizado para la línea de distribución y la red de distribución, es el caudal máximo horario.

Las pérdidas por carga son calculadas con la ecuación de Hazzen & Williams.

$$hf_{2\ 1/2"} = (1\ 743,811 * 3,847 * 1,05 * 2,007^{1,85}) / (150^{1,85} * 2\ 1/2^{4,87}) =$$
$$hf_{2\ 1/2"} = 0,028\ \text{m}$$

La presión estática es generada cuando el líquido que es contenido en las tuberías no tienen movimiento y corresponde a la diferencia de alturas del punto inicial y final.

La cota de terreno en la salida del tanque (C_{t_0}) es 557,935 metros y posee una presión estática de 2,80 metros, correspondiente a la altura del volumen de agua almacenado (H_{tanque}); la cota de terreno en donde se conecta con la red de distribución (C_{t_f}) es 556,783 metros. Por lo tanto, las presiones estáticas quedan expresadas de la siguiente manera:

$$P_o = H_{\text{tanque}}$$

$$P_o = 2,80 \text{ m}$$

$$P_f = (C_{t_0} + P_o) - C_{t_f}$$

$$P_f = (557,935 + 2,80) - 556,783$$

$$P_f = 3,952 \text{ m}$$

La cota piezométrica (CPZ) es equivalente a la cota de superficie del agua menos las pérdidas por carga.

$$CPZ_o = (2,80 + 557,935) - 0 = 560,735 \text{ m}$$

$$CPZ_f = 560,735 - 0,028 = 560,707 \text{ m}$$

La presión de servicio es la diferencia entre la cota piezométrica y la cota de terreno.

$$P_{s_0} = 560,735 - 557,935 = 2,80 \text{ m}$$

$$P_{s_f} = 560,707 - 556,783 = 3,924 \text{ m}$$

2.2.6.2.6. Diseño de red de distribución

La red de distribución es el medio por el cual es transportada el agua desde el almacenamiento hasta el consumidor. El diseño de la línea de conducción es realizado utilizando el caudal máximo diario.

Para el sistema de agua para el caserío La Soledad, la red de distribución es una combinación de redes abiertas y cerradas, siendo cuatro ramales y un circuito. El cálculo se detalla a continuación:

- Red abierta (ramal 1).

Actualmente en el ramal 1 existen 15 viviendas (con una densidad poblacional de 5 habitantes por vivienda, hay 75 habitantes), por lo que debe hacerse la proyección a futuro del número de viviendas que se conectaran al sistema.

$$P_f = 75 (1 + 0,0237)^{23} = 129 \text{ hab}$$

Por lo tanto, con la densidad población debe calcularse el número de viviendas estimadas que utilizarán el sistema, las cuales serán 26 para el presente caso.

A continuación, debe calcularse el caudal de uso simultáneo, el cual se expresa con la siguiente ecuación:

$$Q_1 = k * \sqrt{(N-1)}$$

Donde

- $Q_1 =$ caudal de uso simultáneo
 $k =$ coeficiente cuyo valor varía entre 0,15 y 0,20. Para el presente caso se debe utilizar 0,15.
 $N =$ número de viviendas.

$$Q_1 = 0,15 * \sqrt{(26-1)}$$
$$Q_1 = 0,750 \text{ L/s}$$

También debe calcularse el caudal unitario, el cual queda expresado con la siguiente ecuación:

$$Q_2 = (F_{MH} * Dot * N * Den) / 86\ 400$$

Donde

- $Q_2 =$ caudal unitario
 $F_{MH} =$ factor de hora máximo
 $Dot =$ dotación de agua por habitante
 $N =$ número de viviendas
 $Den =$ densidad poblacional por vivienda. (5 hab /viv)

$$Q_2 = (3,00 * 170 * 26 * 5) / 86\ 400$$
$$Q_2 = 0,767 \text{ L/s}$$

El caudal de diseño a utilizar para el ramal 1, será el mayor entre el caudal de uso simultáneo y el caudal unitario, es decir 0,767 L/s.

El diseño de la tubería para la red abierta de distribución, consiste en combinar dos diámetros con el objetivo de que las pérdidas por carga proporcionen la presión de agua requerida a cada usuario.

Como primer paso debe calcularse la altura que tendrá el tramo de análisis. Para el ramal 1, serán adicionados 20 metros de altura al final del tramo, esto con el fin de garantizar que durante todo el recorrido del agua, las presiones disponibles estén dentro del rango permisible.

$$H = (Ct_o + H_o) + (Ct_f + SP)$$

Donde

| | |
|-------------------|-----------------------------------|
| H = | altura del tramo |
| Ct _o = | cota de terreno inicial del tramo |
| H _o = | altura anterior |
| Ct _f = | cota de terreno final |
| SP = | sobrepresión |

$$H = (556,783+3,952)+(507,336+20) =$$
$$H = 33,399 \text{ m}$$

El valor de la altura del tramo, la longitud del mismo y el caudal de diseño deben sustituirse en la ecuación de Hazzen & Williams, la cual debe de estar despejada para el diámetro.

El valor que se obtenga debe aproximarse a los diámetros comerciales más cercanos y estos serán los diámetros a combinar, tomando la consideración que el diámetro mayor irá al principio del tramo.

$$\begin{aligned} \emptyset &= [(1\,743,811 \cdot 403,223 \cdot 1,05 \cdot 0,767^{1,85}) / (150^{1,85} \cdot 33,399)]^{1/4,87} = \\ \emptyset &= 1,051 \text{ pulgadas} \end{aligned}$$

Los diámetros comerciales próximos al valor anterior son 1 1/4 y 1 pulgadas. Para los diámetros anteriores debe calcularse las pérdidas por carga con la longitud total del tramo en análisis, utilizando la ecuación de Hazzen & Williams.

$$\begin{aligned} hf_{1\,1/4"} &= (1\,743,811 \cdot 403,223 \cdot 1,05 \cdot 0,767^{1,85}) / (150 \cdot 1\,1/4^{4,87}) = 14,368 \text{ m} \\ hf_{1"} &= (1\,743,811 \cdot 403,223 \cdot 1,05 \cdot 0,767^{1,85}) / (150 \cdot 1^{4,87}) = 42,593 \text{ m} \end{aligned}$$

A continuación debe calcularse las longitudes para cada diámetro obtenido. La longitud de tubería para el diámetro menor es calculada con la siguiente ecuación:

$$L_2 = L (H - hf_1) / (hf_2 - hf_1)$$

Donde

- L_2 = longitud de tubería para el diámetro menor
- L = longitud total del tramo en análisis
- H = altura del tramo en análisis
- hf_1 = pérdida por carga para la tubería de diámetro mayor
- hf_2 = pérdida por carga para la tubería de diámetro menor

$$\begin{aligned} L_2 &= 403,223 \cdot 1,05 \cdot (33,399 - 14,368) / (42,593 - 14,368) = \\ L_2 &= 285,471 \text{ m} \end{aligned}$$

La longitud de tubería para el diámetro mayor es la diferencia entre la longitud total del tramo y la longitud anterior.

$$L_1 = L - L_2$$

Donde

$L_1 =$ longitud de tubería para el diámetro mayor

$L_2 =$ longitud de tubería para el diámetro menor

$L =$ longitud total del tramo en análisis

$$L_1 = 403,223 * 1,05 - 285,471$$

$$L_1 = 137,913 \text{ m}$$

Con las longitudes anteriores deben calcularse las pérdidas por carga reales para cada diámetro de tubería a utilizar.

$$hfr_{1 \text{ } 1/4"} = (1\,743,811 * 137,913 * 0,767^{1,85}) / (150 * 1 \text{ } 1/4^{4,87}) = 4,680 \text{ m}$$

$$hfr_{1 \text{ } 2"} = (1\,743,811 * 285,471 * 0,767^{1,85}) / (150 * 2^{4,87}) = 28,719 \text{ m}$$

La sumatoria de las pérdidas reales por carga debe ser aproximadamente la altura del tramo en análisis.

$$hfr_1 + hfr_2 \approx H$$

Donde

$H =$ altura del tramo en análisis

$hfr_1 =$ pérdidas reales para la longitud y diámetro mayor

$hfr_2 =$ pérdidas reales para la longitud y diámetro menor

$$4,680 + 28,719 = 33,399 \text{ m}$$

Para el presente caso, la sumatoria de las pérdidas por carga es igual a la altura del ramal 1.

A continuación deben calcularse las presiones estáticas, cotas piezométricas y presiones de servicio para el inicio del tramo, el punto donde cambia el diámetro de la tubería y al final de tramo.

Presión estática: la cota de terreno inicial es 556,783 metros, la cota de terreno donde se realiza el cambio de diámetro de la tubería es 541,604 metros y la cota de terreno final es 507,336 metros.

$$\begin{aligned}P_o &= \text{presión estática anterior} = 3,952 \text{ m} \\P_i &= (556,783 - 541,604) + 3,952 = 19,131 \text{ m} \\P_f &= (541,604 - 507,336) + 19,131 = 53,399 \text{ m}\end{aligned}$$

Cotas piezométricas

$$\begin{aligned}\text{CPZ}_o &= \text{Cota piezométrica anterior} = 560,707 \text{ m} \\ \text{CPZ}_i &= 560,707 - 4,680 = 556,027 \text{ m} \\ \text{CPZ}_f &= 556,027 - 28,719 = 527,308 \text{ m}\end{aligned}$$

Presión de servicio

$$\begin{aligned}P_{s_o} &= 560,707 - 556,783 = 3,914 \text{ m} \\ P_{s_i} &= 556,027 - 541,604 = 14,423 \text{ m} \\ P_{s_f} &= 527,308 - 507,336 = 19,972 \text{ m}\end{aligned}$$

El presente sistema posee tres redes abiertas adicionales (ramal 2, ramal B3 y ramal D4) y para el diseño de las mismas fue utilizado el mismo procedimiento. A continuación es presentada la memoria de cálculo.

Tabla XI. Resumen de ramales abiertos para red de distribución

| RED DE DISTRIBUCIÓN (RAMALES ABIERTOS) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|------------|----------------|---------|--------------|---------------------|------------|-------------------------|------------|-------|-----------------|---------|---------------------|--------|----------------------|-------|
| NOMBRE | DE | A | Qdis (L/s) | C. Terreno (m) | | Longitud (m) | S. Presión (m.c.a.) | Altura (m) | Diámetro Calculado (in) | Ø Com (in) | hf | P. Estática (m) | | C. Piezométrica (m) | | P. Servicio (m.c.a.) | |
| | | | | Cto | Ctf | | | | | | | Po | Pf | Cpzo | Cpzf | Pso | Psf |
| Ramal 1 | E- 17 | E- 24 | 0,767 | 556,783 | 541,602 | 131,346 | 20,000 | 33,399 | 1,051 | 1 1/4 | 4,680 | 19,131 | 557,907 | 3,924 | 14,423 | E- 24 | E- 38 |
| | E- 24 | E- 38 | | 541,602 | 507,336 | 271,877 | | | | | | 19,131 | 553,227 | 14,423 | | | |
| Ramal 2 | E- 17 | E- 47 | 1,240 | 556,783 | 545,369 | 138,059 | 13,000 | 1,963 | 1,865 | 2,00 | 1,123 | 15,366 | 560,707 | 3,924 | 14,125 | E- 47 | E- 48 |
| | E- 47 | E- 48 | | 545,369 | 545,772 | 21,025 | | | | | | 15,366 | 559,494 | 14,125 | | | |
| Ramal B3 | E- 56 | E- 71 | 0,101 | 533,716 | 533,568 | 13,171 | 2,700 | 0,290 | 0,797 | 1 | 0,032 | 27,167 | 558,680 | 24,964 | 25,080 | E- 71 | E- 73 |
| | E- 71 | E- 73 | | 533,568 | 530,726 | 25,818 | | | | | | 27,167 | 558,648 | 25,080 | | | |
| Ramal D4 | E- 67 | E- 76 | 0,051 | 538,075 | 536,765 | 10,263 | 2,200 | 0,243 | 0,561 | 3/4 | 0,029 | 28,329 | 558,678 | 20,603 | 21,884 | E- 76 | E- 77 |
| | E- 76 | E- 77 | | 536,765 | 535,632 | 10,432 | | | | | | 28,329 | 558,649 | 21,884 | | | |

Fuente: elaboración propia.

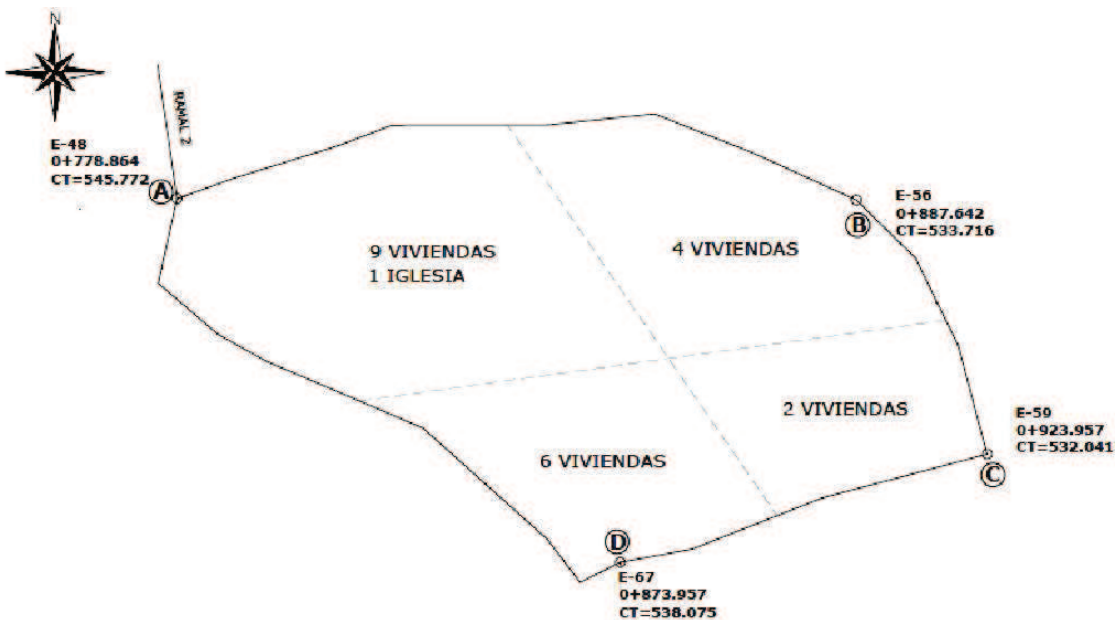
- Red cerrada (circuito ABCD)

Para el diseño de la red cerrada, fue utilizado el método de la gradiente hidráulica en virtud que para la comunidad únicamente se dispondrá de un circuito. Serán abastecidas 22 viviendas y una iglesia. Los puntos de consumo fueron establecidos en las siguientes ubicaciones:

| PUNTO A | PUNTO B | PUNTO C | PUNTO D |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| E - 48 | E - 56 | E - 59 | E - 67 |
| 0 + 778,864 | 0 + 887,642 | 0 + 923,957 | 0 + 873,957 |
| CT = 545,772 | CT = 533,716 | CT = 532,041 | CT = 538,075 |

Después de definidos los puntos de consumo debe determinarse los caudales de consumo para cada uno de los anteriores. La división del circuito queda de la siguiente manera:

Figura 5. **División del circuito para consumo de caudales**



Fuente: elaboración propia, empleando Autocad.

El cálculo de los consumos al final del periodo de diseño para cada uno de los puntos del circuito queda definido de la siguiente manera:

Para el punto A, existen 9 viviendas y una iglesia en la actualidad por lo que para determinar el consumo debe proyectarse el número de habitantes a servir, al final del periodo.

$$P_f = 9 \text{ viv} * 5 \text{ hab/viv} (1 + 0,0237)^{23 \text{ años}} = 78 \text{ hab}$$

Debe calcularse el caudal medio generado por las viviendas y por la iglesia. Para fines de cálculo, la iglesia fue tomado como una vivienda de 5 habitantes.

$$Q_{m \text{ VIVIENDA}} = (78 \text{ hab} * 170 \text{ L/hab/día}) / 86\,400 = 0,154 \text{ L/s}$$

$$Q_{m \text{ IGLESIA}} = (5 \text{ hab} * 170 \text{ L/hab/día}) / 86\,400 = \underline{0,010 \text{ L/s}} (+)$$

$$Q_{m \text{ A}} = 0,164 \text{ L/s.}$$

El caudal máximo horario y consumo para el punto A será entonces:

$$Q_A = 0,164 \text{ L/s} * 3 = 0,492 \text{ L/s}$$

El procedimiento anterior fue utilizado para los puntos restantes, por lo que a continuación es presentado los resultados obtenidos.

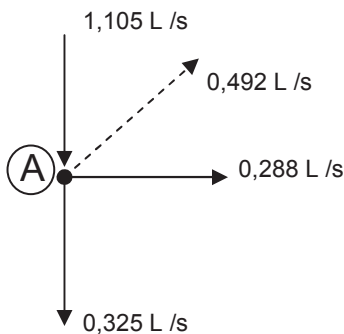
$$Q_B = 0,201 \text{ L/s}$$

$$Q_C = 0,105 \text{ L/s}$$

$$Q_D = 0,307 \text{ L/s}$$

A continuación debe realizarse la distribución de caudales para cada punto o nodo. Debe tomarse en cuenta que la sumatoria de caudales que entra en un nodo debe ser igual a los caudales que salen y que preferiblemente dichos caudales deben de seguir la pendiente del terreno.

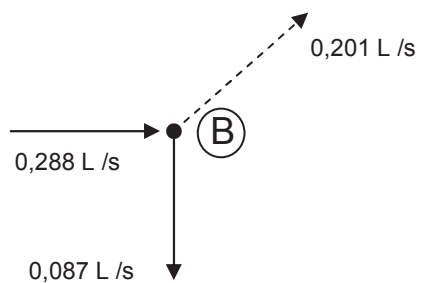
El caudal que ingresa al circuito ABCD por el punto A, proviene del ramal 2 y equivale a 1,105 litros por segundo. La distribución queda de la siguiente manera:



Punto A

$$Q_e = 1,105 \text{ L/s}$$

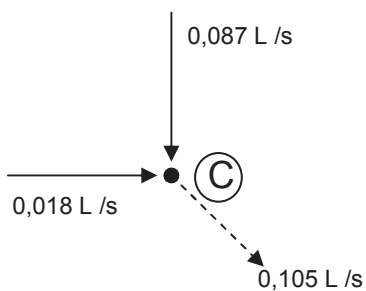
$$Q_s = 0,492 + 0,288 + 0,325 = 1,105 \text{ L/s}$$



Punto B

$$Q_e = 0,288 \text{ L/s}$$

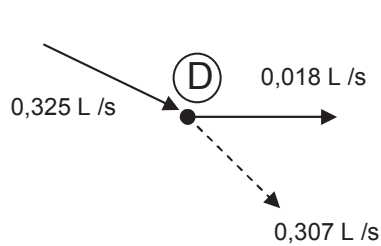
$$Q_s = 0,201 + 0,087 = 0,288 \text{ L/s}$$



Punto C

$$Q_e = 0,087 + 0,018 = 0,105$$

$$Q_s = 0,105 \text{ L/s}$$



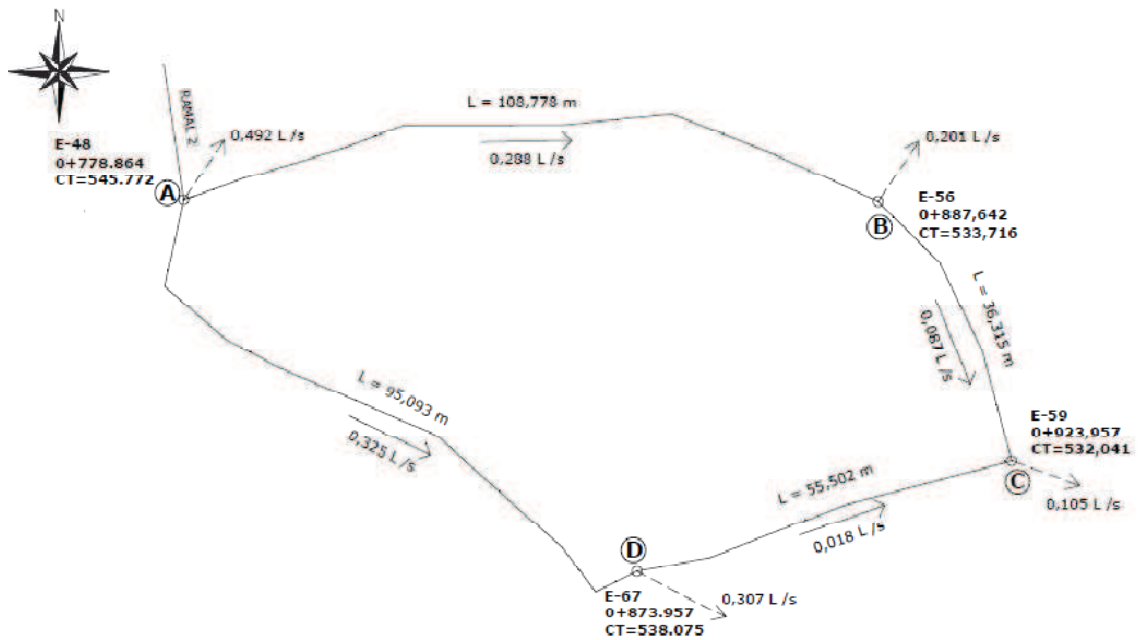
Punto D

$$Q_e = 0,325$$

$$Q_s = 0,018 + 0,307 = 0,325 \text{ L/s}$$

Por lo tanto, para el circuito ABCD, la distribución se muestra en la siguiente figura.

Figura 6. Esquema de distribución de puntos de consumo y caudales



Fuente: elaboración propia, empleando Autocad.

A continuación debe calcularse los diámetros de cada tramo y aproximarlos al diámetro comercial más próximo, tomando en consideración que el diámetro mínimo a utilizar será de 2 pulgadas.

Debe dejarse un tramo sin analizar, ya que este será el que compensará las presiones para todo el circuito. Para el presente caso, será el tramo A-D.

$$\begin{aligned}\varnothing_{AB} &= [(17\,438,811 \cdot 108,778 \cdot 1,05 \cdot 0,288^{1,85}) / (150^{1,85} \cdot 12,056)]^{1/4,87} = \\ \varnothing_{AB} &= 0,683 \text{ pulgadas}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\varnothing_{BC} &= [(1\,743,811 \cdot 36,315 \cdot 1,05 \cdot 0,087^{1,85}) / (150^{1,85} \cdot 1,675)]^{1/4,87} = \\ \varnothing_{BC} &= 0,519 \text{ pulgadas}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\varnothing_{DC} &= [(1\,743,811 \cdot 55,502 \cdot 1,05 \cdot 0,018^{1,85}) / (150^{1,85} \cdot 6,034)]^{1/4,87} = \\ \varnothing_{DC} &= 0,519 \text{ pulgadas}\end{aligned}$$

Con base en las consideraciones y cálculos anteriores, el diámetro de tubería a utilizar será de 2 pulgadas para los tramos A-B, B-C y DC, por lo tanto deben calcularse las pérdidas de carga reales para dichos tramos.

$$h_{fr_{AB}} = (1\,743,811 \cdot 108,778 \cdot 1,05 \cdot 0,288^{1,85}) / (150 \cdot 2^{4,87}) = 0,064 \text{ m}$$

$$h_{fr_{BC}} = (1\,743,811 \cdot 36,315 \cdot 1,05 \cdot 0,018^{1,85}) / (150 \cdot 2^{4,87}) = 0,002 \text{ m}$$

$$h_{fr_{CD}} = (1\,743,811 \cdot 55,502 \cdot 1,05 \cdot 0,018^{1,85}) / (150 \cdot 2^{4,87}) = 0,0002 \text{ m}$$

Debe determinarse la pérdida de carga para el tramo A-D, para ello la sumatoria de las pérdidas de carga de los cuatro tramos debe ser igual a cero.

$$\Sigma hf = 0$$

$$h_{fr_{AB}} + h_{fr_{BC}} = h_{fr_{AD}} + h_{fr_{DC}}$$

$$0,064 + 0,002 = h_{fr_{AD}} + 0,0002$$

$$h_{fr_{AD}} = 0,066$$

Para compensar el circuito, debe encontrarse una combinación de dos diámetros para el tramo A-D con la pérdida calculada anteriormente.

$$\varnothing_{DC} = [(1\,743,811 \cdot 95,093 \cdot 1,05 \cdot 0,325^{1,85}) / (150^{1,85} \cdot 0,066)]^{1/4,87} =$$

$$\varnothing_{DC} = 2,025 \text{ pulgadas}$$

Los diámetros comerciales próximos al calculado son 2 1/2 y 2 pulgadas, por lo que se procede a calcular las pérdidas para todo el tramo con dichos diámetros de tubería.

$$hf_{2 \frac{1}{2}"} = (1\,743,811 * 95,093 * 1,05 * 0,325^{1,85}) / (150 * 2 \frac{1}{2}^{4,87}) = 0,024 \text{ m}$$

$$hf_{2"} = (1\,743,811 * 95,093 * 1,05 * 0,325^{1,85}) / (150 * 2^{4,87}) = 0,070 \text{ m}$$

A continuación debe calcularse las longitudes de cada diámetro de tubería.

$$L_{2"} = 95,093 * 1,05 * [(0,066 - 0,024) / (0,070 - 0,024)] = 91,404 \text{ m}$$

$$L_{2 \frac{1}{2}"} = 95,093 * 1,05 - 91,404 = 8,444 \text{ m}$$

Las pérdidas reales para cada diámetro y longitud de tubería se detallan a continuación.

$$hfr_{2 \frac{1}{2}"} = (1\,743,811 * 91,404 * 0,325^{1,85}) / (150 * 2 \frac{1}{2}^{4,87}) = 0,024 \text{ m}$$

$$hfr_{2"} = (1\,743,811 * 8,444 * 0,325^{1,85}) / (150 * 2^{4,87}) = 0,070 \text{ m}$$

La sumatoria de las pérdidas reales por carga deben ser parecidas a la pérdida por carga compensada para el tramo A-D.

$$0,024 + 0,070 = 0,066 \approx hfr_{AD} = 0,066$$

La presión estática para los puntos de consumo son las siguientes:

$$P_A = \text{Presión estática anterior} = 14,963 \text{ m}$$

$$P_B = (545,472 - 533,716) + 14,963 = 27,019 \text{ m}$$

$$P_C = (533,716 - 532,041) + 27,019 = 28,694 \text{ m}$$

$$P_D = (545,772 - 538,075) + 14,963 = 22,660 \text{ m}$$

Las cotas piezométricas para los puntos de consumo son las siguientes:

$$CPZ_A = \text{Cota piezométrica anterior} = 558,744 \text{ m}$$

$$CPZ_B = 558,744 - 0,064 = 558,680 \text{ m}$$

$$CPZ_C = 556,027 - 0,002 = 558,678 \text{ m}$$

$$CPZ_D = 556,027 - 0,0002 = 558,678 \text{ m}$$

Presión de servicio

$$P_{sA} = 558,744 - 545,772 = 12,972 \text{ m}$$

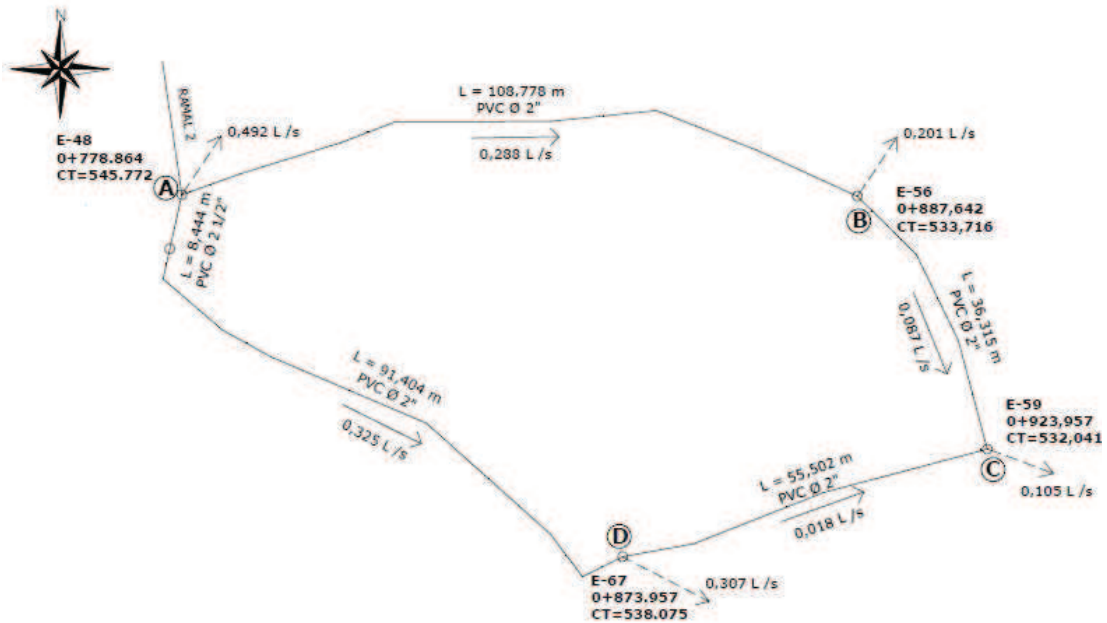
$$P_{sB} = 558,680 - 533,716 = 24,964 \text{ m}$$

$$P_{sC} = 558,678 - 532,041 = 26,637 \text{ m}$$

$$P_{sD} = 558,678 - 538,075 = 20,603 \text{ m}$$

Resumiendo, el circuito ABCD es propuesto de la siguiente manera:

Figura 7. Propuesta final de circuito ABCD



Fuente: elaboración propia, empleando Autocad.

2.2.6.2.7. Sistema de desinfección

Según el examen bacteriológico, el agua de la fuente no exige más que un tratamiento de desinfección. Por tal motivo, uno de los tratamientos de desinfección más económicos y eficientes que existen en el mercado es la cloración.

Para el sistema es propuesta la utilización de hipoclorito de calcio y un hipoclorador automático. El flujo de agua que entra al hipoclorador disuelve pastillas de hipoclorito de calcio por medio del efecto Venturi, para luego regresar a la tubería principal con la dosis deseada.

Para el presente caso el hipoclorador es colocado justo en la entrada del tanque de distribución, por lo que el flujo entrante en el dispositivo corresponde al caudal de bombeo (1,927 L/s).

La solución de cloro debe de estar al 0,10 % (1 por millar) de la cantidad de agua que ingresa al tanque de distribución. Para el presente caso, la bomba estará en funcionamiento 10 horas por día, por lo que la cantidad de líquido que ingresa al tanque de distribución en un día es de 69 372 litros.

El cálculo de la solución al 0,10 % queda de la siguiente manera:

$$\text{Solución al 0,10 \%} = 69\,372 * 0,10\% =$$

$$\text{Solución al 0,10 \%} = 69,372 \text{ L}$$

La dosis de cloro debe de estar dentro de un rango de 0,80 a 1,20 miligramos por litro. Para el presente caso será utilizado el valor de 1,00 miligramo por litro, utilizando hipoclorador de calcio con pureza del 65%.

Para determinar la cantidad de cloro a utilizar para un días debe utilizarse la siguiente ecuación:

$$C = (V * D) / (G / 100)$$

Donde

C = cantidad de hipoclorito de calcio, expresado en gramos

V = volumen de solución al 0,10 %, expresado en litros

D = dosis de cloro, expresado en miligramos por litro

G = grado de pureza del hipoclorito de calcio, expresado en porcentaje

$$C = (69,327*1) / (65/100) =$$

$$C = 106,657 \text{ g}$$

Para que el agua que ingrese al tanque de distribución posea una solución de cloro del 0,10 %, debe disolverse una cantidad de hipoclorito de calcio de 106,657 miligramos en 69,372 litros de agua.

Entonces, para que la condición anterior se cumpla, el hipoclorador debe disolver 1,537 miligramos de hipoclorito de calcio por cada litro de agua entrante en el dispositivo.

El hipoclorador automático seleccionado es modelo 320 de la marca Rainbow, el cual, según las especificaciones, puede tratar 143 845,000 litros de agua en 24 horas, es decir 5 993,000 litros de agua por hora, con una concentración de hipoclorito de calcio máxima de 2,500 partes por millón (2,500 miligramos por litro).

En virtud que para el presente caso únicamente es necesario una concentración de hipoclorito de calcio de 1,537 miligramos por litro y el hipoclorador puede ofrecer hasta 2,500 miligramos por litro, es necesario regular el caudal entrante al dispositivo por medio de la válvula externa de control fino que permite ajustar la velocidad de dosificación.

La cantidad de hipoclorito de calcio a utilizar un mes será de 3 199,710 gramos. El hipoclorito de calcio está a la venta en el mercado en recipientes de 150 pastillas de 300,00 gramos cada uno. Al mes son necesarias 11 pastillas para la desinfección del sistema, por lo que el recipiente de pastillas tendrá un rendimiento aproximado de 12 meses.

2.2.6.2.8. Obras de arte

Son estructuras que permiten el correcto funcionamiento del sistema de agua potable en las que características singulares de la localidad las demandan y pueden ser pasos aéreos y de zanjones, cajas unificadoras y distribuidoras de caudal, cajas para válvulas y cajas rompe presiones.

Para el presente proyecto es propuesta la utilización de cajas de concreto armado con dimensiones de 0,80 metros de largo y ancho para cada una de las válvulas de limpieza, de aire y de compuerta de la línea de conducción, así como para la red de distribución.

Al final de la línea de conducción, en el área del tanque de distribución, es propuesto un *bypass* que conecta con una caja rompe presiones de concreto armado con capacidad para un metro cúbico de agua.

2.2.6.2.9. Válvulas de limpieza

Son dispositivos que extraen la arena que se encuentre atrapada en los puntos bajos la tubería. Consiste en una válvula de compuerta de diámetro igual al de la tubería a la cual está conectada; están ubicadas en los puntos bajos de inflexión de la tubería.

Para el presente proyecto es propuesta la instalación de dos válvulas de limpieza, las cuales están ubicadas sobre la línea de conducción, en las estaciones E-00 y E-09.

2.2.6.2.10. Válvulas de aire

Son dispositivos automáticos que expulsan el aire presente en el agua o aquel que queda atrapado dentro de la tubería. Dicha cantidad de aire puede acumularse, reducir la sección de la tubería y por ende la capacidad de conducción de la misma.

La ubicación de las válvulas de aire debe ser en los puntos altos de inflexión de la tubería, por lo que para el presente proyecto, las mismas se encuentran sobre la línea de conducción, en las estaciones E-06 y E-10.

2.2.6.2.11. Conexión domiciliar o predial

Para el caserío La Soledad es propuesta la utilización de conexiones domiciliarias de tipo predial. Dicho tipo de conexión domiciliar se refiere a la instalación de un grifo fuera de la vivienda pero adentro del predio que la ocupa.

Este tipo de conexión fue seleccionado en base a las recomendaciones hechas en el numeral 4.9.1 de la *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable para zonas rurales del Infom y Unepar*.

2.2.6.2.12. Aparatos de medición

Son equipos que se instalan en la tubería de la conexión domiciliar antes del ingreso al predio que será conectado al sistema para medir el consumo de agua realizado.

Debido a que el caserío La Soledad es una comunidad relativamente pequeña, para el presente proyecto no será utilizado ningún tipo de equipo de medición, proponiendo para fines de cobro una tarifa fija mensual por conexión.

2.2.6.3. Propuesta de tarifa

Para determinar la tarifa mensual a cancelar por usuario conectado al sistema de agua potable, debe de tomarse en cuenta todos los costos que demande el mismo para su correcto funcionamiento,

La sumatoria de los costos mensuales de operación, mantenimiento y desinfección aumentados 3 %, debido a gastos administrativos, y dividido dentro del número de conexiones domiciliarias del sistema, será la tarifa mensual a cancelar.

$$\text{Tarifa} = 1,03 * (\text{Co} + \text{Cm} + \text{Cd}) / \text{Conexiones}$$

Donde

Tarifa = tarifa mensual a cancelar por predio conectado al sistema

Co = costo de operación

Cm = costo de mantenimiento

Cd = costo de la desinfección

Conexiones = número de conexiones domiciliarias del sistema.

$$\text{Tarifa} = 1,03 * (\text{Q } 883,95 + \text{Q } 154,68 + \text{Q } 79,16) / 32 =$$

$$\text{Tarifa} = \text{Q } 35,98$$

La tarifa a cancelar por predio conectado al sistema será de Q 35,98 por mes. A continuación se presenta la manera en que fue calculado el costo de operación, mantenimiento y desinfección.

2.2.6.3.1. Costo de operación

Son los costos que generará el sistema para que en funcionamiento, en los cuales se incluyen los costos generados por consumo de electricidad, contratación del tesorero encargado de la recolección de la tarifa mensual así como un fontanero encargado de dar mantenimiento y reparaciones a la captación, tuberías, desinfección y tanque de distribución.

| | |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Energía eléctrica: | Q 96,75 / mes |
| Fontanero (por 10 días de trabajo): | <u>Q 787,20 / mes</u> |
| Total | Q 883,95 / mes |

2.2.6.3.2. Costo de mantenimiento

Corresponde a la compra de materiales y herramientas para el sistema en caso que sea necesaria la reparación de algún elemento deteriorado. Para el presente caso será estimado como el 0,40 % del costo total del proyecto dividido dentro del periodo de diseño.

$$\begin{aligned}\text{Costo de mantenimiento} &= (0,40\% * Q 889 403,30) / 23 \text{ años} = \\ \text{Costo de mantenimiento} &= Q 154,68\end{aligned}$$

2.2.6.3.3. Costo de la desinfección

El hipoclorito de calcio se encuentra a la venta en el mercado en recipientes que contienen 150 pastillas de 300 gramos cada a un precio de Q 950,00. Con base en que la desinfección mensual del sistema requiere 11 pastillas, el rendimiento del recipiente será aproximadamente de 12 meses.

$$\text{Costo de la desinfección} = (\text{Q } 950,00 / 12)$$

$$\text{Costo de la desinfección} = \text{Q } 79,16$$

2.2.6.4. Elaboración de planos finales de sistema de agua potable

Los planos elaborados para el presente sistema de agua potable son planta conjunto y densidad de vivienda, planta general, planta-perfil de la línea de conducción, planta-perfil de la línea y red de distribución, planta de isobaras, detalles de la captación, detalles del tanque de distribución y detalles de cajas para válvulas, caja rompe presión así como caseta de bombeo.

2.2.6.5. Presupuesto

La elaboración del presupuesto fue realizado por medio de costos unitarios que al multiplicarse por las cantidades de trabajo obtenidas de la cuantificación, es obtenido el costo real de cada renglón.

Para conocer el cálculo de los porcentajes de gastos directos e indirectos, así como porcentajes de prestaciones utilizados para el presente proyecto, ver el numeral 2.1.12. A continuación se muestra el resumen del mismo.

Tabla XII. Presupuesto de sistema de agua potable

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS-
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD,
ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ

FECHA: AGOSTO DE 2015

| RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO | | | | | |
|---------------------------------|---|----------|--------|-------------|--------------|
| No. | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | UNIDAD | P.U. | TOTAL |
| 1.00 | Preliminares | | | | |
| 1.01 | Trazo y puenteados | 1536,30 | ML | Q 6,54 | Q 10 047,38 |
| 1.02 | Bodega de almacenamiento | 1,00 | GLOBAL | Q 13 614,99 | Q 13 614,99 |
| 1.03 | Zanjeo (h=1,00 m) | 921,78 | M3 | Q 74,28 | Q 68 469,68 |
| 1.04 | Relleno (Suelo de corte mezclado con selecto al 30%) | 921,78 | M3 | Q 100,63 | Q 92 758,54 |
| 2.00 | Captación | | | | |
| 2.01 | Pozo de captación | 1,00 | GLOBAL | Q 6 055,04 | Q 6 055,04 |
| 2.02 | Caja para protección de nacimiento | 1,00 | GLOBAL | Q 1 955,23 | Q 1 955,23 |
| 2.03 | Equipo de Bombeo (Incluye acometida Eléctrica) | 1,00 | GLOBAL | Q 78 051,45 | Q 78 051,45 |
| 3.00 | Caseta de Control de Bombeo | | | | |
| 3.01 | Caseta de control de dimensiones 1,5 m x 1,5 m, fabricado con mampostería | 1,00 | UNIDAD | Q 9 563,85 | Q 9 563,85 |
| 4.00 | Línea de Conducción | | | | |
| 4.01 | Tubería Ø 2 1/2" - 160 PSI | 610,93 | ML | Q 264,02 | Q 161 299,10 |
| 4.02 | Válvula de Aire + Caja | 3,00 | UNIDAD | Q 1 539,55 | Q 4 618,64 |
| 4.03 | Válvula de Limpieza + Caja | 2,00 | UNIDAD | Q 1 911,48 | Q 3 822,95 |
| 5.00 | Tanque de distribución (35 m3) | | | | |
| 5.01 | Tanque de distribución (35 m3) Incluye bypass | 1,00 | UNIDAD | Q 69 082,47 | Q 69 082,47 |
| 5.02 | Caja rompe presión (1 m3) | 1,00 | GLOBAL | Q 4 054,20 | Q 4 054,20 |
| 5.03 | Clorador de pastilla | 1,00 | GLOBAL | Q 1 877,15 | Q 1 877,15 |
| 6.00 | Línea de distribución | | | | |
| 6.01 | Tubería Ø 2 1/2" - 160 PSI | 3,85 | ML | Q 264,02 | Q 1 015,69 |
| 6.02 | Válvula de Compuerta Ø 2 1/2" + Caja | 1,00 | UNIDAD | Q 1 561,62 | Q 1 561,62 |
| 7.00 | Red de distribución | | | | |
| 7.01 | RAMAL 1 | | | | |
| 7.01.01 | Tubería Ø 1 1/4" - 125 PSI | 131,35 | ML | Q 224,95 | Q 29 546,28 |
| 7.01.02 | Tubería Ø 1 " - 160 PSI | 271,88 | ML | Q 149,60 | Q 40 672,80 |
| 7.01.03 | Válvula de compuerta Ø 1 1/4" + Caja | 1,00 | UNIDAD | Q 1 067,63 | Q 1 067,63 |

Continuación de tabla XII

| | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|--------|--------|---------------------|-------------|
| 7.02 | RAMAL 2 | | | | |
| 7.02.01 | Tubería Ø 2" - 160 PSI | 138,06 | ML | Q 198,42 | Q 27 393,67 |
| 7.02.02 | Tubería Ø 1 1/2" - 160 PSI | 21,03 | ML | Q 169,72 | Q 3 568,36 |
| 7.02.03 | Válvula de Compuerta Ø 2" + Caja | 1,00 | UNIDAD | Q 857,28 | Q 857,28 |
| 7.03 | CIRCUITO ABCD | | | | |
| 7.03.01 | Tubería Ø 2 1/2" - 160 PSI | 8,04 | ML | Q 264,02 | Q 2 122,73 |
| 7.03.02 | Tubería Ø 2" - 160 PSI | 287,65 | ML | Q 198,42 | Q 57 074,72 |
| 7.03.03 | Válvula de Compuerta Ø 2 1/2" + Caja | 1,00 | UNIDAD | Q 1 877,15 | Q 1 877,15 |
| 7.03.04 | Válvula de Compuerta Ø 2" + Caja | 2,00 | UNIDAD | Q 857,28 | Q 1 714,55 |
| 7.04 | RAMAL B3 | | | | |
| 7.04.01 | Tubería Ø 1" - 160 PSI | 13,17 | ML | Q 149,60 | Q 1 970,38 |
| 7.04.02 | Tubería Ø 3/4" - 250 PSI | 25,81 | ML | Q 245,97 | Q 6 348,73 |
| 7.04.03 | Válvula de compuerta Ø 1" + Caja | 1,00 | UNIDAD | Q 707,81 | Q 707,81 |
| 7.05 | RAMAL D4 | | | | |
| 7.05.01 | Tubería Ø 3/4" - 250 PSI | 10,26 | ML | Q 245,97 | Q 2 524,39 |
| 7.05.02 | Tubería Ø 1/2" - 315 PSI | 10,43 | ML | Q 224,95 | Q 2 346,68 |
| 7.05.03 | Válvula de Compuerta Ø 3/4" + Caja | 1,00 | UNIDAD | Q 520,05 | Q 520,05 |
| 8.00 | CONEXIONES DOMICILIARIAS | | | | |
| 8.01 | Conexión Domiciliaria | 32 | UNIDAD | Q 966,39 | Q 30 924,53 |
| COSTO TOTAL DEL PROYECTO: | | | | Q 739 085,70 | |

Fuente: elaboración propia.

2.2.6.6. Cronograma de ejecución.

A continuación se presenta el cronograma de ejecución para el sistema de agua potable para el caserío La Soledad.

Tabla XIII. **Cronograma de ejecución para sistema de agua potable**

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
FECHA: AGOSTO DE 2015

| Núm. | RENLÓN | TIEMPO (EN DÍAS) | | | | | TOTAL |
|------|--------------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | |
| 1.00 | Preliminares | Q 48 640,95 | Q 40 175,78 | Q 40 175,78 | Q 35 285,08 | Q 20 613,01 | Q 184 890,60 |
| 2.00 | Captación | Q 57 374,48 | Q 28 687,24 | | | | Q 86 061,72 |
| 3.00 | Caseta de control de bombeo | Q 6 375,90 | Q 3 187,95 | | | | Q 9 563,85 |
| 4.00 | Línea de conducción | Q 39 170,93 | Q 52 227,90 | Q 52 227,90 | Q 26 113,95 | | Q 169 740,69 |
| 5.00 | Tanque de distribución (35 m3) | | | Q 60 011,05 | Q 15 002,76 | | Q 75 013,81 |
| 6.00 | Línea de distribución | | | | Q 2 577,30 | | Q 2 577,30 |
| 7.00 | Red de distribución | Q 21 213,32 | Q 42 426,63 | Q 42 426,63 | Q 42 426,63 | Q 31 819,98 | Q 180 313,20 |
| 8.00 | Conexiones domiciliarias | Q 1 932,78 | Q 7 731,13 | Q 7 731,13 | Q 7 731,13 | Q 5 798,35 | Q 30 924,53 |
| | INVERSIÓN MENSUAL | Q 174 708,36 | Q 174 436,64 | Q 202 572,50 | Q 129 136,87 | Q 58 231,33 | Q 739 085,70 |
| | % MENSUAL | 23,64% | 23,60% | 27,41% | 17,47% | 7,88% | |
| | INVERSIÓN MENSUAL ACUMULADA | Q 174 708,36 | Q 349 145,00 | Q 551 717,50 | Q 680 854,37 | Q 739 085,70 | 100,00% |
| | % MENSUAL ACUMULADO | 23,64% | 47,24% | 74,65% | 92,12% | 100,00% | |

Fuente: elaboración propia.

2.2.6.7. Evaluación socioeconómica

Se realiza a continuación un análisis sobre la viabilidad del sistema de agua potable para el caserío La Soledad.

2.2.6.7.1. Valor presente neto

Para el periodo será utilizado el tiempo de vida útil del equipo de bombeo, siendo este de 10 años. Será utilizado el 15,00 % como tasa de interés anual.

Los ingresos corresponden a la tarifa mensual que deben realizar los usuarios del sistema agregando un 10 % por percances no contemplados que pudiera sufrir el sistema; al final del periodo la recaudación debe ser de Q 151 979,52.

Los egresos corresponden a gastos de operación, mantenimiento y administrativos, los cuales debieran estar cercanos a Q 138 163,20.

El valor presente neto para el presente proyecto se expresa a continuación:

$$\text{VPN} = -739\,085,70 + 151\,979,52 * \left\{ \frac{[(0,15+1)^{10}-1]}{[0,15*(0,15 + 1)^{10}]} - \right. \\ \left. 138\,163,20 * \frac{[(0,15 + 1)^{10} -1]}{[0,15*(0,15 + 1)^{10}]} \right\} =$$

$$\text{VPN} = -669\,751,56$$

El valor presente neto es menor que cero, por lo que el proyecto no es rentable. Desde el punto de vista social, el objetivo primordial del sistema de agua potable es elevar la calidad de vida de la población y no generar ganancias económicas.

2.2.6.8. Tasa interna de retorno

Para el cálculo de la tasa interna de retorno o TIR es necesario conocer las tasas de utilidad que generen un VPN positivo y otro negativo. Luego, los valores encontrados deben interpolarse.

Para el VPN negativo se utilizará el calculado en el inciso anterior. Para el VPN positivo será utilizado el valor de 187 027,98 el cual es producto de una tasa del -25 %. Para el presente proyecto, la TIR es:

$$\text{TIR} = [(-25 - 15) * (0 + 669 751,56) / (187 027,98 + 669 751,56)] + 15 =$$
$$\text{TIR} = -16,27 \%$$

La tasa interna de retorno para el sistema de agua potable es menor que la tasa de interés (15%), lo que significa que el proyecto no es rentable. Como se mencionó con anterioridad, el sistema de agua potable tiene como prioridad crear bienestar para la población en general y no generar ganancias económicas.

2.2.6.9. Estudio de impacto ambiental

Para el sistema de agua potable para el caserío La Soledad, son evaluados los efectos así como las medidas de mitigación durante y después de la construcción del mismo mediante el estudio de impacto ambiental inicial.

2.2.6.9.1. Estudio de impacto ambiental inicial

Durante la construcción del sistema de agua potable se debe tomar en cuenta:

- Todo el personal involucrado en la construcción del proyecto utilizará los implementos de seguridad mínimos, como casco de protección, botas y chaleco reflectivo.

- Para la instalación de tuberías estará debidamente señalizada con cinta de seguridad en lugares visibles al peatón. De igual manera, serán previstas y acondicionadas áreas de circulación peatonal para no limitar la locomoción de los transeúntes.
- Cuando se realicen las excavaciones correspondientes, si es observado que el suelo es inestable, la zanja será protegida con puntales de madera a manera de evitar derrumbes que puedan perjudicar a los trabajadores así como a las estructuras existentes circundantes.
- Durante la excavación y construcción del pozo de captación así como la caja de protección del nacimiento, debe velarse en todo momento no modificar la estratigrafía del suelo donde se localiza el brote. Esto con el fin de evitar que sea dañado y obstruido permanentemente.
- Para evitar la contaminación del aire que causa el polvo de la excavación de zanjas, el material extraído será impregnado con agua de forma periódica.
- La maquinaria para compactación será utilizada en horas hábiles con el fin de evitar molestias por ruido a los vecinos de la localidad. Se cerrará el paso en el área de trabajo que sea utilizada por la maquinaria durante la operación.
- Cualquier proceso en el que sea utilizada la maquinaria, existirá personal supervisando al operador para evitar daños a las estructuras existentes.

Durante la operación del sistema de agua potable para el caserío La Soledad debe tomarse en cuenta:

- El caudal superficial de la fuente no será modificado, ya que la captación fue diseñada de forma poco perjudicial al entorno, de manera que cuando el equipo de bombeo no esté funcionando, el agua no captada podrá seguir el curso natural.
- De igual manera, las estructuras de la captación no modifican en ningún momento el curso natural del río y el agua en este punto, no recibirá ningún tipo de tratamiento con químicos.
- El ente administrativo del sistema debe programar y ejecutar inspecciones regulares a la cuenca que recarga la fuente y el río, así como a la mismo brote de agua, para asegurar que no existan agentes externos que puedan contaminar el agua a captar.
- Debe verificarse que el equipo de bombeo funcione en estado óptimo y que el mismo no sea causante de contaminación para el agua que es retornada al entorno.

2.2.6.10. Administración, operación y mantenimiento.

Es frecuente que en un sistema de agua potable existan fugas en tuberías y grietas en las estructuras. Sin embargo, realizar inspecciones de mantenimiento programadas pueden prevenir el deterioro innecesario del mismo así como el desperdicio del vital líquido.

La administración y operación del sistema debe ser responsabilidad de los habitantes de la comunidad, por lo que estos deben velar por que tanto el agua como el sistema sean utilizados de forma adecuada.

Las principales actividades de mantenimiento son:

- Realizar inspecciones mensuales al pozo de captación y caja de protección del nacimiento para verificar la cantidad de arena acumulada en el fondo de ambos. Deben retirarse los sedimentos acumulados en el fondo del pozo ya que estos pueden ocasionar el mal funcionamiento y desgaste del equipo de bombeo.
- El fontanero deberá realizar semanalmente un recorrido por las áreas en donde pasan la línea de conducción y la red de distribución, cuando el sistema esté en funcionamiento. Esto con el objetivo de verificar que las tuberías y conexiones domiciliarias no presenten fugas ni alteraciones.
- Para identificar si existe fuga en la línea de conducción debe monitorearse que los tiempos de llenado del tanque de distribución sean similares.
- Si en dado caso el llenado del tanque requiriera un tiempo adicional es probable que la tubería presente fuga a lo largo de su recorrido. Para reconocer los puntos de fuga debe prestarse especial atención a la presencia de humedad en el suelo en donde se encuentra enterrada la tubería.
- Para la red de distribución debe prestarse atención a cambios de presión de servicio por denuncias de los usuarios. De igual forma, si el suelo en donde se encuentra enterrada la tubería presenta humedad, es posible que exista una fuga.

- Deben programarse visitas quincenales al tanque de distribución para verificar que el mismo no presente grietas o fisuras generadoras de fugas. Durante la visita debe corroborarse que el tanque permanezca limpio, debiendo realizarse la limpieza cada seis meses.
- Deberá inspeccionarse que las tuberías de rebalse y de ventilación estén debidamente protegidas contra el ingreso de vectores contaminantes.
- El fontanero debe verificar semanalmente que el hipoclorador proporcione la solución correcta al flujo de agua entrante. Asimismo debe velar porque dentro del dispositivo existan pastillas de hipoclorito de calcio.

CONCLUSIONES

1. Se diseñó la red de alcantarillado sanitario para la aldea Lo de Carranza, en el municipio de San Juan Sacatepéquez, la cual posee una longitud de 2 027 metros lineales de tubería con un costo de ejecución de Q 2 325 585,46, así como el sistema de agua potable para el caserío La Soledad, aldea Estancia Grande, con una longitud de 1 536 metros lineales de tubería con un costo de ejecución de Q 739 085,70.
2. Para la aldea Lo de Carranza, la red de alcantarillado sanitario contribuye al cese de enfermedades gastrointestinales. Para el caserío La Soledad de la aldea Estancia Grande, el sistema de agua potable representa acceso al vital líquido y un control constante sobre la calidad del agua, reduciendo el riesgo por enfermedades.
3. Se elaboraron manuales de operación y mantenimiento sobre las acciones preventivas de rutina así como las de identificación y corrección de fallas, para el correcto funcionamiento de ambos sistemas.
4. La red de alcantarillado sanitario para la aldea Lo de Carranza beneficiará a 221 familias y el sistema de agua potable para el caserío La Soledad beneficiará a 32 familias. Aunque ninguno de los proyectos es rentable, la ejecución de los mismos representa para las comunidades las condiciones mínimas de habitación humana. Ambos sistemas impulsarán el desarrollo y aumentarán la calidad de vida de los habitantes.

RECOMENDACIONES

1. Antes de que la red de alcantarillado sanitario de la aldea Lo de Carranza sea puesta en funcionamiento, la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez deberá implementar la infraestructura necesaria, según el marco regulatorio del Acuerdo Gubernativo 236-2006, *Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos*.
2. Lo propuesto en el presente informe respecto al tratamiento de las aguas residuales para el alcantarillado sanitario de la aldea Lo de Carranza deberá ser evaluado por un ingeniero sanitaria, mismo que decidirá si la solución es viable con base en los requerimientos del sistema.
3. Miembros de la comunidad del caserío La Soledad deberán realizar aforos anuales a la fuente de agua para determinar el comportamiento del caudal y así tomar decisiones en beneficio de la comunidad.
4. Para ambas comunidades deberán programarse y realizarse capacitaciones dirigidas a los usuarios sobre el correcto uso de los sistemas.
5. Dependiendo de la fecha en que sean ejecutados ambos proyectos, deberá considerarse la actualización de precios de materiales y de mano de obra; debido a las fluctuaciones que pudieran sufrir los mismos con el paso del tiempo.

6. Ante los riesgos a la salud a los que los habitantes de la aldea Lo de Carranza y el caserío La Soledad se encuentran expuestos por falta de alcantarillado y sistemas de agua potable respectivamente, la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez deberá priorizar la construcción de ambos sistemas sanitarios aunque la implementación de los mismos no sea rentable.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-05) y comentarios (318R-05)*. Estados Unidos: ACI 2005. 490 p.
2. American Concrete Institute. *Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-08) y comentarios*. Estados Unidos: ACI 2008. 516 p.
3. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 170 p.
4. BARRERA CHINCHILLA, Miguel Ángel. *Diseño del sistema de agua potable por gravedad y bombeo en la aldea Joconal y escuela primaria en la aldea Campanario Progreso, municipio de La Unión, departamento de Zacapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 193 p.
5. CABRERA RIEPELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989. 135 p.
6. CAMEY VALERIO, Álvaro. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario del sector 1 y sector 2, de la aldea Lo de Mejía, del*

municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 123 p

7. GUZMÁN ROSALES, Juan Pablo. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo para el caserío La Fe, cantón Pujujil II, municipio y departamento de Sololá.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 98 p.
8. HERNÁNDEZ AVILÉS, Héctor José. *Diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea San José Lo De Ortega, municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 92 p.
9. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, de Guatemala. [en línea]. <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia.html>. [Consulta: abril de 2016.]
10. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de alcantarillados.* Guatemala: Infom, 2009. 18 p.
11. Instituto de Fomento Municipal y Unidad Ejecutora del Programa de Acueducto Rurales. *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales.* Guatemala: Infom y Unepar, 1997. 100 p.

12. International Conference of Building Officials. *Código uniforme de la edificación 1997, Volumen 2*. Estados Unidos: UBC, 1997. 44 p.
13. MÁRQUEZ JOCOL, Sergio Vinicio. *Costos de mano de obra en la construcción de edificios con respecto al dólar*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1998. 64 p.
14. MENDOZA TZIC, Elvia Konia. *Atención social como alternativa ante los problemas de aprendizaje de los niños de primero primaria, escuela Lo de Carranza*. Trabajo de graduación de Lic. Trabajo Social. Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Trabajo Social, 2003. 103 p.
15. NILSON, Arthur. *Diseño de Estructuras de Concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill Interamericana, 2001. 722 p.
16. PATZÁN CON, Carlos Francisco. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario ubicado en el caserío Pacajay, de la aldea Cruz Blanca y muro de contención de mampostería reforzada ubicado en la aldea Comunidad Zet, del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 136 p.
17. Secretaría General de Planificación y Municipalidad de San Juan Sacatepéquez. *Plan de desarrollo San Juan Sacatepéquez*. Guatemala: Segeplan, 2010. 88 p.

APÉNDICES

Apéndice 1

Precios unitarios utilizados para el presupuesto de la red de alcantarillado sanitario para la Aldea Lo de Carranza, municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala.

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
|---|-------------------------------|------------------|---------------------|--------------|
| PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | |
| 1.01 | Trazo y Replanteo Topográfico | CANTIDAD: | 1,00 ml | |
| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
| MATERIALES | | | | |
| Insumos varios (Pintura, Clavos con cabeza y Estacas) | 1 | GLOBAL | Q0,31 | Q0,31 |
| SUB TOTAL | | | | Q0,31 |
| | | | IVA 12% | Q0,04 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q0,35 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| Sub contrato - Cuadrilla de Topografía (1 Topografo - 2 Cadeneros) | 0,0025 | DÍA | Q1 100,00 | Q2,71 |
| SUB TOTAL | | | | Q2,71 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q0,00 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q2,37 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q5,08 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + MANO DE OBRA) | | | | Q5,42 |
| | | | INDIRECTOS 30% | Q1,63 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q7,05 |

Continuación de apéndice 1

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
|---|---------------------------------|------------------|--------------------|-------------------|
| PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | |
| 1.02 | Bodega de Almacenamiento | CANTIDAD: | 1,00 GLOBAL | |
| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
| MATERIALES | | | | |
| PARALES DE MADERA DE PINO (3"X4"X12') | 14 | UNIDAD | Q33,93 | Q475,02 |
| REGLAS DE 2"X3" | 18 | UNIDAD | Q29,46 | Q530,28 |
| LAMINA GALVANIZADA DE 12' (CALIBRE 28) | 32 | UNIDAD | Q79,46 | Q2 542,86 |
| CLAVOS PARA LÁMINA | 3 | LIBRA | Q7,59 | Q22,77 |
| CLAVOS CON CABEZA DE 4" | 3 | LIBRA | Q6,25 | Q18,75 |
| BISAGRAS DE 3" X 3" | 3 | UNIDAD | Q2,68 | Q8,04 |
| ARMELLAS | 2 | UNIDAD | Q1,79 | Q3,58 |
| SUB TOTAL | | | | Q3 601,30 |
| IVA | | | 12% | Q432,16 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q4 033,46 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| CONSTRUCCIÓN DE BODEGA | 1 | GLOBAL | Q2 500,00 | Q2 500,00 |
| SUB TOTAL | | | | Q2 500,00 |
| AYUDANTE | | | 37,50% | Q937,50 |
| PRESTACIONES | | | 87,33% | Q3 002,11 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q6 439,61 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + MANO DE OBRA) | | | | Q10 473,07 |
| INDIRECTOS | | | 30% | Q3 141,92 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q13 614,99 |

Continuación de apéndice 1

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
|---|-------------|------------------|---------------------------|---------------|
| PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | |
| 1.03 | Zanjeo | CANTIDAD: | 1,00 M3 | |
| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
| SUB CONTRATO | | | | |
| ALQUILER RETRO EXCAVADORA Q.550.00/HORA (22 M3/HORA, REND 0.6) | 0,08 | HORA | Q491,07 | Q39,46 |
| | | | TOTAL SUB CONTRATO | Q39,46 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| OPERARIO DE RETRO EXCAVADORA | 0,013391994 | DÍA | Q120,00 | Q1,61 |
| SUB TOTAL | | | | Q1,61 |
| AYUDANTE | | | 37,50% | Q0,60 |
| PRESTACIONES | | | 87,33% | Q1,93 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q4,14 |
| SUB TOTAL (SUB CONTRATO + MANO DE OBRA) | | | | Q43,60 |
| INDIRECTOS | | | 30% | Q13,08 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q56,68 |

Continuación de apéndice 1

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
|---|--|-----------|---------|---------------|
| PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | |
| 1.04 | Relleno (Suelo de corte mezclado con selecto al 30%) | CANTIDAD: | 1,00 M3 | |
| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
| MATERIALES | | | | |
| SELECTO | 0,31 | UNIDAD | Q84,82 | Q26,72 |
| SUB TOTAL | | | | Q26,72 |
| IVA | | | 12% | Q3,21 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q29,93 |
| SUB CONTRATO | | | | |
| ALQUILER VIBROCOMPACTADORA Q.450.00/DÍA (290 M2/HORA) | 0,03 | DÍA | Q450,00 | Q13,50 |
| TOTAL SUB CONTRATO | | | | Q13,50 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| MEZCLA DE SUELO Y RELLENO CONTROLADO | 0,03 | DÍA | Q150,00 | Q4,50 |
| SUB TOTAL | | | | Q4,50 |
| AYUDANTE | | | 37,50% | Q1,69 |
| PRESTACIONES | | | 87,33% | Q5,41 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q11,60 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + SUB CONT. + M. O.) | | | | Q55,03 |
| INDIRECTOS | | | 30% | Q16,51 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q71,54 |

Continuación de apéndice 1

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
|---|--|------------------|----------------------------|----------------|
| PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | |
| 1.05 | Colector Ø 6" (Incluye instalación) | CANTIDAD: | 1,00 ml | |
| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
| MATERIALES | | | | |
| TUBO PVC 6" CON CAMPANA JUNTA RAPIDA NORMA ASTM D-3034 | 0,17 | TUBO | Q909,38 | Q151,56 |
| SELECTO (Espesor de 0.15 m y ancho de 0.60 m) | 0,095 | M3 | Q84,82 | Q8,06 |
| TRAPOS, WIPE PARA LIMPIEZA | 0,17 | GLOBAL | Q0,45 | Q0,07 |
| SUB TOTAL | | | | Q159,69 |
| | | | IVA 12% | Q19,16 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q178,85 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| INSTALACIÓN DE TUBERÍA | 1 | ML | Q35,00 | Q35,00 |
| COMPACTACIÓN DE BASE DE SELECTO | 1 | ML | Q75,00 | Q75,00 |
| SUBTOTAL | | | | Q110,00 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q41,25 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q132,09 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q283,34 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + MANO DE OBRA) | | | | Q443,03 |
| | | | INDIRECTOS 30% | Q132,91 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q575,94 |

Continuación de apéndice 1

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
|---|--|------------------|----------------------------|----------------|
| PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | |
| 1.06 | Colector Ø 8" (Incluye instalación) | CANTIDAD: | 1,00 ml | |
| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
| MATERIALES | | | | |
| TUBO PVC 8" CON CAMPANA JUNTA RAPIDA NORMA ASTM D-3034 | 0,17 | TUBO | Q1 390,36 | Q231,73 |
| SELECTO (Espesor de 0.15 m y ancho de 0.60 m) | 0,09 | M3 | Q84,82 | Q7,63 |
| TRAPOS, WIPE PARA LIMPIEZA | 0,07 | GLOBAL | Q0,45 | Q0,03 |
| SUB TOTAL | | | | Q239,39 |
| | | | IVA 12% | Q28,73 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q268,12 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| INSTALACIÓN DE TUBERÍA | 1 | ML | Q35,00 | Q35,00 |
| COMPACTACIÓN DE BASE DE SELECTO | 1 | ML | Q75,00 | Q75,00 |
| SUB TOTAL | | | | Q110,00 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q41,25 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q132,09 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q283,34 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + MANO DE OBRA) | | | | Q551,46 |
| | | | INDIRECTOS 30% | Q165,44 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q716,90 |

Continuación de apéndice 1

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | |

| | | | | |
|------|--------------------------------|------------------|--------------------|--|
| 1.07 | Pozo de Visita 1,20 m a 2,00 m | CANTIDAD: | 1,00 UNIDAD | |
|------|--------------------------------|------------------|--------------------|--|

| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
|--|------|---------|-----------|------------------|
| MATERIALES | | | | |
| CONCRETO (Ver Renglon 1.12) | 0,62 | M3 | Q1 099,73 | Q677,43 |
| MORTERO (Ver Renglon 1.13) | 0,28 | M3 | Q1 276,45 | Q357,41 |
| LADRILLO DE 0.065X0.11X0.23 m DE PUNTA | 696 | UNIDAD | Q1,34 | Q932,14 |
| HIERRO No. 6 | 5 | VARILLA | Q84,82 | Q424,11 |
| HIERRO No. 4 | 2 | VARILLA | Q39,55 | Q79,11 |
| HIERRO No. 2 | 4 | VARILLA | Q7,32 | Q29,29 |
| ALAMBRE DE AMARRE | 3 | LB | Q8,93 | Q26,79 |
| FORMALETA (4 USOS) | 6,08 | P.T. | Q2,54 | Q15,47 |
| SUB TOTAL | | | | Q2 541,75 |
| | | | IVA 12% | Q305,01 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q2 846,76 |

| | | | | |
|--|------|------|---------|----------------|
| SUB CONTRATO | | | | |
| ALQUILERDE RETRO EXCAVADORA Q.350.00/HORA (22 M3/HORA, REND 0.6) | 0,48 | HORA | Q350,00 | Q168,00 |
| TOTAL SUB CONTRATO | | | | Q168,00 |

| | | | | |
|--|---|--------|---------------------|------------------|
| MANO DE OBRA | | | | |
| EXCAVACIÓN | 1 | UNIDAD | Q15,00 | Q15,00 |
| ARMADO, FUNDICIÓN DE LOSA INFERIOR + ACANALAMIENTO | 1 | UNIDAD | Q40,00 | Q40,00 |
| LEVANTADO DE PAREDES DE POZO | 1 | UNIDAD | Q250,00 | Q250,00 |
| ARMADO Y FUNDICIÓN DE BROCAL + TAPADERA | 1 | UNIDAD | Q90,00 | Q90,00 |
| SUB TOTAL | | | | Q395,00 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q148,13 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q474,33 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q1 017,46 |

| | |
|---|------------------|
| SUB TOTAL (MAT + SUB CONT. + M.O.) | Q4 032,22 |
| INDIRECTOS 30% | Q1 209,67 |

| | |
|------------------------|------------------|
| PRECIO UNITARIO | Q5 241,88 |
|------------------------|------------------|

Continuación de apéndice 1

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
|---|--|--|--|--|

PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ

FECHA: AGOSTO DE 2015

| | | | | |
|-------------|--|------------------|--------------------|--|
| 1.08 | Pozo de Visita de 2,01 a 3,00 m | CANTIDAD: | 1,00 UNIDAD | |
|-------------|--|------------------|--------------------|--|

| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
|--|------|---------|-----------|------------------|
| MATERIALES | | | | |
| CONCRETO (Ver Renglon 1.12) | 0,62 | M3 | Q1 099,73 | Q677,43 |
| MORTERO (Ver Renglon 1.13) | 0,45 | M3 | Q1 276,45 | Q576,95 |
| LADRILLO DE 0.065X0.11X0.23 m DE PUNTA | 1123 | UNIDAD | Q1,34 | Q1 504,02 |
| HIERRO No. 6 | 5 | VARILLA | Q84,82 | Q424,11 |
| HIERRO No. 4 | 2 | VARILLA | Q39,55 | Q79,11 |
| HIERRO No. 2 | 4 | VARILLA | Q7,32 | Q29,29 |
| ALAMBRE DE AMARRE | 3 | LB | Q8,93 | Q26,79 |
| FORMALETA (4 USOS) | 6,08 | P.T. | Q2,54 | Q15,47 |
| SUB TOTAL | | | | Q3 333,17 |
| | | | IVA 12% | Q399,98 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q3 733,15 |

SUB CONTRATO

| | | | | |
|---|------|------|---------|----------------|
| ALQUILER DE RETRO EXCAVADORA Q.350.00/HORA (22 M3/HORA, REND 0.6) | 0,72 | HORA | Q350,00 | Q252,00 |
| TOTAL SUB CONTRATO | | | | Q252,00 |

MANO DE OBRA

| | | | | |
|--|---|--------|---------------------|------------------|
| EXCAVACIÓN | 1 | UNIDAD | Q15,00 | Q15,00 |
| FUNDICIÓN DE LOSA INFERIOR + ACANALAMIENTO | 1 | UNIDAD | Q40,00 | Q40,00 |
| LEVANTADO DE PAREDES DE POZO | 1 | UNIDAD | Q400,00 | Q400,00 |
| ARMADO Y FUNDICIÓN DE BRCAL + TAPADERA | 1 | UNIDAD | Q90,00 | Q90,00 |
| SUB TOTAL | | | | Q545,00 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q204,38 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q654,46 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q1 403,84 |

| | | | | |
|---|--|--|------------------|------------------|
| SUB TOTAL (MAT + SUB CONT. + M.O.) | | | Q5 388,99 | |
| | | | INDIRECTOS 30% | Q1 616,70 |

| | | | |
|------------------------|--|--|------------------|
| PRECIO UNITARIO | | | Q7 005,69 |
|------------------------|--|--|------------------|

Continuación de apéndice 1

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | |

| | | | | |
|-------------|--|------------------|--------------------|--|
| 1.09 | Pozo de Visita de 3.01 a 4.00 m | CANTIDAD: | 1,00 UNIDAD | |
|-------------|--|------------------|--------------------|--|

| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
|--|-------|---------|-----------|------------------|
| MATERIALES | | | | |
| CONCRETO (Ver Renglon 1.12) | 0,616 | M3 | Q1 099,73 | Q677,43 |
| MORTERO (Ver Renglon 1.13) | 0,614 | M3 | Q1 276,45 | Q783,74 |
| LADRILLO DE 0.065X0.11X0.23 m DE PUNTA | 1524 | UNIDAD | Q1,34 | Q2 041,07 |
| HIERRO No. 6 | 5 | VARILLA | Q84,82 | Q424,11 |
| HIERRO No. 4 | 2 | VARILLA | Q39,55 | Q79,11 |
| HIERRO No. 2 | 4 | VARILLA | Q7,32 | Q29,29 |
| ALAMBRE DE AMARRE | 3 | LB | Q8,93 | Q26,79 |
| FORMALETA (4 USOS) | 6,08 | P.T. | Q2,54 | Q15,47 |
| SUB TOTAL | | | | Q4 077,00 |
| | | | IVA 12% | Q489,24 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q4 566,24 |

| | | | | |
|--|---|------|---------|----------------|
| SUB CONTRATO | | | | |
| EXCAVACIÓN (ALQUILER Y OPERACIÓN DE RETRO EXCAVADORA) Q.350.00/HORA | 1 | HORA | Q350,00 | Q350,00 |
| TOTAL SUB CONTRATO | | | | Q350,00 |

| | | | | |
|---|---|--------|---------------------|------------------|
| MANO DE OBRA | | | | |
| EXCAVACIÓN | 1 | UNIDAD | Q15,00 | Q15,00 |
| FUNDICIÓN Y ARMADO DE LOSA INFERIOR + ACANALAMIENTO | 1 | UNIDAD | Q40,00 | Q40,00 |
| LEVANTADO DE PAREDES DE POZO | 1 | UNIDAD | Q600,00 | Q600,00 |
| ARMADO Y FUNDICIÓN DE BRCAL + TAPADERA | 1 | UNIDAD | Q90,00 | Q90,00 |
| SUB TOTAL | | | | Q745,00 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q279,38 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q894,63 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q1 919,01 |

| | |
|---|------------------|
| SUB TOTAL (MAT + SUB CONT. + M.O.) | Q6 835,25 |
| Indirectos 30% | Q2 050,57 |

| | |
|------------------------|------------------|
| PRECIO UNITARIO | Q8 885,82 |
|------------------------|------------------|

Continuación de apéndice 1

| | |
|---|--|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | |

| | | | |
|-------------|---|------------------|--------------------|
| 1.10 | Conexiones Domiciliares para Colector de 6" | CANTIDAD: | 1,00 UNIDAD |
|-------------|---|------------------|--------------------|

| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
|--|-------|---------|-----------|------------------|
| MATERIALES | | | | |
| SILLETA YEE PVC 6"X4" | 1 | UNIDAD | Q254,73 | Q254,73 |
| TUBO PVC DIAMETRO 4" CON CAMPANA ASTM D-3034 | 1 | TUBO | Q407,86 | Q407,86 |
| CODO 90° PVC DIAMETRO 4" | 1 | UNIDAD | Q255,63 | Q255,63 |
| TUBO DE CONCRETO DIAMETRO 16" | 1 | UNIDAD | Q83,17 | Q83,17 |
| CONCRETO (Ver Renglon 1.12) | 0,063 | M3 | Q1 099,73 | Q69,28 |
| HIERRO No. 2 | 2,59 | VARILLA | Q7,32 | Q18,96 |
| ALAMBRE DE AMARRE | 3 | LB | Q8,93 | Q26,79 |
| FORMALETA (4 USOS) | 2,5 | P.T. | Q2,54 | Q6,36 |
| PEGAMENTO PVC AMANCO (1 litro) | 0,1 | LITRO | Q105,36 | Q10,54 |
| SUB TOTAL | | | | Q1 133,32 |
| | | | IVA 12% | Q136,00 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q1 269,32 |

| MANO DE OBRA | | | | |
|--|---|--------|---------------------|----------------|
| EXCAVACIÓN | 1 | UNIDAD | Q30,00 | Q30,00 |
| FUNDICIÓN Y ARMADO DE LOSA INFERIOR | 1 | UNIDAD | Q20,00 | Q20,00 |
| INSTALACIÓN DE TUBO DE CONCRETO | 1 | UNIDAD | Q20,00 | Q20,00 |
| ARMADO Y FUNDICIÓN DE BRCAL + TAPADERA | 1 | UNIDAD | Q40,00 | Q40,00 |
| SUB TOTAL | | | | Q110,00 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q41,25 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q132,09 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q283,34 |

| | | |
|--|--|------------------|
| SUB TOTAL (MATERIALES + MANO DE OBRA) | | Q1 416,66 |
| Indirectos 30% | | Q425,00 |

| | | |
|------------------------|--|------------------|
| PRECIO UNITARIO | | Q1 841,66 |
|------------------------|--|------------------|

Continuación de apéndice 1

| | | | | |
|---|--|------------------|---------------------|--|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | |
| 1.11 | Conexiones Domiciliares para Colector de 8" | CANTIDAD: | 25,00 UNIDAD | |

| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
|--|-------|---------|----------------|------------------|
| MATERIALES | | | | |
| SILLETA YEE PVC 8"X4" | 1 | UNIDAD | Q532,77 | Q532,77 |
| TUBO PVC DIAMETRO 4" CON CAMPANA ASTM D-3034 | 1 | TUBO | Q407,86 | Q407,86 |
| CODO 90° PVC DIAMETRO 4" | 1 | UNIDAD | Q255,63 | Q255,63 |
| TUBO DE CONCRETO DIAMETRO 16" | 1 | UNIDAD | Q83,17 | Q83,17 |
| CONCRETO (Ver Renglon 1.12) | 0,063 | M3 | Q1 099,73 | Q69,28 |
| HIERRO No. 2 | 2,59 | VARILLA | Q7,32 | Q18,96 |
| ALAMBRE DE AMARRE | 3 | LB | Q8,93 | Q26,79 |
| FORMALETA (4 USOS) | 2,5 | P.T. | Q2,54 | Q6,36 |
| PEGAMENTO PVC AMANCO (1 LITRO) | 0,1 | LITRO | Q105,36 | Q10,54 |
| SUB TOTAL | | | | Q1 411,36 |
| | | | IVA 12% | Q169,36 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q1 580,72 |

| MANO DE OBRA | | | | |
|--|---|--------|----------------------------|------------------|
| EXCAVACIÓN | 1 | UNIDAD | Q30,00 | Q30,00 |
| FUNDICIÓN Y ARMADO DE LOSA INFERIOR | 1 | UNIDAD | Q20,00 | Q20,00 |
| INSTALACIÓN DE TUBO DE CONCRETO | 1 | UNIDAD | Q12,50 | Q12,50 |
| ARMADO Y FUNDICIÓN DE BRCAL + TAPADERA | 1 | UNIDAD | Q40,00 | Q40,00 |
| SUB TOTAL | | | | Q102,50 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q38,44 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q123,09 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q264,03 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + MANO DE OBRA) | | | | Q1 844,75 |
| | | | INDIRECTOS 30% | Q553,43 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q2 398,18 |

Continuación de apéndice 1

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
|---|-------------|------------------|---------|------------------|
| PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | |
| 1.12 | M3 CONCRETO | CANTIDAD: | 1,00 M3 | |
| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
| MATERIALES | | | | |
| CEMENTO | 9,8 | SACOS | Q69,42 | Q680,31 |
| ARENA DE RIO | 0,55 | M3 | Q79,46 | Q43,71 |
| PIEDRIN | 0,55 | M3 | Q165,18 | Q90,85 |
| SUB TOTAL | | | | Q814,87 |
| IVA | | | 12% | Q97,78 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q912,65 |
| SUB CONTRATO | | | | |
| MEZCLADORA DE CONCRETO (1.5 SACOS DE CEMENTO) Q.270.00/DÍA | 0,022 | DIA | Q275,00 | Q6,05 |
| TOTAL SUB CONTRATO | | | | Q6,05 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| MEZCLADO Y OPERACIÓN | 1 | M3 | Q8,04 | Q8,04 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q8,04 |
| AYUDANTE | | | 37,50% | Q3,02 |
| PRESTACIONES | | | 87,33% | Q9,66 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q28,76 |
| SUB TOTAL (MAT + SUB CONT. + M.O.) | | | | Q947,46 |
| INDIRECTOS | | | 30% | Q284,24 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q1 231,70 |

Continuación de apéndice 1

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA | | | | |
|--|-------------------|---|---------------------|------------------|
| EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- | | | | |
| MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
| PROYECTO: | | DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN | | |
| FECHA: | | AGOSTO DE 2015 | | |
| 1.13 | M3 MORTERO | CANTIDAD: | 1,00 M3 | |
| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
| MATERIALES | | | | |
| CEMENTO | 12 | SACOS | Q69,42 | Q833,04 |
| ARENA DE RIO | 1,33 | M3 | Q75,89 | Q100,94 |
| SUB TOTAL | | | | Q933,98 |
| | | | IVA | 12% |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q1 046,06 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| PREPARACIÓN | 1 | M3 | Q15,00 | Q15,00 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q15,00 |
| | | | AYUDANTE | 37,50% |
| | | | PRESTACIONES | 87,33% |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q53,65 |
| SUB TOTAL (MAT + M.O.) | | | | Q1 099,71 |
| | | | INDIRECTOS | 30% |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q1 429,62 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2

Memoria de cálculo de la red de alcantarillado sanitario para la Aldea Lo de Carranza.

| COLECTOR PRINCIPAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|---------------|----------|----------|-----------|------|------------|------|----------|-------|-------|----------------------------|--------|---------|--------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|------------|-------|---------|-----|-----------|-----|-------------|----------|------------|------|
| DE PV | A PV | COTAS TERRENO | | DH (mts) | VIVIENDAS | | HABITANTES | | F. Q. M. | F.H. | | Q _{as} (lts/seg.) | | Ø (Pig) | S (%) | RELACIÓN q/Q | | RELACIÓN v/V | | RELACIÓN d/D | | V (m/seg.) | | v Check | | d/D Check | | COTA INVERT | | PROF. POZO | |
| | | INICIAL | FINAL | | LOC | ACUM | ACT | FUT | | ACT | FUT | ACT | FUT | | | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT |
| CP1 | CP2 | 1609,872 | 1609,923 | 39,774 | 3 | 7 | 42 | 109 | 0,0025 | 4,329 | 4,234 | 0,455 | 1,149 | 6 | 0,570 | 0,02915 | 0,07368 | 0,44288 | 0,58324 | 0,11700 | 0,18300 | 0,400 | 0,499 | OK | OK | OK | OK | 1608,340 | 1608,113 | 1,53 | 1,81 |
| CP2 | CP3 | 1609,923 | 1608,817 | 63,481 | 6 | 30 | 180 | 465 | 0,0025 | 4,164 | 3,990 | 1,020 | 2,551 | 6 | 1,220 | 0,08215 | 0,20342 | 0,60214 | 0,78319 | 0,19300 | 0,30500 | 0,753 | 0,979 | OK | OK | OK | OK | 1608,083 | 1607,308 | 1,84 | 1,51 |
| CP3 | CP4 | 1608,817 | 1607,833 | 46,539 | 1 | 45 | 270 | 698 | 0,0025 | 4,098 | 3,895 | 0,770 | 1,935 | 6 | 0,123 | 0,38262 | 0,94005 | 0,93327 | 1,13692 | 0,42900 | 0,74000 | 0,370 | 0,451 | NO | OK | OK | OK | 1606,036 | 1605,979 | 2,78 | 1,85 |
| CP4 | CP5 | 1607,833 | 1607,214 | 23,116 | 0 | 64 | 384 | 992 | 0,0025 | 4,031 | 3,802 | 0,708 | 1,779 | 8 | 0,140 | 0,23249 | 0,56680 | 0,81456 | 1,03120 | 0,32800 | 0,53900 | 0,418 | 0,529 | OK | OK | OK | OK | 1605,949 | 1605,917 | 1,88 | 1,30 |
| CP5 | CP6 | 1607,214 | 1606,367 | 48,584 | 0 | 76 | 456 | 1178 | 0,0025 | 3,994 | 3,753 | 0,327 | 0,828 | 8 | 1,080 | 0,09851 | 0,23920 | 0,63487 | 0,81984 | 0,21100 | 0,33200 | 0,905 | 1,169 | OK | OK | OK | OK | 1605,688 | 1605,163 | 1,53 | 1,20 |
| CP6 | CP7 | 1606,367 | 1606,155 | 30,868 | 0 | 94 | 564 | 1458 | 0,0025 | 3,947 | 3,689 | 0,895 | 2,244 | 8 | 0,570 | 0,16571 | 0,40025 | 0,73956 | 0,94346 | 0,27500 | 0,43900 | 0,766 | 0,977 | OK | OK | OK | OK | 1605,133 | 1604,957 | 1,23 | 1,20 |
| CP7 | CP8 | 1606,155 | 1605,958 | 19,478 | 0 | 94 | 564 | 1458 | 0,0025 | 3,947 | 3,689 | 0,455 | 1,149 | 8 | 0,850 | 0,13570 | 0,32776 | 0,69745 | 0,89432 | 0,24800 | 0,39300 | 0,882 | 1,131 | OK | OK | OK | OK | 1604,927 | 1604,762 | 1,23 | 1,20 |
| CP8 | CP9 | 1605,958 | 1605,847 | 38,130 | 0 | 111 | 666 | 1721 | 0,0025 | 3,907 | 3,636 | 1,874 | 4,641 | 8 | 0,200 | 0,32702 | 0,78645 | 0,89432 | 1,10742 | 0,39300 | 0,66800 | 0,549 | 0,679 | OK | OK | OK | OK | 1604,724 | 1604,648 | 1,23 | 1,20 |
| CP9 | CP10 | 1605,847 | 1605,696 | 17,733 | 0 | 128 | 768 | 1985 | 0,0025 | 3,871 | 3,588 | 2,766 | 6,795 | 8 | 0,350 | 0,28244 | 0,67665 | 0,85907 | 1,07362 | 0,36300 | 0,60200 | 0,697 | 0,871 | OK | OK | OK | OK | 1604,213 | 1604,151 | 1,63 | 1,55 |
| CP10 | CP11 | 1605,696 | 1605,429 | 14,621 | 0 | 128 | 768 | 1985 | 0,0025 | 3,871 | 3,588 | 3,869 | 9,433 | 8 | 0,260 | 0,32770 | 0,78507 | 0,89432 | 1,10700 | 0,39300 | 0,66700 | 0,625 | 0,774 | OK | OK | OK | OK | 1604,121 | 1604,083 | 1,58 | 1,35 |
| CP11 | CP12 | 1605,429 | 1604,601 | 42,750 | 3 | 131 | 786 | 2031 | 0,0025 | 3,865 | 3,581 | 4,554 | 11,057 | 8 | 1,530 | 0,13804 | 0,33049 | 0,70067 | 0,89657 | 0,25000 | 0,39500 | 1,189 | 1,521 | OK | OK | OK | OK | 1604,053 | 1603,399 | 1,38 | 1,20 |
| CP12 | CP13 | 1604,601 | 1604,155 | 36,875 | 1 | 132 | 792 | 2047 | 0,0025 | 3,863 | 3,578 | 5,565 | 13,441 | 8 | 1,130 | 0,16177 | 0,38722 | 0,73350 | 0,93533 | 0,27100 | 0,43100 | 1,069 | 1,364 | OK | OK | OK | OK | 1603,369 | 1602,952 | 1,23 | 1,20 |
| CP13 | CP14 | 1604,155 | 1603,833 | 25,247 | 0 | 132 | 792 | 2047 | 0,0025 | 3,863 | 3,578 | 5,565 | 13,441 | 8 | 1,130 | 0,16177 | 0,38722 | 0,73350 | 0,93533 | 0,27100 | 0,43100 | 1,069 | 1,364 | OK | OK | OK | OK | 1602,922 | 1602,637 | 1,23 | 1,20 |
| CP14 | CP15 | 1603,833 | 1603,693 | 19,775 | 0 | 132 | 792 | 2047 | 0,0025 | 3,863 | 3,578 | 6,505 | 15,644 | 8 | 0,600 | 0,22200 | 0,53140 | 0,80384 | 1,01487 | 0,32000 | 0,51800 | 0,854 | 1,078 | OK | OK | OK | OK | 1602,607 | 1602,488 | 1,23 | 1,20 |
| CP15 | CP16 | 1603,693 | 1603,289 | 24,630 | 0 | 140 | 840 | 2171 | 0,0025 | 3,848 | 3,558 | 7,432 | 17,806 | 8 | 1,500 | 0,14832 | 0,35445 | 0,71652 | 0,91424 | 0,26000 | 0,41100 | 1,204 | 1,536 | OK | OK | OK | OK | 1602,458 | 1602,089 | 1,23 | 1,20 |
| CP16 | CP17 | 1603,289 | 1603,045 | 12,918 | 0 | 156 | 936 | 2419 | 0,0025 | 3,818 | 3,520 | 7,432 | 17,806 | 8 | 0,450 | 0,29945 | 0,71345 | 0,99184 | 1,08611 | 0,37500 | 0,62400 | 0,913 | 0,999 | OK | OK | OK | OK | 1599,655 | 1599,597 | 3,63 | 3,45 |
| CP17 | CP18 | 1603,045 | 1601,967 | 37,086 | 2 | 170 | 1020 | 2636 | 0,0025 | 3,794 | 3,490 | 7,595 | 18,183 | 8 | 0,800 | 0,24321 | 0,57804 | 0,82376 | 1,03566 | 0,33500 | 0,54500 | 1,011 | 1,271 | OK | OK | OK | OK | 1599,567 | 1599,271 | 3,48 | 2,70 |
| CP18 | CP19 | 1601,967 | 1601,636 | 20,178 | 3 | 184 | 1104 | 2853 | 0,0025 | 3,772 | 3,461 | 7,649 | 18,309 | 8 | 0,460 | 0,34508 | 0,81829 | 0,90770 | 1,11508 | 0,40500 | 0,68700 | 0,844 | 1,037 | OK | OK | OK | OK | 1599,233 | 1599,140 | 2,73 | 2,50 |
| CP19 | CP20 | 1601,636 | 1601,294 | 29,405 | 0 | 198 | 1188 | 3070 | 0,0025 | 3,751 | 3,434 | 7,649 | 18,309 | 8 | 0,550 | 0,33768 | 0,79901 | 0,90217 | 1,11036 | 0,40000 | 0,67500 | 0,918 | 1,129 | OK | OK | OK | OK | 1598,358 | 1598,196 | 3,28 | 3,10 |
| CP20 | CP21 | 1601,294 | 1601,143 | 18,050 | 0 | 198 | 1188 | 3070 | 0,0025 | 3,751 | 3,434 | 7,649 | 18,309 | 8 | 0,420 | 0,38642 | 0,91435 | 0,93533 | 1,13367 | 0,43100 | 0,74000 | 0,831 | 1,008 | OK | OK | OK | OK | 1598,166 | 1598,090 | 3,13 | 3,05 |
| CP21 | CP22 | 1601,143 | 1601,170 | 30,513 | 2 | 205 | 1230 | 3179 | 0,0025 | 3,740 | 3,421 | 11,501 | 27,186 | 8 | 0,46 | 0,38249 | 0,90413 | 0,93223 | 1,13221 | 0,42800 | 0,74000 | 0,864 | 1,050 | OK | OK | OK | OK | 1598,060 | 1597,921 | 3,08 | 3,25 |
| CP22 | CP23 | 1601,170 | 1600,632 | 33,217 | 8 | 213 | 1278 | 3303 | 0,0025 | 3,729 | 3,407 | 11,913 | 28,129 | 8 | 0,49 | 0,38146 | 0,90067 | 0,93223 | 1,13176 | 0,42800 | 0,74000 | 0,898 | 1,090 | OK | OK | OK | OK | 1597,891 | 1597,727 | 3,28 | 2,90 |
| CP23 | CP24 | 1600,632 | 1598,478 | 11,575 | 2 | 215 | 1290 | 3334 | 0,0025 | 3,726 | 3,403 | 12,016 | 28,364 | 8 | 6,26 | 0,10801 | 0,25495 | 0,65238 | 0,83537 | 0,22100 | 0,34400 | 2,238 | 2,866 | OK | OK | OK | OK | 1597,697 | 1596,973 | 2,93 | 1,50 |
| CP24 | CP25 | 1598,478 | 1598,583 | 5,606 | 1 | 216 | 1296 | 3349 | 0,0025 | 3,725 | 3,401 | 12,068 | 28,481 | 8 | 1,13 | 0,25522 | 0,60235 | 0,83537 | 1,04573 | 0,34400 | 0,55900 | 1,218 | 1,525 | OK | OK | OK | OK | 1596,943 | 1596,880 | 1,53 | 1,70 |
| CP25 | CP26 | 1598,583 | 1597,673 | 6,697 | 1 | 217 | 1302 | 3365 | 0,0025 | 3,723 | 3,400 | 12,119 | 28,598 | 8 | 13,10 | 0,07528 | 0,17764 | 0,58706 | 0,75446 | 0,18500 | 0,28500 | 2,914 | 3,745 | OK | OK | OK | OK | 1596,850 | 1595,972 | 1,73 | 1,70 |
| CP26 | CP27 | 1597,673 | 1596,077 | 7,405 | 2 | 219 | 1314 | 3396 | 0,0025 | 3,720 | 3,396 | 12,222 | 28,832 | 8 | 14,40 | 0,07241 | 0,17082 | 0,58132 | 0,74556 | 0,18200 | 0,27900 | 3,026 | 3,881 | OK | OK | OK | OK | 1595,942 | 1594,876 | 1,73 | 1,20 |
| RAMAL A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DE PV | A PV | COTAS TERRENO | | DH (mts) | VIVIENDAS | | HABITANTES | | F. Q. M. | F.H. | | Q _{as} (lts/seg.) | | Ø (Pig) | S (%) | RELACIÓN q/Q | | RELACIÓN v/V | | RELACIÓN d/D | | V (m/seg.) | | v Check | | d/D Check | | COTA INVERT | | PROF. POZO | |
| | | INICIAL | FINAL | | LOC | ACUM | ACT | FUT | | ACT | FUT | ACT | FUT | | | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT |
| 1A | CP1 | 1610,396 | 1609,872 | 92,860 | 4 | 4 | 24 | 62 | 0,0025 | 4,369 | 4,295 | 0,262 | 0,666 | 6 | 0,890 | 0,01346 | 0,03418 | 0,37519 | 0,46389 | 0,08100 | 0,12600 | 0,401 | 0,496 | OK | OK | OK | OK | 1609,196 | 1608,370 | 1,20 | 1,50 |
| RAMAL B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DE PV | A PV | COTAS TERRENO | | DH (mts) | VIVIENDAS | | HABITANTES | | F. Q. M. | F.H. | | Q _{as} (lts/seg.) | | Ø (Pig) | S (%) | RELACIÓN q/Q | | RELACIÓN v/V | | RELACIÓN d/D | | V (m/seg.) | | v Check | | d/D Check | | COTA INVERT | | PROF. POZO | |
| | | INICIAL | FINAL | | LOC | ACUM | ACT | FUT | | ACT | FUT | ACT | FUT | | | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT |
| 1B | 2B | 1615,188 | 1615,376 | 41,319 | 8 | 8 | 48 | 124 | 0,0025 | 4,318 | 4,217 | 0,518 | 1,308 | 6 | 0,600 | 0,03239 | 0,08174 | 0,45697 | 0,60214 | 0,12300 | 0,19300 | 0,401 | 0,528 | OK | OK | OK | OK | 1613,988 | 1613,740 | 1,20 | 1,64 |
| 2B | 3B | 1615,376 | 1610,34 | 39,770 | 5 | 13 | 78 | 202 | 0,0025 | 4,272 | 4,147 | 0,833 | 2,090 | 6 | 11,500 | 0,01189 | 0,02984 | 0,33675 | 0,44525 | 0,07600 | 0,11800 | 1,293 | 1,710 | OK | OK | OK | OK | 1613,710 | 1609,137 | 1,67 | 1,20 |
| 3B | CP2 | 1610,34 | 1609,923 | 19,196 | 4 | 17 | 102 | 264 | 0,0025 | 4,241 | 4,102 | 1,082 | 2,703 | 6 | 2,020 | 0,03684 | 0,09209 | 0,47527 | 0,62414 | 0,13100 | 0,20500 | 0,765 | 1,004 | OK | OK | OK | OK | 1609,107 | 1608,719 | 1,23 | 1,20 |
| RAMAL C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DE PV | A PV | COTAS TERRENO | | DH (mts) | VIVIENDAS | | HABITANTES | | F. Q. M. | F.H. | | Q _{as} (lts/seg.) | | Ø (Pig) | S (%) | RELACIÓN q/Q | | RELACIÓN v/V | | RELACIÓN d/D | | V (m/seg.) | | v Check | | d/D Check | | COTA INVERT | | PROF. POZO | |
| | | INICIAL | FINAL | | LOC | ACUM | ACT | FUT | | ACT | FUT | ACT | FUT | | | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT |
| 1C | 2C | 1609,205 | 1607,656 | 51,669 | 3 | 3 | 18 | 47 | 0,0025 | 4,386 | 4,321 | 0,197 | 0,503 | 6 | 3,00 | 0,00552 | 0,01405 | 0,26681 | 0,35355 | 0,05300 | 0,08200 | 0,523 | 0,693 | OK | OK | OK | OK | 1608,005 | 1606,455 | 1,20 | 1,20 |
| 3C | 4C | 1609,521 | 1608,467 | 50,194 | 3 | 3 | 18 | 47 | 0,0025 | 4,386 | 4,321 | 0,197 | 0,503 | 6 | 2,09 | 0,00661 | 0,01683 | 0,28288 | 0,37519 | 0,05800 | 0,09000 | 0,463 | 0,614 | OK | OK | OK | OK | | | | |

Continuación de apéndice 2

| RAMAL E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|------|---------------|----------|----------|-----------|-------|------------|-------|----------|-------|-------|-----------------------------|-------|---------|------------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|------------|-------|---------|-----|-----------|-----|-------------|----------|------------|------|
| DE PV | A PV | COTAS TERRENO | | DH (mts) | VIVIENDAS | | HABITANTES | | F. Q. M. | F.H. | | Q _{ais} (lts/seg.) | | Ø (Pig) | S (%) TUBO | RELACIÓN q/Q | | RELACIÓN v/V | | RELACIÓN d/D | | V (m/seg.) | | v Check | | d/D Check | | COTA INVERT | | PROF. POZO | |
| | | INICIAL | FINAL | | LOC | ACUM | ACT | FUT | | ACT | FUT | ACT | FUT | | | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT | ACT | FUT |
| 1E | 2E | 1613,082 | 1610,377 | 14,554 | 3 | 3 | 18 | 47 | 0,0025 | 4,386 | 4,321 | 0,197 | 0,503 | 6 | 18,60 | 0,00222 | 0,00564 | 0,19967 | 0,26681 | 0,03400 | 0,05300 | 0,975 | 1,303 | OK | OK | OK | OK | 1611,882 | 1609,175 | 1,20 | 1,20 |
| 2E | 3E | 1610,377 | 1608,637 | 20,795 | 3 | 6 | 36 | 93 | 0,0025 | 4,341 | 4,252 | 0,391 | 0,989 | 6 | 8,20 | 0,00661 | 0,01672 | 0,28288 | 0,37253 | 0,05800 | 0,08900 | 0,917 | 1,208 | OK | OK | OK | OK | 1609,145 | 1607,440 | 1,23 | 1,20 |
| 3E | CP5 | 1608,637 | 1607,214 | 47,387 | 6 | 12 | 72 | 186 | 0,0025 | 4,280 | 4,159 | 0,770 | 1,935 | 6 | 3,57 | 0,01974 | 0,04958 | 0,39349 | 0,51890 | 0,09700 | 0,15100 | 0,842 | 1,110 | OK | OK | OK | OK | 1607,410 | 1605,718 | 1,23 | 1,50 |
| RAMAL F | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1F | 2F | 1616,773 | 1616,428 | 9,724 | 2 | 2 | 12 | 31 | 0,0025 | 4,407 | 4,352 | 0,132 | 0,337 | 6 | 3,50 | 0,00342 | 0,00873 | 0,22929 | 0,30753 | 0,04200 | 0,06600 | 0,486 | 0,651 | OK | OK | OK | OK | 1615,573 | 1615,233 | 1,20 | 1,20 |
| 2F | 3F | 1616,428 | 1610,816 | 25,423 | 5 | 7 | 42 | 109 | 0,0025 | 4,329 | 4,234 | 0,455 | 1,149 | 6 | 21,99 | 0,00469 | 0,01186 | 0,25016 | 0,33675 | 0,04800 | 0,07600 | 1,328 | 1,788 | OK | OK | OK | OK | 1615,203 | 1609,612 | 1,23 | 1,20 |
| 3F | 4F | 1610,816 | 1607,017 | 23,286 | 4 | 11 | 66 | 171 | 0,0025 | 4,289 | 4,172 | 0,708 | 1,779 | 6 | 16,16 | 0,00852 | 0,02143 | 0,30451 | 0,40369 | 0,06500 | 0,10100 | 1,386 | 1,837 | OK | OK | OK | OK | 1609,582 | 1605,819 | 1,23 | 1,20 |
| 4F | CP6 | 1607,017 | 1606,367 | 42,435 | 7 | 18 | 108 | 279 | 0,0025 | 4,234 | 4,092 | 1,143 | 2,855 | 6 | 1,46 | 0,04587 | 0,11456 | 0,50612 | 0,66437 | 0,14500 | 0,22800 | 0,691 | 0,908 | OK | OK | OK | OK | 1605,789 | 1605,171 | 1,23 | 1,20 |
| RAMAL G | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1G | 2G | 1617,588 | 1617,279 | 12,751 | 3 | 3 | 18 | 47 | 0,0025 | 4,386 | 4,321 | 0,197 | 0,503 | 6 | 2,43 | 0,00613 | 0,01561 | 0,27652 | 0,36717 | 0,05600 | 0,08700 | 0,488 | 0,648 | OK | OK | OK | OK | 1616,388 | 1616,078 | 1,20 | 1,20 |
| 2G | 3G | 1617,279 | 1608,287 | 40,266 | 9 | 12 | 72 | 186 | 0,0025 | 4,280 | 4,159 | 0,770 | 1,935 | 6 | 22,25 | 0,00791 | 0,01986 | 0,29843 | 0,39349 | 0,06300 | 0,09700 | 1,594 | 2,102 | OK | OK | OK | OK | 1616,048 | 1607,089 | 1,23 | 1,20 |
| 3G | 4G | 1608,287 | 1606,262 | 18,151 | 2 | 14 | 84 | 217 | 0,0025 | 4,264 | 4,135 | 0,895 | 2,244 | 6 | 11,00 | 0,01307 | 0,03276 | 0,34801 | 0,45928 | 0,08000 | 0,12400 | 1,307 | 1,725 | OK | OK | OK | OK | 1607,059 | 1605,062 | 1,23 | 1,20 |
| 4G | CP8 | 1606,262 | 1605,958 | 20,902 | 3 | 17 | 102 | 264 | 0,0025 | 4,241 | 4,102 | 1,082 | 2,703 | 6 | 1,33 | 0,04541 | 0,11349 | 0,50612 | 0,66267 | 0,14500 | 0,22700 | 0,661 | 0,865 | OK | OK | OK | OK | 1605,032 | 1604,754 | 1,23 | 1,20 |
| RAMAL H | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1H | 2H | 1619,167 | 1616,707 | 21,286 | 5 | 5 | 30 | 78 | 0,0025 | 4,355 | 4,272 | 0,327 | 0,828 | 6 | 11,57 | 0,00465 | 0,01179 | 0,25016 | 0,33675 | 0,04800 | 0,07600 | 0,963 | 1,297 | OK | OK | OK | OK | 1617,967 | 1615,504 | 1,20 | 1,20 |
| 2H | 3H | 1616,707 | 1608,741 | 28,164 | 6 | 11 | 66 | 171 | 0,0025 | 4,289 | 4,172 | 0,708 | 1,779 | 6 | 28,17 | 0,00646 | 0,01623 | 0,27971 | 0,36986 | 0,05700 | 0,08800 | 1,681 | 2,223 | OK | OK | OK | OK | 1615,474 | 1607,541 | 1,23 | 1,20 |
| 3H | CP9 | 1608,741 | 1605,847 | 19,474 | 6 | 17 | 102 | 264 | 0,0025 | 4,241 | 4,102 | 1,082 | 2,703 | 6 | 16,78 | 0,01278 | 0,03195 | 0,34522 | 0,45464 | 0,07900 | 0,12200 | 1,601 | 2,109 | OK | OK | OK | OK | 1607,511 | 1604,243 | 1,23 | 1,60 |
| RAMAL I | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1I | CP15 | 1606,069 | 1603,693 | 75,691 | 8 | 8 | 48 | 124 | 0,0025 | 4,318 | 4,217 | 0,518 | 1,308 | 6 | 3,14 | 0,01416 | 0,03574 | 0,35630 | 0,47075 | 0,08300 | 0,12900 | 0,715 | 0,944 | OK | OK | OK | OK | 1604,869 | 1602,493 | 1,20 | 1,20 |
| RAMAL J | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1J | 2J | 1601,555 | 1602,202 | 83,195 | 7 | 7 | 42 | 109 | 0,0025 | 4,329 | 4,234 | 0,455 | 1,149 | 6 | 0,66 | 0,02709 | 0,06847 | 0,43332 | 0,57164 | 0,11300 | 0,17700 | 0,400 | 0,526 | OK | OK | OK | OK | 1600,355 | 1599,806 | 1,20 | 2,40 |
| 3J | 2J | 1601,009 | 1602,202 | 18,027 | 7 | 7 | 42 | 109 | 0,0025 | 4,329 | 4,234 | 0,455 | 1,149 | 6 | 0,31 | 0,03953 | 0,09991 | 0,48424 | 0,63841 | 0,13500 | 0,21300 | 0,305 | 0,402 | NO | OK | OK | OK | 1599,809 | 1599,753 | 1,20 | 2,45 |
| 2J | CP16 | 1602,202 | 1603,289 | 24,938 | 2 | 16 | 96 | 248 | 0,0025 | 4,248 | 4,112 | 1,020 | 2,551 | 6 | 0,151 | 0,12704 | 0,31783 | 0,68442 | 0,88747 | 0,24000 | 0,39000 | 0,301 | 0,400 | NO | OK | OK | OK | 1599,723 | 1599,685 | 2,48 | 3,60 |
| RAMAL K | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1K | CP17 | 1601,917 | 1603,045 | 75,548 | 12 | 12 | 72 | 186 | 0,0025 | 4,280 | 4,159 | 0,770 | 1,935 | 6 | 0,30 | 0,06810 | 0,17104 | 0,56969 | 0,74556 | 0,17600 | 0,27900 | 0,353 | 0,462 | NO | OK | OK | OK | 1600,717 | 1600,490 | 1,20 | 2,55 |
| RAMAL L | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1L | CP18 | 1600,611 | 1601,967 | 64,361 | 11 | 11 | 66 | 171 | 0,0025 | 4,289 | 4,172 | 0,708 | 1,779 | 6 | 0,23 | 0,07144 | 0,17963 | 0,57746 | 0,75593 | 0,18000 | 0,28600 | 0,314 | 0,410 | NO | OK | OK | OK | 1599,411 | 1599,263 | 1,20 | 2,70 |
| RAMAL M | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1M | 2M | 1599,847 | 1601,103 | 33,427 | 5 | 5 | 30 | 78 | 0,0025 | 4,355 | 4,272 | 0,327 | 0,828 | 6 | 0,44 | 0,02384 | 0,06044 | 0,41621 | 0,54983 | 0,10600 | 0,16600 | 0,313 | 0,413 | NO | OK | OK | OK | 1598,647 | 1598,500 | 1,20 | 2,60 |
| 2M | CP19 | 1601,103 | 1601,636 | 41,016 | 9 | 14 | 84 | 217 | 0,0025 | 4,264 | 4,135 | 0,895 | 2,244 | 6 | 0,20 | 0,09693 | 0,24296 | 0,63309 | 0,82376 | 0,21000 | 0,33500 | 0,321 | 0,417 | NO | OK | OK | OK | 1598,470 | 1598,388 | 2,63 | 3,25 |
| RAMAL N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1N | 2N | 1600,114 | 1600,824 | 32,961 | 5,000 | 5,000 | ##### | ##### | 0,0025 | 4,355 | 4,272 | 0,327 | 0,828 | 6 | 0,890 | 0,01676 | 0,04250 | 0,37519 | 0,49527 | 0,09000 | 0,14000 | 0,401 | 0,529 | OK | OK | OK | OK | 1598,914 | 1598,621 | 1,20 | 2,20 |
| 2N | CP21 | 1600,824 | 1601,143 | 23,404 | 2,000 | 7,000 | ##### | ##### | 0,0025 | 4,329 | 4,234 | 0,455 | 1,149 | 6 | 0,650 | 0,02730 | 0,06899 | 0,43332 | 0,57164 | 0,11300 | 0,17700 | 0,396 | 0,522 | NO | OK | OK | OK | 1598,591 | 1598,439 | 2,23 | 2,70 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3

Precios unitarios utilizados para el presupuesto del sistema de agua potable del caserío La Soledad, aldea Estancia Grande, municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala.

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
|---|-------------------------|------------------|----------------|--------------|
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | |
| 1.01 | Trazo y punteado | CANTIDAD: | 1,00 ML | |
| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
| MATERIALES | | | | |
| INSUMOS VARIOS (PINTURA, CLAVOS CON CABEZA Y ESTACAS) | 1 | GLOBAL | Q0,58 | Q0,58 |
| SUB TOTAL | | | | Q0,58 |
| IVA | | | 12% | Q0,07 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q0,65 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| CUADRILLA DE TOPOGRAFÍA (1 TOPOGRAFO - 2 CADENEROS) | 0,0020 | DÍA | Q1 200,00 | Q2,34 |
| SUB TOTAL | | | | Q2,34 |
| AYUDANTE | | | 37,50% | Q0,00 |
| PRESTACIONES | | | 87,33% | Q2,04 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q4,38 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + MANO DE OBRA) | | | | Q5,03 |
| INDIRECTOS | | | 30% | Q1,51 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q6,54 |

Continuación de apéndice 3

| | |
|---|--|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | |

| | | | |
|-------------|---------------------------------|------------------|--------------------|
| 1.02 | Bodega de almacenamiento | CANTIDAD: | 1,00 GLOBAL |
|-------------|---------------------------------|------------------|--------------------|

| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
|--|------|--------|---------|------------------|
| MATERIALES | | | | |
| PARALES DE MADERA DE PINO (3"X4"X12') | 14 | UNIDAD | Q33,93 | Q475,02 |
| REGLAS DE 2"X3" | 18 | UNIDAD | Q29,46 | Q530,28 |
| LAMINA GALVANIZADA DE 12' (CALIBRE 28) | 32 | UNIDAD | Q79,46 | Q2 542,86 |
| CLAVOS PARA LÁMINA | 3 | LIBRA | Q7,59 | Q22,77 |
| CLAVOS CON CABEZA DE 4" | 3 | LIBRA | Q6,25 | Q18,75 |
| BISAGRAS DE 3" X 3" | 3 | UNIDAD | Q2,68 | Q8,04 |
| ARMELLAS | 2 | UNIDAD | Q1,79 | Q3,58 |
| SUB TOTAL | | | | Q3 601,30 |
| | | | IVA 12% | Q432,16 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q4 033,46 |

| MANO DE OBRA | | | | |
|---------------------------|---|--------|---------------------|------------------|
| HECHURA DE BODEGA | 1 | GLOBAL | Q2 500,00 | Q2 500,00 |
| SUB TOTAL | | | | Q2 500,00 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q937,50 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q3 002,11 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q6 439,61 |

| | | |
|--|--|-------------------|
| SUB TOTAL (MATERIALES + MANO DE OBRA) | | Q10 473,07 |
| INDIRECTOS 30% | | Q3 141,92 |

| | |
|------------------------|-------------------|
| PRECIO UNITARIO | Q13 614,99 |
|------------------------|-------------------|

Continuación de apéndice 3

| | | | | | |
|---|--------------------------|------------------|----------------|---------------------|---------------|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | | |
| 1.03 | Zanejo (h=1.00 m) | CANTIDAD: | 1,00 M3 | | |
| DESCRIPCIÓN | | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| EXCAVACIÓN | | 1,00 | M3 | Q30,50 | Q30,50 |
| SUB TOTAL | | | | | Q30,50 |
| | | | | AYUDANTE 37,50% | Q0,00 |
| | | | | PRESTACIONES 87,33% | Q26,64 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | Q57,14 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + MANO DE OBRA) | | | | | Q57,14 |
| | | | | INDIRECTOS 30% | Q17,14 |
| PRECIO UNITARIO | | | | | Q74,28 |

Continuación de apéndice 3

| | | | | | |
|---|---|------------------|---------|---------|----------------|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | | |
| 1.04 | Relleno (Suelo de corte mezclado con selecto al 30%) | CANTIDAD: | 1,00 M3 | | |
| DESCRIPCIÓN | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| | SELECTO | 0,32 | M3 | Q84,82 | Q26,72 |
| SUB TOTAL | | | | | Q26,72 |
| IVA | | | | 12% | Q3,21 |
| TOTAL MATERIALES | | | | | Q29,93 |
| SUB CONTRATO | | | | | |
| | ALQUILER VIBROCOMPACTADORA Q.450.00/DÍA (290 M2/HORA) | 0,04 | DÍA | Q450,00 | Q19,53 |
| TOTAL SUB CONTRATO | | | | | Q19,53 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| | MEZCLA DEL SUELO, COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN | 0,04 | DIAS | Q250,00 | Q10,85 |
| SUB TOTAL | | | | | Q10,85 |
| AYUDANTE | | | | 37,50% | Q4,07 |
| PRESTACIONES | | | | 87,33% | Q13,03 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | Q27,95 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + M.O. + SUB C.) | | | | | Q77,41 |
| INDIRECTOS | | | | 30% | Q23,22 |
| PRECIO UNITARIO | | | | | Q100,63 |

Continuación de apéndice 3

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA | | | | |
|--|--------------------------|------------------|--------------------|------------------|
| EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- | | | | |
| MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | |
| 2.01 | Pozo de captación | CANTIDAD: | 1,00 UNIDAD | |
| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
| MATERIALES | | | | |
| Tubo de Concreto 44 " | 3,00 | TUBO | Q665,18 | Q1 995,54 |
| CONCRETO (Ver Renglon 9.01) | 0,37 | M3 | Q1 220,39 | Q449,10 |
| HIERRO No. 2 | 5,02 | VARILLA | Q7,32 | Q36,72 |
| HIERRO No. 3 | 1,69 | VARILLA | Q22,05 | Q37,25 |
| HIERRO No. 6 | 1,50 | VARILLA | Q84,82 | Q127,23 |
| GEOMEMBRANA HDPE 60 MIL (Espesor 1.5 mm) | 1,00 | GLOBAL | Q299,55 | Q299,55 |
| MORTERO (Ver Renglon 9.02) | 0,43 | M3 | Q1 393,37 | Q604,72 |
| ALAMBRE DE AMARRE | 1,40 | LIBRA | Q8,93 | Q12,50 |
| CLAVOS CON CABEZA 3" | 0,50 | LIBRA | Q11,16 | Q5,58 |
| SUB TOTAL | | | | Q3 568,19 |
| IVA | | | 12% | Q428,18 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q3 996,37 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| EXCAVACIÓN | 4,50 | M3 | Q31,50 | Q141,75 |
| INSTALACIÓN DE TUBO Y FORRADO CON GEOMEMBRANA | 1,00 | GLOBAL | Q75,00 | Q75,00 |
| CONSTRUCCIÓN DE LOSA INFERIOR, TAPADERA Y BROCAL | 1,00 | GLOBAL | Q40,00 | Q40,00 |
| SUB TOTAL | | | | Q256,75 |
| AYUDANTE | | | 37,50% | Q96,28 |
| PRESTACIONES | | | 87,33% | Q308,32 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q661,35 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + MANO DE OBRA) | | | | Q4 657,72 |
| INDIRECTOS | | | 30% | Q1 397,32 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q6 055,04 |

Continuación de apéndice 3

| | |
|---|--|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | |

| | | | |
|-------------|---|------------------|--------------------|
| 2.02 | Caja para protección de nacimiento | CANTIDAD: | 1,00 UNIDAD |
|-------------|---|------------------|--------------------|

| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
|---|-------|---------|----------------|------------------|
| MATERIALES | | | | |
| CONCRETO (Ver Renglon 9.01) | 0,34 | M3 | Q1 220,39 | Q414,93 |
| HIERRO NO. 3 | 12,00 | VARILLA | Q35,71 | Q428,57 |
| FORMALETA | 8,00 | P.T. | Q2,54 | Q20,36 |
| CLAVOS CON CABEZA 3" | 0,40 | LIBRA | Q6,25 | Q2,50 |
| ALAMBRE DE AMARRE | 1,00 | LIBRA | Q4,82 | Q4,82 |
| TUBO PVC DIAMETRO 2 1/2" (160 PSI) ASTM D2241 | 0,20 | TUBO | Q240,18 | Q48,04 |
| PICHACHA Ø 2 1/2" | 1,00 | UNIDAD | Q32,68 | Q32,68 |
| PIEDRA BOLA DIAMETRO 3" * | 0,21 | M3 | Q0,00 | Q0,00 |
| PIEDRA BOLA DIAMETRO 1" * | 0,06 | M3 | Q0,00 | Q0,00 |
| SUB TOTAL | | | | Q951,90 |
| | | | IVA 12% | Q114,23 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q1 066,13 |

| MANO DE OBRA | | | | |
|---|------|--------|----------------------------|------------------|
| CONSTRUCCIÓN CAJA PARA PROTECCIÓN DE NACIMIENTO | 1,00 | UNIDAD | Q130,00 | Q130,00 |
| EXTRACCIÓN DE PIEDRA BOLA DE DIAMETRO 3" Y 1" | 1,00 | GLOBAL | Q40,00 | Q40,00 |
| SUB TOTAL | | | | Q170,00 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q63,75 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q204,14 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q437,89 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + MANO DE OBRA) | | | | Q1 504,02 |
| | | | INDIRECTOS 30% | Q451,21 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q1 955,23 |

Continuación de apéndice 3

| | |
|---|--|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | |

| | | | |
|-------------|--|------------------|--------------------|
| 2.03 | Equipo de Bombeo (Incluye acometida Eléctrica) | CANTIDAD: | 1,00 GLOBAL |
|-------------|--|------------------|--------------------|

| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
|--|------|--------|-----------|-------------------|
| MATERIALES | | | | |
| BOMBA SUMERGIBLE DE ACERO INOXIDABLE STA-RITE (3 HP) L30P4HH | 1,00 | UNIDAD | Q3 247,07 | Q3 247,07 |
| MOTOR SUMERGIBLE 3HP FRNAKLIN | 1,00 | UNIDAD | Q4 801,79 | Q4 801,79 |
| PANEL DE CONTROL FRANKLIN | 1,00 | UNIDAD | Q1 541,96 | Q1 541,96 |
| TABLERO MONOFÁSICO | 1,00 | UNIDAD | Q64,36 | Q64,36 |
| FLIPON 30 AMPERIOS | 1,00 | UNIDAD | Q21,76 | Q21,76 |
| VALVULA DE RETENCIÓN (CHEQUE Ø 2 1/2") | 1,00 | UNIDAD | Q525,89 | Q525,89 |
| VALVULA DE ALIVIO Ø 2 1/2" | 1,00 | UNIDAD | Q156,25 | Q156,25 |
| MANOMETRO 10 - 10 PSI | 1,00 | UNIDAD | Q44,20 | Q44,20 |
| CAJA SOCKET REDONDA PARA CONTADOR | 1,00 | UNIDAD | Q108,54 | Q108,54 |
| CALAVERA - (ACCESORIO DE ENTRADA Ø 1 1/4) | 1,00 | UNIDAD | Q18,95 | Q18,95 |
| NIPLE Ø 1 1/4 CONDUIT | 1,00 | UNIDAD | Q42,72 | Q42,72 |
| SUB TOTAL | | | | Q10 573,49 |
| | | | IVA 12% | Q1 268,82 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q11 842,31 |

| SUB CONTRATO | | | | |
|--|------|--------|------------|-------------------|
| GESTION EN EEGSA DE LINEA DE CONDUCCIÓN MONOFÁSICA DE 10 KW. | 1,00 | GLOBAL | Q32 050,00 | Q32 050,00 |
| CONEXIÓN DE LINEA MONOFÁSICA DE 10 KW + ACOMETIDA | 1,00 | GLOBAL | Q13 571,43 | Q13 571,43 |
| TOTAL SUB CONTRATO | | | | Q45 621,43 |

| MANO DE OBRA | | | | |
|---|------|--------|---------------------|-------------------|
| INSTALACIÓN ELECTRICA | 1,00 | GLOBAL | Q1 000,00 | Q1 000,00 |
| SUB TOTAL | | | | Q1 000,00 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q375,00 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q1 200,84 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q2 575,84 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + M.O. + SUB C.) | | | | Q60 039,58 |
| | | | INDIRECTOS 30% | Q18 011,87 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q78 051,45 |

Continuación de apéndice 3

| | |
|---|--|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | |

| | |
|------------------------------|------------------------------------|
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | |
| 3.01 | Caseta de Control de Bombeo |
| CANTIDAD: | 1,00 UNIDAD |

| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
|--|--------|---------|-----------|------------------|
| MATERIALES | | | | |
| CONCRETO (Ver Renglon 9.01) | 1,80 | M3 | Q1 089,64 | Q1 958,08 |
| HIERRO NO. 2 | 13,16 | VARILLA | Q7,32 | Q96,31 |
| HIERRO NO. 3 | 31,79 | VARILLA | Q22,05 | Q701,15 |
| ALAMBRE DE AMARRE | 1,00 | LIBRA | Q8,93 | Q8,93 |
| FORMALETA (4 USOS) | 28,88 | P.T. | Q2,54 | Q73,48 |
| CLAVOS CON CABEZA 3" | 1,00 | LIBRA | Q11,16 | Q11,16 |
| ALAMBRE DE AMARRE | 12,00 | LIBRA | Q4,82 | Q57,86 |
| BLOCK POMEZ DE 0.14X0.19X0.39 m, 36 Kg/cm2 | 202,00 | UNIDAD | Q4,46 | Q901,79 |
| SUB TOTAL | | | | Q3 808,75 |
| | | | IVA 12% | Q457,05 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q4 265,80 |

| MANO DE OBRA | | | | |
|---------------------------------------|------|--------|---------------------|------------------|
| CONSTRUCCIÓN DE CASETA DE BOMBEO | 1,00 | UNIDAD | Q1 200,00 | Q1 200,00 |
| SUB TOTAL | | | | Q1 200,00 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q450,00 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q1 441,01 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q3 091,01 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + M.O.) | | | | Q7 356,81 |
| | | | INDIRECTOS 30% | Q2 207,04 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q9 563,85 |

Continuación de apéndice 3

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
|---|----------------------------|------------------|---------------------|----------------|
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | |
| 4.01, 6.01, 7.03.01 | Tubería Ø 2 1/2" - 160 PSI | CANTIDAD: | 1,00 ML | |
| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
| MATERIALES | | | | |
| TUBO PVC DIAMETRO 2 1/2" CON CAMPANA NORMA ASTM D2241 | 0,17 | TUBO | Q240,18 | Q40,03 |
| SELECTO (Espesor de 0.15 m y ancho de 0.60 m) | 0,10 | M3 | Q75,89 | Q7,59 |
| Pegamento PVC Amanco (1 LITRO) | 0,01 | LITRO | Q105,36 | Q1,05 |
| TRAPOS, WIPE Y SOLVENTE PARA LIMPIEZA | 0,10 | GLOBAL | Q3,13 | Q0,31 |
| CODO 45° PVC Ø 2 1/2" | 0,01 | GLOBAL | Q3,13 | Q0,03 |
| VALVULA DE CHEQUE 2 1/2" | 0,003 | GLOBAL | Q525,89 | Q1,72 |
| SUB TOTAL | | | | Q50,73 |
| | | | IVA 12% | Q6,09 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q56,82 |
| SUB CONTRATO | | | | |
| PRUEBA DE PRESIÓN. INCLUYE ALQUILER DE BOMBA MANUAL | 1,00 | ml | Q12,05 | Q12,05 |
| TOTAL SUB CONTRATO | | | | Q12,05 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| INSTALACIÓN DE TUBERÍA | 1 | ML | Q18,00 | Q18,00 |
| COMPACTACIÓN DE BASE DE SELECTO | 1 | ML | Q34,00 | Q34,00 |
| INSTALACIÓN DE CODO | 0,01 | UNIDAD | Q10,00 | Q0,08 |
| INSTALACIÓN DE VALVULA DE CHEQUE | 0,003 | UNIDAD | Q10,00 | Q0,03 |
| SUB TOTAL | | | | Q52,11 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q19,54 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q62,57 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q134,22 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + SUB C. + M.O.) | | | | Q203,09 |
| | | | INDIRECTOS 30% | Q60,93 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q264,02 |

Continuación de apéndice 3

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA | | | | |
|--|------------------------|-----------|---------------------|------------------|
| EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- | | | | |
| MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | |
| 4.02 | Valvula de Aire + Caja | CANTIDAD: | 1,00 UNIDAD | |
| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
| MATERIALES | | | | |
| TUBO PVC 1 1/2 " CON CAMPANA NORMA ASTM D2241 (80 PSI) | 0,30 | TUBO | Q95,54 | Q28,66 |
| TEE PVC Ø 2 1/2" | 0,03 | UNIDAD | Q55,80 | Q1,58 |
| REDUCIDOR 2 1/2" X 2" | 1,00 | UNIDAD | Q33,57 | Q33,57 |
| PEGAMENTO PVC AMANCO (1 LITRO) | 0,50 | LITRO | Q105,36 | Q52,68 |
| VALVULA DE AIRE 2" | 1,00 | UNIDAD | Q218,75 | Q218,75 |
| HIERRO No. 3 | 5,00 | VARILLAS | Q22,05 | Q110,27 |
| ARENA | 0,10 | M3 | Q75,89 | Q7,59 |
| CONCRETO (Ver Renglon 9.01) | 0,22 | M3 | Q1 220,39 | Q273,37 |
| ALAMBRE DE AMARRE | 1,00 | LB | Q8,93 | Q8,93 |
| SUB TOTAL | | | | Q735,40 |
| | | | IVA 12% | Q88,25 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q823,65 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| INSTALACIÓN DE VALVULA | 1 | UNIDAD | Q10,00 | Q10,00 |
| CONSTRUCCIÓN DE CAJA | 1 | UNIDAD | Q130,00 | Q130,00 |
| SUB TOTAL | | | | Q140,00 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q52,50 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q168,12 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q360,62 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + SUB C. + M.O.) | | | | Q1 184,27 |
| | | | INDIRECTOS 30% | Q355,28 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q1 539,55 |

Continuación de apéndice 3

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA | | | | |
|--|-----------------------------------|------------------|--------------------|------------------|
| EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- | | | | |
| MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | |
| 4.03 | Valvula de Limpieza + Caja | CANTIDAD: | 1,00 UNIDAD | |
| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
| MATERIALES | | | | |
| TUBO PVC 2 " CON CAMPANA NORMA ASTM D2241 (80 PSI) | 0,50 | TUBO | Q95,54 | Q47,77 |
| TEE PVC Ø 2 1/2" | 0,05 | UNIDAD | Q55,80 | Q2,64 |
| REDUCIDOR PVC 2 1/2" X 2" | 1,00 | UNIDAD | Q250,00 | Q250,00 |
| PEGAMENTO PVC AMANCO (1 LITRO) | 0,20 | LITRO | Q105,36 | Q21,07 |
| VALVULA DE COMPUERTA 2 1/2" | 1,00 | UNIDAD | Q223,21 | Q223,21 |
| HIERRO No. 3 | 5,00 | VARILLAS | Q22,05 | Q110,27 |
| ARENA | 0,10 | M3 | Q75,89 | Q7,59 |
| CONCRETO (Ver Renglon 9.01) | 0,22 | M3 | Q1 220,39 | Q273,37 |
| ALAMBRE DE AMARRE | 1,00 | LB | Q8,93 | Q8,93 |
| SUB TOTAL | | | | Q944,85 |
| IVA | | | 12% | Q113,38 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q1 058,23 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| INSTALACIÓN DE VALVULA | 1 | UNIDAD | Q30,00 | Q30,00 |
| CONSTRUCCIÓN DE CAJA | 1 | UNIDAD | Q130,00 | Q130,00 |
| SUB TOTAL | | | | Q160,00 |
| AYUDANTE | | | 37,50% | Q60,00 |
| PRESTACIONES | | | 87,33% | Q192,14 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q412,14 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + SUB C. + M.O.) | | | | Q1 470,37 |
| INDIRECTOS | | | 30% | Q441,11 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q1 911,48 |

Continuación de apéndice 3

| | |
|---|---|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA | |
| EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- | |
| MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | |
| DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | |
| PROYECTO: | DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ |

| | |
|------------------------------|---|
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | |
| 5.01 | Tanque de Distribución (35 m3) Incluye By pass |
| CANTIDAD: | 1,00 UNIDAD |

| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
|--|-------|---------|-----------|-------------------|
| MATERIALES | | | | |
| CONCRETO (Ver Renglon 9.01) | 3,00 | M3 | Q1 089,64 | Q3 268,91 |
| MORTERO (Ver Renglon 9.02) | 20,00 | M3 | Q1 244,08 | Q24 881,56 |
| PIEDRA BOLA Ø MENOR A 5" * | 38,81 | M3 | Q0,00 | Q0,00 |
| HIERRO NO. 2 | 8,00 | VARILLA | Q15,85 | Q126,80 |
| HIERRO NO. 3 | 91,00 | VARILLA | Q35,71 | Q3 250,00 |
| HIERRO NO. 6 | 1,00 | VARILLA | Q84,82 | Q84,82 |
| CLAVOS CON CABEZA 3" | 8,00 | LIBRA | Q11,16 | Q89,29 |
| ALAMBRE DE AMARRE | 20,00 | LIBRA | Q8,93 | Q178,57 |
| TUBO PVC DIAMETRO 2 1/2" (80 PSI) ASTM D2241 | 4,00 | TUBO | Q144,64 | Q578,57 |
| CODO 90° PVC Ø 2 1/2" | 4,00 | UNIDAD | Q71,70 | Q286,79 |
| TEE PVC Ø 2 1/2" | 3,00 | UNIDAD | Q66,61 | Q199,82 |
| CODO 45° PVC Ø 2 1/2" | 1,00 | UNIDAD | Q68,75 | Q68,75 |
| TUBERÍA HG Ø 2 1/2" | 1,00 | TUBO | Q535,71 | Q535,71 |
| CODO HG Ø 2 1/2" | 4,00 | UNIDAD | Q198,21 | Q792,86 |
| FORMALETA (4 USOS) | 60,00 | PT | Q2,54 | Q152,68 |
| PICHACHA Ø 2 1/2" | 1,00 | UNIDAD | Q32,68 | Q32,68 |
| VALVULA DE COMPUERTA Ø 2 1/2" | 3,00 | UNIDAD | Q473,21 | Q1 419,64 |
| SUB TOTAL | | | | Q35 947,45 |
| | | | IVA 12% | Q4 313,69 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q40 261,14 |

| MANO DE OBRA | | | | |
|--|------|--------|---------------------|-------------------|
| CONSTRUCCIÓN DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN | 1,00 | UNIDAD | Q5 000,00 | Q5 000,00 |
| SUB TOTAL | | | | Q5 000,00 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q1 875,00 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q6 004,22 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q12 879,22 |

| | | |
|--|--|-------------------|
| SUB TOTAL (MATERIALES + MANO DE OBRA) | | Q53 140,36 |
| INDIRECTOS 30% | | Q15 942,11 |

| | | |
|------------------------|--|-------------------|
| PRECIO UNITARIO | | Q69 082,47 |
|------------------------|--|-------------------|

Continuación de apéndice 3

| | | | |
|---|--|--|--|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | |

| | | | |
|-------------|----------------------------------|------------------|--------------------|
| 5.02 | Caja Rompe Presion (1 m3) | CANTIDAD: | 1,00 UNIDAD |
|-------------|----------------------------------|------------------|--------------------|

| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
|--|------|---------|-----------|------------------|
| MATERIALES | | | | |
| CONCRETO (Ver Renglon 9.01) | 0,84 | M3 | Q1 220,39 | Q1 025,13 |
| HIERRO NO. 3 | 6,50 | VARILLA | Q35,71 | Q232,14 |
| FORMALETA | 8,00 | P.T. | Q2,54 | Q20,36 |
| CLAVOS CON CABEZA 3" | 0,40 | LIBRA | Q6,25 | Q2,50 |
| ALAMBRE DE AMARRE | 0,40 | LIBRA | Q4,82 | Q1,93 |
| TUBO PVC DIAMETRO 1 1/2" (80 PSI) ASTM D2241 | 3,00 | TUBO | Q84,82 | Q254,46 |
| CODO 90° PVC Ø 1 1/2" | 4,00 | UNIDAD | Q9,17 | Q36,68 |
| TEE PVC Ø 1 1/2" | 1,00 | UNIDAD | Q17,95 | Q17,95 |
| VALVULA DE COMPUERTA Ø 1 1/2" | 1,00 | UNIDAD | Q133,93 | Q133,93 |
| PICHACHA Ø 2 1/2" | 1,00 | UNIDAD | Q32,68 | Q32,68 |
| SUB TOTAL | | | | Q1 757,76 |
| | | | IVA 12% | Q210,93 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q1 968,69 |

| MANO DE OBRA | | | | |
|--|------|--------|---------------------|------------------|
| CONSTRUCCIÓN CAJA ROMPE PRESIÓN | 1,00 | UNIDAD | Q446,43 | Q446,43 |
| SUB TOTAL | | | | Q446,43 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q167,41 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q536,09 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q1 149,93 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + MANO DE OBRA) | | | | Q3 118,62 |
| | | | INDIRECTOS 30% | Q935,58 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q4 054,20 |

Continuación de apéndice 3

| | | | | | |
|---|----------------------|-----------|-------------|------------------|----------------|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | | |
| 5.03 | Clorador de Pastilla | CANTIDAD: | 1,00 UNIDAD | | |
| DESCRIPCIÓN | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| CLOADOR DE PASTILLA RAINBOW 320 C | | 1,00 | UNIDAD | Q714,29 | Q714,29 |
| SUB TOTAL | | | | Q714,29 | |
| IVA | | | | 12% | Q85,71 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q800,00 | |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| INSTALACIÓN DE CLORADOR | | 1 | UNIDAD | Q250,00 | Q250,00 |
| SUB TOTAL | | | | Q250,00 | |
| AYUDANTE | | | | 37,50% | Q93,75 |
| PRESTACIONES | | | | 87,33% | Q300,21 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q643,96 | |
| SUB TOTAL (MATERIALES + MANO DE OBRA) | | | | Q1 443,96 | |
| INDIRECTOS | | | | 30% | Q433,19 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q1 877,15 | |

Continuación de apéndice 3

| | |
|---|--|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | |

| | | | |
|----------------------|---|------------------|--------------------|
| 6.02, 7.03.03 | Valvula de Compuerta Ø 2 1/2" + Caja | CANTIDAD: | 1,00 UNIDAD |
|----------------------|---|------------------|--------------------|

| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
|--------------------------------|------|----------|---------|----------------|
| MATERIALES | | | | |
| Pegamento PVC Amanco (1 LITRO) | 0,10 | LITRO | Q105,36 | Q10,54 |
| VALVULA DE COMPUERTA 2 1/2" | 1,00 | UNIDAD | Q473,21 | Q473,21 |
| HIERRO No. 3 | 5,00 | VARILLAS | Q22,05 | Q110,27 |
| ARENA | 0,10 | M3 | Q75,89 | Q7,59 |
| CONCRETO (Ver Renglon 9.01) | 0,22 | M3 | Q0,00 | Q0,00 |
| ALAMBRE DE AMARRE | 1,00 | LB | Q8,93 | Q8,93 |
| SUB TOTAL | | | | Q610,54 |
| | | | IVA 12% | Q73,26 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q683,80 |

| MANO DE OBRA | | | | |
|---------------------------|---|--------|---------------------|----------------|
| INSTALACIÓN DE VALVULA | 1 | UNIDAD | Q66,96 | Q66,96 |
| CONSTRUCCIÓN DE CAJA | 1 | UNIDAD | Q133,93 | Q133,93 |
| SUB TOTAL | | | | Q200,89 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q75,33 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q241,23 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q517,45 |

| | | | | |
|--|--|--|------------------|----------------|
| SUB TOTAL (MATERIALES + MANO DE OBRA) | | | Q1 201,25 | |
| | | | INDIRECTOS 30% | Q360,37 |

| | | | |
|------------------------|--|--|------------------|
| PRECIO UNITARIO | | | Q1 561,62 |
|------------------------|--|--|------------------|

Continuación de apéndice 3

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA | | | | |
|--|----------------------------|-----------|---------------------|----------------|
| EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- | | | | |
| MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | |
| 7.01.01 | Tubería Ø 1 1/4" - 125 PSI | CANTIDAD: | 1,00 ml | |
| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
| MATERIALES | | | | |
| TUBO PVC Ø 1 1/4" CON CAMPANA NORMA ASTM D2241 - 160 PSI | 0,17 | TUBO | Q80,36 | Q13,39 |
| SELECTO (Espesor de 0.15 m y ancho de 0.60 m) | 0,01 | M3 | Q75,89 | Q0,68 |
| Pegamento PVC Amanco (1 LITRO) | 0,01 | LITRO | Q105,36 | Q1,05 |
| TRAPOS, WIPE Y SOLVENTE PARA LIMPIEZA | 0,12 | GLOBAL | Q3,13 | Q0,38 |
| SUB TOTAL | | | | Q15,50 |
| | | | IVA 12% | Q1,86 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q17,36 |
| SUB CONTRATO | | | | |
| PRUEBA DE PRESIÓN. INCLUYE ALQUILER DE BOMBA MANUAL. | 1,00 | ml | Q12,05 | Q12,05 |
| TOTAL SUB CONTRATO | | | | Q12,05 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| INSTALACIÓN DE TUBERÍA | 1 | ML | Q22,32 | Q22,32 |
| COMPACTACIÓN DE BASE DE SELECTO | 1 | ML | Q40,18 | Q40,18 |
| SUB TOTAL | | | | Q62,50 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q23,44 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q75,05 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q160,99 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + SUB C. + M.O.) | | | | Q173,04 |
| | | | INDIRECTOS 30% | Q51,91 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q224,95 |

Continuación de apéndice 3

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
|---|-------------------------|------------------|----------------------------|----------------|
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | |
| 7.01.02, 7.04.01 | Tubería Ø 1 " - 160 PSI | CANTIDAD: | 1,00 ml | |
| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
| MATERIALES | | | | |
| TUBO PVC Ø 1 1/4" CON CAMPANA NORMA ASTM D2241 - 160 PSI | 0,17 | TUBO | Q63,39 | Q10,57 |
| SELECTO (Espesor de 0.15 m y ancho de 0.60 m) | 0,01 | M3 | Q75,89 | Q0,68 |
| Pegamento PVC Amanco (1 LITRO) | 0,02 | LITRO | Q105,36 | Q1,58 |
| TRAPOS, WIPE Y SOLVENTE PARA LIMPIEZA | 0,12 | GLOBAL | Q3,13 | Q0,38 |
| SUB TOTAL | | | | Q13,21 |
| | | | IVA 12% | Q1,59 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q14,80 |
| SUB CONTRATO | | | | |
| PRUEBA DE PRESIÓN. INCLUYE ALQUILER DE BOMBA MANUAL. | 1,00 | ml | Q12,05 | Q12,05 |
| TOTAL SUB CONTRATO | | | | Q12,05 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| INSTALACIÓN DE TUBERÍA | 1 | ML | Q15,00 | Q15,00 |
| COMPACTACIÓN DE BASE DE SELECTO | 1 | ML | Q25,00 | Q25,00 |
| SUB TOTAL | | | | Q40,00 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q15,00 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q48,03 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q103,03 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + SUB C. + M.O.) | | | | Q115,08 |
| | | | INDIRECTOS 30% | Q34,52 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q149,60 |

Continuación de apéndice 3

| | |
|---|--|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | |

| | |
|------------------------------|---|
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | |
| 7.01.03 | Valvula de Compuerta Ø 1 1/4" + Caja |

| | |
|------------------|--------------------|
| CANTIDAD: | 1,00 UNIDAD |
|------------------|--------------------|

| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
|--------------------------------|------|----------|----------------|----------------|
| MATERIALES | | | | |
| Pegamento PVC Amanco (1 LITRO) | 0,10 | LITRO | Q105,36 | Q10,54 |
| VALVULA DE COMPUERTA 1 1/4" | 1,00 | UNIDAD | Q133,93 | Q133,93 |
| HIERRO No. 3 | 5,00 | VARILLAS | Q22,05 | Q110,27 |
| ARENA | 0,10 | M3 | Q75,89 | Q7,59 |
| CONCRETO (Ver Renglon 9.01) | 0,22 | M3 | Q0,00 | Q0,00 |
| ALAMBRE DE AMARRE | 1,00 | LB | Q8,93 | Q8,93 |
| SUB TOTAL | | | | Q271,25 |
| | | | IVA 12% | Q32,55 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q303,80 |

| MANO DE OBRA | | | | |
|---------------------------|---|--------|----------------------------|----------------|
| INSTALACIÓN DE VALVULA | 1 | UNIDAD | Q66,96 | Q66,96 |
| CONSTRUCCIÓN DE CAJA | 1 | UNIDAD | Q133,93 | Q133,93 |
| SUB TOTAL | | | | Q200,89 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q75,33 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q241,23 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q517,45 |

| | | |
|--|--|----------------|
| SUB TOTAL (MATERIALES + MANO DE OBRA) | | Q821,25 |
| INDIRECTOS 30% | | Q246,38 |

| | |
|------------------------|------------------|
| PRECIO UNITARIO | Q1 067,63 |
|------------------------|------------------|

Continuación de apéndice 3

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA | | | | |
|--|---|-----------|---------------------|----------------|
| EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- | | | | |
| MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
| PROYECTO: | DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA | | | |
| FECHA: | AGOSTO DE 2015 | | | |
| 7.02.01, 7.03.02 | Tubería Ø 2 " - 160 PSI | CANTIDAD: | 138,06 | ML |
| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
| MATERIALES | | | | |
| TUBO PVC DIAMETRO 2" CON CAMPANA NORMA ASTM D2241, 160 PSI | 0,17 | TUBO | Q162,50 | Q27,08 |
| SELECTO (Espesor de 0.15 m y ancho de 0.60 m) | 0,09 | M3 | Q55,80 | Q5,02 |
| Pegamento PVC Amanco (1 Litro) | 0,01 | LITRO | Q105,36 | Q1,05 |
| TRAPOS, WIPE Y SOLVENTE PARA LIMPIEZA | 0,12 | GLOBAL | Q3,13 | Q0,38 |
| SUB TOTAL | | | | Q33,53 |
| | | | IVA 12% | Q4,02 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q37,55 |
| SUB CONTRATO | | | | |
| PRUEBA DE PRESIÓN. INCLUYE ALQUILER DE BOMBA MANUAL. | 1,00 | ML | Q12,05 | Q12,05 |
| TOTAL SUB CONTRATO | | | | Q12,05 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| INSTALACIÓN DE TUBERÍA | 1,00 | ML | Q15,00 | Q15,00 |
| COMPACTACIÓN DE BASE DE SELECTO | 1,00 | ML | Q25,00 | Q25,00 |
| SUB TOTAL | | | | Q40,00 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q15,00 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q48,03 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q103,03 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + SUB C. + M.O.) | | | | Q152,63 |
| | | | INDIRECTOS 30% | Q45,79 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q198,42 |

Continuación de apéndice 3

| | |
|---|--|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | |

| | | | |
|----------------|----------------------------------|------------------|----------------|
| 7.02.02 | Tubería Ø 1 1/2 - 160 PSI | CANTIDAD: | 1,00 ML |
|----------------|----------------------------------|------------------|----------------|

| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
|---|------|--------|---------|---------------|
| MATERIALES | | | | |
| TUBO PVC Ø 1 1/2" CON CAMPANA NORMA ASTM D2241, 160 PSI | 0,17 | TUBO | Q111,61 | Q18,60 |
| SELECTO (Espesor de 0.15 m y ancho de 0.60 m) | 0,09 | M3 | Q55,80 | Q5,27 |
| PEGAMENTO PVC AMANCO (1 Litro) | 0,01 | LITRO | Q105,36 | Q1,05 |
| TRAPOS, WIPE Y SOLVENTE PARA LIMPIEZA | 0,12 | GLOBAL | Q3,13 | Q0,38 |
| SUB TOTAL | | | | Q25,30 |
| | | | IVA 12% | Q3,04 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q28,34 |

| SUB CONTRATO | | | | |
|--|------|----|--------|---------------|
| PRUEBA DE PRESIÓN. INCLUYE ALQUILER DE BOMBA MANUAL. | 1,00 | mL | Q12,05 | Q12,05 |
| TOTAL SUB CONTRATO | | | | Q12,05 |

| MANO DE OBRA | | | | |
|---------------------------------|------|----|---------------------|---------------|
| INSTALACIÓN DE TUBERÍA | 1,00 | ML | Q15,00 | Q15,00 |
| COMPACTACIÓN DE BASE DE SELECTO | 1,00 | ML | Q20,00 | Q20,00 |
| SUB TOTAL | | | | Q35,00 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q13,13 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q42,03 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q90,16 |

| | | | | |
|---|--|--|----------------|---------------|
| SUB TOTAL (MATERIALES + SUB C. + M.O.) | | | Q130,55 | |
| | | | INDIRECTOS 30% | Q39,17 |

| | | | |
|------------------------|--|--|----------------|
| PRECIO UNITARIO | | | Q169,72 |
|------------------------|--|--|----------------|

Continuación de apéndice 3

| | |
|---|--|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | |

| | | | |
|------------------------------|---|------------------|--------------------|
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | CANTIDAD: | 1,00 UNIDAD |
| 7.02.03, 7.03.04 | Valvula de Compuerta Ø 2" + Caja | | |

| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
|---------------------------------------|------|----------|---------|----------------|
| MATERIALES | | | | |
| PEGAMENTO PVC AMANCO (1 Litro) | 0,10 | LITRO | Q105,36 | Q10,54 |
| TRAPOS, WIPE Y SOLVENTE PARA LIMPIEZA | 1,50 | GLOBAL | Q3,13 | Q4,69 |
| VALVULA DE COMPUERTA 2" | 1,00 | UNIDAD | Q250,00 | Q250,00 |
| HIERRO No. 3 | 5,00 | VARILLAS | Q22,05 | Q110,27 |
| ARENA | 0,10 | M3 | Q75,89 | Q7,59 |
| CONCRETO (Ver Renglon 9.01) | 0,22 | M3 | Q0,00 | Q0,00 |
| ALAMBRE DE AMARRE | 1,00 | LB | Q8,93 | Q8,93 |
| SUB TOTAL | | | | Q126,79 |
| | | | IVA 12% | Q15,21 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q142,00 |

| MANO DE OBRA | | | | |
|---------------------------|---|--------|---------------------|----------------|
| INSTALACIÓN DE VALVULA | 1 | UNIDAD | Q66,96 | Q66,96 |
| CONSTRUCCIÓN DE CAJA | 1 | UNIDAD | Q133,93 | Q133,93 |
| SUB TOTAL | | | | Q200,89 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q75,33 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q241,23 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q517,45 |

| | | |
|--|--|----------------|
| SUB TOTAL (MATERIALES + MANO DE OBRA) | | Q659,45 |
| INDIRECTOS 30% | | Q197,83 |

| | |
|------------------------|----------------|
| PRECIO UNITARIO | Q857,28 |
|------------------------|----------------|

Continuación de apéndice 3

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
|---|--|------------------|----------------------------|----------------|
| PROYECTO: | DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE. SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | |
| FECHA: | AGOSTO DE 2015 | CANTIDAD: | 1,00 | ML |
| 7.04.02, 7.05.01 | Tubería Ø 3/4 " - 250 PSI | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
| MATERIALES | | | | |
| TUBO PVC Ø 3/4" CON CAMPANA NORMA ASTM D2241, 250 PSI | 0,17 | TUBO | Q46,43 | Q7,74 |
| SELECTO (Espesor de 0.15 m y ancho de 0.60 m) | 0,09 | M3 | Q55,80 | Q5,27 |
| PEGAMENTO PVC AMANCO (1 Litro) | 0,01 | LITRO | Q105,36 | Q1,05 |
| TRAPOS, WIPE Y SOLVENTE PARA LIMPIEZA | 0,12 | GLOBAL | Q3,13 | Q0,38 |
| SUB TOTAL | | | | Q14,44 |
| | | | IVA 12% | Q1,73 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q16,17 |
| SUB CONTRATO | | | | |
| PRUEBA DE PRESIÓN. INCLUYE ALQUILER DE BOMBA MANUAL. | 1,00 | mL | Q12,05 | Q12,05 |
| TOTAL SUB CONTRATO | | | | Q12,05 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| INSTALACIÓN DE TUBERÍA | 1,00 | ML | Q22,32 | Q22,32 |
| COMPACTACIÓN DE BASE DE SELECTO | 1,00 | ML | Q40,18 | Q40,18 |
| SUB TOTAL | | | | Q62,50 |
| | | | AYUDANTE 37,50% | Q23,44 |
| | | | PRESTACIONES 87,33% | Q75,05 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q160,99 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + SUB C. + M.O.) | | | | Q189,21 |
| | | | INDIRECTOS 30% | Q56,76 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q245,97 |

Continuación de apéndice 3

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA | | | | |
|--|---|------------------|--------------------|----------------|
| EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- | | | | |
| MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | |
| 7.04.03 | Valvula de Compuerta Ø 1" + Caja | CANTIDAD: | 1,00 UNIDAD | |
| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
| MATERIALES | | | | |
| PEGAMENTO PVC AMANCO (1 Litro) | 0,10 | LITRO | Q105,36 | Q10,54 |
| TRAPOS, WIPE Y SOLVENTE PARA LIMPIEZA | 1,50 | GLOBAL | Q3,13 | Q4,69 |
| VALVULA DE COMPUERTA 1" | 1,00 | UNIDAD | Q107,14 | Q107,14 |
| HIERRO No. 3 | 5,00 | VARILLAS | Q22,05 | Q110,27 |
| ARENA | 0,10 | M3 | Q75,89 | Q7,59 |
| CONCRETO (Ver Renglon 9.01) | 0,22 | M3 | Q0,00 | Q0,00 |
| ALAMBRE DE AMARRE | 1,00 | LB | Q8,93 | Q8,93 |
| SUB TOTAL | | | | Q126,79 |
| IVA | | | 12% | Q15,21 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q142,00 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| INSTALACIÓN DE VALVULA | 1 | UNIDAD | Q22,32 | Q22,32 |
| CONSTRUCCIÓN DE CAJA | 1 | UNIDAD | Q133,93 | Q133,93 |
| SUB TOTAL | | | | Q156,25 |
| AYUDANTE | | | 37,50% | Q58,59 |
| PRESTACIONES | | | 87,33% | Q187,63 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q402,47 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + MANO DE OBRA) | | | | Q544,47 |
| INDIRECTOS | | | 30% | Q163,34 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q707,81 |

Continuación de apéndice 3

| | |
|---|---|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | |
| PROYECTO: | DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ |
| FECHA: | AGOSTO DE 2015 |

| | | | |
|----------------|---------------------------------|------------------|----------------|
| 7.05.02 | Tubería Ø 1/2" - 315 PSI | CANTIDAD: | 1,00 ML |
|----------------|---------------------------------|------------------|----------------|

| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
|---|------|--------|---------|---------------|
| MATERIALES | | | | |
| TUBO PVC Ø 1/2" CON CAMPANA NORMA ASTM D2241, 315 PSI | 0,17 | TUBO | Q38,39 | Q6,40 |
| SELECTO (Espesor de 0.15 m y ancho de 0.60 m) | 0,09 | M3 | Q55,80 | Q5,27 |
| PEGAMENTO PVC AMANCO (1 Litro) | 0,01 | LITRO | Q105,36 | Q1,05 |
| TRAPOS, WIPE Y SOLVENTE PARA LIMPIEZA | 0,12 | GLOBAL | Q3,13 | Q0,38 |
| SUB TOTAL | | | | Q13,10 |
| IVA | | | 12% | Q1,57 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q14,67 |

| SUB CONTRATO | | | | |
|--|------|----|--------|---------------|
| PRUEBA DE PRESIÓN. INCLUYE ALQUILER DE BOMBA MANUAL. | 1,00 | mL | Q12,05 | Q12,05 |
| TOTAL SUB CONTRATO | | | | Q12,05 |

| MANO DE OBRA | | | | |
|---------------------------------|------|----|--------|----------------|
| INSTALACIÓN DE TUBERÍA | 1,00 | ML | Q22,32 | Q22,32 |
| COMPACTACIÓN DE BASE DE SELECTO | 1,00 | ML | Q40,18 | Q40,18 |
| SUB TOTAL | | | | Q62,50 |
| AYUDANTE | | | 37,50% | Q23,44 |
| PRESTACIONES | | | 87,33% | Q75,05 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q160,99 |

| | | | |
|--|--|--|----------------|
| SUB TOTAL (MATERIALES + MANO DE OBRA) | | | Q173,04 |
| INDIRECTOS | | | 30% |
| PRECIO UNITARIO | | | Q224,95 |

Continuación de apéndice 3

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA | | | | |
|--|---|------------------|--------------------|----------------|
| EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- | | | | |
| MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | |
| 7.05.03 | Valvula de Compuerta Ø 3/4" + Caja | CANTIDAD: | 1,00 UNIDAD | |
| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
| MATERIALES | | | | |
| PEGAMENTO PVC AMANCO (1 Litro) | 0,10 | LITRO | Q105,36 | Q10,54 |
| TRAPOS, WIPE Y SOLVENTE PARA LIMPIEZA | 1,50 | GLOBAL | Q3,13 | Q4,69 |
| VALVULA DE COMPUERTA 3/4" | 1,00 | UNIDAD | Q71,43 | Q71,43 |
| HIERRO No. 3 | 5,00 | VARILLAS | Q22,05 | Q110,27 |
| ARENA | 0,10 | M3 | Q75,89 | Q7,59 |
| CONCRETO (Ver Renglon 9.01) | 0,22 | M3 | Q0,00 | Q0,00 |
| ALAMBRE DE AMARRE | 1,00 | LB | Q8,93 | Q8,93 |
| SUB TOTAL | | | | Q213,44 |
| IVA | | | 12% | Q25,61 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q239,05 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| INSTALACIÓN DE VALVULA | 1 | UNIDAD | Q22,32 | Q22,32 |
| CONSTRUCCIÓN DE CAJA | 1 | UNIDAD | Q40,18 | Q40,18 |
| SUB TOTAL | | | | Q62,50 |
| AYUDANTE | | | 37,50% | Q23,44 |
| PRESTACIONES | | | 87,33% | Q75,05 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q160,99 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + MANO DE OBRA) | | | | Q400,04 |
| INDIRECTOS | | | 30% | Q120,01 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q520,05 |

Continuación de apéndice 3

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA | | | | | |
|--|-----------------------|--------|------------------|----------------|----------------|
| EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- | | | | | |
| MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | | |
| DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | | |
| 8.01 | Conexión Domiciliaria | | CANTIDAD: | 1,00 UNIDAD | |
| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL | |
| MATERIALES | | | | | |
| CAJA DE REGISTRO | 1,00 | UNIDAD | Q44,64 | Q44,64 | |
| VALVULA DE PASO Ø 1/2" | 1,00 | UNIDAD | Q38,84 | Q38,84 | |
| TEE REDUCIDORA DIÁMETROS VARIOS | 1,00 | UNIDAD | Q26,81 | Q26,81 | |
| CODO 90° PVC Ø 1/2" | 1,00 | UNIDAD | Q1,70 | Q1,70 | |
| TUBO PVC Ø 1/2" | 1,00 | TUBO | Q38,39 | Q38,39 | |
| SUB TOTAL | | | | Q150,38 | |
| | | | IVA | 12% | Q18,05 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q168,43 | |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| CONEXIÓN | 1,00 | UNIDAD | Q223,21 | Q223,21 | |
| SUB TOTAL | | | | Q223,21 | |
| | | | AYUDANTE | 37,50% | Q83,70 |
| | | | PRESTACIONES | 87,33% | Q268,04 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q574,95 | |
| SUB TOTAL (MATERIALES + MANO DE OBRA) | | | | Q743,38 | |
| | | | INDIRECTOS | 30% | Q223,01 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q966,39 | |

Continuación de apéndice 3

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | | |
|---|-------------|------------------|---------|------------------|-------|
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA | | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | | |
| 9.01 | M3 CONCRETO | CANTIDAD: | 1,00 M3 | | |
| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL | |
| MATERIALES | | | | | |
| CEMENTO | 9,8 | SACOS | Q69,42 | Q680,31 | |
| ARENA DE RIO | 0,55 | M3 | Q79,46 | Q43,71 | |
| PIEDRIN | 0,55 | M3 | Q165,18 | Q90,85 | |
| SUB TOTAL | | | | Q814,86 | |
| IVA | | | 12% | Q97,78 | |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q912,64 | |
| SUB CONTRATO | | | | | |
| MEZCLADORA DE CONCRETO (1.5 SACOS DE CEMENTO) Q.270.00/DÍA | | 0,022 | DÍA | Q245,54 | Q5,40 |
| TOTAL SUB CONTRATO | | | | Q5,40 | |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| MEZCLADO Y OPERACIÓN | | 1 | UNIDAD | Q8,04 | Q8,04 |
| SUB TOTAL | | | | Q8,04 | |
| AYUDANTE | | | 37,50% | Q3,02 | |
| PRESTACIONES | | | 87,33% | Q9,66 | |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q20,72 | |
| SUB TOTAL (MATERIALES + SUB C. + M.O.) | | | | Q938,76 | |
| INDIRECTOS | | | 30% | Q281,63 | |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q1 220,39 | |

Continuación de apéndice 3

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | | | | |
|---|------------|------------------|---------|------------------|
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA | | | | |
| FECHA: AGOSTO DE 2015 | | | | |
| 9.02 | M3 MORTERO | CANTIDAD: | 1,00 M3 | |
| DESCRIPCIÓN | CANT | UNIDAD | PU | TOTAL |
| MATERIALES | | | | |
| CEMENTO | 12 | SACOS | Q69,42 | Q833,04 |
| ARENA DE RIO | 1,33 | M3 | Q75,89 | Q100,94 |
| SUB TOTAL | | | | Q933,98 |
| IVA | | | 12% | Q112,08 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q1 046,06 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| PREPARACIÓN | 1 | UNIDAD | Q10,00 | Q10,00 |
| SUB TOTAL | | | | Q10,00 |
| AYUDANTE | | | 37,50% | Q3,75 |
| PRESTACIONES | | | 87,33% | Q12,01 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q25,76 |
| SUB TOTAL (MATERIALES + SUB C. + M.O.) | | | | Q1 071,82 |
| INDIRECTOS | | | 30% | Q321,55 |
| PRECIO UNITARIO | | | | Q1 393,37 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4

Memoria de cálculo del sistema de agua potable para el caserío La Soledad, aldea Estancia Grande, San Juan Sacatepéquez.

LINEA DE CONDUCCIÓN

| CARGA DINÁMICA TOTAL | |
|---|-----------------|
| H de Nivel Dinámico a Boca de Pozo | 1,769 m |
| Hf de N. Dinámico a Boca del Pozo | 0,011 m |
| H de Boca de Pozo a Tanque de Distribución | 58,936 m |
| H de seguridad en entrada de Tanque de Dist | 6,000 m |
| Hf de Boca de Pozo a Tanque de Distribución | 4,092 m |
| Hf por velocidad | 0,015 m |
| Hf menores | 0,409 m |
| CDT | 71,232 m |

| | | |
|-------------------|-------|------------|
| r | 2,37 | % |
| Periodo de Diseño | 23 | años |
| Población Actual | 190 | Hab |
| Población Futura | 330 | Hab |
| Dotación No Com. | 170 | L/Hab/día |
| Comercial | 1 | Iglesia |
| | 1 | Escuela |
| Dotación Iglesia | 850 | L/Igle/día |
| Dotación Escuela | 30 | L/Est/día |
| QM | 0,649 | L/s |
| FMD | 1,2 | - |
| QMD | 0,803 | L/s |
| FHM | 3 | - |
| QHM | 2,007 | L/s |
| Q aforado | 2,976 | L/s |
| Tiempo de Bombeo | 10 | Hrs |
| Q bombeo | 1,927 | L/s |
| Ø Económico | 2 1/2 | in |

| LINEA DE CONDUCCIÓN POR BOMBEO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------|------------|----------------|---------|----------|---------|------------|---------|---------|------------|-----------------|----------|------------|---------------|---------|--------|---------|---------|
| DE | A | Qdis (L/s) | C. Terreno (m) | | Long (m) | CDT (m) | Ø Eco (in) | Tubería | | Bomba (Hp) | Golpe de Ariete | | | C. Piezo. (m) | | | | |
| | | | Cto | Ctf | | | | Mat. | Pirab | | H | Pmax (m) | Pmax (Psi) | Cpzo | Cpzf | | | |
| E-100 | E-14 | 1,927 | 500,006 | 568,942 | 6,10,933 | 71,232 | 2 1/2 | PVC | 160 PSI | 3 | 337,960 | 18,603 | 66,705 | 85,308 | 121,052 | Cumple | 569,469 | 564,942 |

RED DE DISTRIBUCIÓN

| NOMBRE | DE | A | Qdis (L/s) | C. Terreno (m) | | Longitud (m) | S. Presión (m.c.a.) | Altura (m) | Diámetro Calculado (in) | Ø Com (in) | hf | P. Estática (m) | | C. Piezométrica (m) | | P. Servicio (m.c.a.) | |
|----------|-------|-------|------------|----------------|---------|--------------|---------------------|------------|-------------------------|------------|--------|-----------------|--------|---------------------|-----------|----------------------|--------|
| | | | | Cto | Ctf | | | | | | | Po | PF | Cpzo | Cpzf | Pso | Psf |
| Ramal 1 | E- 17 | E- 24 | 0,767 | 556,783 | 541,602 | 131,346 | 20,000 | 33,389 | 1,051 | 1 1/4 | 4,680 | 3,952 | 19,131 | 557,907 | 553,227 | 3,924 | 14,423 |
| | E- 24 | E- 38 | | 541,602 | 507,336 | 271,877 | | | | 1 | 28,719 | 19,131 | 53,999 | 553,227 | 527,308 | 14,423 | 19,972 |
| Ramal 2 | E- 17 | E- 47 | 1,240 | 556,783 | 545,369 | 138,059 | 13,000 | 1,963 | 1,865 | 2,00 | 1,123 | 3,952 | 15,366 | 560,707 | 559,494 | 3,924 | 14,125 |
| | E- 47 | E- 48 | | 545,369 | 545,772 | 21,025 | | | | 1 1/2 | 0,750 | 15,366 | 14,963 | 559,494 | 558,744 | 14,125 | 12,972 |
| Ramal B3 | E- 56 | E- 71 | 0,101 | 533,716 | 533,568 | 13,171 | 2,700 | 0,290 | 0,797 | 3/4 | 0,258 | 27,167 | 30,009 | 558,648 | 558,390 | 25,080 | 27,664 |
| | E- 71 | E- 73 | | 533,568 | 530,726 | 25,818 | | | | 3/4 | 0,029 | 27,019 | 28,329 | 558,678 | 558,648 | 20,60289 | 21,884 |
| Ramal D4 | E- 67 | E- 76 | 0,051 | 538,075 | 536,765 | 10,263 | 2,200 | 0,243 | 0,561 | 1/2 | 0,214 | 28,329 | 29,462 | 558,649 | 558,43489 | 21,884 | 22,803 |
| | E- 76 | E- 77 | | 536,765 | 535,632 | 10,432 | | | | | | | | | | | |

| PUNTO | VIV Act | VIV Fut | Qm | FHM | QMH | ENTRADA | | GASTO | | SALIDA | |
|-------|---------|---------|-------|-----|-------|---------|-------|----------|-------|--------|-------|
| | | | | | | 1 | 2 | (SALIDA) | 1 | 2 | |
| A | 9 | 78 | 0,164 | 3 | 0,492 | 1,105 | 0 | 0,492 | 0,288 | 0,325 | 0,325 |
| B | 4 | 34 | 0,067 | 3 | 0,201 | 0,288 | 0 | 0,201 | 0,087 | 0 | 0 |
| C | 2 | 18 | 0,035 | 3 | 0,105 | 0,087 | 0,018 | 0,105 | 0 | 0 | 0 |
| D | 6 | 52 | 0,102 | 3 | 0,306 | 0,325 | 0 | 0,306 | 0,018 | 0 | 0 |

| PUNTOS | DE | A | Qdis (L/s) | C. Terreno (m) | | Longitud (m) | S. Presión (m.c.a.) | Altura (m) | Ø Calculado (in) | Ø Com (in) | hf | P. Estática (m) | | C. Piezométrica (m) | | P. Servicio (m.c.a.) | |
|--------|-------|-------|------------|----------------|---------|--------------|---------------------|------------|------------------|------------|--------|-----------------|--------|---------------------|---------|----------------------|--------|
| | | | | Cto | Ctf | | | | | | | Po | PF | Cpzo | Cpzf | Pso | Psf |
| A-B | E- 48 | E- 56 | 0,288 | 545,772 | 533,716 | 108,778 | 0,000 | 12,056 | 0,683 | 2 | 0,064 | 14,963 | 27,019 | 558,744 | 558,680 | 12,972 | 24,964 |
| | E- 56 | E- 59 | 0,087 | 533,716 | 532,041 | 36,315 | 0,000 | 1,675 | 0,519 | 2 | 0,002 | 27,019 | 28,694 | 558,680 | 558,678 | 24,964 | 26,637 |
| A-D | E- 48 | E- 60 | 0,325 | 545,772 | 545,957 | 95,093 | 0,000 | 0,066 | 2,025 | 2 | 0,002 | 14,963 | 14,778 | 558,744 | 558,742 | 12,972 | 12,787 |
| | E- 60 | E- 67 | | 545,957 | 545,957 | | | | | 2 1/2 | 0,064 | 14,778 | 22,660 | 558,742 | 558,678 | 12,787 | 20,603 |
| D-C | E- 67 | E- 59 | 0,018 | 545,957 | 532,041 | 55,502 | 0,000 | 6,034 | 0,239 | 2 | 0,0002 | 22,660 | 28,694 | 558,678 | 558,680 | 20,603 | 26,637 |
| | E- 59 | E- 67 | | 532,041 | 532,041 | | | | | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5

Listado de planos constructivos para:

- Alcantarillado sanitario para la aldea Lo de Carranza, San Juan Sacatepéquez.
 - 01/11 Planta general y densidad habitacional
 - 02/11 Topografía
 - 03/11 Planta - perfil: ramal A y ramal B
 - 04/11 Planta - perfil: ramal C y ramal D
 - 05/11 Planta - perfil: ramal E, ramal F y ramal G
 - 06/11 Planta - perfil: ramal H, ramal I y ramal J
 - 07/11 Planta - perfil: ramal K, ramal L, ramal M y ramal N
 - 08/11 Planta - perfil: colector principal de PV-CP1 a PV-CP7
 - 09/11 Planta - perfil: colector principal de PV-CP7 a PV-CP15
 - 10/11 Planta - perfil: colector principal de PV-CP15 a PV-CP27
 - 11/11 Detalles

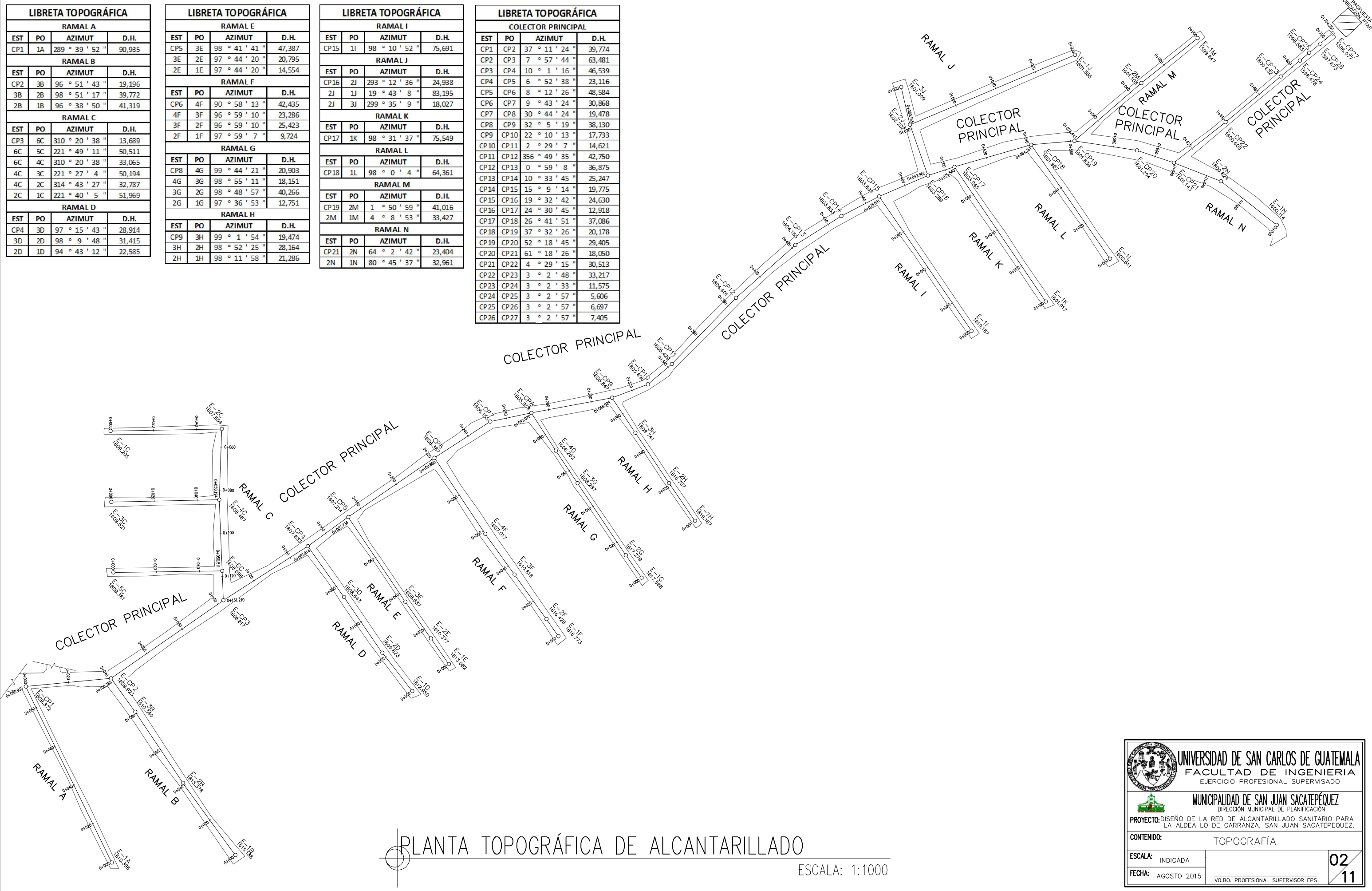
- Sistema de agua potable para el caserío La Soledad, aldea Estancia Grande, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.
 - 01/08 Planta conjunto y densidad de vivienda
 - 02/08 Planta general
 - 03A/08 Planta: línea de conducción
 - 03B/08 Perfil: línea de conducción
 - 04A/08 Planta - perfil: red de distribución
 - 04B/08 Planta - perfil: red de distribución
 - 05/08 Isobaras
 - -06/08 Captación
 - -07/08 Tanque de distribución 35 m³
 - -08/08 Detalles

| LIBRETA TOPOGRÁFICA | | | | |
|---------------------|----|-----------------|--------|--|
| RAMAL A | | | | |
| EST | PO | AZIMUT | D.H. | |
| CP1 | 1A | 289 ° 39 ' 52 " | 90,935 | |
| RAMAL B | | | | |
| EST | PO | AZIMUT | D.H. | |
| CP2 | 3B | 96 ° 51 ' 43 " | 19,196 | |
| 3B | 2B | 98 ° 51 ' 17 " | 39,772 | |
| 2B | 1B | 96 ° 38 ' 50 " | 41,319 | |
| RAMAL C | | | | |
| EST | PO | AZIMUT | D.H. | |
| CP3 | 6C | 310 ° 20 ' 38 " | 13,689 | |
| 6C | 5C | 221 ° 49 ' 11 " | 50,511 | |
| 6C | 4C | 310 ° 20 ' 38 " | 33,065 | |
| 4C | 3C | 221 ° 27 ' 4 " | 50,194 | |
| 4C | 2C | 314 ° 43 ' 27 " | 32,787 | |
| 2C | 1C | 221 ° 40 ' 5 " | 51,969 | |
| RAMAL D | | | | |
| EST | PO | AZIMUT | D.H. | |
| CP4 | 3D | 97 ° 15 ' 43 " | 28,914 | |
| 3D | 2D | 98 ° 9 ' 48 " | 31,415 | |
| 2D | 1D | 94 ° 43 ' 12 " | 22,585 | |

| LIBRETA TOPOGRÁFICA | | | | |
|---------------------|----|----------------|--------|--|
| RAMAL E | | | | |
| EST | PO | AZIMUT | D.H. | |
| CP5 | 3E | 98 ° 41 ' 41 " | 47,387 | |
| 3E | 2E | 97 ° 44 ' 20 " | 20,795 | |
| 2E | 1E | 97 ° 44 ' 20 " | 14,554 | |
| RAMAL F | | | | |
| EST | PO | AZIMUT | D.H. | |
| CP6 | 4F | 90 ° 58 ' 13 " | 42,435 | |
| 4F | 3F | 96 ° 59 ' 10 " | 23,286 | |
| 3F | 2F | 96 ° 59 ' 10 " | 25,423 | |
| 2F | 1F | 97 ° 59 ' 7 " | 9,724 | |
| RAMAL G | | | | |
| EST | PO | AZIMUT | D.H. | |
| CP8 | 4G | 99 ° 44 ' 21 " | 20,903 | |
| 4G | 3G | 98 ° 55 ' 11 " | 18,151 | |
| 3G | 2G | 98 ° 48 ' 57 " | 40,266 | |
| 2G | 1G | 97 ° 36 ' 53 " | 12,751 | |
| RAMAL H | | | | |
| EST | PO | AZIMUT | D.H. | |
| CP9 | 3H | 99 ° 1 ' 54 " | 19,474 | |
| 3H | 2H | 98 ° 52 ' 25 " | 28,164 | |
| 2H | 1H | 98 ° 11 ' 58 " | 21,286 | |

| LIBRETA TOPOGRÁFICA | | | | |
|---------------------|----|-----------------|--------|--|
| RAMAL I | | | | |
| EST | PO | AZIMUT | D.H. | |
| CP15 | 1I | 98 ° 10 ' 52 " | 75,691 | |
| RAMAL J | | | | |
| EST | PO | AZIMUT | D.H. | |
| CP16 | 2J | 293 ° 12 ' 36 " | 24,938 | |
| 2J | 1J | 19 ° 43 ' 8 " | 83,195 | |
| 2J | 3J | 299 ° 35 ' 9 " | 18,027 | |
| RAMAL K | | | | |
| EST | PO | AZIMUT | D.H. | |
| CP17 | 1K | 98 ° 31 ' 37 " | 75,549 | |
| RAMAL L | | | | |
| EST | PO | AZIMUT | D.H. | |
| CP18 | 1L | 98 ° 0 ' 4 " | 64,361 | |
| RAMAL M | | | | |
| EST | PO | AZIMUT | D.H. | |
| CP19 | 2M | 1 ° 50 ' 59 " | 41,016 | |
| 2M | 1M | 4 ° 8 ' 53 " | 33,427 | |
| RAMAL N | | | | |
| EST | PO | AZIMUT | D.H. | |
| CP21 | 2N | 64 ° 2 ' 42 " | 23,404 | |
| 2N | 1N | 80 ° 45 ' 37 " | 32,961 | |

| LIBRETA TOPOGRÁFICA | | | | |
|---------------------|------|-----------------|--------|--|
| COLECTOR PRINCIPAL | | | | |
| EST | PO | AZIMUT | D.H. | |
| CP1 | CP2 | 37 ° 11 ' 24 " | 39,774 | |
| CP2 | CP3 | 7 ° 57 ' 44 " | 63,481 | |
| CP3 | CP4 | 10 ° 1 ' 16 " | 46,539 | |
| CP4 | CP5 | 6 ° 52 ' 38 " | 23,116 | |
| CP5 | CP6 | 8 ° 12 ' 26 " | 48,584 | |
| CP6 | CP7 | 9 ° 43 ' 24 " | 30,868 | |
| CP7 | CP8 | 30 ° 44 ' 24 " | 19,478 | |
| CP8 | CP9 | 32 ° 5 ' 19 " | 38,130 | |
| CP9 | CP10 | 22 ° 10 ' 13 " | 17,733 | |
| CP10 | CP11 | 2 ° 29 ' 7 " | 14,621 | |
| CP11 | CP12 | 356 ° 49 ' 35 " | 42,750 | |
| CP12 | CP13 | 0 ° 59 ' 8 " | 36,875 | |
| CP13 | CP14 | 10 ° 33 ' 45 " | 25,247 | |
| CP14 | CP15 | 15 ° 9 ' 14 " | 19,775 | |
| CP15 | CP16 | 19 ° 32 ' 42 " | 24,630 | |
| CP16 | CP17 | 24 ° 30 ' 45 " | 12,918 | |
| CP17 | CP18 | 26 ° 41 ' 51 " | 37,086 | |
| CP18 | CP19 | 37 ° 32 ' 26 " | 20,178 | |
| CP19 | CP20 | 52 ° 18 ' 45 " | 29,405 | |
| CP20 | CP21 | 61 ° 18 ' 26 " | 18,050 | |
| CP21 | CP22 | 4 ° 29 ' 15 " | 30,513 | |
| CP22 | CP23 | 3 ° 2 ' 48 " | 33,217 | |
| CP23 | CP24 | 3 ° 2 ' 33 " | 11,575 | |
| CP24 | CP25 | 3 ° 2 ' 57 " | 5,606 | |
| CP25 | CP26 | 3 ° 2 ' 57 " | 6,697 | |
| CP26 | CP27 | 3 ° 2 ' 57 " | 7,405 | |



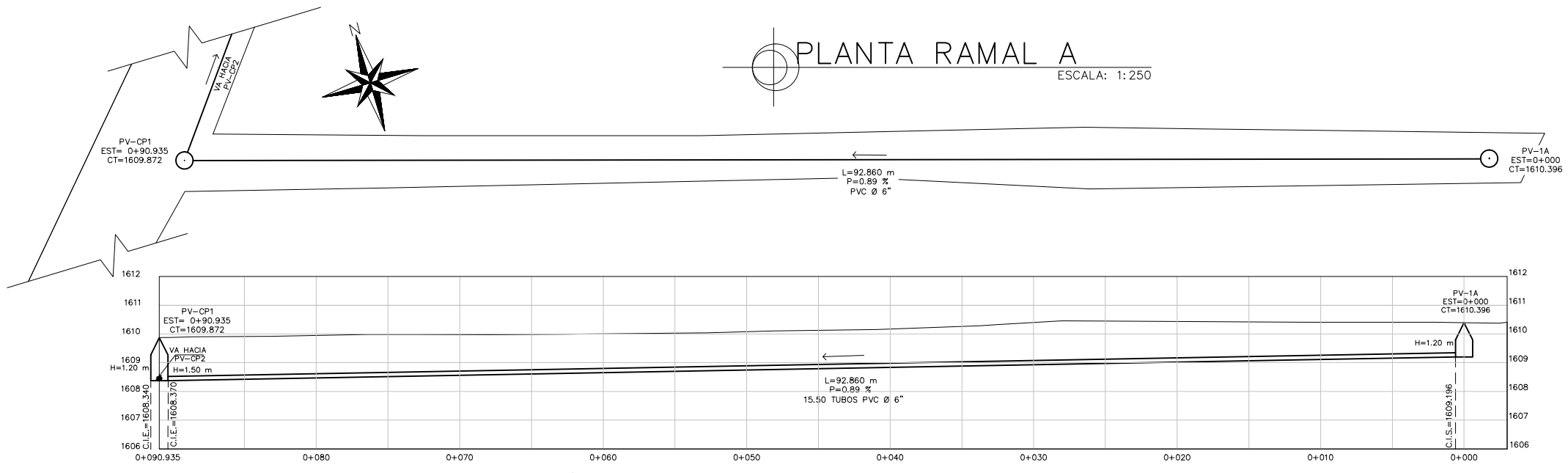
PLANTA TOPOGRÁFICA DE ALCANTARILLADO
 ESCALA: 1:1000


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

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN
 PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.
 CONTENIDO: TOPOGRAFÍA
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: AGOSTO 2015
 VO. BO. PROFESIONAL SUPERVISOR EPS

PLANTA RAMAL A

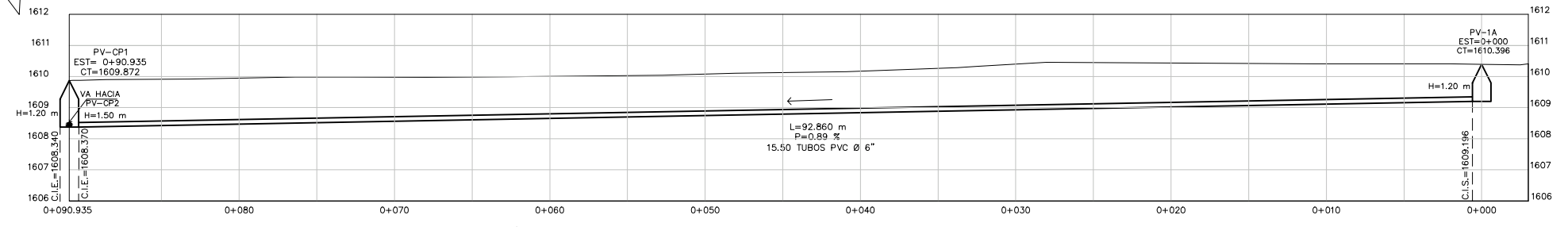
ESCALA: 1:250



PERFIL RAMAL A

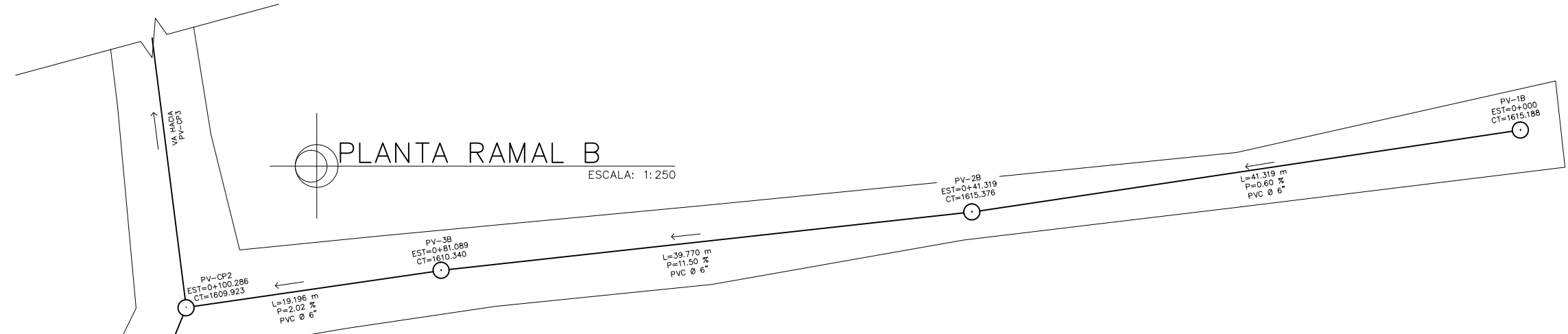
DE PV-1A A PV-CP1

ESCALA: HORIZONTAL 1:250
VERTICAL 1:125



PLANTA RAMAL B

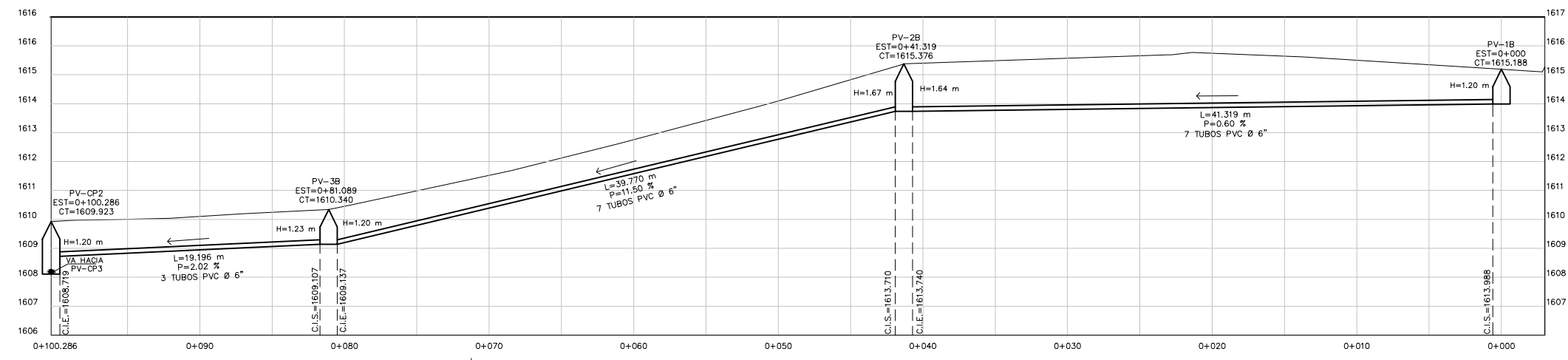
ESCALA: 1:250



PERFIL RAMAL B

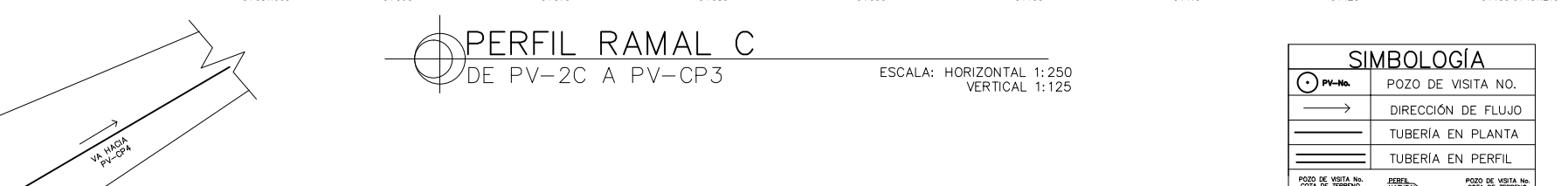
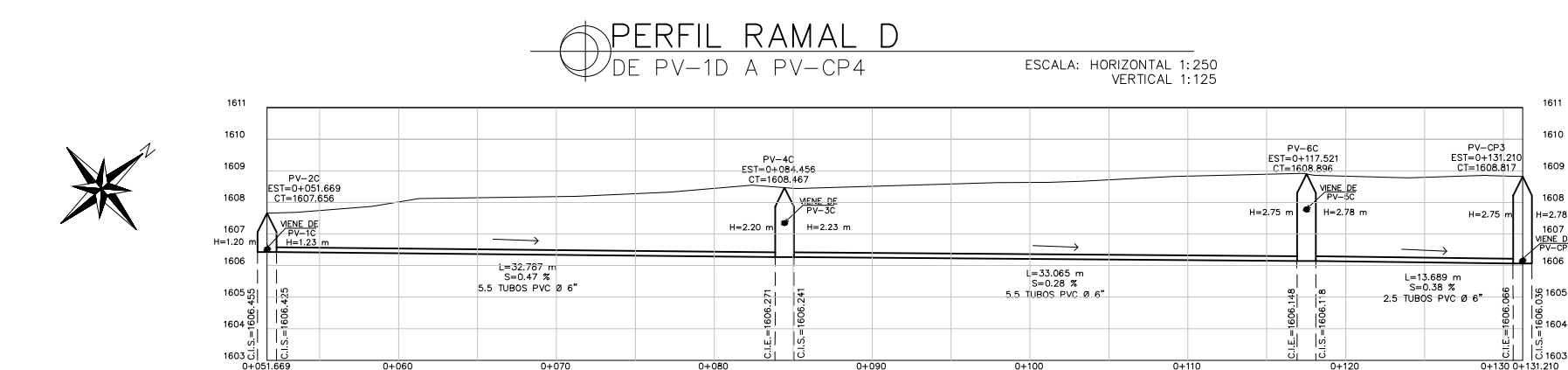
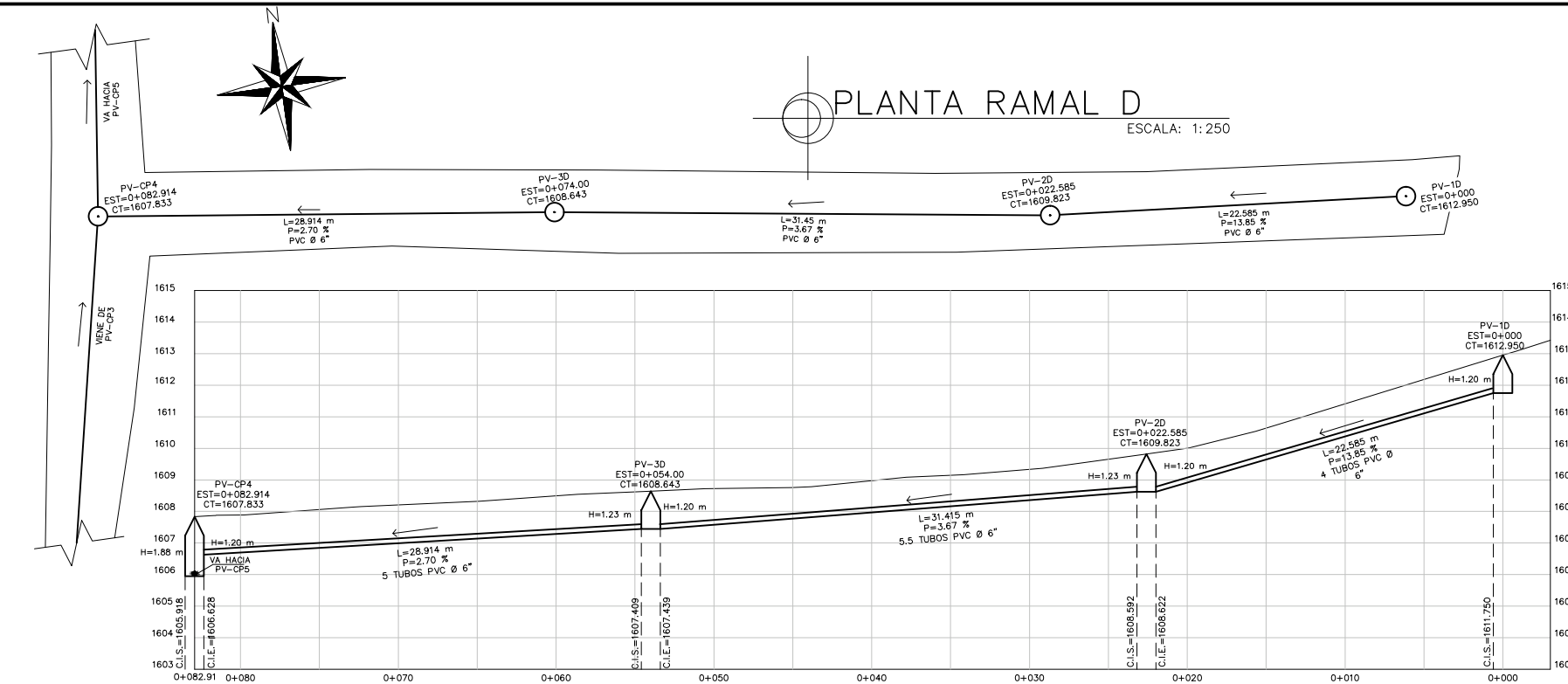
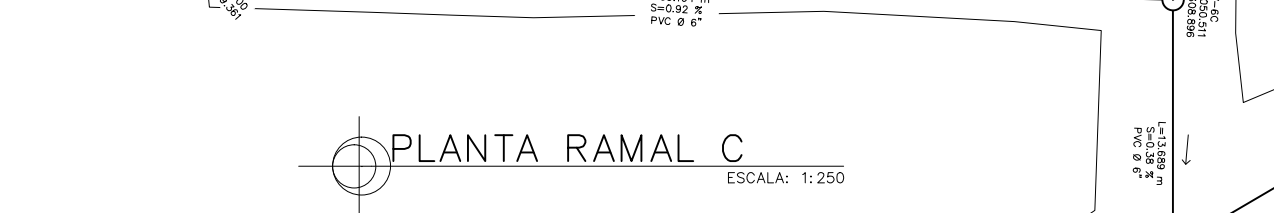
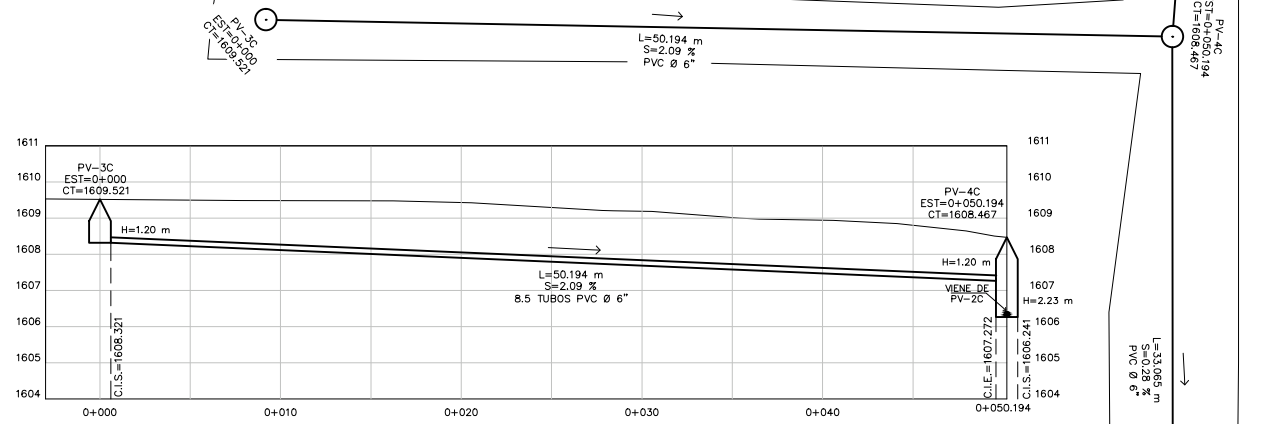
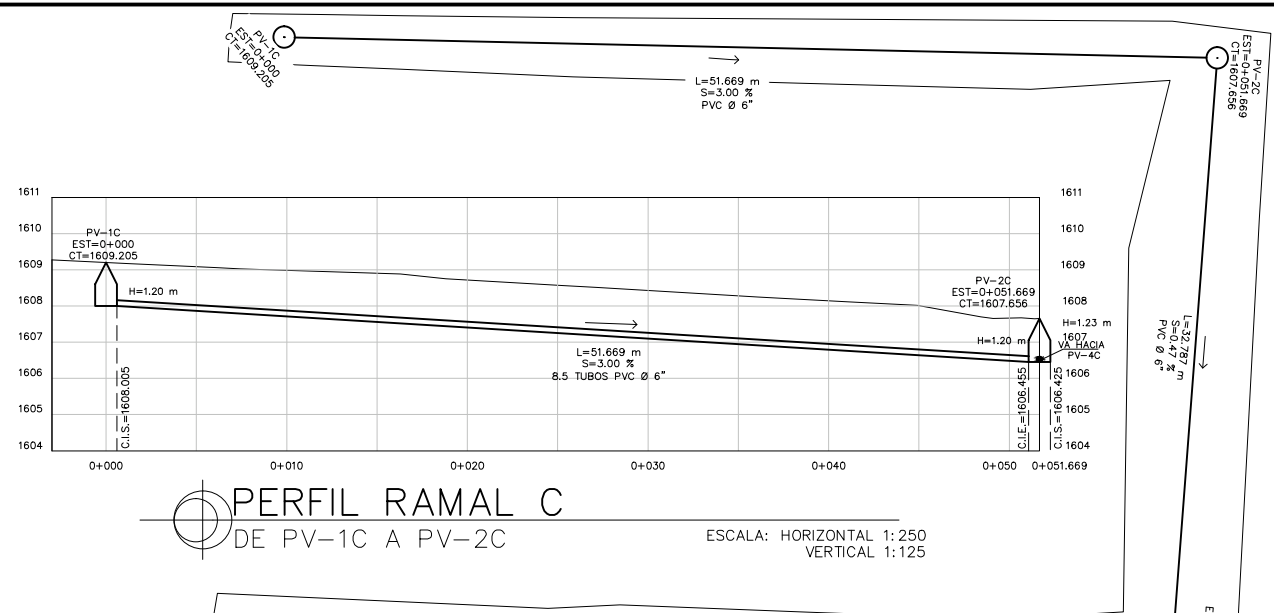
DE PV-1B A PV-4BC

ESCALA: HORIZONTAL 1:250
VERTICAL 1:125



| SIMBOLOGÍA | |
|------------|--|
| | PV-No. POZO DE VISITA NO. |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| | TUBERÍA EN PLANTA |
| | TUBERÍA EN PERFIL |
| | PERFIL NATURAL |
| | PERFIL |
| | LONGITUD DE TRAMO (m) PENDIENTE DE TUBERÍA (%) DIÁMETRO DE TUBERÍA (ø) |
| | COTA INVERT. DE ENTRADA |
| | COTA INVERT. DE SALIDA |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN
PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL RAMAL A Y RAMAL B
ESCALA: INDICADA
FECHA: AGOSTO 2015
 VO.BO. PROFESIONAL SUPERVISOR EPS



SIMBOLOGÍA

| | | |
|--|--------|---|
| | PV-No. | POZO DE VISITA NO. |
| | | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| | | TUBERÍA EN PLANTA |
| | | TUBERÍA EN PERFIL |
| | | POZO DE VISITA No. COTA DE TERRENO |
| | | PERFIL NATURAL |
| | | POZO DE VISITA No. COTA DE TERRENO |
| | | PERFIL |
| | | COTA INVERT DE SALIDA |
| | | COTA INVERT DE ENTRADA |
| | | LONGITUD DE TRAMO (m) |
| | | PERCENTAJE DE TUBERÍA (Ø DIÁMETRO DE TUBERÍA) |

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

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.

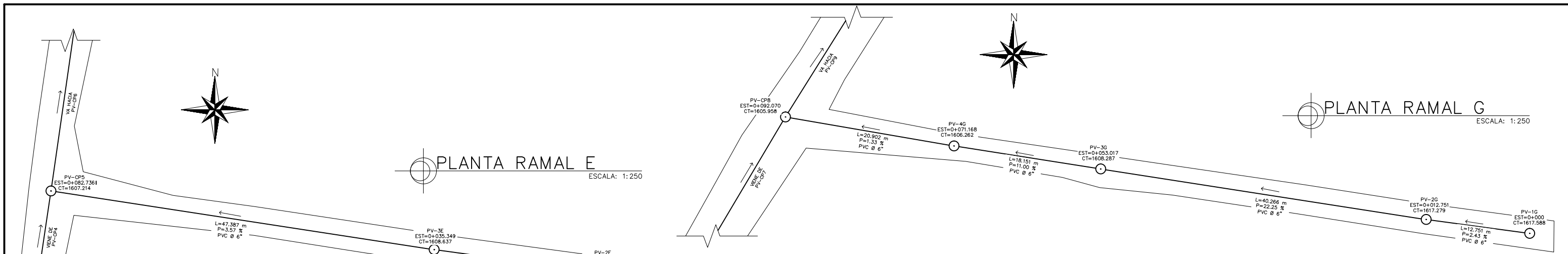
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL RAMAL C - RAMAL D

ESCALA: INDICADA

FECHA: AGOSTO 2015

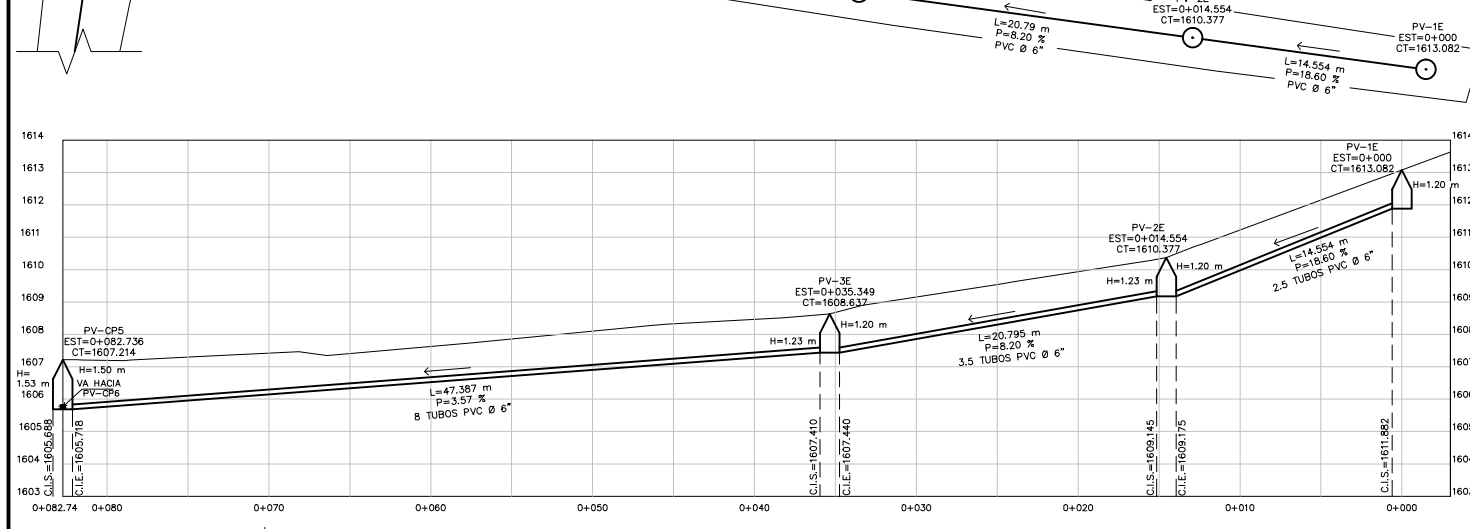
VO.BO. PROFESIONAL SUPERVISOR EPS

04/11

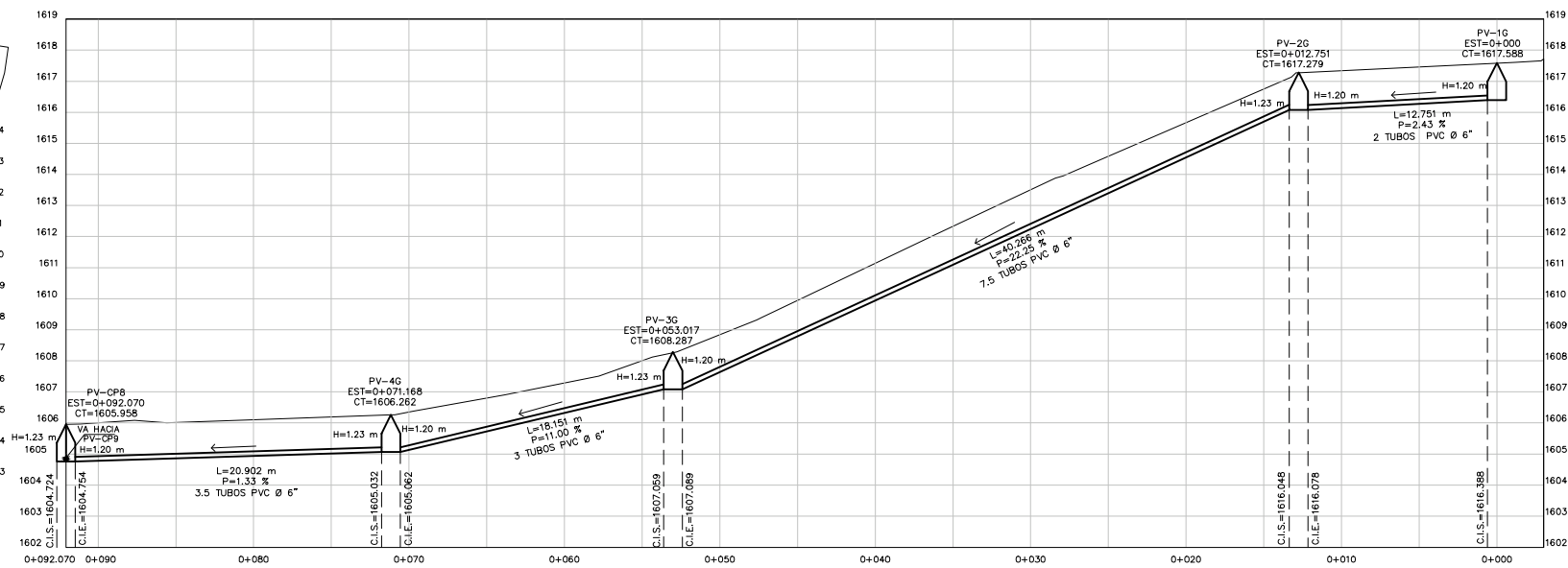


PLANTA RAMAL E
ESCALA: 1:250

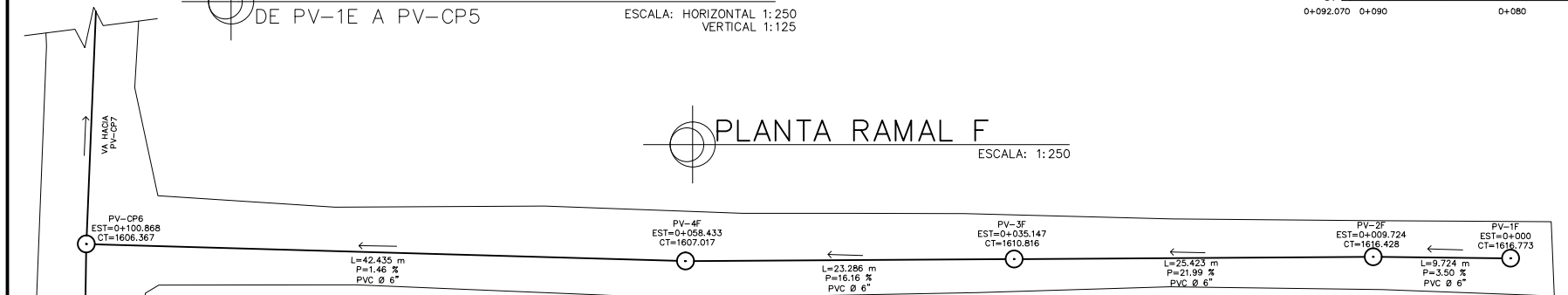
PLANTA RAMAL G
ESCALA: 1:250



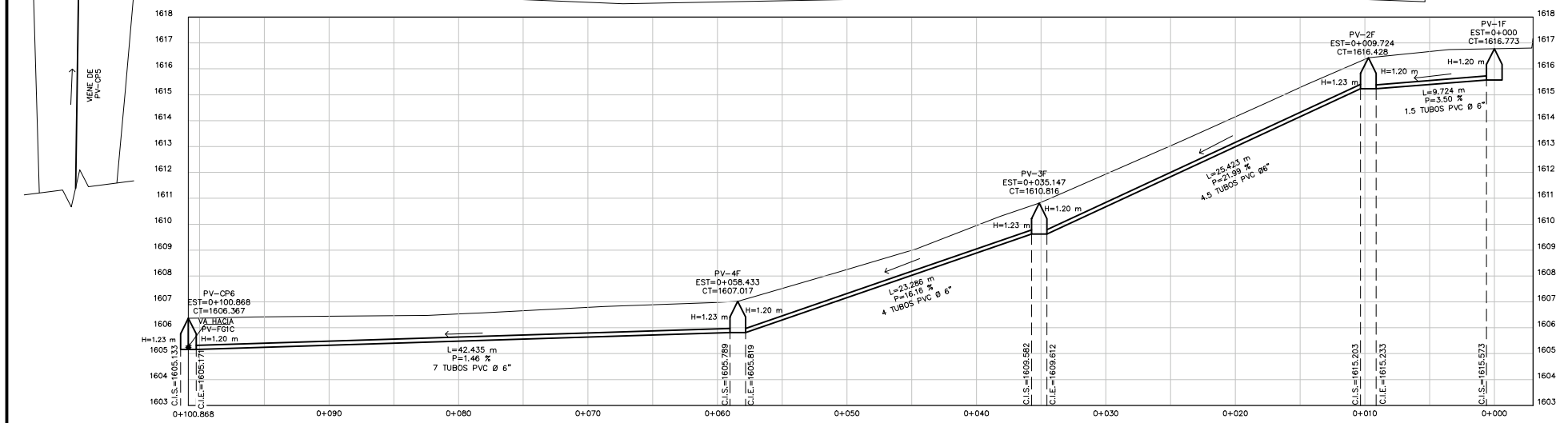
PERFIL RAMAL E
DE PV-1E A PV-CP5
ESCALA: HORIZONTAL 1:250
VERTICAL 1:125



PERFIL RAMAL G
DE PV-1G A PV-CP8
ESCALA: HORIZONTAL 1:250
VERTICAL 1:125



PLANTA RAMAL F
ESCALA: 1:250



PERFIL RAMAL F
DE PV-1F A PV-CP6
ESCALA: HORIZONTAL 1:250
VERTICAL 1:125

| SIMBOLOGÍA | |
|------------|---------------------------|
| | PV-No. POZO DE VISITA NO. |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| | TUBERÍA EN PLANTA |
| | TUBERÍA EN PERFIL |
| | PERFIL |
| | PERFIL NATURAL |
| | LONGITUD DE TRAMO (m) |
| | PENDIENTE DE TUBERÍA (‰) |
| | DIÁMETRO DE TUBERÍA (Ø) |
| | COTA INVERT DE SALIDA |
| | COTA INVERT DE ENTRADA |

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

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.

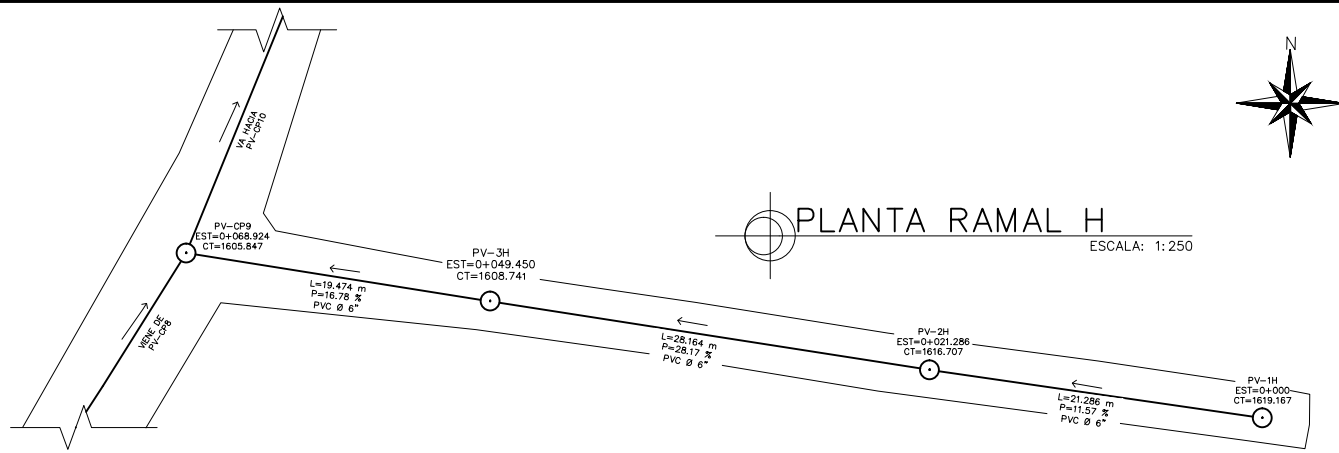
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL
RAMAL E - RAMAL F - RAMAL G

ESCALA: INDICADA

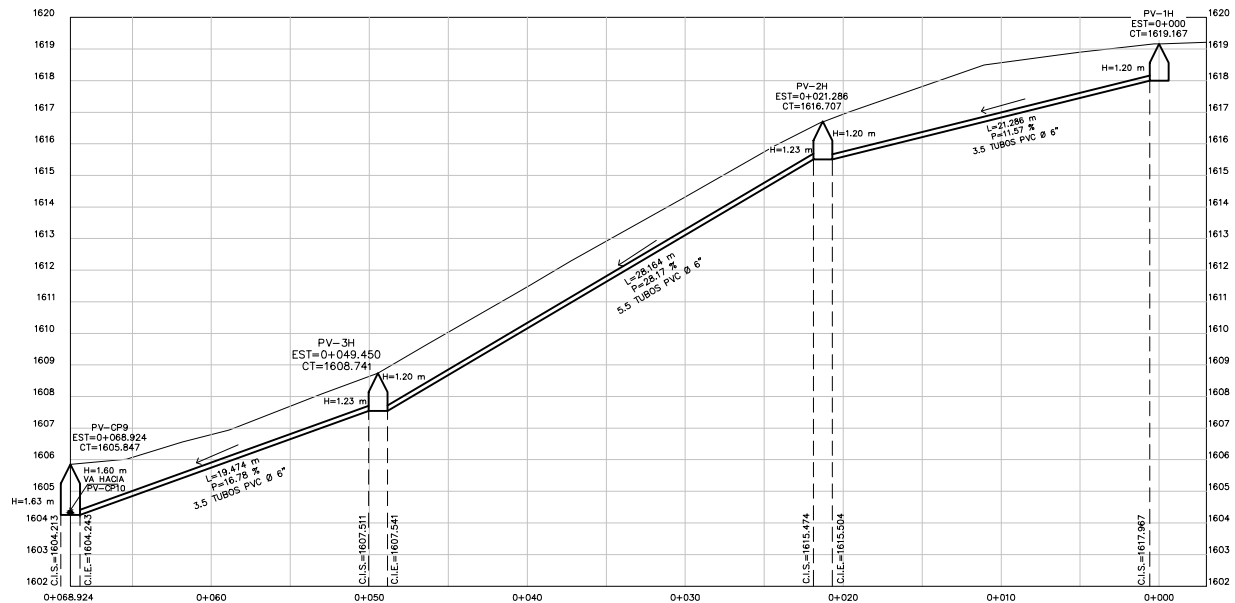
FECHA: AGOSTO 2015

VO.BO. PROFESIONAL SUPERVISADOR EPS

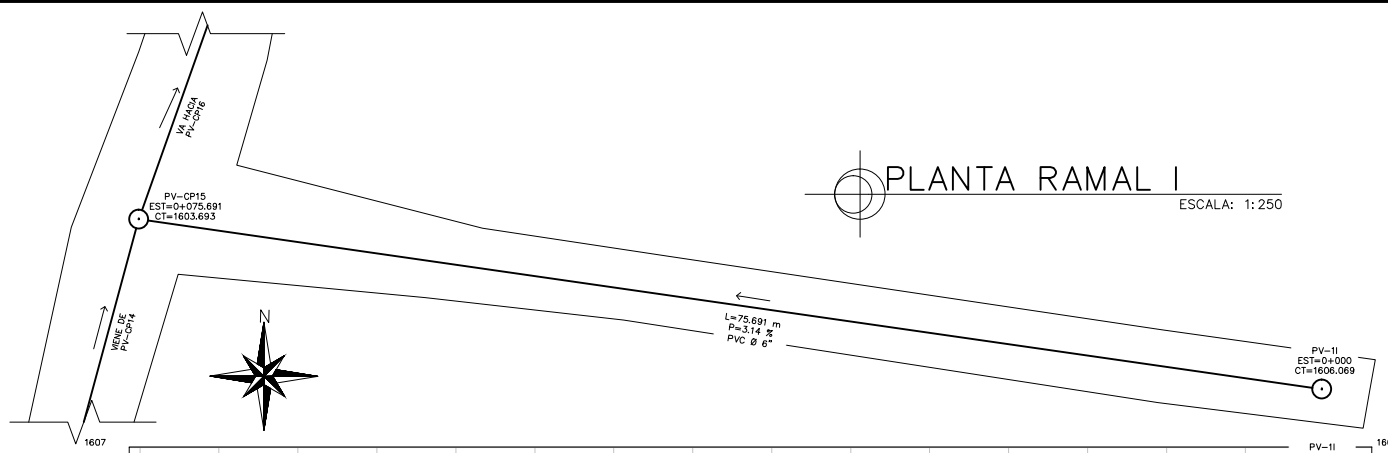
05
11



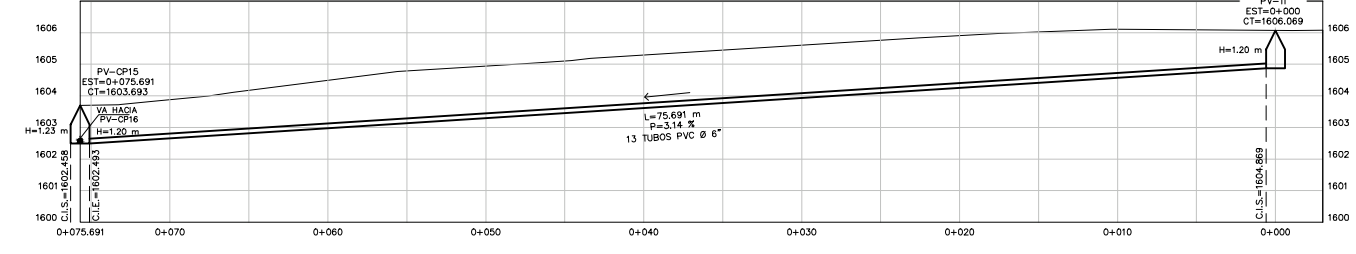
PLANTA RAMAL H
ESCALA: 1:250



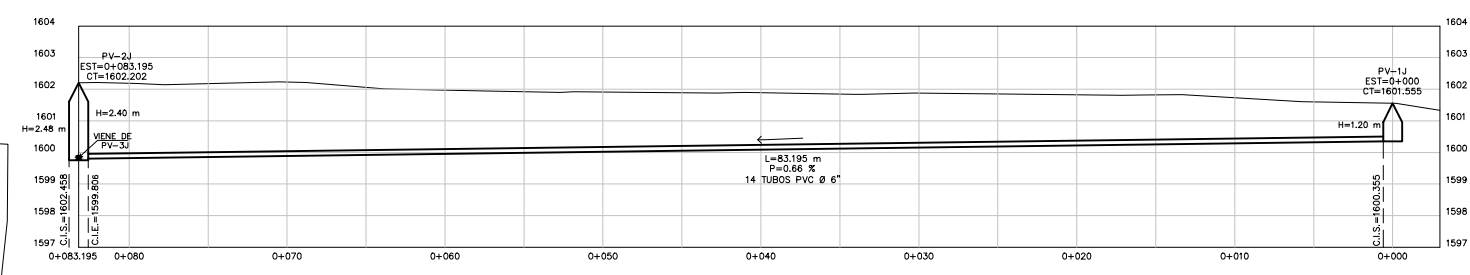
PERFIL RAMAL H
DE PV-1H A PV-CP9
ESCALA: HORIZONTAL 1:250
VERTICAL 1:125



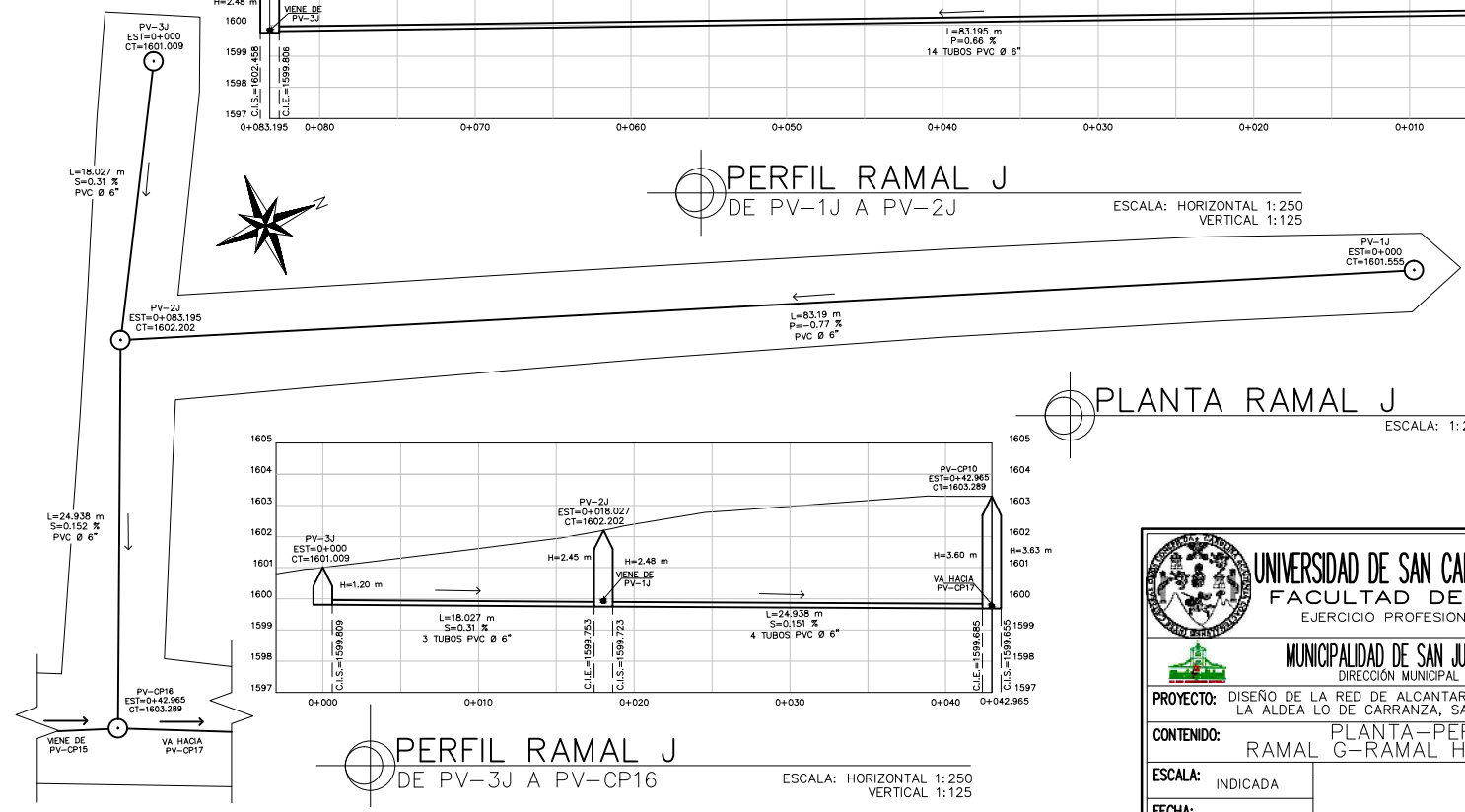
PLANTA RAMAL I
ESCALA: 1:250



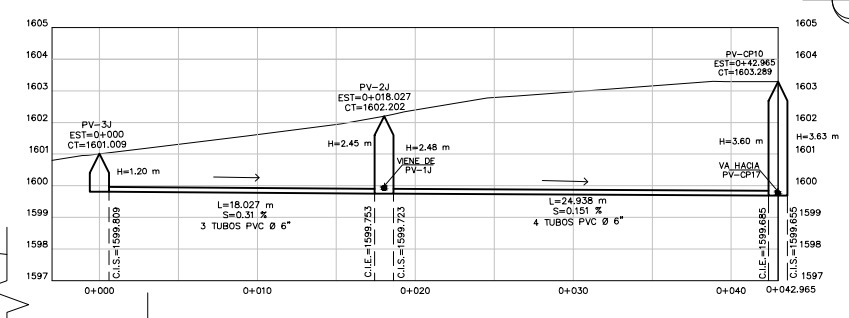
PERFIL RAMAL I
DE PV-1I A PV-CP15
ESCALA: HORIZONTAL 1:250
VERTICAL 1:125



PERFIL RAMAL J
DE PV-1J A PV-2J
ESCALA: HORIZONTAL 1:250
VERTICAL 1:125



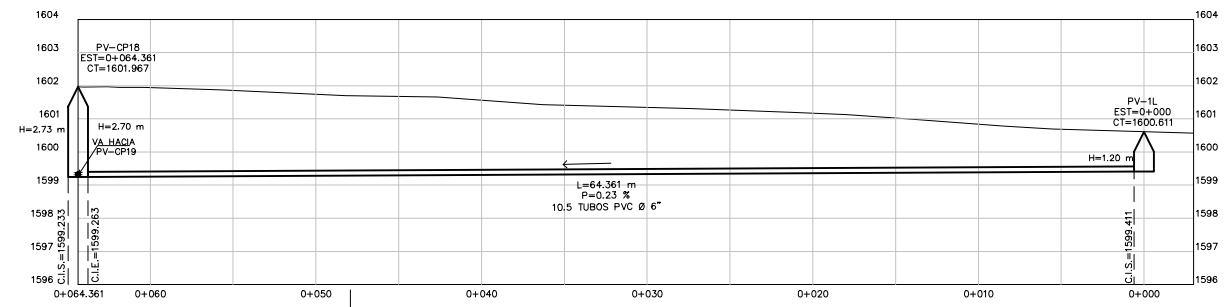
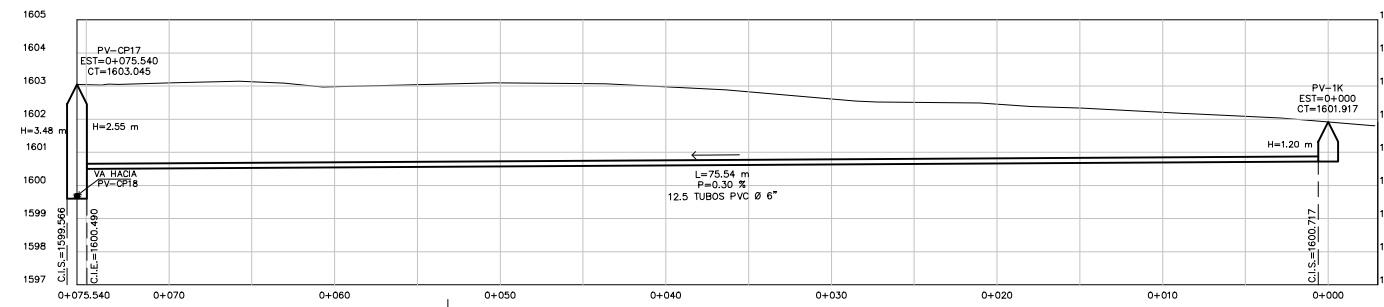
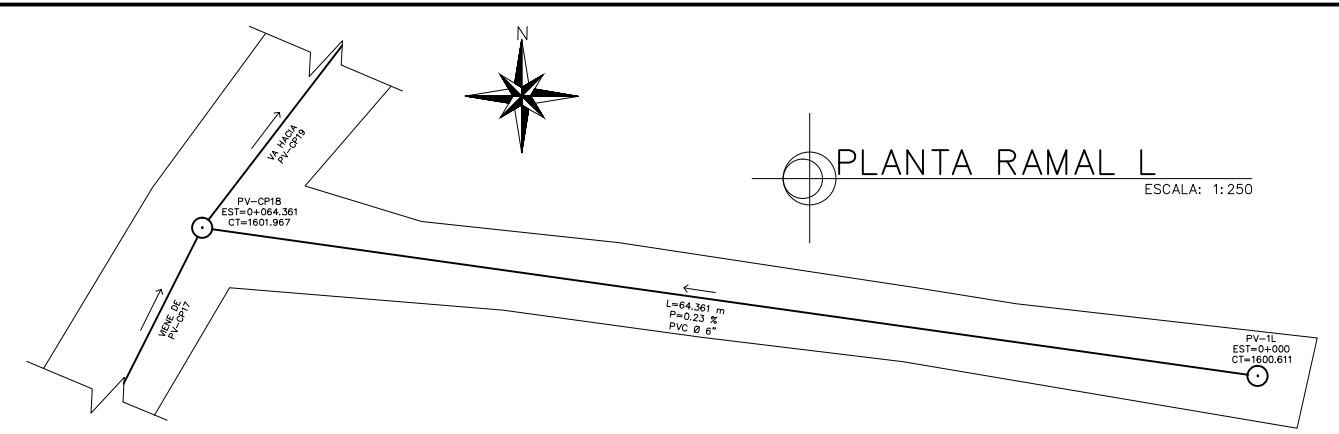
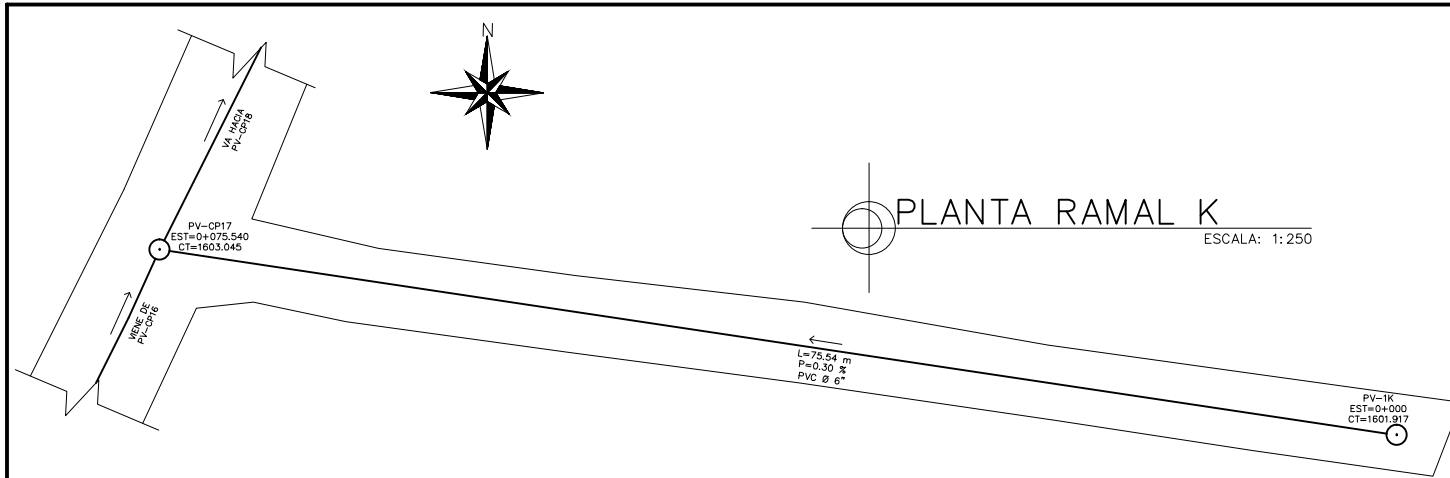
PLANTA RAMAL J
ESCALA: 1:250



PERFIL RAMAL J
DE PV-3J A PV-CP16
ESCALA: HORIZONTAL 1:250
VERTICAL 1:125

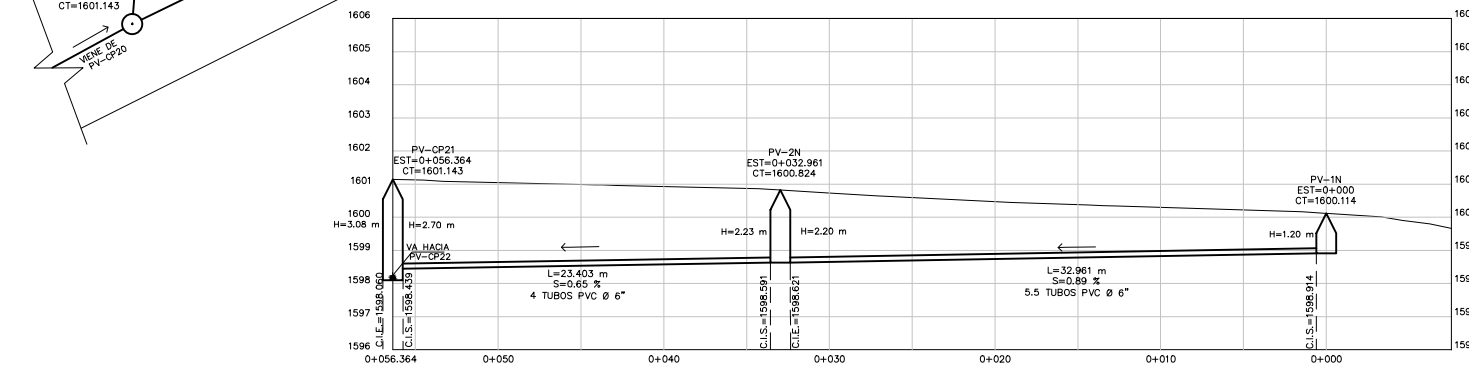
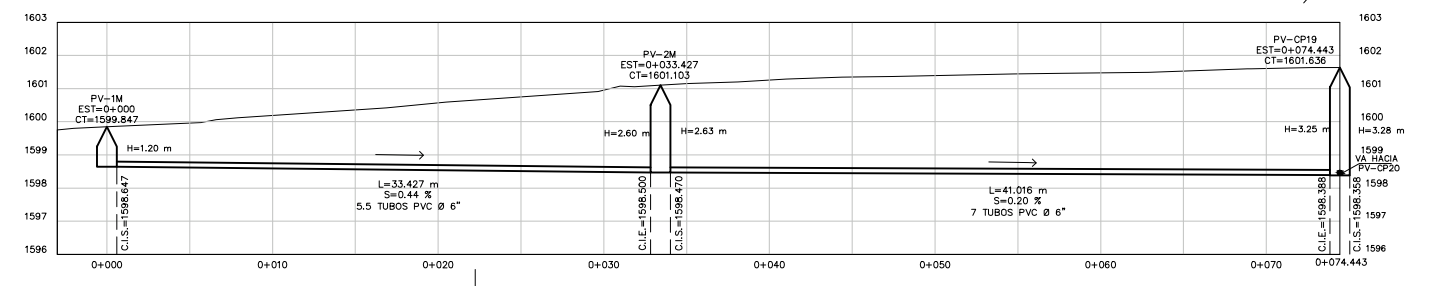
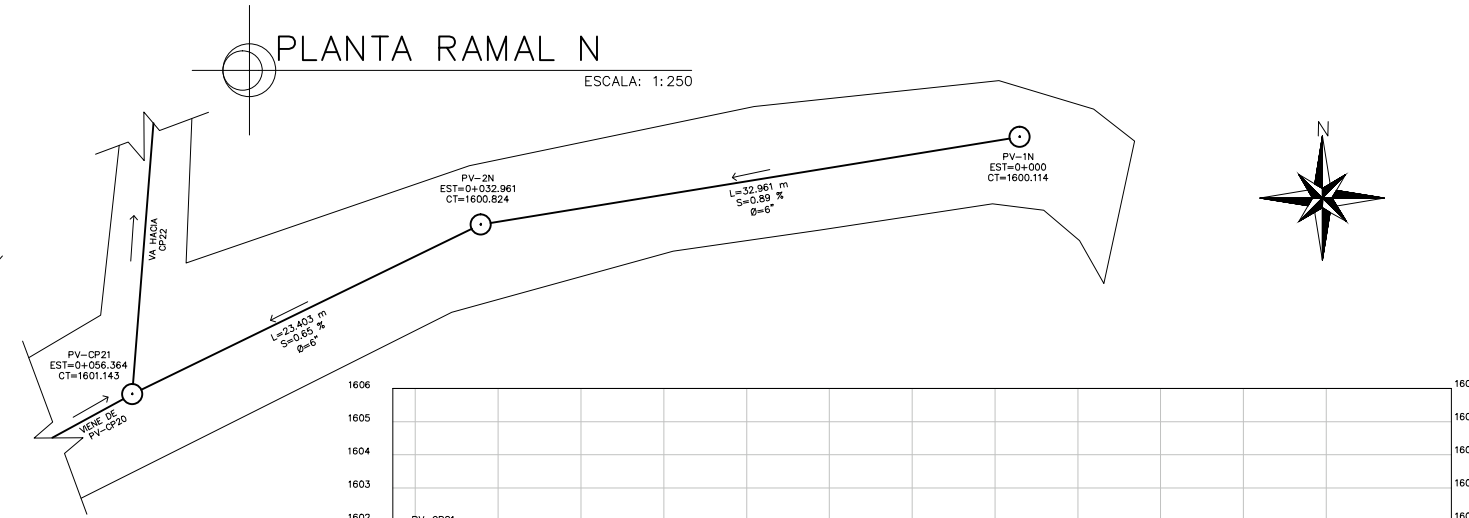
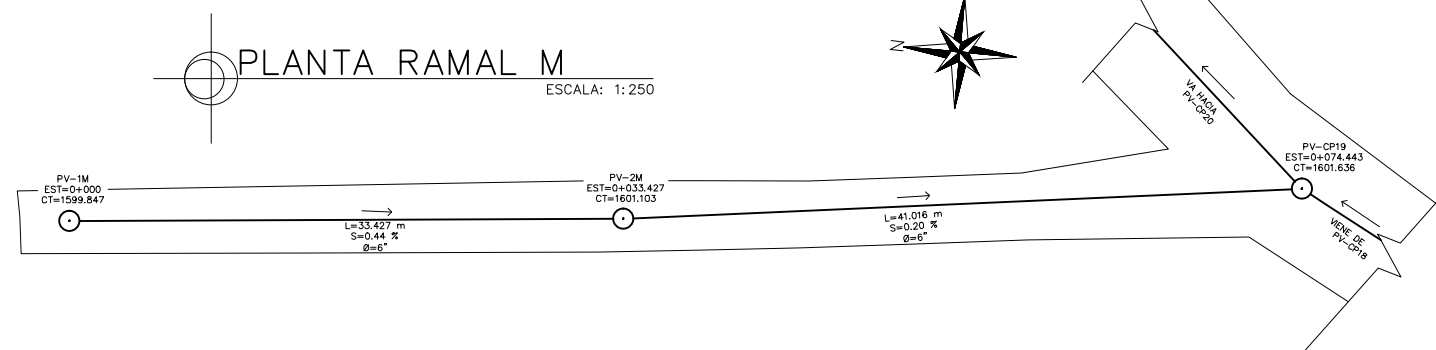
| SIMBOLOGÍA | |
|------------|------------------------------------|
| | POZO DE VISITA NO. |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| | TUBERÍA EN PLANTA |
| | TUBERÍA EN PERFIL |
| | POZO DE VISITA NO. COTA DE TERRENO |
| | PERFIL NATURAL |
| | PERFIL |
| | LONGITUD DE TRAMO (m) |
| | PENDIENTE DE TUBERÍA (%) |
| | DIÁMETRO DE TUBERÍA (Ø) |
| | POZO DE VISITA NO. COTA DE TERRENO |
| | PERFIL |
| | LONGITUD DE TRAMO (m) |
| | PENDIENTE DE TUBERÍA (%) |
| | DIÁMETRO DE TUBERÍA (Ø) |
| | POZO DE VISITA NO. COTA DE TERRENO |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN
 PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.
 CONTENIDO: PLANTA-PERFIL RAMAL G-RAMAL H-RAMAL I
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: AGOSTO 2015
 VO.BO. PROFESIONAL SUPERVISOR EPS



PERFIL RAMAL K DE PV-3K A PV-CP17
ESCALA: HORIZONTAL 1:250 VERTICAL 1:125

PERFIL RAMAL L DE PV-1L A PV-CP18
ESCALA: HORIZONTAL 1:250 VERTICAL 1:125



PERFIL RAMAL M DE PV-1M A PV-CP19
ESCALA: HORIZONTAL 1:250 VERTICAL 1:125

PERFIL RAMAL N DE PV-1N A PV-CP21
ESCALA: HORIZONTAL 1:250 VERTICAL 1:125

SIMBOLOGÍA

| | | |
|--|------------------------------------|--------------------------|
| | PV-No. | POZO DE VISITA NO. |
| | | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| | | TUBERÍA EN PLANTA |
| | | TUBERÍA EN PERFIL |
| | POZO DE VISITA No. COTA DE TERRENO | PERFIL NATURAL |
| | POZO DE VISITA No. COTA DE TERRENO | PERFIL |
| | LONGITUD DE TRAMO (m) | PENDIENTE DE TUBERÍA (%) |
| | DIÁMETRO DE TUBERÍA (ø) | |

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

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.

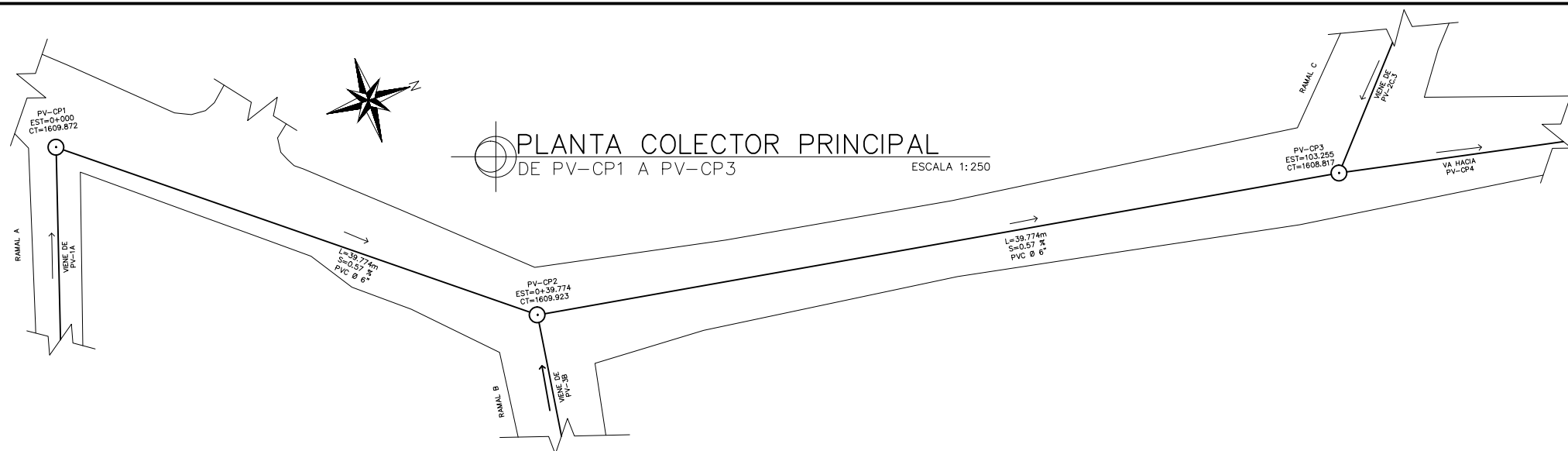
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL
RAMAL K-RAMAL L-RAMAL M-RAMAL N

ESCALA: INDICADA

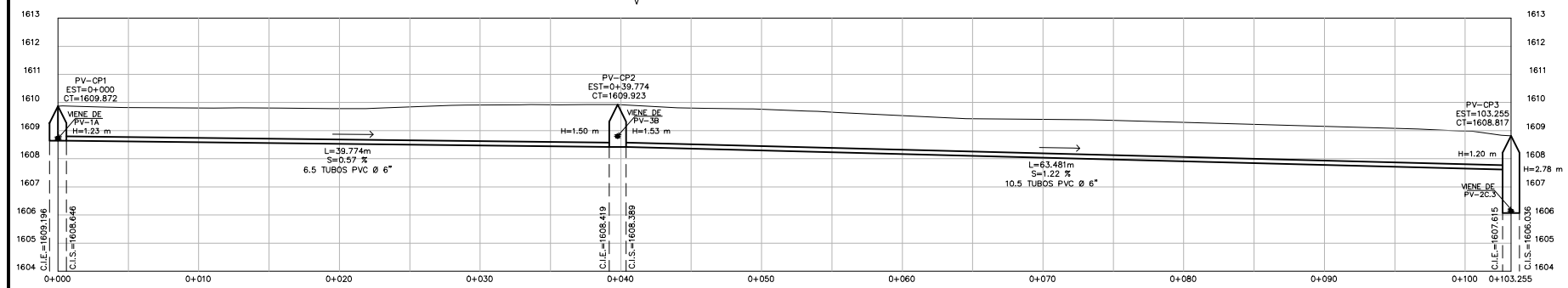
FECHA: AGOSTO 2015

VO.BO. PROFESIONAL SUPERVISOR EPS

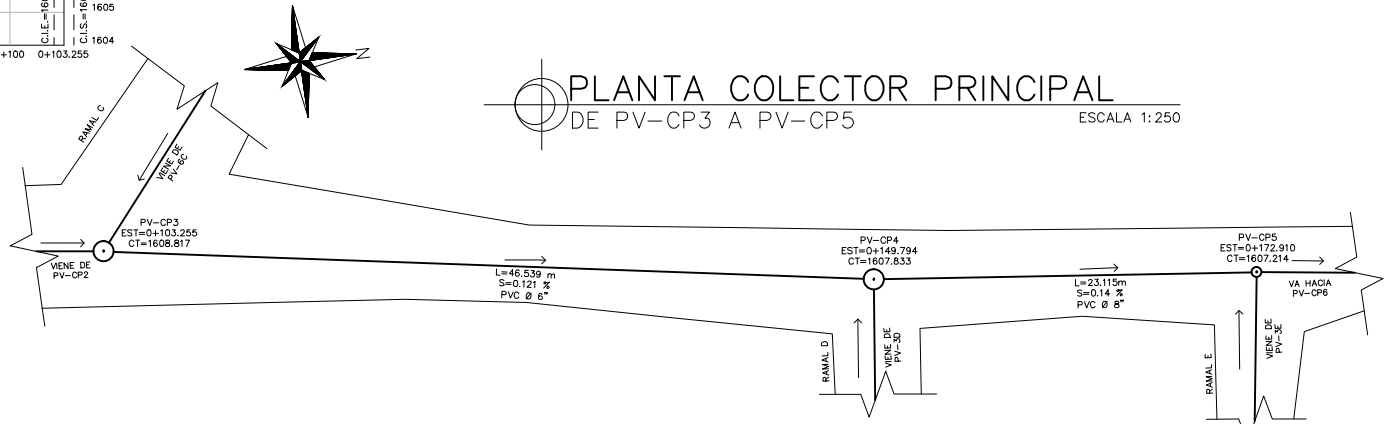
07
11



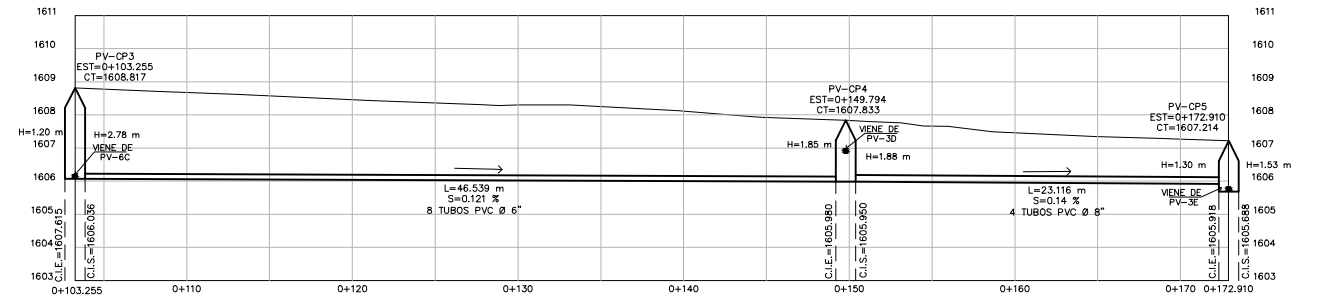
| SIMBOLOGÍA | |
|------------|---------------------------|
| | PV-No. POZO DE VISITA NO. |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| | TUBERÍA EN PLANTA |
| | TUBERÍA EN PERFIL |
| | |



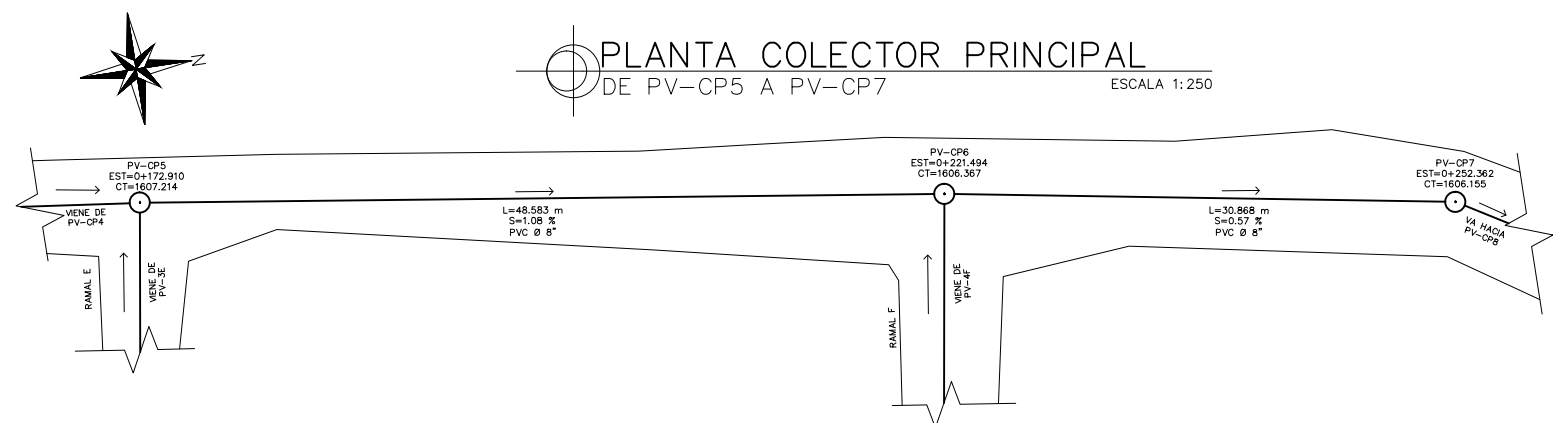
PERFIL COLECTOR PRINCIPAL DE PV-CP1 A PV-CP3 ESCALA: HORIZONTAL 1:250 VERTICAL 1:125



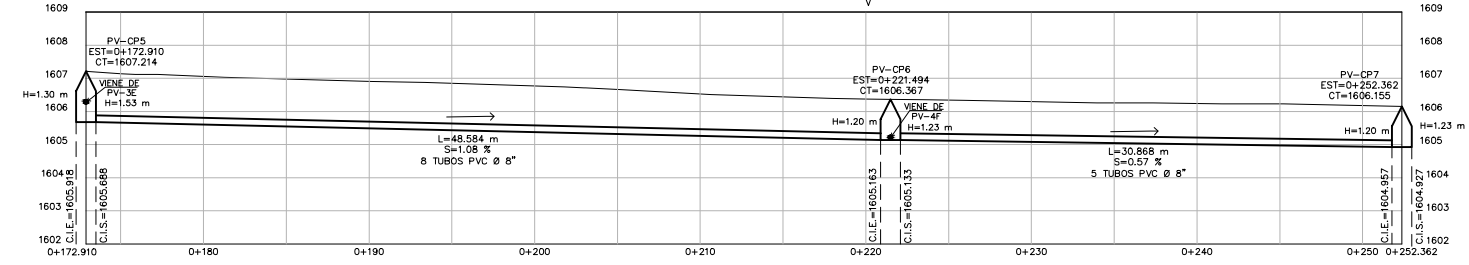
PLANTA COLECTOR PRINCIPAL DE PV-CP3 A PV-CP5 ESCALA 1:250



PERFIL COLECTOR PRINCIPAL DE PV-CP3 A PV-CP5 ESCALA: HORIZONTAL 1:250 VERTICAL 1:125



PLANTA COLECTOR PRINCIPAL DE PV-CP5 A PV-CP7 ESCALA 1:250



PERFIL COLECTOR PRINCIPAL DE PV-CP5 A PV-CP7 ESCALA: HORIZONTAL 1:250 VERTICAL 1:125

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

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.

CONTENIDO: PLANTA-PERFIL COLECTOR PRINCIPAL: DE PV-CP1 A PV-CP7

ESCALA: INDICADA

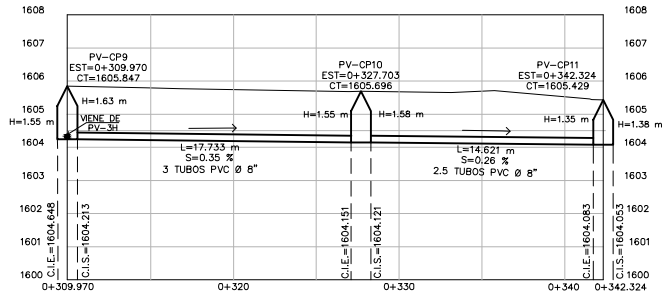
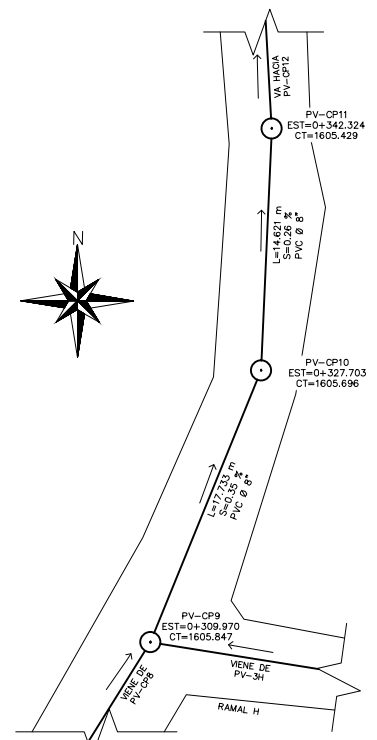
FECHA: AGOSTO 2015

VO.BO. PROFESIONAL SUPERVISOR EPS

08

11

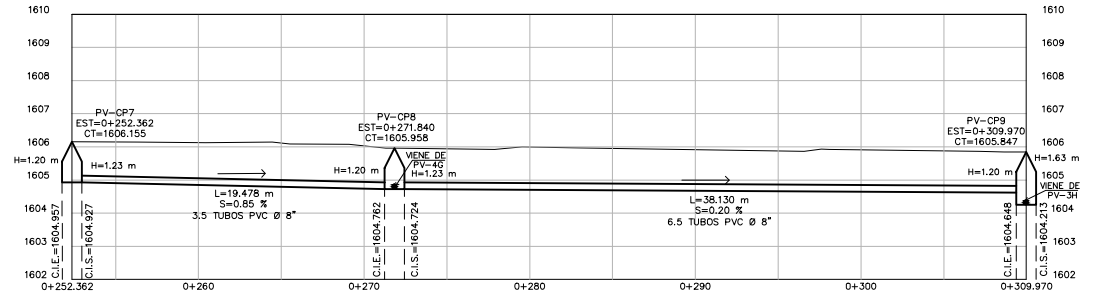
PLANTA COLECTOR PRINCIPAL
DE PV-CP9 A PV-CP11 ESCALA 1:250



PERFIL COLECTOR PRINCIPAL
DE PV-CP9 A PV-CP11 ESCALA: HORIZONTAL 1:250 VERTICAL 1:125

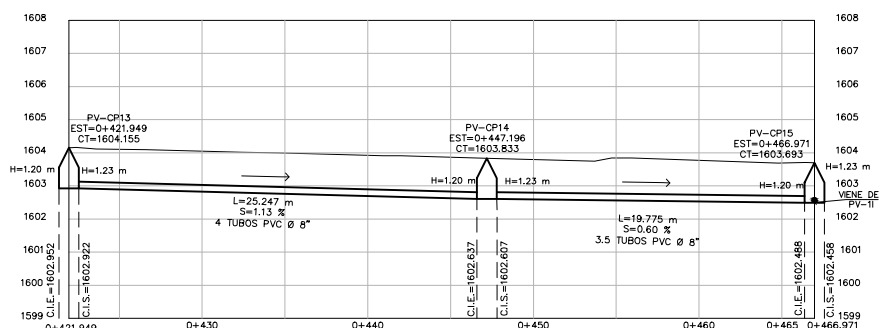
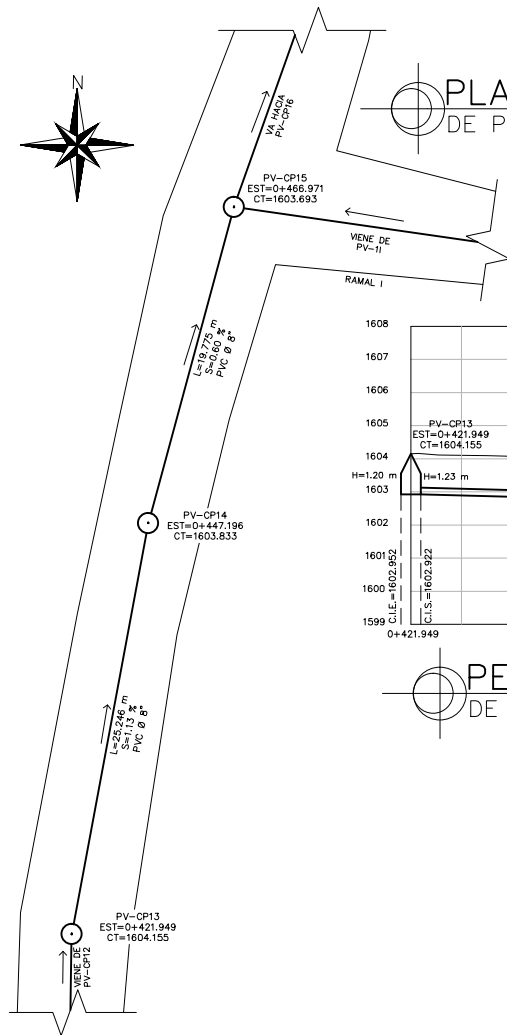
| SIMBOLOGÍA | |
|------------|---------------------------|
| | PV-No. POZO DE VISITA NO. |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| | TUBERÍA EN PLANTA |
| | TUBERÍA EN PERFIL |

PLANTA COLECTOR PRINCIPAL
DE PV-CP7 A PV-CP9 ESCALA 1:250



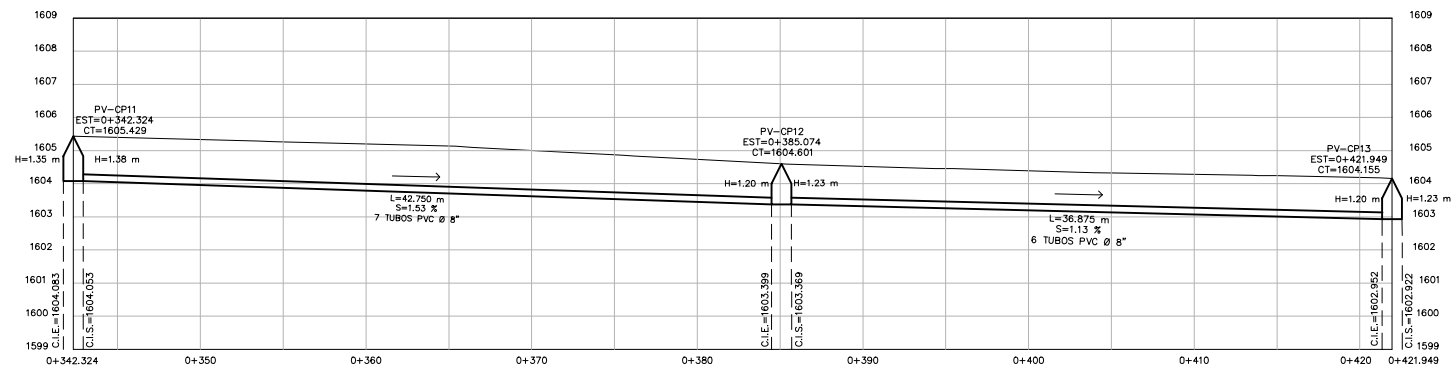
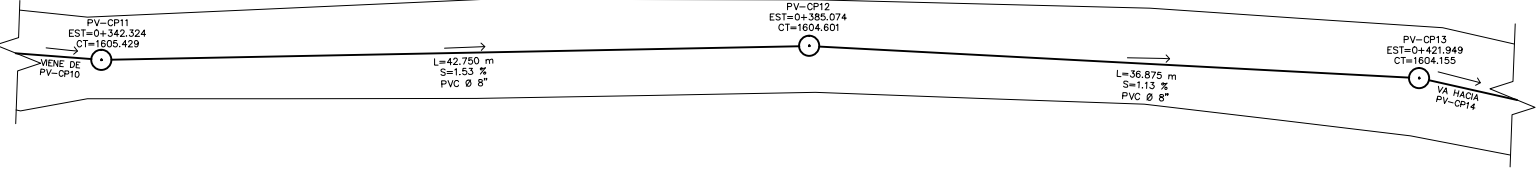
PERFIL COLECTOR PRINCIPAL
DE PV-CP7 A PV-CP9 ESCALA: HORIZONTAL 1:250 VERTICAL 1:125

PLANTA COLECTOR PRINCIPAL
DE PV-CP13 A PV-CP15 ESCALA 1:250



PERFIL COLECTOR PRINCIPAL
DE PV-CP13 A PV-CP15 ESCALA: HORIZONTAL 1:250 VERTICAL 1:125

PLANTA COLECTOR PRINCIPAL
DE PV-CP11 A PV-CP13 ESCALA 1:250



PERFIL COLECTOR PRINCIPAL
DE PV-CP11 A PV-CP13 ESCALA: HORIZONTAL 1:250 VERTICAL 1:125

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

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.

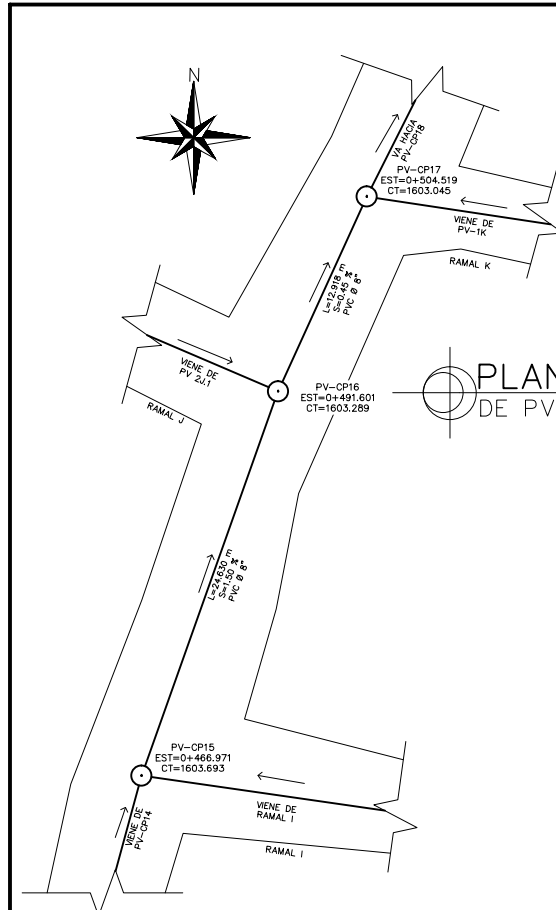
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL COLECTOR PRINCIPAL: DE PV-CP7 A PV-CP15

ESCALA: INDICADA

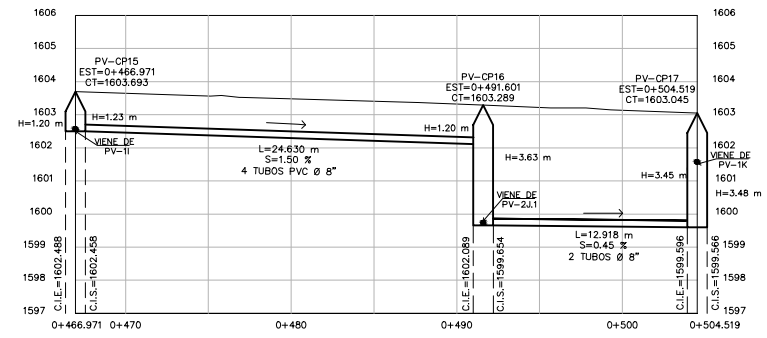
FECHA: AGOSTO 2015

VO.BO. PROFESIONAL SUPERVISOR EPS

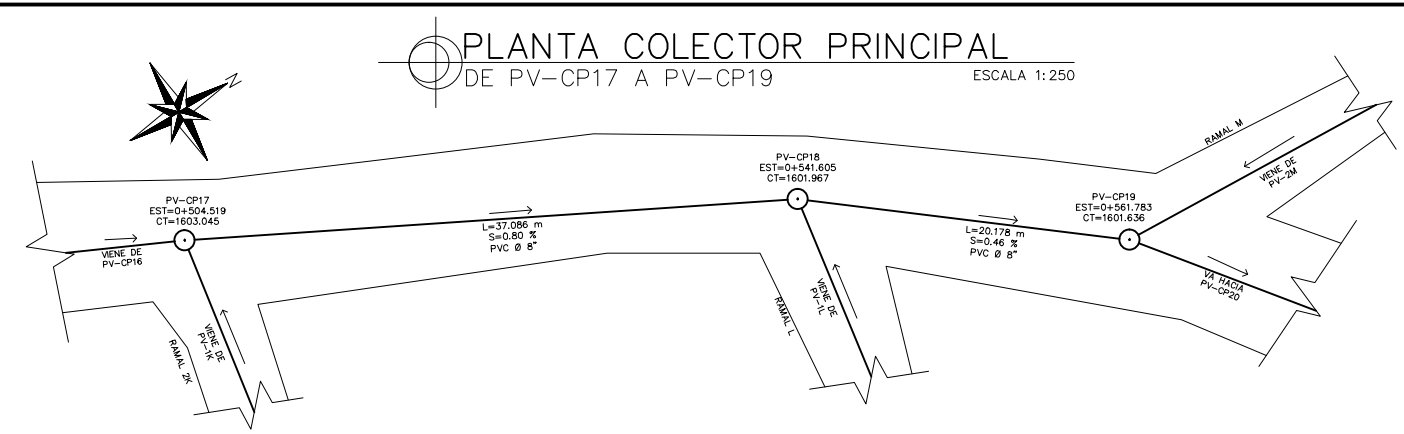
09
11



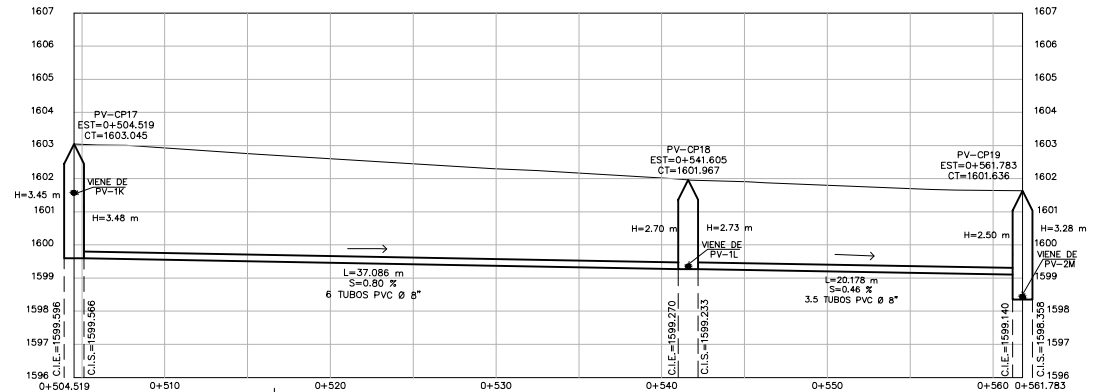
PLANTA COLECTOR PRINCIPAL
DE PV-CP15 A PV-CP17
ESCALA 1:250



PERFIL COLECTOR PRINCIPAL
DE PV-CP15 A PV-CP17
ESCALA: HORIZONTAL 1:250
VERTICAL 1:125

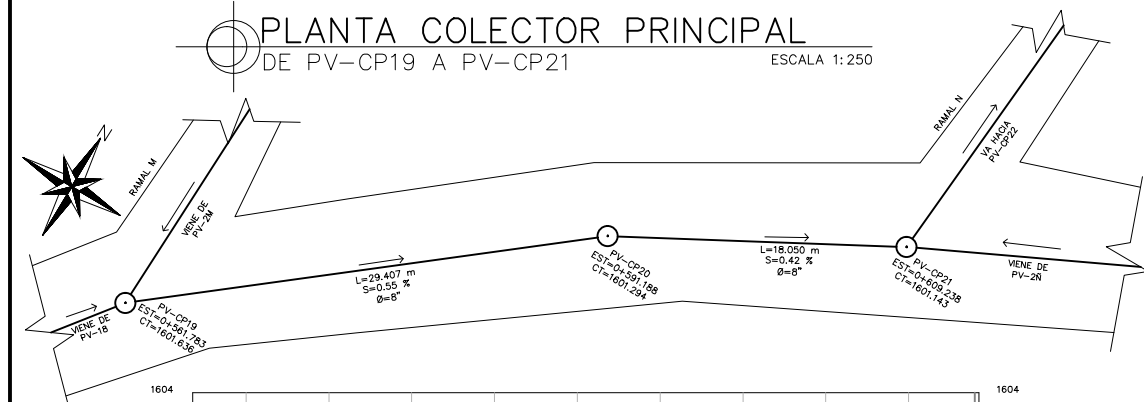


PLANTA COLECTOR PRINCIPAL
DE PV-CP17 A PV-CP19
ESCALA 1:250

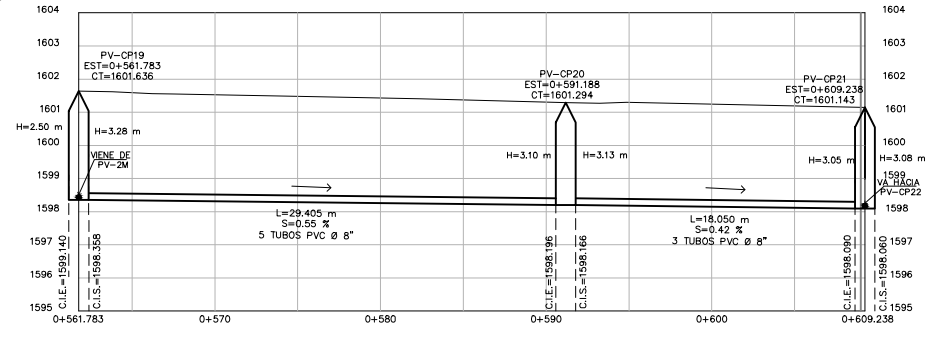


PERFIL COLECTOR PRINCIPAL
DE PV-CP17 A PV-CP19
ESCALA: HORIZONTAL 1:250
VERTICAL 1:125

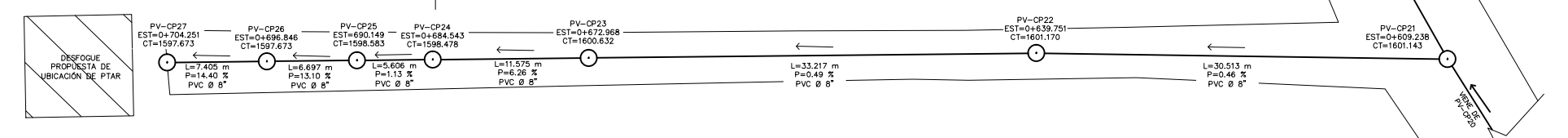
| SIMBOLOGÍA | |
|------------|------------------------------------|
| | PV-No. POZO DE VISITA NO. |
| | DIRECCIÓN DE FLUJO |
| | TUBERÍA EN PLANTA |
| | TUBERÍA EN PERFIL |
| | POZO DE VISITA No. COTA DE TERRENO |
| | PERFIL NATURAL |
| | POZO DE VISITA No. COTA DE TERRENO |
| | PERFIL |
| | LONGITUD DE TRAMO (m) |
| | PENDIENTE DE TUBERÍA (%) |
| | DIÁMETRO DE TUBERÍA (Ø) |



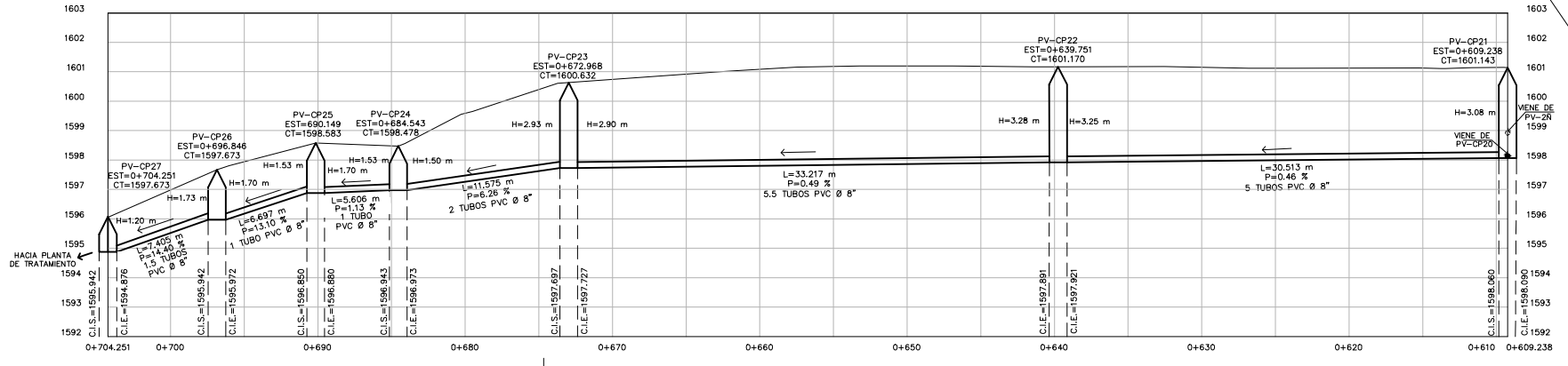
PLANTA COLECTOR PRINCIPAL
DE PV-CP19 A PV-CP21
ESCALA 1:250



PERFIL COLECTOR PRINCIPAL
DE PV-CP19 A PV-CP21
ESCALA: HORIZONTAL 1:250
VERTICAL 1:125



PLANTA COLECTOR PRINCIPAL
DE PV-CP21 A PV-CP27
ESCALA 1:250



PERFIL COLECTOR PRINCIPAL
DE PV-CP21 A PV-CP27
ESCALA: HORIZONTAL 1:250
VERTICAL 1:125

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

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.

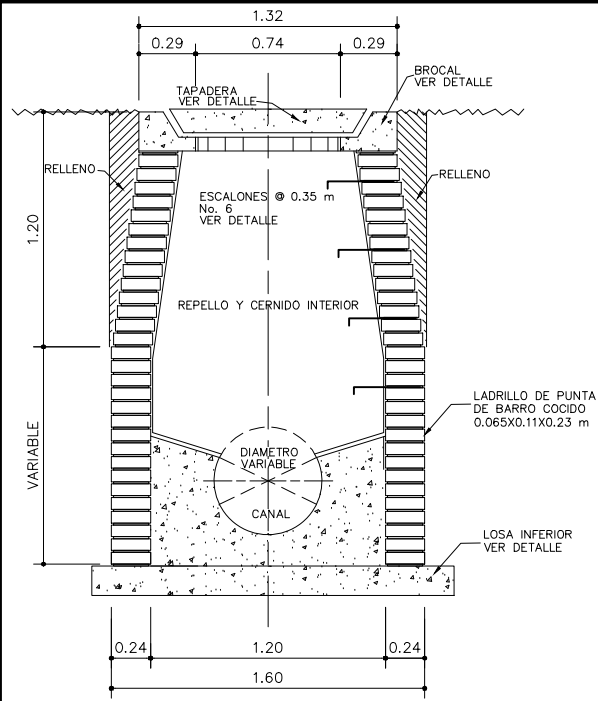
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL
COLECTOR PRINCIPAL: DE PV-CP15 A PV-CP27

ESCALA: INDICADA

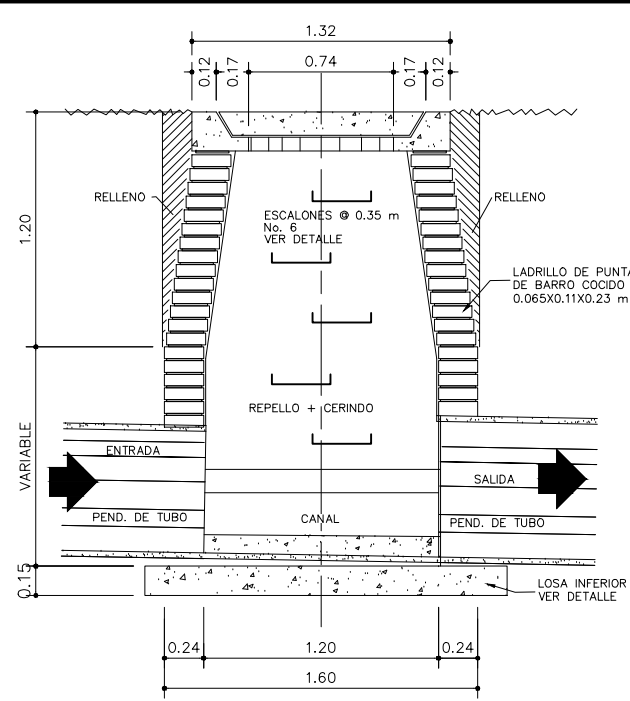
FECHA: AGOSTO 2015

VO. BO. PROFESIONAL SUPERVISOR EPS

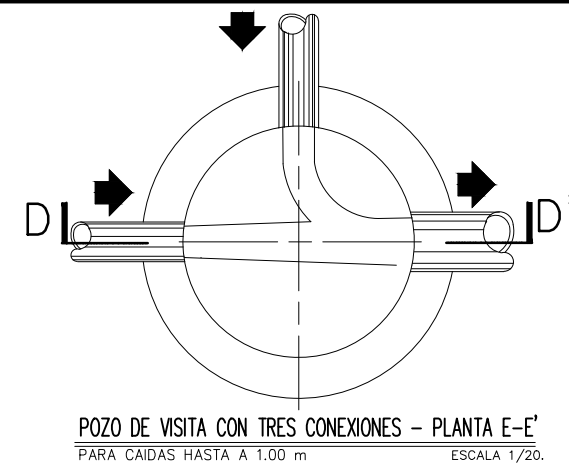
10
11



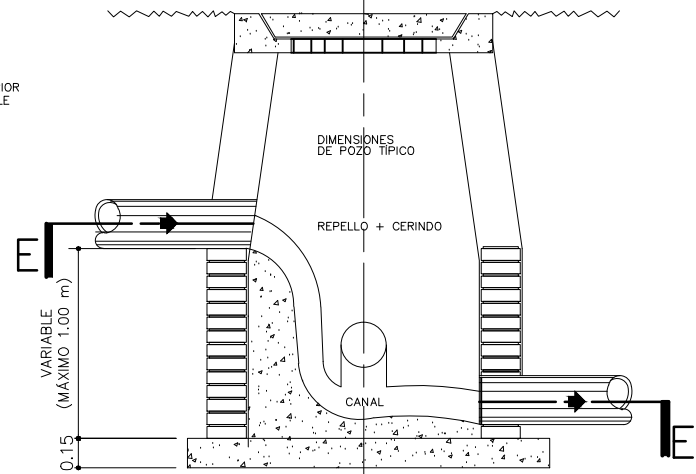
SECCION A-A'
POZO DE VISITA TÍPICO ESCALA 1/20.



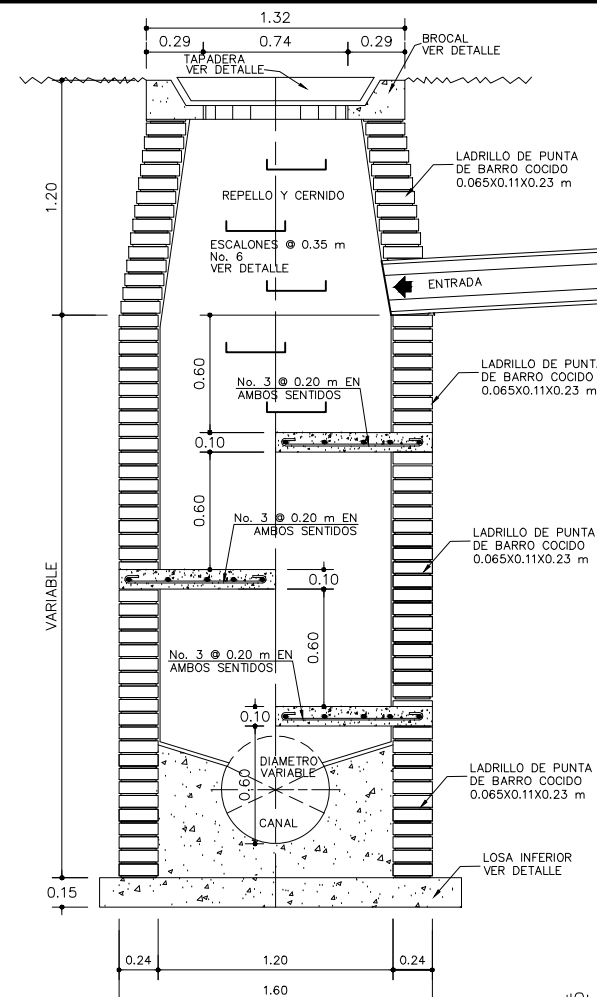
SECCION B-B'
POZO DE VISITA TÍPICO ESCALA 1/20.



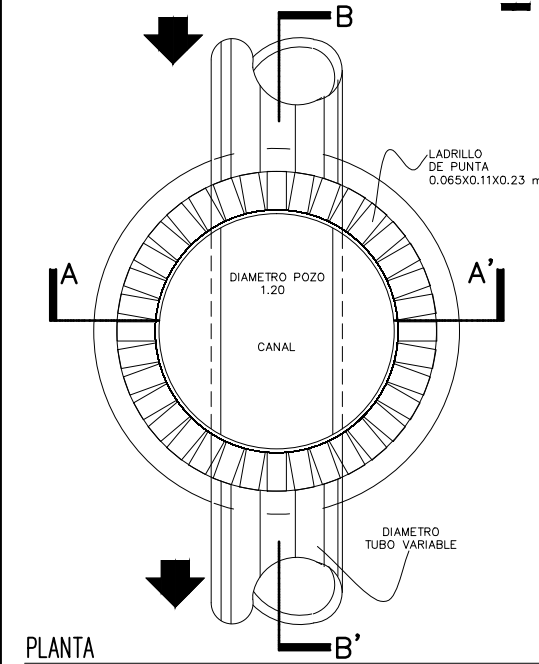
POZO DE VISITA CON TRES CONEXIONES - PLANTA E-E'
PARA CAIDAS HASTA A 1.00 m ESCALA 1/20.



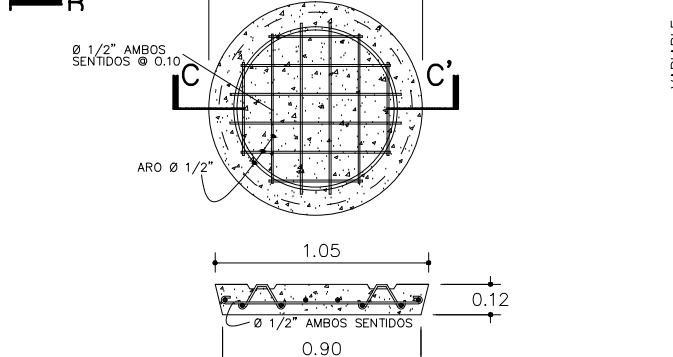
POZO DE VISITA CON TRES CONEXIONES - SECCION D-D'
PARA CAIDAS DE HASTA 1.00 m ESCALA 1/20.



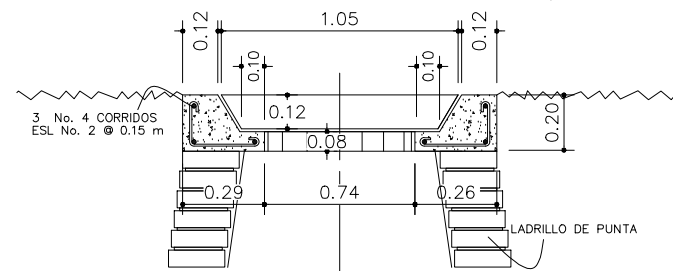
POZO DE VISITA - SECCION
PARA CAIDAS MAYORES A 1.50 m ESCALA 1/20.



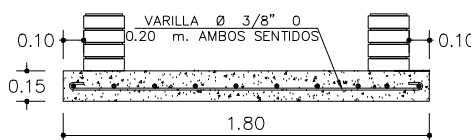
PLANTA
POZO DE VISITA TÍPICO ESCALA 1/20.



TAPADERA POZO, PLANTA + SECCION C-C'
ESCALA 1/20.



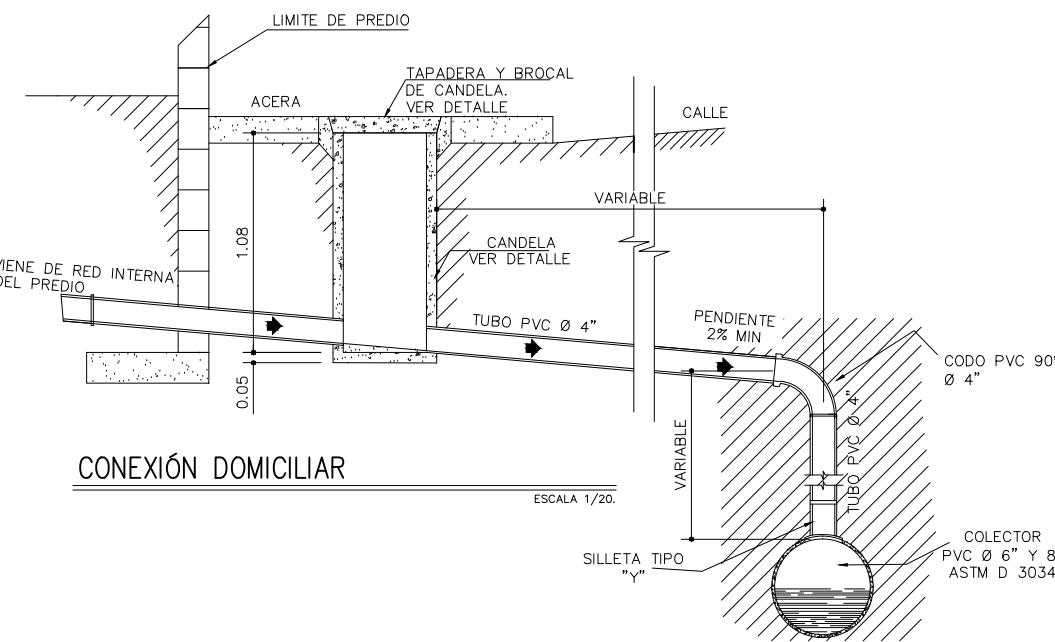
DETALLE DE BROCAL POZO
ESCALA 1/20.



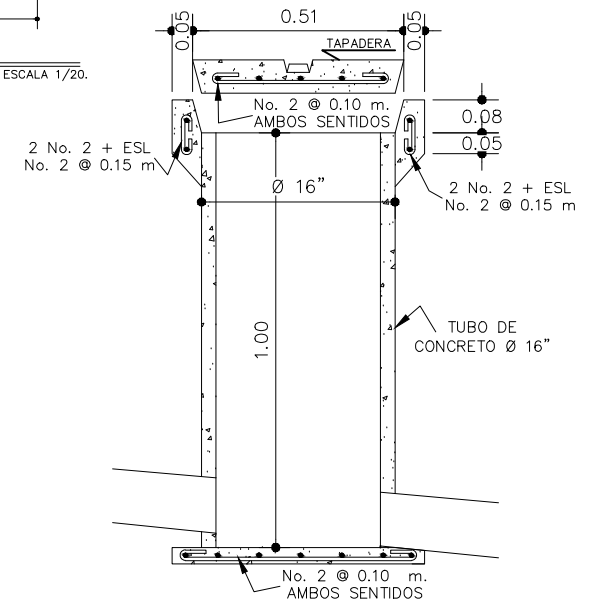
DETALLE - LOSA INFERIOR DE POZO DE VISITA
SECCION ESCALA 1/20.

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

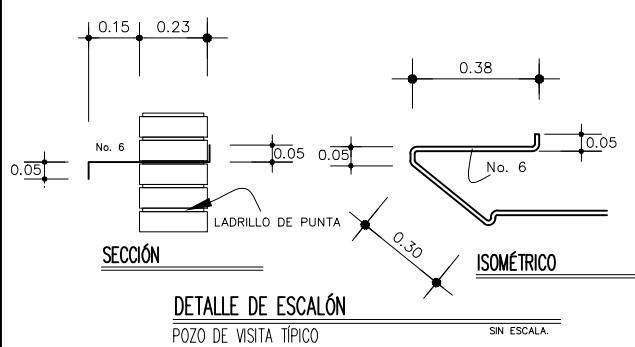
POBLACION ACTUAL= 1236 HABITANTES.
POBLACION FUTURA= 3194 HABITANTES.
TAZA DE CRECIMIENTO= 2.75 %
DOTACION= 200 LITROS/HABITANTE/DIA
PERIODO DE DISEÑO= 35 AÑOS



CONEXION DOMICILIAR
ESCALA 1/20.



DETALLE DE BROCAL, TAPADERA Y LOSA INFERIOR
CANDELA DOMICILIAR ESCALA 1/12.5.

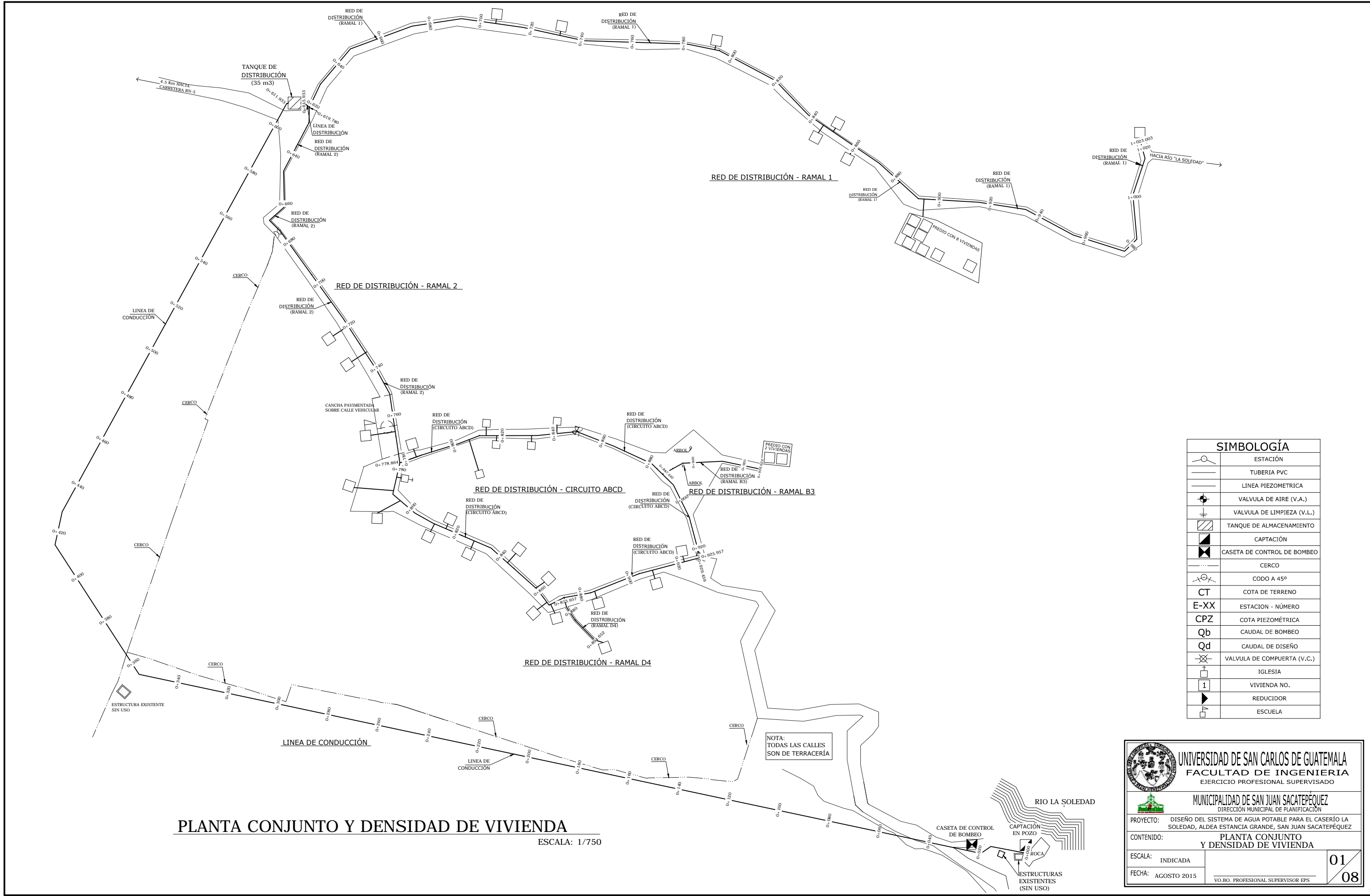


DETALLE DE ESCALON
POZO DE VISITA TÍPICO SIN ESCALA.

ESPECIFICACIONES

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA SEGUN PLANOS.
2. EL CONCRETO DEBERA TENER UN F'c = 3000 PSI, PROPORCION 1:2:3:5.
3. EL MORTERO DEBERA SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCION 1:3.
4. EL ACERO A UTILIZAR SERA Fy = 40,000 PSI.
5. TODA LA TUBERIA ES PVC ASTM D-3034 JUNTA RAPIDA.
6. LAS MEDIDAS CONSIGNADAS EN PLANOS QUE NO PRESENTAN DIMENSIONAL, ESTAN DADAS EN METROS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION
PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE ALICANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LO DE CARRANZA, SAN JUAN SACATEPEQUEZ.
CONTENIDO: DETALLES
ESCALA: INDICADA
FECHA: AGOSTO 2015
VO. BO. PROFESIONAL SUPERVISOR EPS

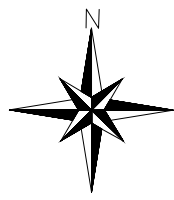


| SIMBOLOGÍA | |
|------------|-----------------------------|
| | ESTACIÓN |
| | TUBERÍA PVC |
| | LINEA PIEZOMÉTRICA |
| | VALVULA DE AIRE (V.A.) |
| | VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.) |
| | TANQUE DE ALMACENAMIENTO |
| | CAPTACIÓN |
| | CASETA DE CONTROL DE BOMBEO |
| | CERCO |
| | CODO A 45° |
| | CT COTA DE TERRENO |
| | E-XX ESTACION - NÚMERO |
| | CPZ COTA PIEZOMÉTRICA |
| | Qb CAUDAL DE BOMBEO |
| | Qd CAUDAL DE DISEÑO |
| | VALVULA DE COMPUERTA (V.C.) |
| | IGLESIA |
| | 1 VIVIENDA NO. |
| | REDUCIDOR |
| | ESCUELA |


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

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN
 PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
 CONTENIDO: PLANTA CONJUNTO Y DENSIDAD DE VIVIENDA
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: AGOSTO 2015
 VO.BO. PROFESIONAL SUPERVISOR EPS

PLANTA CONJUNTO Y DENSIDAD DE VIVIENDA
 ESCALA: 1/750



TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 35 M³
VER DETALLE EN HOJAS
07/08 Y 08/08

HOJA
04A - 04B/08

| SIMBOLOGÍA | |
|------------|-----------------------------|
| | ESTACIÓN |
| | TUBERIA PVC |
| | LÍNEA PIEZOMÉTRICA |
| | VALVULA DE AIRE (V.A.) |
| | VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.) |
| | TANQUE DE ALMACENAMIENTO |
| | CAPTACIÓN |
| | CASETA DE CONTROL DE BOMBEO |
| | CERCO |
| | CODO A 45° |
| | CT |
| | E-XX |
| | CPZ |
| | Qb |
| | Qd |
| | VALVULA DE COMPUERTA (V.C.) |
| | IGLESIA |
| | VIVIENDA NO. 1 |
| | REDUCTOR |
| | ESCUELA |

| LIBRETA TOPOGRÁFICA | | | |
|---------------------|----|-----------------|-----------|
| LÍNEA DE CONDUCCIÓN | | | |
| E | PO | AZIMUTH | DISTANCIA |
| 0 | 1 | 280 ° 44 ' 51 " | 13.839 |
| 1 | 2 | 235 ° 44 ' 51 " | 4.789 |
| 2 | 3 | 282 ° 0 ' 26 " | 3.502 |
| 3 | 4 | 282 ° 14 ' 59 " | 24.021 |
| 4 | 5 | 282 ° 0 ' 26 " | 6.122 |
| 5 | 6 | 282 ° 0 ' 26 " | 302.485 |
| 6 | 7 | 327 ° 6 ' 26 " | 60.323 |
| 7 | 8 | 12 ° 8 ' 44 " | 13.257 |
| 8 | 9 | 28 ° 48 ' 52 " | 75.028 |
| 9 | 10 | 28 ° 48 ' 52 " | 24.569 |
| 10 | 11 | 32 ° 52 ' 56 " | 75.008 |
| 11 | 12 | 33 ° 53 ' 57 " | 4.474 |
| 12 | 13 | 34 ° 54 ' 58 " | 2.832 |
| 13 | 14 | 73 ° 47 ' 16 " | 0.683 |

| LIBRETA TOPOGRÁFICA (RED DE DISTRIBUCIÓN) | | | |
|---|----|-----------------|-----------|
| RAMAL 1 | | | |
| E | PO | AZIMUTH | DISTANCIA |
| 17 | 18 | 25 ° 33 ' 43 " | 9.974 |
| 18 | 19 | 40 ° 20 ' 35 " | 18.208 |
| 19 | 20 | 69 ° 47 ' 18 " | 25.616 |
| 20 | 21 | 81 ° 22 ' 11 " | 19.614 |
| 21 | 22 | 98 ° 5 ' 5 " | 24.338 |
| 22 | 23 | 102 ° 15 ' 55 " | 24.328 |
| 23 | 24 | 91 ° 50 ' 13 " | 9.268 |
| 24 | 25 | 91 ° 50 ' 13 " | 30.815 |
| 25 | 26 | 101 ° 35 ' 38 " | 12.985 |
| 26 | 27 | 118 ° 3 ' 13 " | 24.748 |
| 27 | 28 | 136 ° 7 ' 28 " | 18.629 |
| 28 | 29 | 124 ° 14 ' 13 " | 33.586 |
| 29 | 30 | 132 ° 17 ' 14 " | 20.562 |
| 30 | 31 | 93 ° 23 ' 51 " | 23.662 |
| 31 | 32 | 98 ° 41 ' 19 " | 18.559 |
| 32 | 33 | 118 ° 18 ' 11 " | 21.124 |
| 33 | 34 | 107 ° 36 ' 57 " | 21.029 |
| 34 | 35 | 45 ° 3 ' 28 " | 6.790 |
| 35 | 36 | 354 ° 54 ' 56 " | 17.329 |
| 36 | 37 | 18 ° 24 ' 49 " | 14.995 |
| 37 | 38 | 344 ° 35 ' 45 " | 7.064 |

| LIBRETA TOPOGRÁFICA (RED DE DISTRIBUCIÓN) | | | |
|---|----|-----------------|-----------|
| CIRCUITO ABC | | | |
| E | PO | AZIMUTH | DISTANCIA |
| 48 | 49 | 70 ° 12 ' 52 " | 8.948 |
| 49 | 50 | 72 ° 48 ' 45 " | 15.431 |
| 50 | 51 | 69 ° 11 ' 57 " | 8.474 |
| 51 | 52 | 89 ° 50 ' 1 " | 22.534 |
| 52 | 53 | 84 ° 9 ' 43 " | 15.592 |
| 53 | 54 | 111 ° 36 ' 24 " | 15.673 |
| 54 | 55 | 114 ° 35 ' 15 " | 16.112 |
| 55 | 56 | 134 ° 31 ' 54 " | 6.013 |
| 56 | 57 | 134 ° 31 ' 54 " | 6.013 |
| 57 | 58 | 153 ° 58 ' 44 " | 13.997 |
| 58 | 59 | 165 ° 4 ' 15 " | 16.305 |

| LIBRETA TOPOGRÁFICA | | | |
|-----------------------|----|---------------|-----------|
| LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN | | | |
| E | PO | AZIMUTH | DISTANCIA |
| 14 | 15 | 90 ° 0 ' 0 " | 5.000 |
| 15 | 16 | 90 ° 0 ' 0 " | 1.484 |
| 16 | 17 | 135 ° 0 ' 0 " | 2.363 |

| LIBRETA TOPOGRÁFICA (RED DE DISTRIBUCIÓN) | | | |
|---|----|-----------------|-----------|
| RAMAL 2 | | | |
| E | PO | AZIMUTH | DISTANCIA |
| 17 | 39 | 180 ° 24 ' 26 " | 5.960 |
| 39 | 40 | 207 ° 5 ' 0 " | 21.374 |
| 40 | 41 | 178 ° 34 ' 0 " | 14.010 |
| 41 | 42 | 226 ° 55 ' 8 " | 7.820 |
| 42 | 43 | 135 ° 23 ' 52 " | 6.126 |
| 43 | 44 | 144 ° 10 ' 53 " | 41.827 |
| 44 | 45 | 147 ° 8 ' 45 " | 24.336 |
| 45 | 46 | 151 ° 4 ' 9 " | 10.320 |
| 46 | 47 | 171 ° 41 ' 17 " | 6.286 |
| 47 | 48 | 171 ° 41 ' 17 " | 21.025 |

| LIBRETA TOPOGRÁFICA (RED DE DISTRIBUCIÓN) | | | |
|---|----|-----------------|-----------|
| CIRCUITO ACD | | | |
| E | PO | AZIMUTH | DISTANCIA |
| 48 | 60 | 190 ° 54 ' 6 " | 8.042 |
| 60 | 61 | 192 ° 32 ' 30 " | 4.499 |
| 61 | 62 | 130 ° 36 ' 34 " | 11.367 |
| 62 | 63 | 119 ° 3 ' 16 " | 8.042 |
| 63 | 64 | 113 ° 7 ' 28 " | 24.670 |
| 64 | 65 | 131 ° 48 ' 17 " | 24.162 |
| 65 | 66 | 142 ° 56 ' 36 " | 7.783 |
| 66 | 67 | 63 ° 35 ' 11 " | 6.528 |
| 67 | 68 | 79 ° 37 ' 29 " | 10.539 |
| 68 | 69 | 68 ° 29 ' 20 " | 20.296 |
| 69 | 59 | 75 ° 10 ' 1 " | 24.667 |

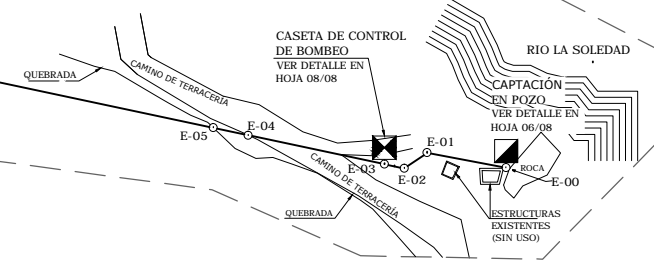
| LIBRETA TOPOGRÁFICA (RED DE DISTRIBUCIÓN) | | | |
|---|----|----------------|-----------|
| RAMAL B3 | | | |
| E | PO | AZIMUTH | DISTANCIA |
| 56 | 70 | 61 ° 34 ' 40 " | 8.999 |
| 70 | 71 | 86 ° 58 ' 51 " | 4.154 |
| 71 | 72 | 86 ° 59 ' 52 " | 11.396 |
| 72 | 73 | 101 ° 41 ' 2 " | 14.433 |

| LIBRETA TOPOGRÁFICA (RED DE DISTRIBUCIÓN) | | | |
|---|----|-----------------|-----------|
| RAMAL D4 | | | |
| E | PO | AZIMUTH | DISTANCIA |
| 67 | 74 | 165 ° 23 ' 40 " | 3.740 |
| 74 | 75 | 146 ° 46 ' 2 " | 6.126 |
| 75 | 76 | 135 ° 35 ' 55 " | 0.397 |
| 76 | 77 | 135 ° 35 ' 55 " | 10.432 |

HOJA
03A - 03B /08

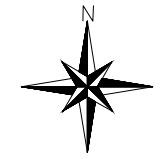
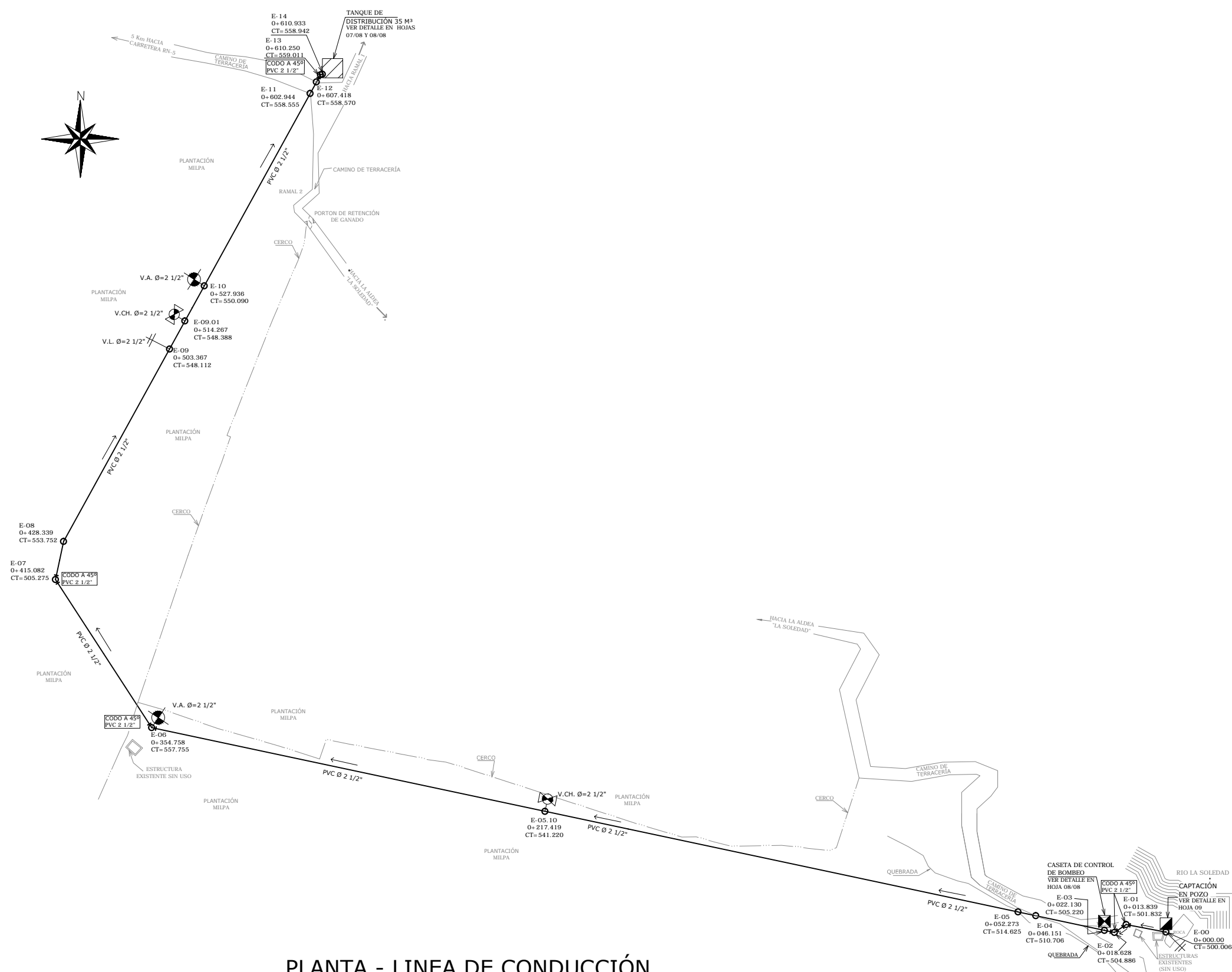
PLANTA GENERAL

ESCALA: 1/750



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN
 PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
 CONTENIDO: PLANTA GENERAL
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: AGOSTO 2015
 VO.BO. PROFESIONAL SUPERVISOR EPS

02
08



PLANTA - LINEA DE CONDUCCIÓN
DE E-00=0+000 A E-14=0+610.933

ESCALA 1/1000

| SIMBOLOGÍA | |
|------------|-----------------------------|
| | ESTACIÓN |
| | TUBERIA PVC |
| | LINEA PIEZOMETRICA |
| | VALVULA DE AIRE (V.A.) |
| | VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.) |
| | VALVULA DE CHEQUE (V.C.H.) |
| | TANQUE DE ALMACENAMIENTO |
| | CAPTACIÓN |
| | CASETA DE CONTROL DE BOMBEO |
| | CERCO |
| | CODO A 45° |
| | CT |
| | E-XX |
| | CPZ |
| | Qb |
| | Qd |
| | VALVULA DE COMPUERTA (V.C.) |
| | IGLESIA |
| | VIVIENDA NO. |
| | REDUCTOR |
| | ESCUELA |



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



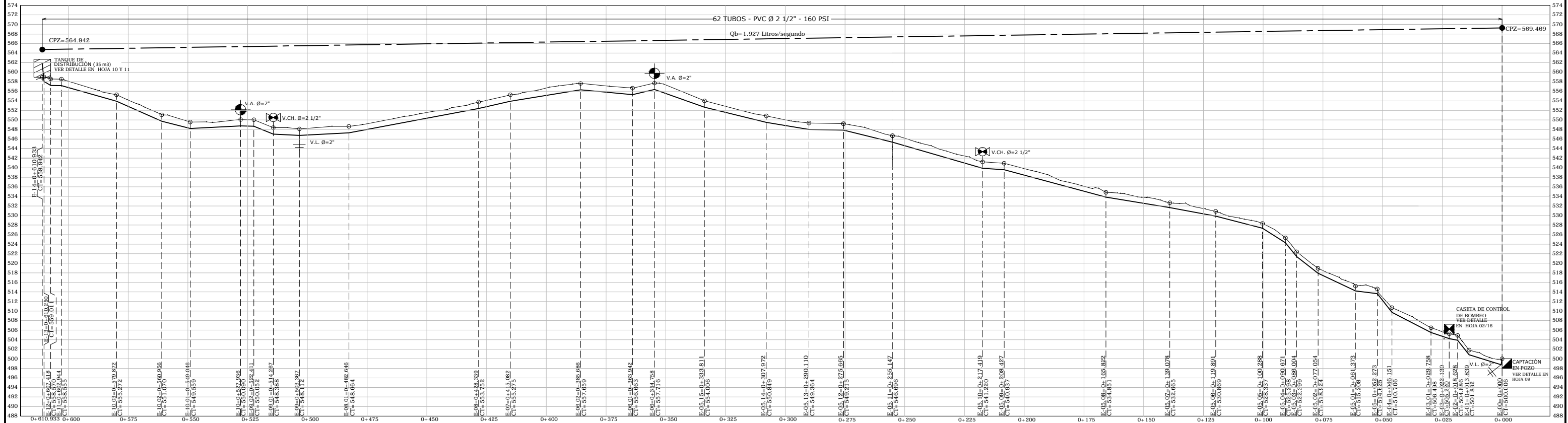
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO: **PLANTA LINEA DE CONDUCCIÓN**

| | |
|--------------------|------------|
| ESCALA: INDICADA | 03A |
| FECHA: AGOSTO 2015 | 08 |

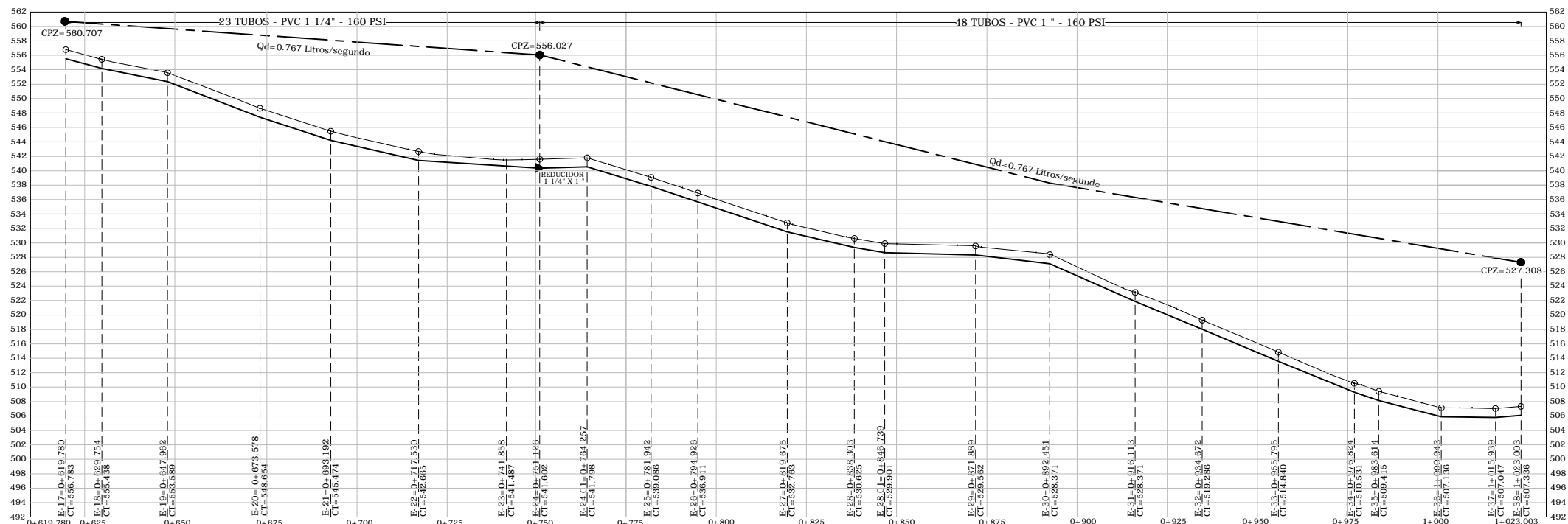
VO.BO. PROFESIONAL SUPERVISOR EPS



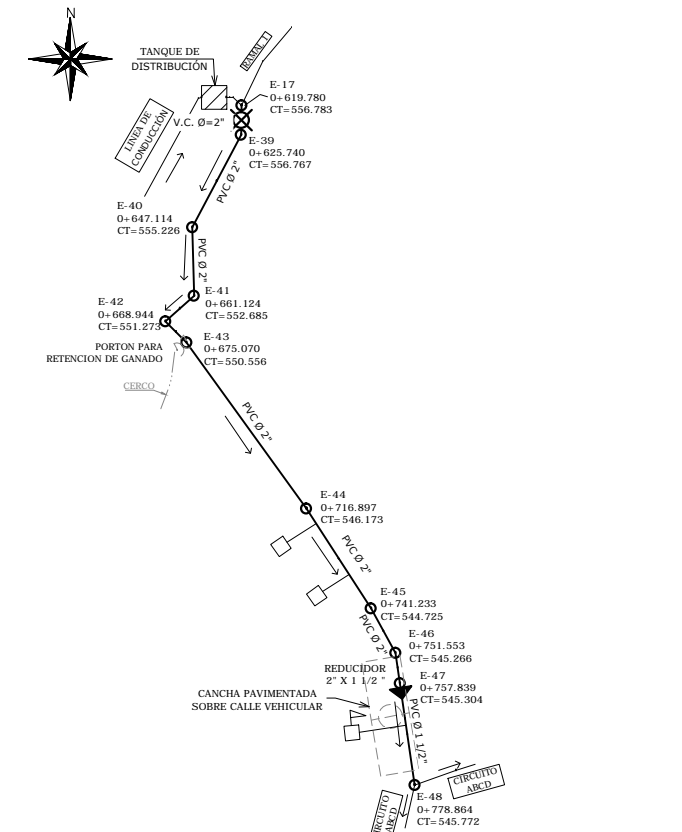
PERFIL - LINEA DE CONDUCCIÓN
DE E-00=0+000 A E-14=0+610.933

ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500

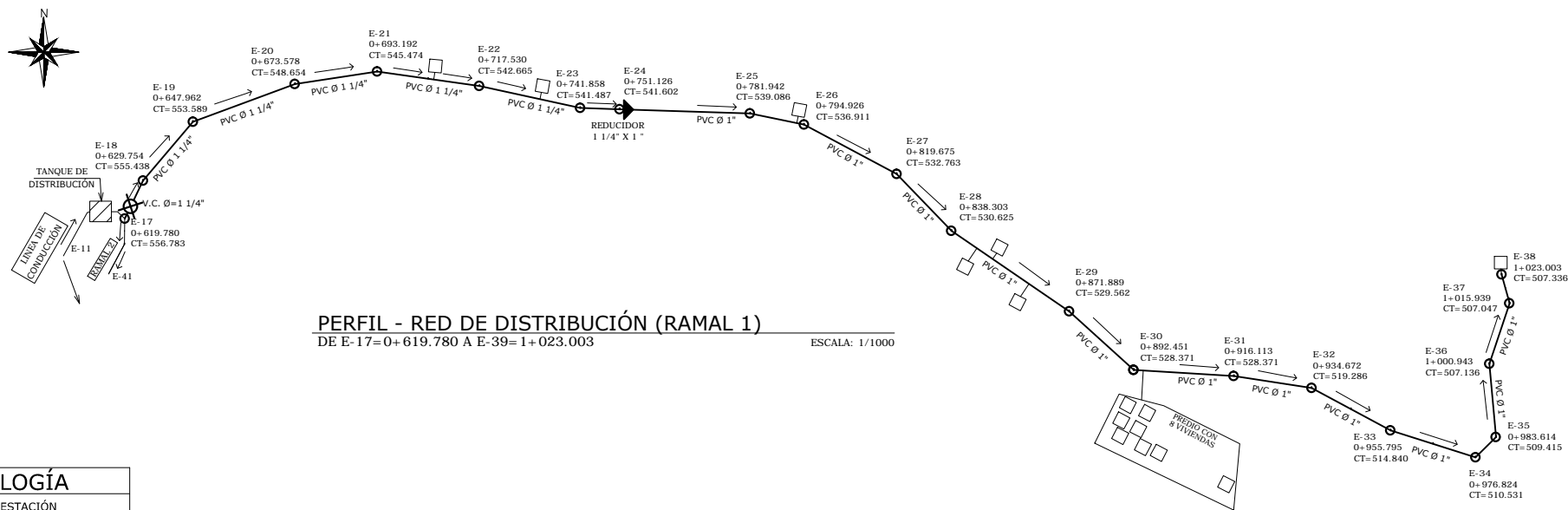
| | | |
|--|-------------|---|
|  UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO | | MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN |
| | | |
| CONTENIDO: PERFIL LINEA DE CONDUCCIÓN | | |
| ESCALA: | INDICADA | 03B <hr/> 08 |
| FECHA: | AGOSTO 2015 | |
| VO.BO. PROFESIONAL SUPERVISOR EPS | | |



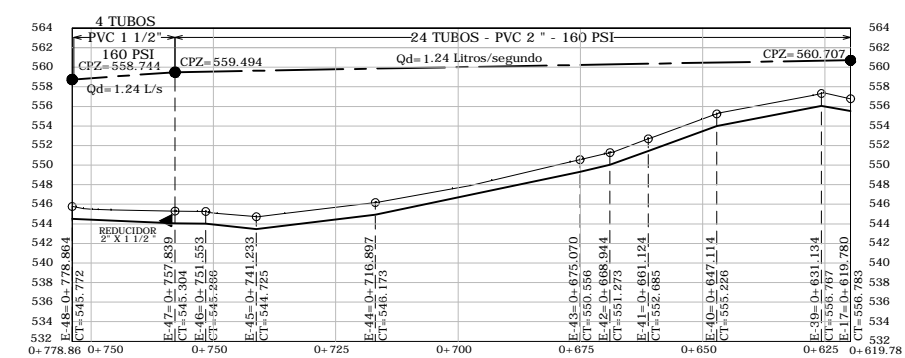
PERFIL - RED DE DISTRIBUCIÓN (RAMAL 1)
DE E-17=0+619.780 A E-39=1+023.003
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500



PLANTA - RED DE DISTRIBUCIÓN (RAMAL 2)
DE E-17=0+619.780 A E-48=0+778.864
ESCALA: 1/1000



PERFIL - RED DE DISTRIBUCIÓN (RAMAL 1)
DE E-17=0+619.780 A E-39=1+023.003
ESCALA: 1/1000

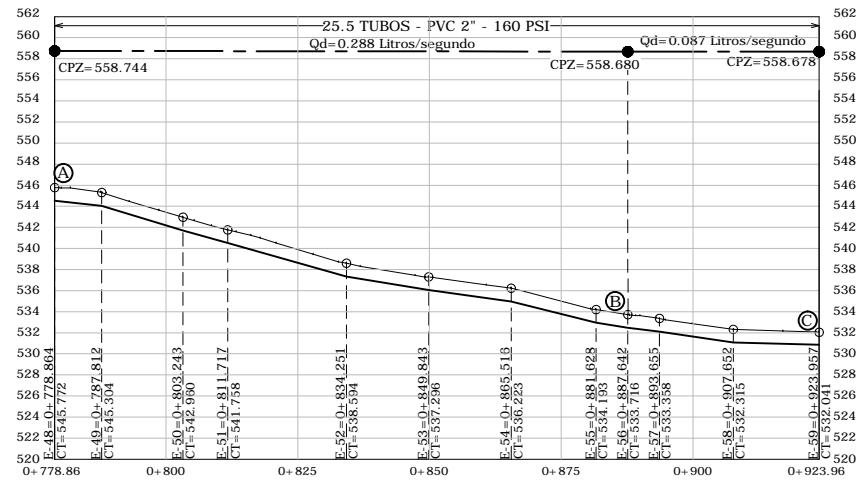


PERFIL - RED DE DISTRIBUCIÓN (RAMAL 2)
DE E-17=0+619.780 A E-48=0+778.864
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500

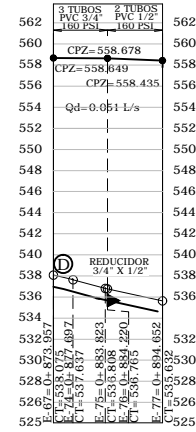
| SIMBOLOGÍA | |
|------------|-----------------------------|
| | ESTACIÓN |
| | TUBERIA PVC |
| | LÍNEA PIEZOMÉTRICA |
| | VALVULA DE AIRE (V.A.) |
| | VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.) |
| | TANQUE DE ALMACENAMIENTO |
| | CAPTACIÓN |
| | CASETA DE CONTROL DE BOMBEO |
| | CERCO |
| | CODO A 45° |
| CT | COTA DE TERRENO |
| E-XX | ESTACION - NÚMERO |
| CPZ | COTA PIEZOMÉTRICA |
| Qb | CAUDAL DE BOMBEO |
| Qd | CAUDAL DE DISEÑO |
| | VALVULA DE COMPUERTA (V.C.) |
| | IGLESIA |
| | VIVIENDA NO. |
| | REDUCIDOR |
| | ESCUELA |

| | |
|---|--|
| | UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO |
| | MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | |
| CONTENIDO: PLANTA-PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN | |
| ESCALA: INDICADA | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 04A 08 </div> |
| FECHA: AGOSTO 2015 | |
| VO.BO. PROFESIONAL SUPERVISOR EPS | |

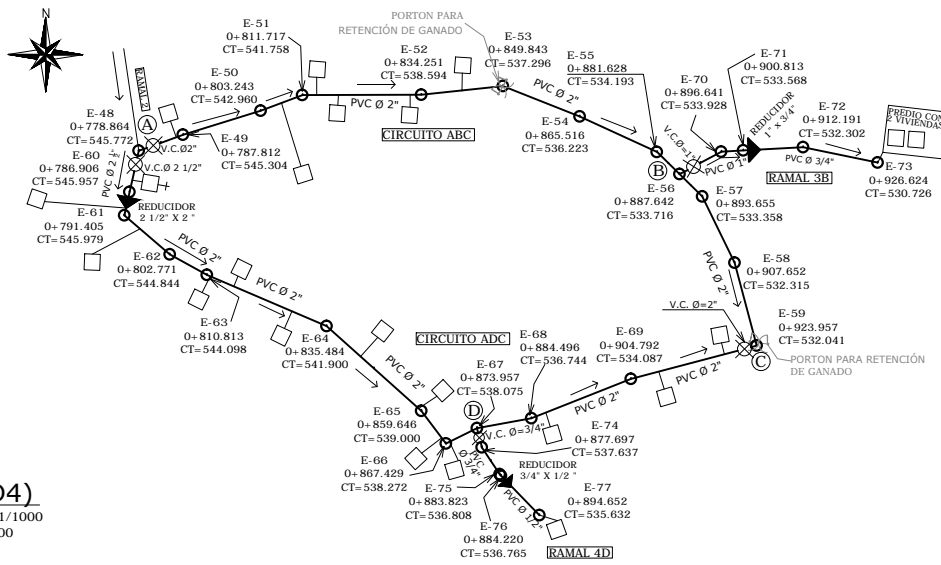
| SIMBOLOGÍA | |
|------------|-----------------------------|
| | ESTACIÓN |
| | TUBERIA PVC |
| | LÍNEA PIEZOMÉTRICA |
| | VALVULA DE AIRE (V.A.) |
| | VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.) |
| | TANQUE DE ALMACENAMIENTO |
| | CAPTACIÓN |
| | CASETA DE CONTROL DE BOMBEO |
| | CERCO |
| | CODO A 45° |
| | CT |
| | E-XX |
| | CPZ |
| | Qb |
| | Qd |
| | VALVULA DE COMPUERTA (V.C.) |
| | IGLESIA |
| | VIVIENDA NO. |
| | REDUCIDOR |
| | ESCUELA |



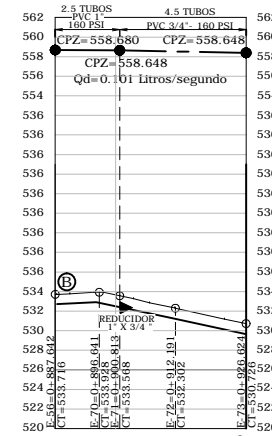
PERFIL - RED DE DISTRIBUCIÓN (CIRCUITO ABC)
 DE E-48=0+778.864 A E-59=0+923.957
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500



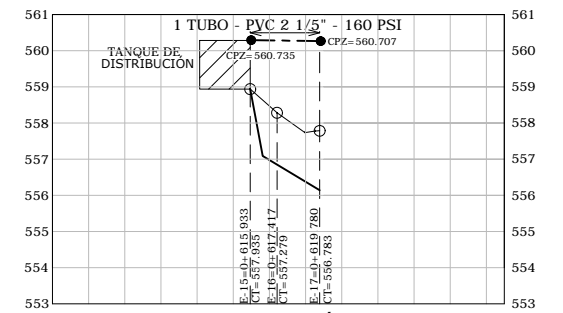
PERFIL - RED DE DISTRIBUCIÓN (RAMAL D4)
 DE E-67=0+873.957 A E-77=0+894.652
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500



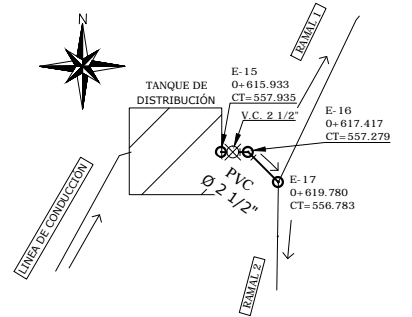
PLANTA - RED DE DISTRIBUCIÓN
 CIRCUITO ABCD, RAMAL 3B Y RAMAL 4D
 ESCALA: 1/1000



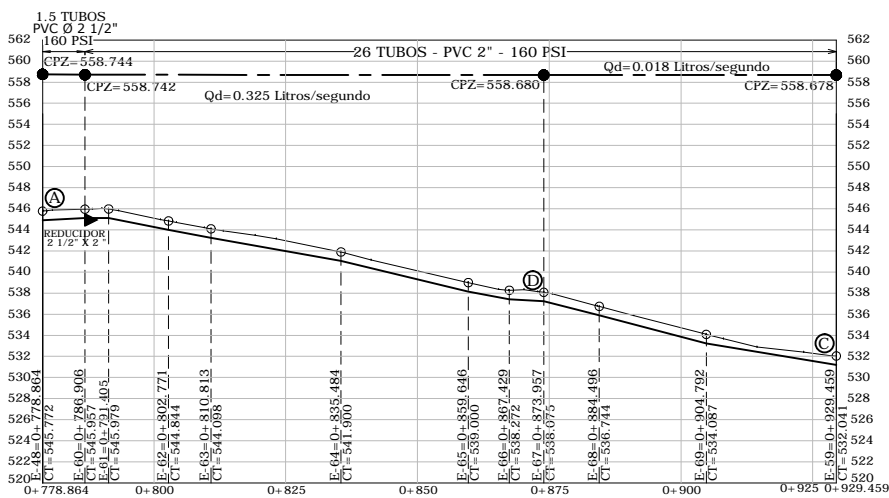
PERFIL - RED DE DISTRIBUCIÓN (RAMAL B3)
 DE E-56=0+887.642 A E-73=0+926.624
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500



PERFIL - LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
 DE E-15=0+615.933 A E-17=0+619.780
 ESCALA HORIZONTAL: 1/250
 ESCALA VERTICAL: 1/125

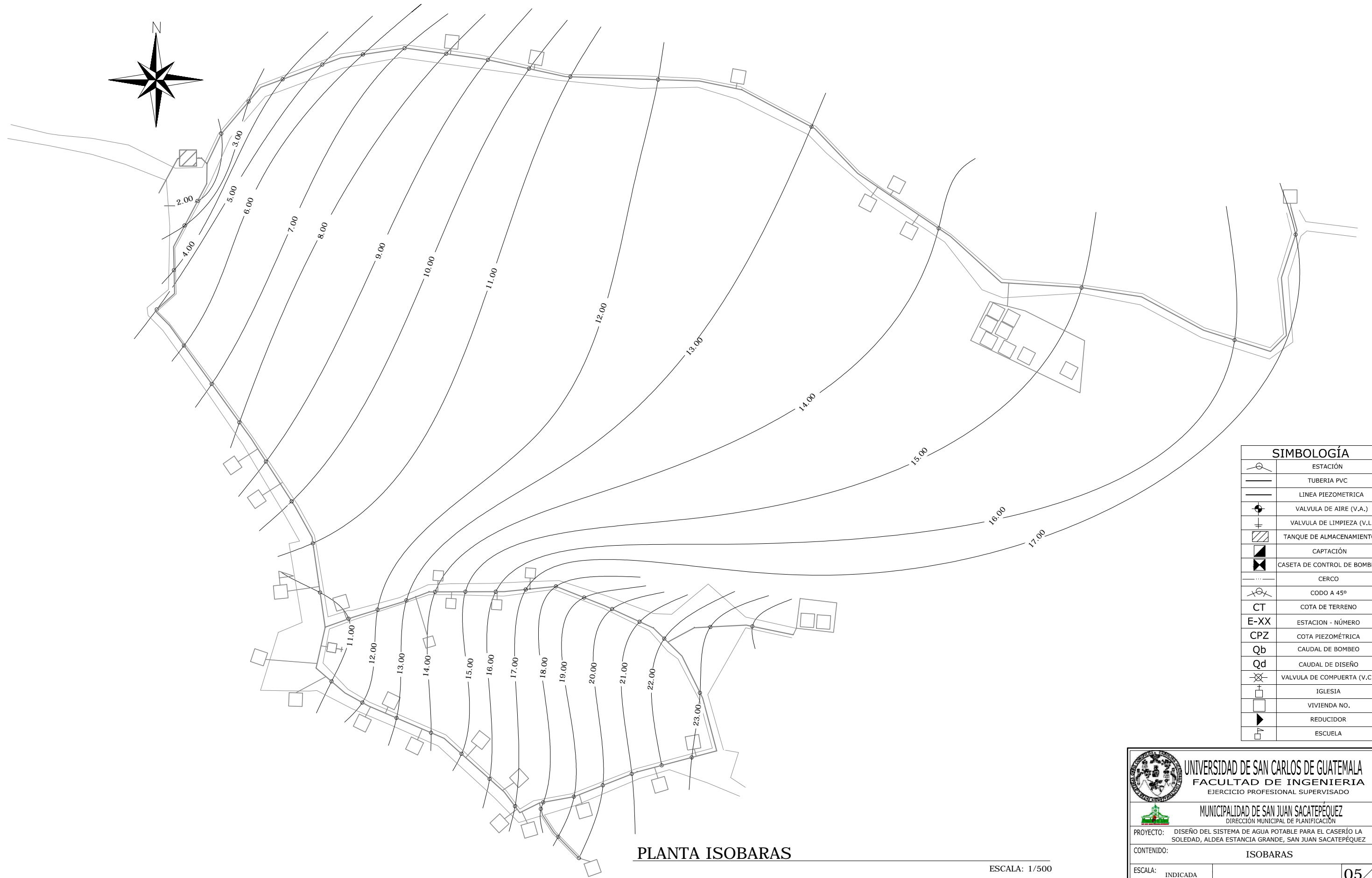
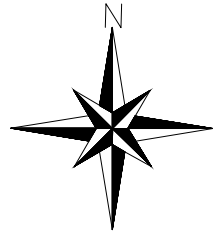


PLANTA - LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
 DE E-15=0+615.933 A E-17=0+619.780
 ESCALA 1/250



PERFIL - RED DE DISTRIBUCIÓN (CIRCUITO ADC)
 DE E-48=0+778.864 A E-59=0+929.459
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500

| | |
|--|------------|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO | |
| MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | |
| CONTENIDO: PLANTA-PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN | |
| ESCALA: INDICADA | 04B |
| FECHA: AGOSTO 2015 | 08 |
| VO.BO. PROFESIONAL SUPERVISOR EPS | |

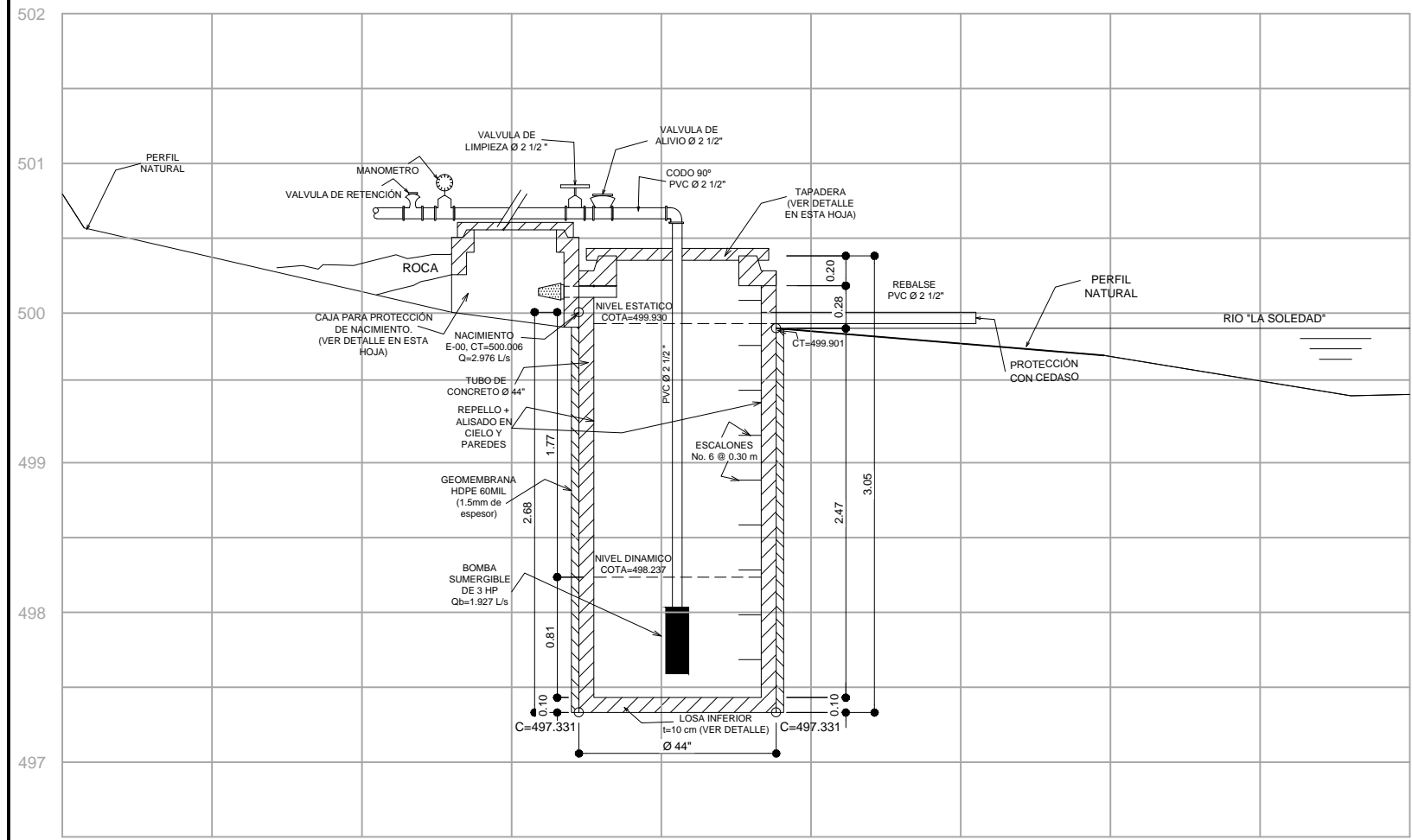


| SIMBOLOGÍA | |
|------------|-----------------------------|
| | ESTACIÓN |
| | TUBERIA PVC |
| | LINEA PIEZOMETRICA |
| | VALVULA DE AIRE (V.A.) |
| | VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.) |
| | TANQUE DE ALMACENAMIENTO |
| | CAPTACIÓN |
| | CASETA DE CONTROL DE BOMBEO |
| | CERCO |
| | CODO A 45° |
| CT | COTA DE TERRENO |
| E-XX | ESTACION - NÚMERO |
| CPZ | COTA PIEZOMÉTRICA |
| Qb | CAUDAL DE BOMBEO |
| Qd | CAUDAL DE DISEÑO |
| | VALVULA DE COMPUERTA (V.C.) |
| | IGLESIA |
| | VIVIENDA NO. |
| | REDUCIDOR |
| | ESCUELA |

PLANTA ISOBARAS

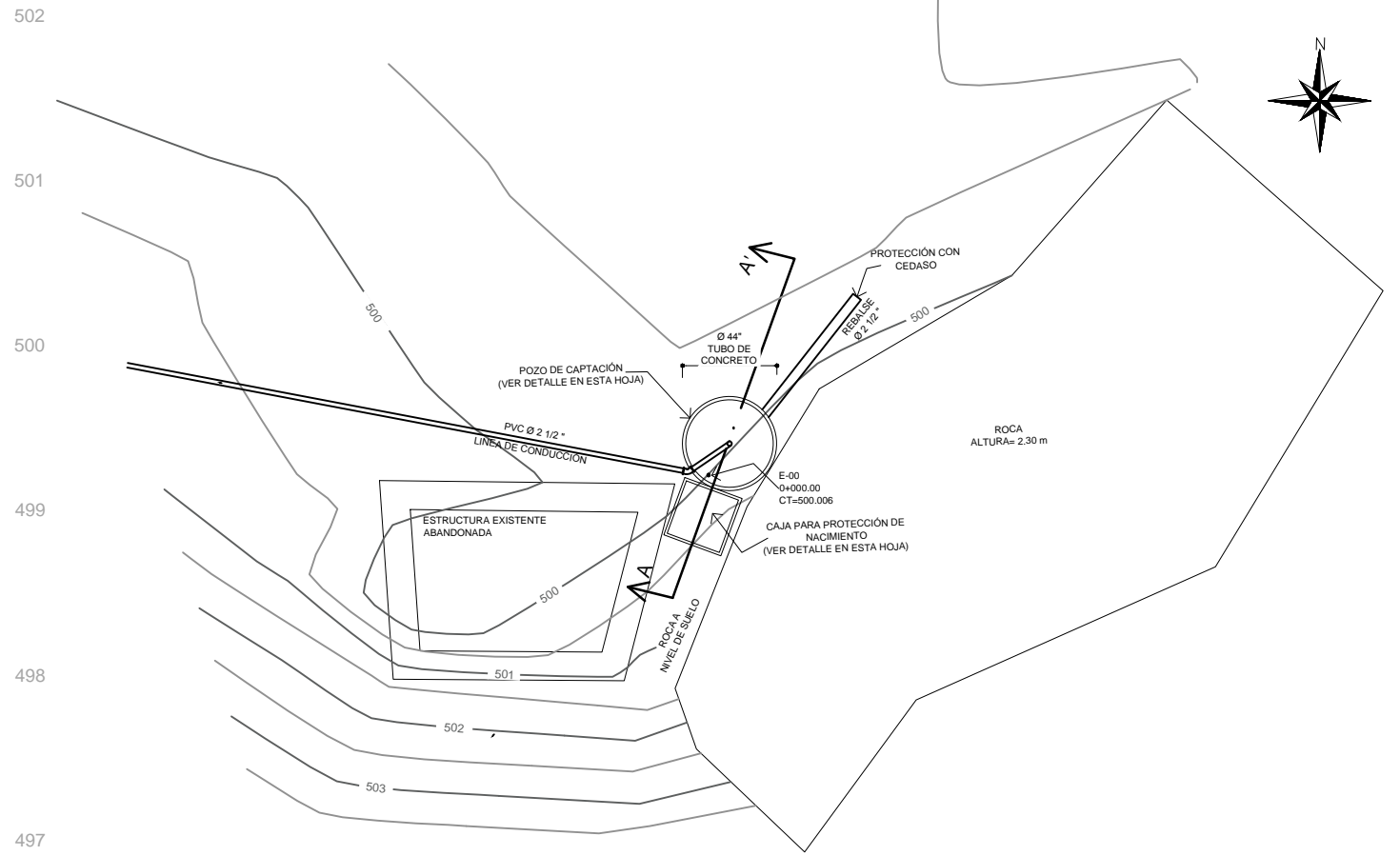
ESCALA: 1/500

| | | |
|---|--|---|
| | UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO | |
| | MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | | |
| CONTENIDO: ISOBARAS | | |
| ESCALA: | INDICADA | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 05 08 </div> |
| FECHA: | AGOSTO 2015 | |
| VO.BO. PROFESIONAL SUPERVISOR EPS | | |



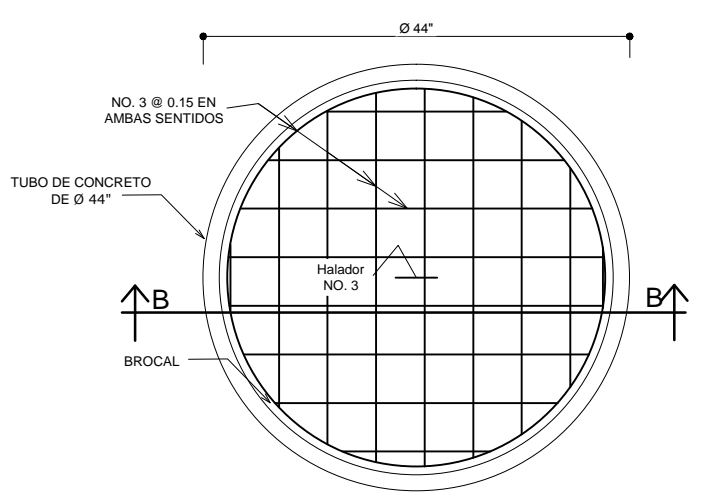
CORTE A-A
POZO DE CAPTACIÓN

ESCALA: 1/25

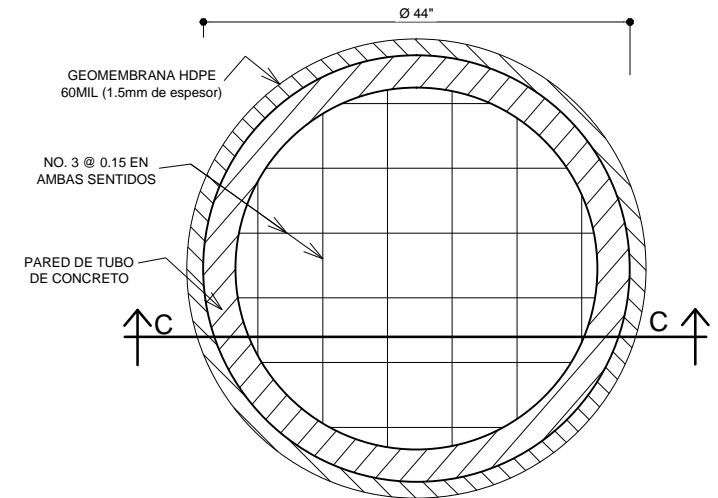


PLANTA
POZO DE CAPTACIÓN

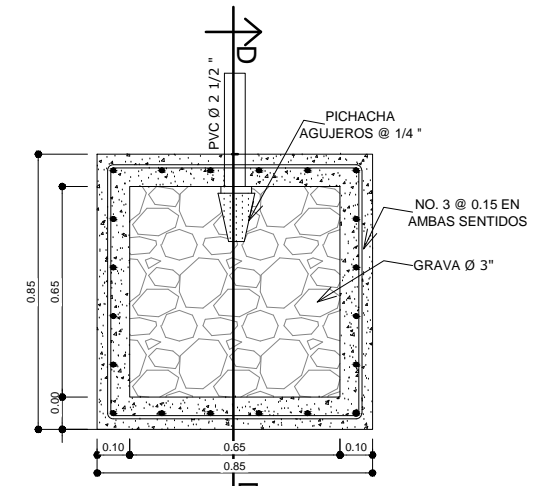
ESCALA: 1/50



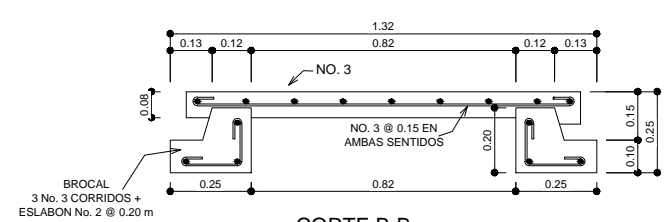
PLANTA



PLANTA



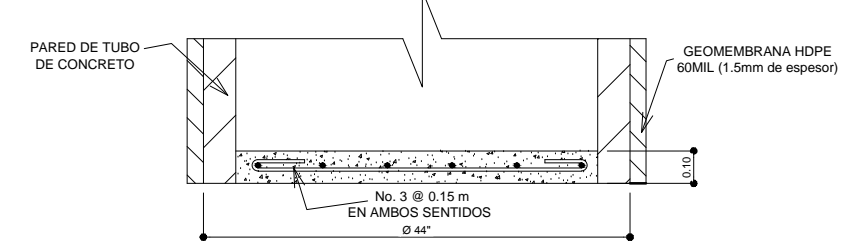
PLANTA



CORTE B-B

DETALLE DE TAPADERA DE ACCESO
POZO DE CAPTACIÓN

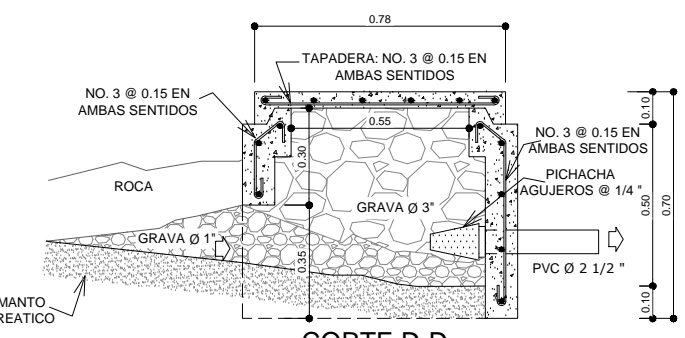
ESCALA: 1/12.5



CORTE C-C

DETALLE DE LOSA INFERIOR
POZO DE CAPTACIÓN


ESCALA: 1/12.5

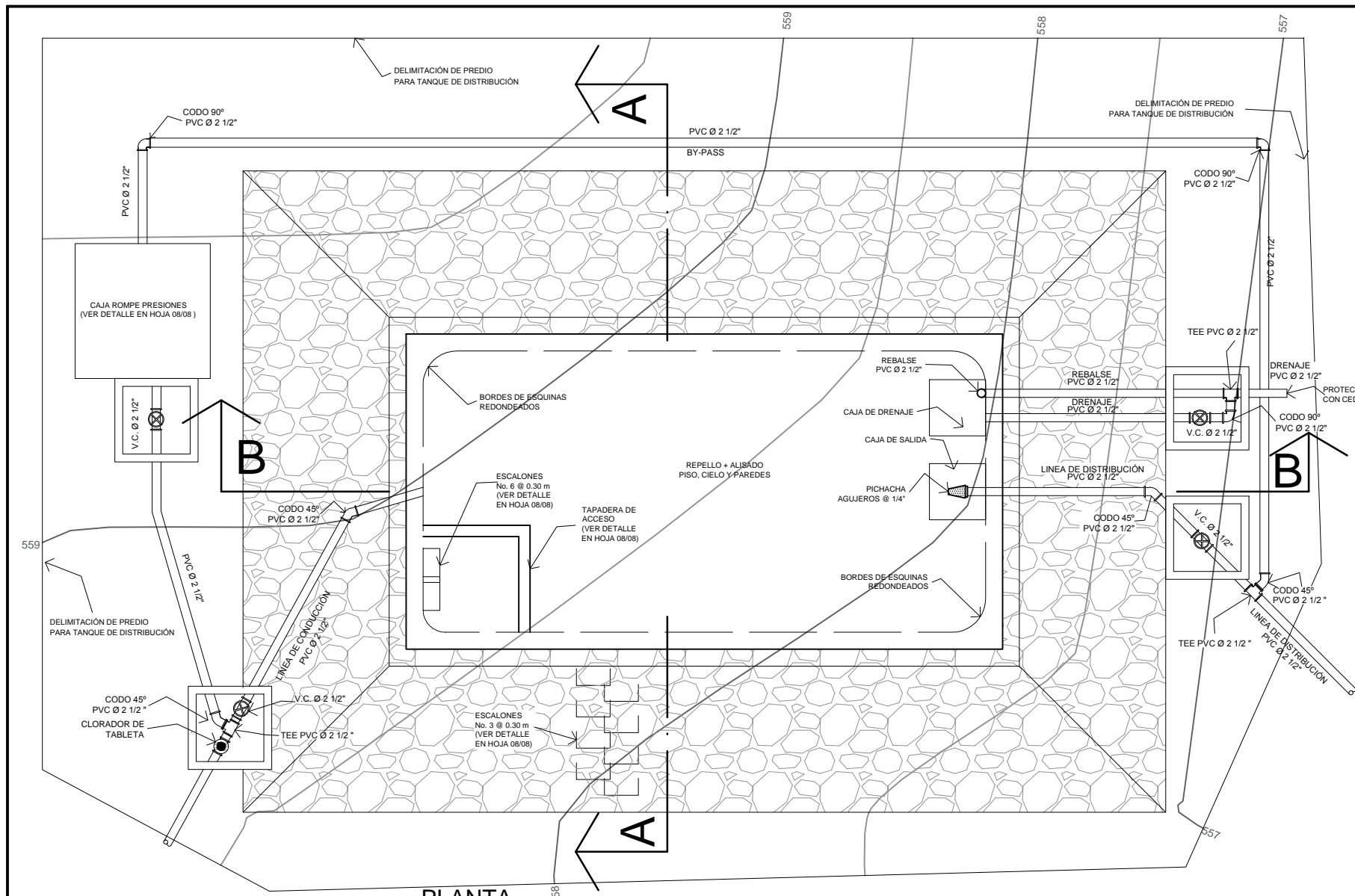


CORTE D-D

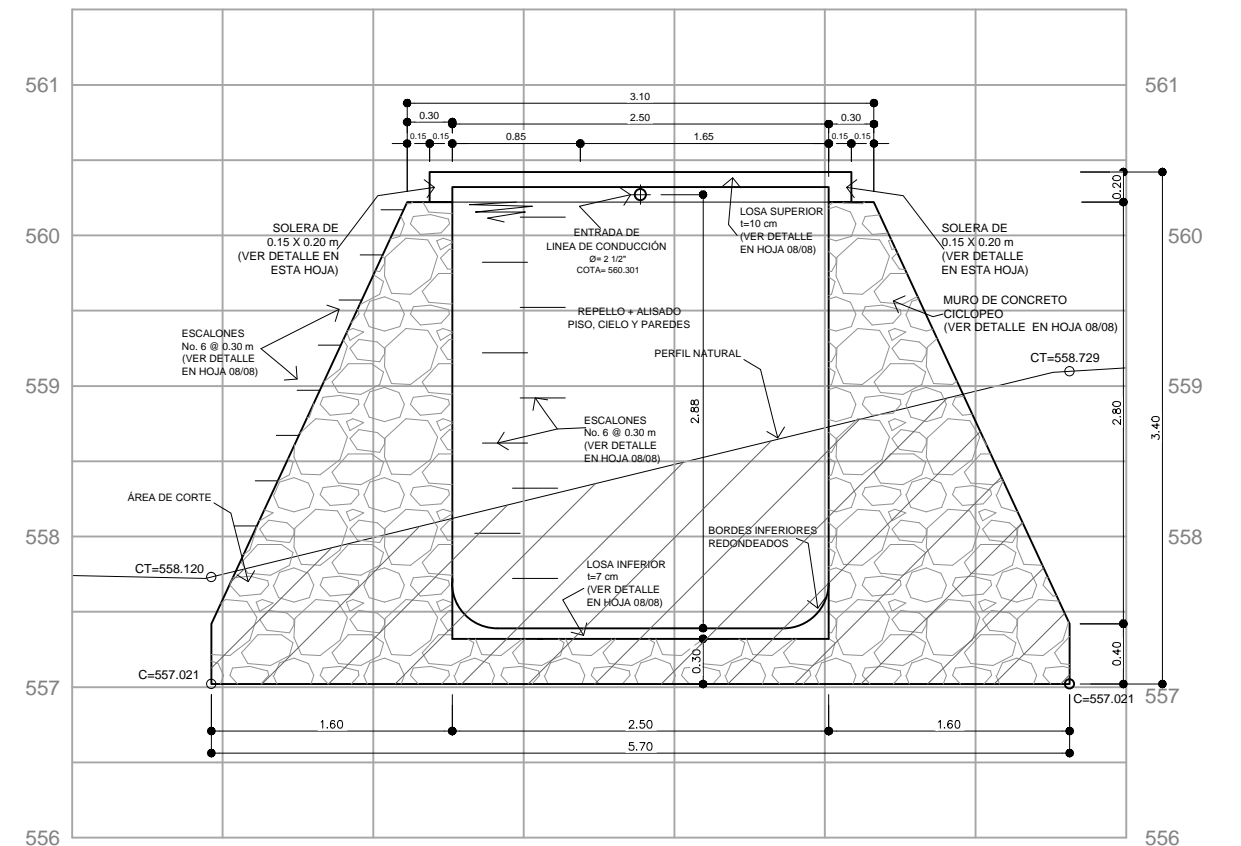
CAJA PROTECCIÓN DE NACIMIENTO

ESCALA: 1/12.5

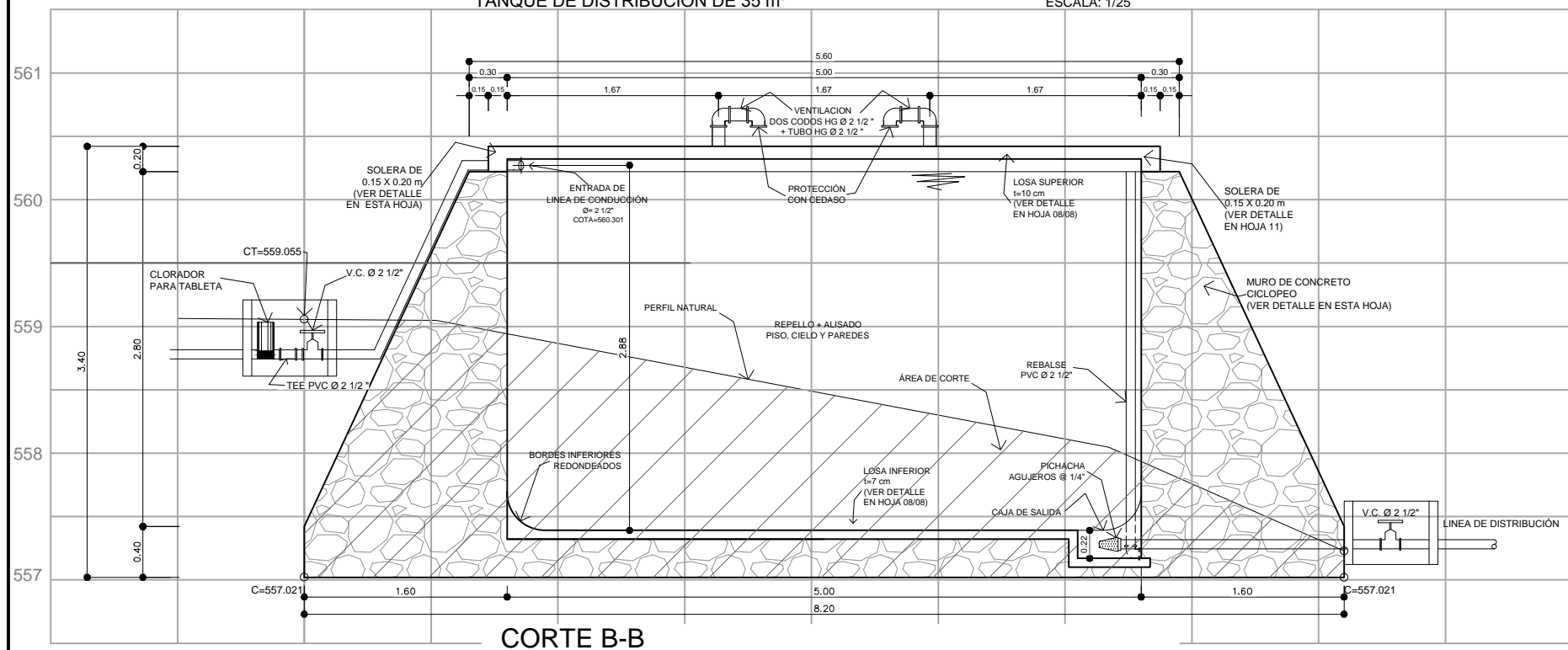
| | |
|---|-----------|
|  UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO | |
| MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | |
| CONTENIDO: CAPTACIÓN | |
| ESCALA: INDICADA | 06 |
| FECHA: AGOSTO 2015 | 08 |
| VO.BO. PROFESIONAL SUPERVISOR EPS | |



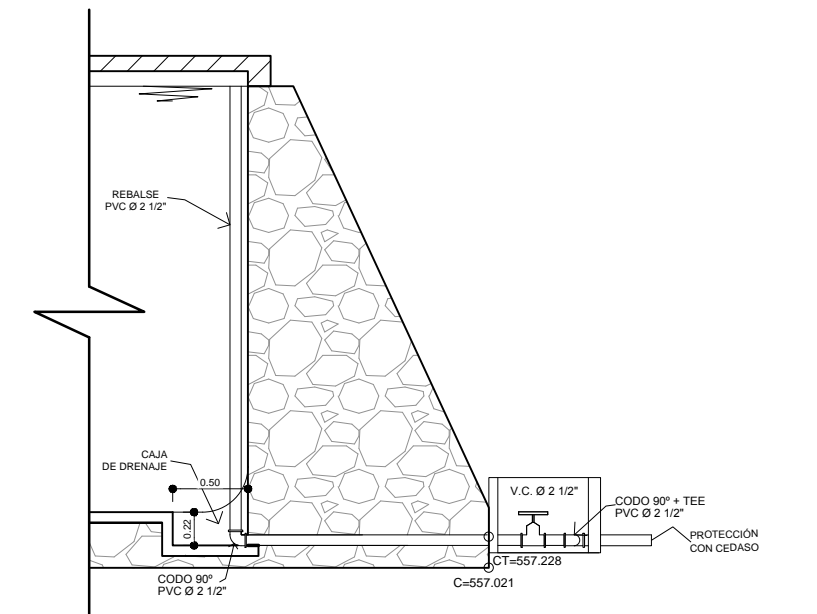
PLANTA
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 35 m³
ESCALA: 1/25



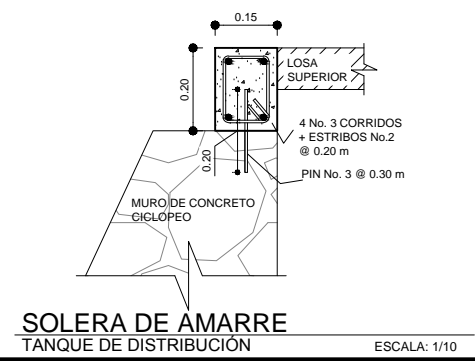
CORTE A-A
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 35 m³
ESCALA: 1/25



CORTE B-B
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 35 m³
ESCALA: 1/25

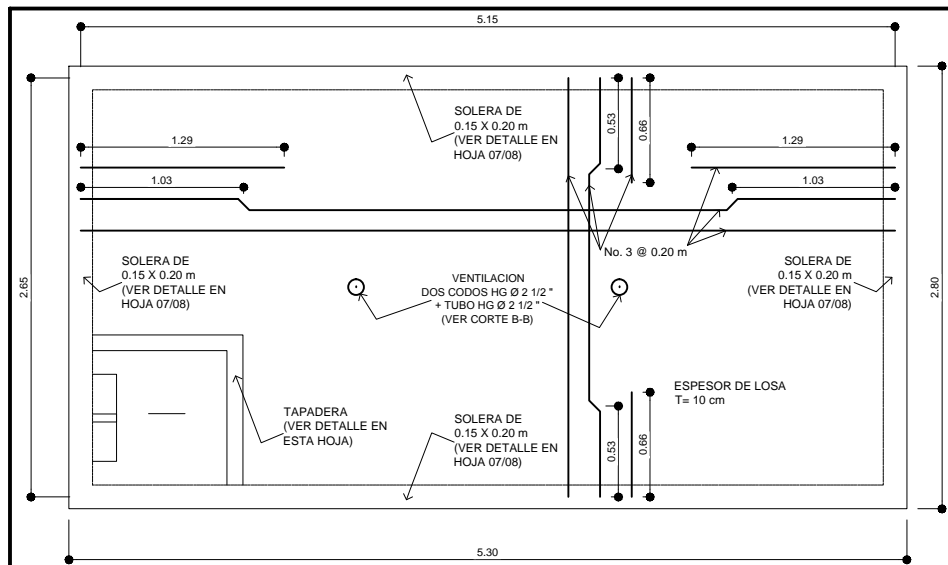


DETALLE DE CAJA DE DRENAJE Y REBALSE
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
ESCALA: 1/25

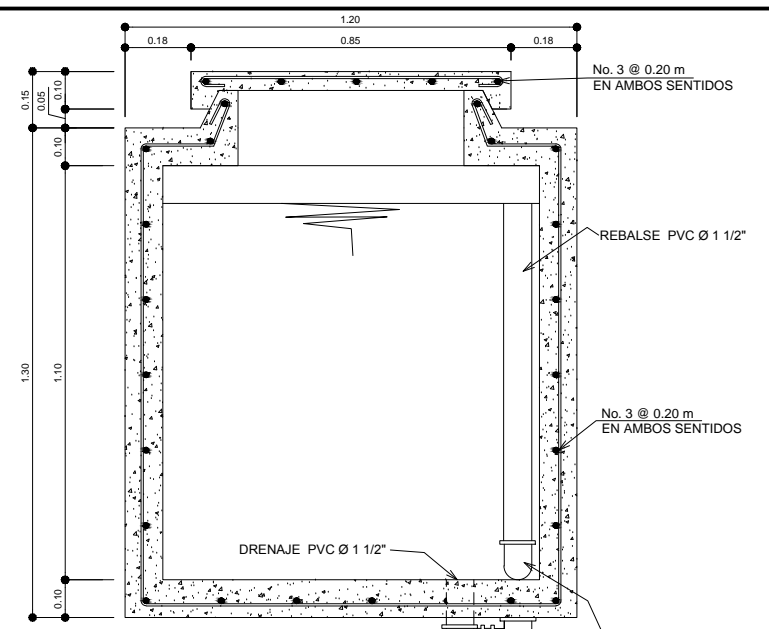


SOLERA DE AMARRE
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
ESCALA: 1/10

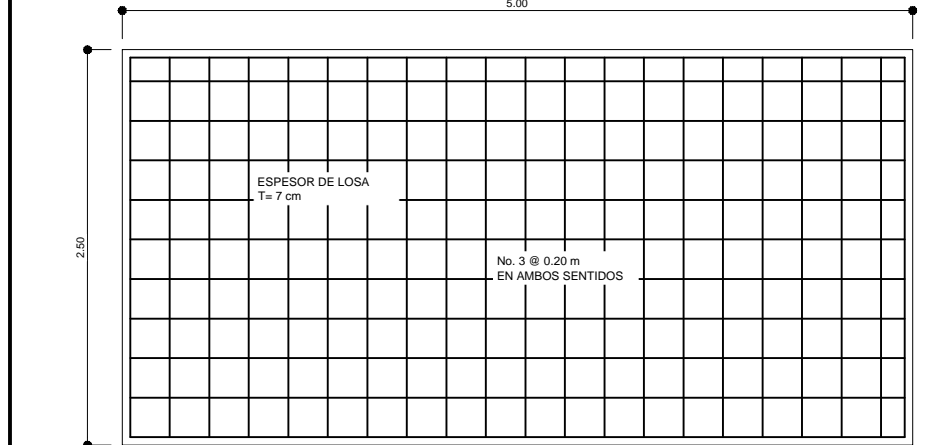
| | |
|--|-----------|
|  UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO | |
| MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ | |
| CONTENIDO: TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 35 M³ | |
| ESCALA: INDICADA | 07 |
| FECHA: AGOSTO 2015 | 08 |
| VO.BO. PROFESIONAL SUPERVISOR EPS | |



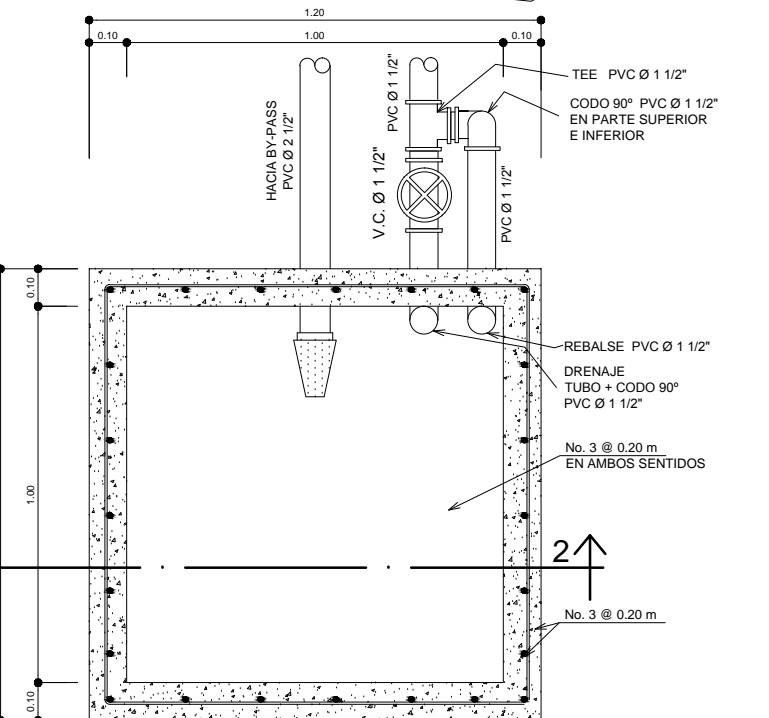
PLANTA - ARMADO DE LOSA SUPERIOR
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN



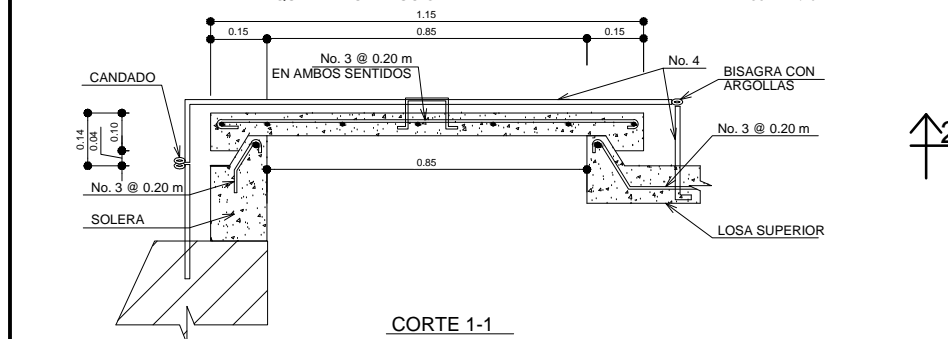
CORTE 2-2



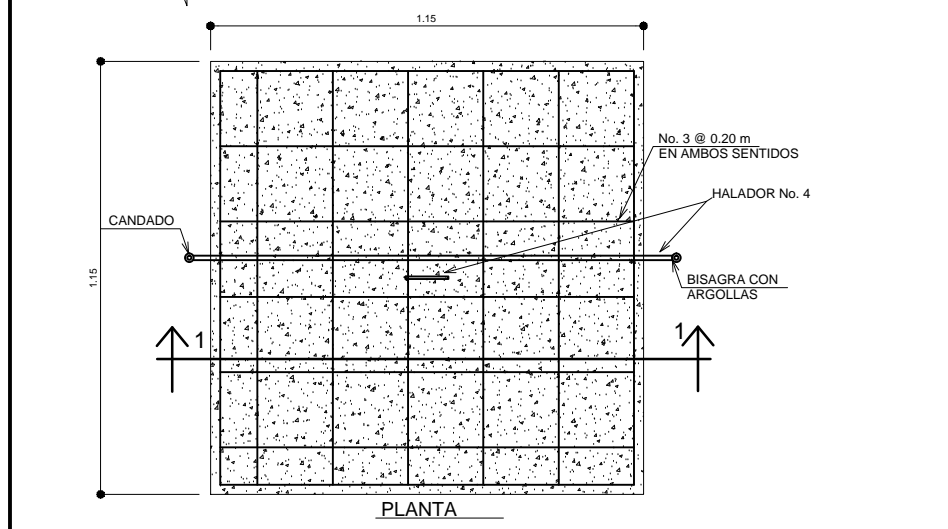
PLANTA - ARMADO DE LOSA INFERIOR
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN



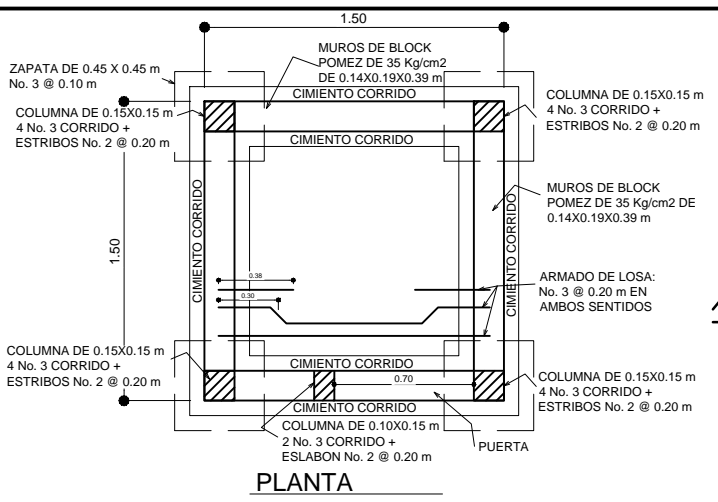
CORTE 1-1



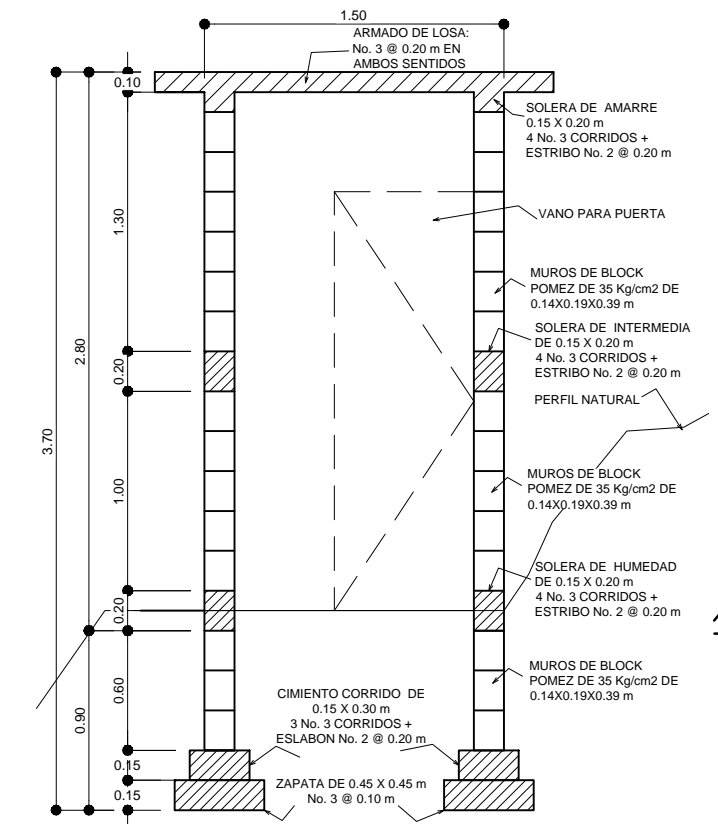
CORTE 1-1



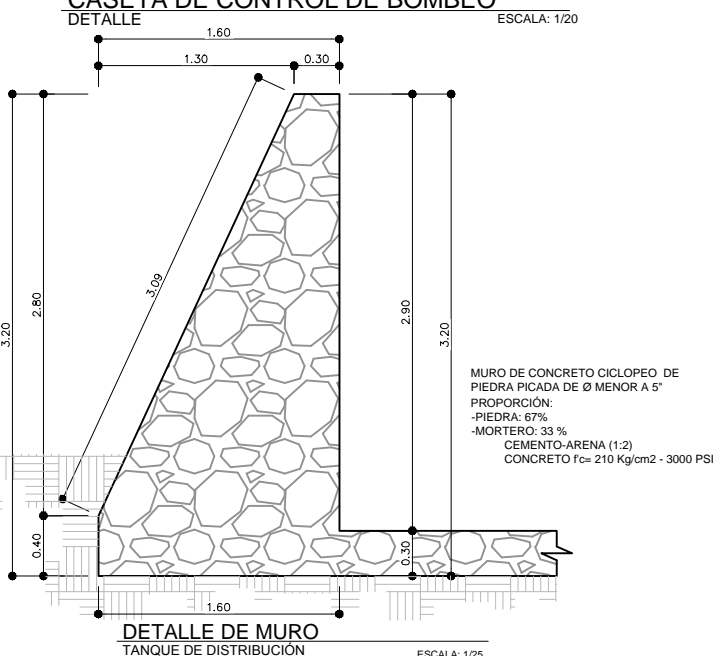
DETALLE DE TAPADERA DE ACCESO
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN



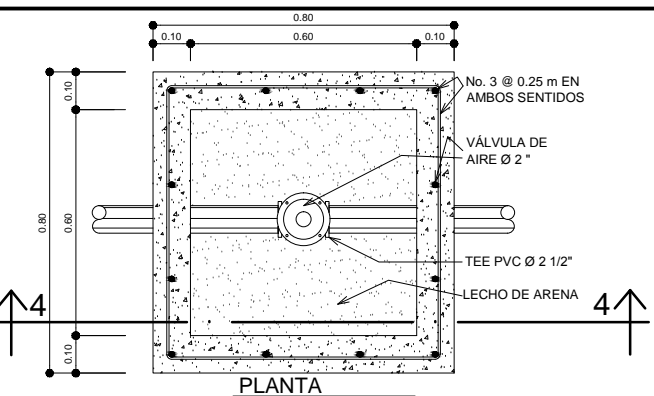
PLANTA



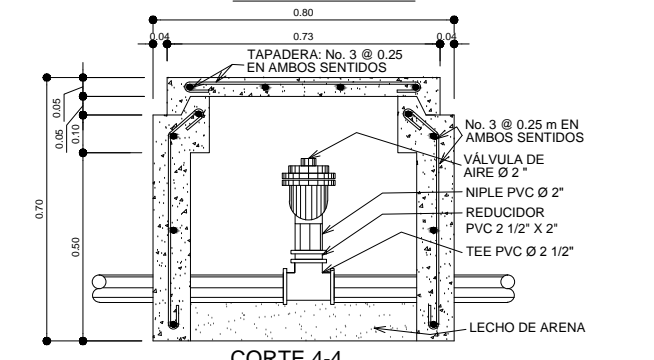
CORTE
CASETA DE CONTROL DE BOMBEO



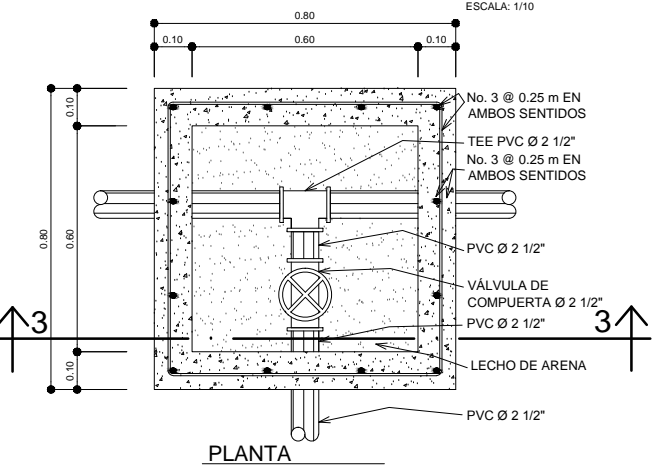
DETALLE DE MURO
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN



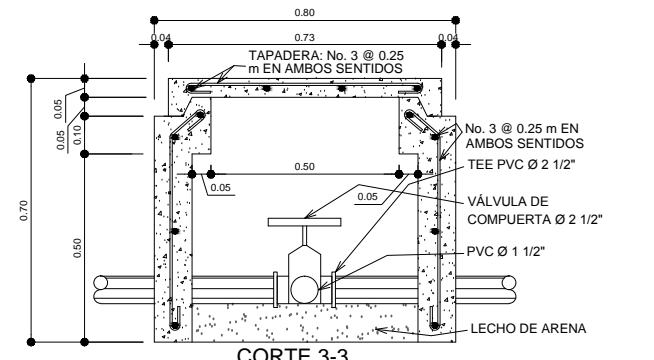
PLANTA



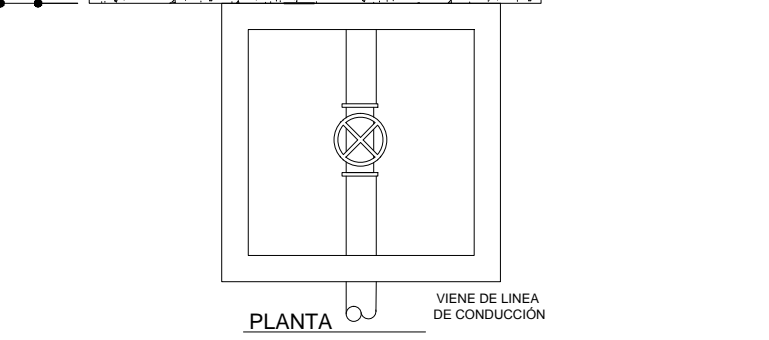
VÁLVULA DE AIRE



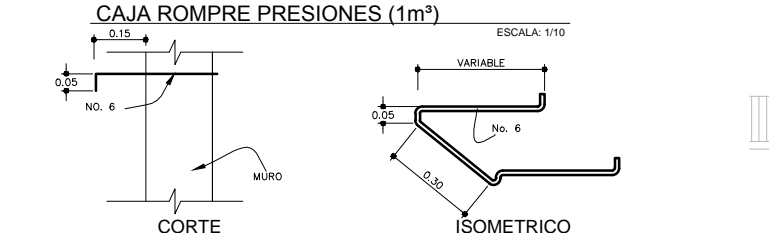
PLANTA



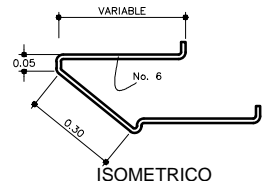
VÁLVULA DE LIMPIEZA



PLANTA
CAJA ROMPRE PRESIONES (1m³)



CORTE



ISOMETRICO


DETALLE DE ESCALONES
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN Y POZO DE CAPTACIÓN

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
CONTENIDO: DETALLES
ESCALA: INDICADA
FECHA: AGOSTO 2015
VO. BO. PROFESIONAL SUPERVISOR EPS


ANEXOS

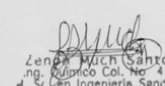
Anexo 1

Resultados del examen bacteriológico del agua de la fuente del Caserío La Soledad, aldea Estancia Grande, municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



| EXAMEN BACTERIOLOGICO | | INF. No. A - 357481 | |
|---|---|--|---------------|
| O.T. No. 32 559 | | EPS: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPEQUEZ | |
| INTERESADO: JUAN ALBERTO RODAS DIVAS, (CARNE No. 200611105) | PROYECTO: | FACULTAD DE INGENIERIA/USAC | |
| MUESTRA RECOLECTADA POR: Interesado | DEPENDENCIA: | FACULTAD DE INGENIERIA/USAC | |
| LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: Caserío La Soledad, Aldea Estancia Grande | FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: | 2014-03-02, 11 h20 min. | |
| FUENTE: Nacimiento junto a río | FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: | 2014-03-03, 10 h21 min. | |
| MUNICIPIO: San Juan Sacatepéquez | CONDICIONES DE TRANSPORTE: | Con refrigeración | |
| DEPARTAMENTO: Guatemala | SABOR: ----- | SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN | No hay |
| ASPECTO: Clara | OLOR: Inodora | CLORO RESIDUAL | |
| INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENOS) | | | |
| PRUEBAS NORMALES | PRUEBA PRESUNTIVA | PRUEBA CONFIRMATIVA | |
| | | FORMACION DE GAS | |
| CANTIDAD SEMBRADA | FORMACION DE GAS - 35°C | TOTAL | FECAL 44.5 °C |
| 10,00 cm ³ | +++++ | +++++ | + + - - |
| 01,00 cm ³ | + + + - | + + + + | + + - - |
| 00,10 cm ³ | ----- | Innecesaria | Innecesaria |
| RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GERMENES COLIFORMES/100cm ³ | | 130 | 9 |
| TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21 TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA. | | | |
| OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN 1. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua. | | | |
| Guatemala, 2014-03-12 | | | |
| Vo.Bo. Inga. Teima Maricela Cano Morales DIRECTORA CII/USAC | |  Zenaida Much Santos Ing. Químico Col. No. 42C d. Sc. en Ingeniería Sanitaria jefe Técnico Laboratorio | |

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
Edificio T-4, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-5115, Planta: 2418-6000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http://cii.usac.edu.gt

Fuente: Centro de investigaciones de Ingeniería CII, Facultad de Ingeniería, Usac.

Anexo 2

Resultados del análisis físico-químico del agua de la fuente del Caserío La Soledad, aldea Estancia Grande, municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala.

**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO INF. No. 25 543

O.T. No. 32 559

| | |
|---|--|
| INTERESADO: <u>JUAN ALBERTO RODAS DIVAS, CARNÉ No. 200611105</u> | PROYECTO: <u>EPS: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA SOLEDAD, ALDEA ESTANCIA GRANDE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ"</u> |
| RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u> | DEPENDENCIA: <u>FAC. DE INGENIERÍA/USAC</u> |
| LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Caserío La Soledad Aldea Estancia Grande</u> | FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2014-03-02; 11 h 20 min.</u> |
| FUENTE: <u>Nacimiento junto a río</u> | FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2014-03-03; 10 h 21 min.</u> |
| MUNICIPIO: <u>San Juan Sacatepéquez</u> | CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u> |
| DEPARTAMENTO: <u>Guatemala</u> | |

| RESULTADOS | | | |
|---|---|---|--------|
| 1. ASPECTO: <u>Clara</u> | 4. OLOR: <u>Inodora</u> | 7. TEMPERATURA: <u>- - ° C</u> <small>(En el momento de recolección)</small> | |
| 2. COLOR: <u>03,00 Unidades</u> | 5. SABOR: <u>-----</u> | 8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>488,00 µmhos/cm</u> | |
| 3. TURBIEDAD: <u>01,23 UNT</u> | 6. potencial de Hidrógeno (pH): <u>07,12 unidades</u> | | |
| SUSTANCIAS | mg/L | SUSTANCIAS | mg/L |
| 1. AMONIACO (NH ₃) | 00,39 | 6. CLORUROS (Cl) | 15,00 |
| 2. NITRITOS (NO ₂ ⁻) | 00,000 | 7. FLUORUROS (F) | 00,04 |
| 3. NITRATOS (NO ₃ ⁻) | 07,80 | 8. SULFATOS (SO ₄ ⁻²) | 24,00 |
| 4. CLORO RESIDUAL | - - | 9. HIERRO TOTAL (Fe) | 00,04 |
| 5. MANGANESO (Mn) | 00,004 | 10. DUREZA TOTAL | 264,00 |
| 11. SOLIDOS TOTALES | 281,00 | 12. SOLIDOS VOLÁTILES | 13,00 |
| 13. SOLIDOS FIJOS | 268,00 | 14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN | 03,00 |
| 15. SOLIDOS DISUELTOS | 259,00 | | |

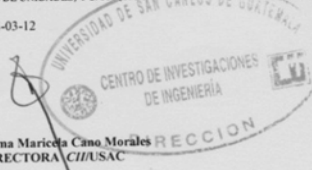
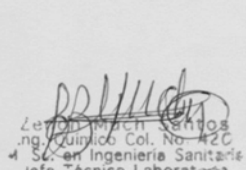
| ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN) | | | |
|-----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------|
| HIDROXIDOS mg/L | CARBONATOS mg/L | BICARBONATOS mg/L | ALCALINIDAD TOTAL mg/L |
| 00,00 | 00,00 | 256,00 | 256,00 |

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21^{ra} EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 2900 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2014-03-12

Inga Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Dr. Alba Tabarini Molina
Ing. Químico Col. No. 420
Especialista en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

Fuente: Centro de investigaciones de Ingeniería CII, Facultad de Ingeniería, Usac.