



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA
SAJCAVILLÁ Y DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO
ESTANCIA EL ROSARIO, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

Jesus Daniel Maldonado Barrios

Asesorado por el Ing. Óscar Argueta Hernández

Guatemala, mayo de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA
SAJCAVILLÁ Y DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO
ESTANCIA EL ROSARIO, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JESUS DANIEL MALDONADO BARRIOS
ASESORADO POR EL ING. ÓSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

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. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Óscar Argueta Hernández
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAJCAVILLÁ Y DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO ESTANCIA EL ROSARIO, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 18 de septiembre de 2014.

Jesus Daniel Maldonado Barrios



Guatemala, 06 de abril de 2016
REF.EPS.DOC.148.04.16

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 **Jesus Daniel Maldonado Barrios** con carné No. **200915226**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAJCAVILLÁ Y DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO ESTANCIA EL ROSARIO, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.**

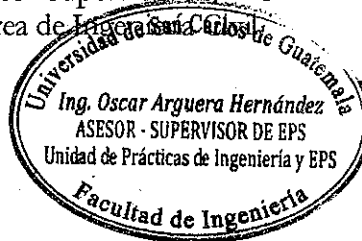
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Arguera Hernández
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería



c.c. Archivo
OAH/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,
11 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 DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAJCAVILLÁ Y DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO ESTANCIA EL ROSARIO, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Jesús Daniel Maldonado Barrios, con Carnet No.200915226 , quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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, 12 de abril de 2016
REF.EPS.D.158.04.16

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

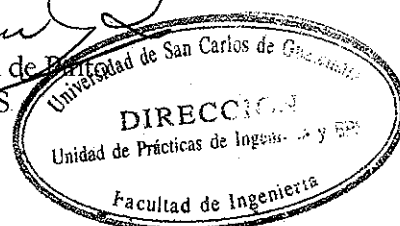
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAJCAVILLÁ Y DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO ESTANCIA EL ROSARIO, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Jesus Daniel Maldonado Barrios, carné 200915226**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Oscar Argueta Hernández.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación 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
Directora Unidad de EPS



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 Ing. Oscar Argueta Hernández y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Jesus Daniel Maldonado Barrios, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAJCAVILLÁ Y DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO ESTANCIA EL ROSARIO, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


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 DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAJCAVILLA Y DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO ESTANCIA EL ROSARIO, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Jesus Daniel Maldonado Barrios**, 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:

Mi Padre Celestial	Por brindarme la vida y darme la oportunidad de cumplir esta meta más en mi vida, siempre guiándome y dándome sabiduría.
Mis padres	Soraida Ivet Barrios Juárez y Edgar Daniel Maldonado Cifuentes.
Mi hermano	Edgar David Maldonado Barrios.
Mi sobrino	Edgar Fernando Maldonado Argueta.
Mi cuñada	Ana Lucía Argueta de Maldonado.
Mi abuela	Martita Cifuentes Cabrera.
Mi abuelo	Edgar David Maldonado Rosales.
Mi tía	Raquel Cifuentes Cabrera.
Mis bisabuelos	Enrique Daniel Cifuentes Méndez y Cornelia Cabrera Vásquez.
Mi familia en general	Por brindarme su total apoyo en el transcurso de mi carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

Mi Padre Celestial

Por bendecirme, ser mi compañía en todo momento y por permitirme cumplir esta meta académica.

Mis padres

Por apoyarme en todo momento, porque siempre me inculcaron valores correctos y me enseñaron que todas las metas que me propongo se pueden alcanzar con esfuerzo y dedicación, este logro es de ustedes.

Mi hermano

Por toda la ayuda que me brindó a lo largo de mi carrera, así como el apoyo incondicional que siempre me brinda para luchar por mis metas.

Mi abuela

Por ser como una segunda madre para mí, por sus buenos consejos para mi superación personal.

Mis amigos

Ernesto Guillén, José Barrios, Víctor Hernández Jacobo García, Axel Trujillo, Omar Mazariegos, José Guarcas, Luis Nájera, Mynor Carrillo, Sergio Berducido, Rubí Gómez, Carlos Monterroso, Juan Luis Cuellar, Edgar Pérez, Adrián Escobar, Iván Figueroa, Rogelio Véliz por su apoyo y amistad incondicional.

**Ing. Óscar Argueta
Hernández**

Por asesorarme durante la revisión y elaboración del presente trabajo y por sus consejos como profesional.

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por permitirme formar parte de tan importante casa de estudios, así como darme la oportunidad de ser un profesional.

Facultad de Ingeniería

Por brindarme la formación académica y ética necesaria para ser un profesional de la ingeniería.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografías y generalidades	1
1.1.1. Aspectos históricos.....	1
1.1.2. Ubicación y localización geográfica	2
1.1.3. Vías de comunicación.....	5
1.1.4. Costumbres y tradiciones	5
1.1.5. Fiesta patronal.....	7
1.1.6. Producción.....	7
1.1.6.1. Agricultura.....	8
1.1.6.2. Artesanía	8
1.1.7. Centros turísticos.....	8
1.1.8. Distribución actual	9
1.1.9. Clima	13
1.1.10. Orografía.....	15
1.1.11. Hidrografía	15
1.1.12. Topografía	16
1.1.13. Servicios básicos	16
1.1.13.1. Servicio de agua potable	17

	1.1.13.2.	Servicio sanitario	17
	1.1.13.3.	Servicio de energía eléctrica	18
1.2.		Diagnóstico de las necesidades de infraestructura	19
	1.2.1.	Descripción de las necesidades	19
	1.2.2.	Priorización de las necesidades	19
2.		FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	21
2.1.		Diseño de sistema de alcantarillado sanitario, para aldea Sajcavillá, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.....	21
	2.1.1.	Descripción del proyecto	21
	2.1.2.	Estudios preliminares	21
	2.1.2.1.	Estudio topográfico.....	22
		2.1.2.1.1. Planimetría	22
		2.1.2.1.2. Altimetría	22
	2.1.3.	Partes de un alcantarillado	22
	2.1.3.1.	Colector	23
	2.1.3.2.	Pozo de visita	23
	2.1.3.3.	Conexiones domiciliarias.....	24
	2.1.4.	Período de diseño	24
	2.1.5.	Población futura	25
	2.1.5.1.	Método geométrico.....	25
	2.1.6.	Determinación de caudales	26
	2.1.6.1.	Población tributaria.....	26
	2.1.6.2.	Dotación de agua potable.....	26
	2.1.6.3.	Factor de retorno al sistema.....	27
	2.1.6.4.	Caudal domiciliar	27
	2.1.6.5.	Caudal industrial.....	27
	2.1.6.6.	Caudal comercial.....	28
	2.1.6.7.	Caudal por conexiones ilícitas	28

2.1.6.8.	Caudal por infiltración	29
2.1.6.9.	Caudal medio o sanitario	29
2.1.6.10.	Factor de caudal medio	29
2.1.6.11.	Factor de Harmond.....	30
2.1.6.12.	Caudal de diseño.....	30
2.1.7.	Fundamentos hidráulicos.....	30
2.1.7.1.	Ecuación de Manning para flujo en canales	31
2.1.7.2.	Relaciones hidráulicas.....	32
2.1.8.	Parámetros de diseño hidráulico	33
2.1.8.1.	Coefficiente de rugosidad	33
2.1.8.2.	Sección llena y parcialmente llena.....	34
2.1.8.3.	Velocidad máxima y mínima	35
2.1.8.4.	Diámetro colector.....	36
2.1.8.5.	Profundidad del colector	37
2.1.8.6.	Profundidad mínima de colector	37
2.1.8.7.	Ancho de zanja.....	38
2.1.8.8.	Volumen de excavación.....	39
2.1.8.9.	Cota invert	39
2.1.8.10.	Características de las conexiones domiciliares.....	40
2.1.8.11.	Diseño hidráulico	41
2.1.9.	Propuesta de tratamiento	45
2.1.10.	Elaboración de planos	48
2.1.11.	Elaboración de presupuesto	49
2.1.11.1.	Integración de precios unitarios.....	50
2.1.11.2.	Prestaciones.....	59
2.1.12.	Evaluación de impacto ambiental	61
2.1.13.	Evaluación socioeconómica.....	67

	2.1.13.1.	Valor presente neto	67
	2.1.13.2.	Tasa interna de retorno	69
2.2.		Diseño de la red de distribución de agua potable para el caserío Estancia El Rosario, aldea Montúfar, San Juan Sacatepéquez, Guatemala	70
	2.2.1.	Descripción del proyecto	70
	2.2.2.	Estudios preliminares	70
	2.2.2.1.	Estudios topográficos	70
		2.2.2.1.1.	Planimetría
		2.2.2.1.2.	Altimetría
	2.2.2.2.	Aforo.....	71
	2.2.2.3.	Análisis de la calidad del agua	72
	2.2.2.4.	Estudio de suelos	72
		2.2.2.4.1.	Triaxial.....
	2.2.3.	Bases de diseño.....	74
	2.2.3.1.	Cálculo de población futura	74
		2.2.3.1.1.	Tasa de crecimiento poblacional
		2.2.3.1.2.	Período de diseño
		2.2.3.1.3.	Población futura
	2.2.3.2.	Dotación	75
	2.2.3.3.	Factores de consumo y caudales de diseño.....	76
		2.2.3.3.1.	Caudal medio diario
		2.2.3.3.2.	Caudal máximo diario ...
		2.2.3.3.3.	Caudal máximo horario
	2.2.4.	Diseño hidráulico.....	77

2.2.4.1.	Fórmulas, coeficiente y diámetros de tuberías.....	77
2.2.4.2.	Clases y presiones de trabajo de tuberías.....	78
2.2.4.3.	Velocidades y presiones máximas y mínimas.....	79
2.2.4.4.	Diseño hidráulico de la red de distribución.....	79
2.2.5.	Obras hidráulicas.....	83
2.2.5.1.	Cálculo del volumen del tanque de distribución.....	83
2.2.5.2.	Conexión predial.....	84
2.2.5.3.	Sistema de desinfección.....	84
2.2.6.	Elaboración de planos	88
2.2.7.	Elaboración de presupuesto	88
2.2.7.1.	Integración de precios unitarios.....	89
2.2.7.2.	Prestaciones.....	98
2.2.7.3.	Programa de operación y mantenimiento	99
2.2.7.4.	Propuesta de tarifa	100
2.2.8.	Evaluación de impacto ambiental	100
2.2.9.	Evaluación socioeconómica.....	105
2.2.9.1.	Valor presente neto	105
2.2.9.2.	Tasa interna de retorno	106
	CONCLUSIONES	109
	RECOMENDACIONES.....	111
	BIBLIOGRAFÍA.....	113
	ANEXOS	115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala.....	3
2.	Localización de aldea Montúfar, caserío Estancia El Rosario.....	4
3.	Localización de aldea Sajcavillá.....	4
4.	División político administrativo municipal de San Juan Sacatepéquez, Guatemala.....	9
5.	Distribución del municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala	13
6.	Hipoclorador PPG modelo 3015.....	86
7.	Gráfica de hipoclorador automático PPG 3015.....	87

TABLAS

I.	Elementos del clima	14
II.	Fenómenos atmosféricos	14
III.	Total de viviendas con acceso a agua intradomiciliar y servicios de saneamiento mejorados, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.....	18
IV.	Factores de rugosidad.....	33
V.	Profundidad mínima en tubería	37
VI.	Ancho de zanja según profundidad del colector.....	38
VII.	Parámetros de diseño	41
VIII.	Presupuesto de alcantarillado sanitario.....	49
IX.	Integración de precios unitarios	50
X.	Días con goce de sueldo.....	59

XI.	Prestaciones extras	60
XII.	Matriz modificada de Leopold para el proyecto de drenaje.....	63
XIII.	Modelos de hipocloradores automáticos PPG	85
XIV.	Cantidades de trabajo.....	89
XV.	Integración de precios unitarios	90
XVI.	Días con goce de sueldo	98
XVII.	Prestaciones extras	99
XVIII.	Gastos de operación y mantenimiento.....	100
XIX.	Matriz modificada de Leopold para el proyecto de agua potable.....	101

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
CTD	Carga dinámica total
Q	Caudal
Q_b	Caudal de bombeo
Q_d	Caudal de distribución
Q_{máxd}	Caudal máximo diario
Q_{máxh}	Caudal máximo horario
Q_{md}	Caudal medio diario
Q_u	Caudal unitario de vivienda
C	Coefficiente de fricción de tubería PVC
Ø	Diámetro
D_d	Diámetro interno de la tubería
D_t	Diámetro teórico
m²	Dimensional de área, metro cuadrado
m³	Dimensional de volumen, metro cúbico
L	Longitud de tramo
lt/hab/día	Litros por habitante día
m	Metro
m²	Metros cuadrados
m³	Metros cúbicos
m³/s	Metros cúbicos por segundo
m/s	Metros por segundo
mm	Milímetro
S%	Pendiente en porcentaje

ST%	Pendiente de terreno
Hf	Pérdida de carga por fricción
n	Período de diseño
Pf	Población futura
P.V	Pozo de visita
q/Q	Relación de caudales entre sección parcialmente llena y sección llena.
d/D	Relación de diámetros entre sección parcialmente llena y sección llena.
v/V	Relación de velocidades entre sección parcialmente llena y sección llena.
R	Tasa de crecimiento poblacional
v	Velocidad

GLOSARIO

Aguas domiciliarias	Son las aguas utilizadas en domicilios; es decir, las que ya han pasado por un proceso de contaminación.
Agua potable	Agua que por sus características de calidad específicas, es adecuada para el consumo humano.
Aguas servidas	Sinónimo de aguas negras.
Candela	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
Caudal	Es el volumen de agua que corre en un tiempo determinado en el colector.
Cloración	Desinfección del agua por medio de cloro.
Colector	Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorias que sirven para el desalojo de aguas negras o aguas de lluvia (pluviales).
Columna de agua	Carga de presión en (Newton-metro)/ Newton.

Consumo	Cantidad de agua utilizada por la población en litros/habitante/día.
Cota invert	Cota o altura de la parte inferior interior del tubo e instalado.
Cota piezométrica	Altura de presión de agua que se tiene en un punto específico, en (Newton-metro)/Newton.
Descarga	Lugar a donde se vierten las aguas servidas provenientes de un colector, sean crudas o tratadas.
Dotación	Es la estimación del promedio de cantidad de agua que consume cada habitante. Se expresa en litros por habitantes por día.
Especificaciones	Son normas generales y técnicas de construcción contenidas en un proyecto, disposiciones o cualquier otro documento, que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.
Excretas	Residuos de alimentos que, después de hecha la digestión, despiden el cuerpo por el intestino grueso y delgado.
FHM	Factor de hora máximo
IGN	Instituto Geográfico Nacional.

INE	Instituto Nacional de Estadística.
Insivumeh	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala.
Pérdida de carga	Baja de la presión debido a la fricción que existe entre el agua y las paredes de la tubería.
Período de diseño	Período de tiempo durante el cual es sistema prestara un servicio eficiente.
Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetros, unión de tubería y para iniciar un tramo de drenaje.
PVC	Cloruro de polivinilo rígido
Tirante	Altura de las aguas servidas o pluviales dentro de una alcantarilla.
Topografía	Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima de la superficie terrestre y debajo de la misma.

RESUMEN

El objetivo general de este proyecto es generar un proceso de participación y autogestión en las comunidades, a fin de promover y fortalecer su organización, constituyéndose en un instrumento para el impulso del desarrollo social permanente y sostenible a través de proyectos de infraestructura.

El caserío Estancia El Rosario tiene el problema de no contar con un sistema de abastecimiento de agua, aspecto de suma importancia para el desarrollo de la comunidad y para la calidad de vida de los pobladores. La solución a dicho problema es diseñar una red de distribución de agua potable para consumo propio de cada habitante del lugar, y que la distribución de agua potable cumpla con las especificaciones técnicas adecuadas y reglamentarias.

La aldea Sajcavillá carece de un sistema de alcantarillado sanitario, el cual permita darle a la población una mejor calidad de vida y una reducción de contaminación en el medio ambiente, se diseñó un sistema de alcantarillado sanitario distribuido adecuadamente para mejorar el desarrollo de la población.

La metodología que se utilizó fue hacer una recopilación de datos significativos, analizando datos rurales y bibliografías de los temas. Se realizaron actividades de campo para reconocer y priorizar el proyecto, también se recolectaron datos de la comunidad como censos de la población beneficiada, topografía del lugar, entre otros.

Se elaboró el diseño del sistema de alcantarillado sanitario así como el de la red de distribución con sus respectivos dibujos de planos, se cuantificaron materiales para elaborar un presupuesto por renglones, así como los cronogramas de ejecución.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario, para la aldea Sajcavillá, San Juan Sacatepéquez y la red de distribución de agua potable para el caserío Estancia El Rosario, aldea Montúfar, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

Específicos

1. Realizar una investigación monográfica del lugar y diagnosticar las principales necesidades de servicios básicos e infraestructura, para los habitantes del municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala.
2. Capacitar al personal de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) sobre el uso y mantenimiento adecuado que se le debe de dar al drenaje y a la red de distribución de agua potable.

INTRODUCCIÓN

La realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) tiene como finalidad contribuir al desarrollo de las comunidades, realizando un estudio de la región, por lo que se priorizaron los proyectos de infraestructura: diseño de la red de distribución de agua potable para el caserío Estancia El Rosario, aldea Montúfar y diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Sajcavillá, municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

El primer proyecto priorizado es el diseño de la red de distribución de agua potable en el caserío Estancia El Rosario, aldea Montúfar, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Este proyecto es necesario porque la comunidad carece de agua potable, por lo que tienen que comprar agua a camiones repartidores de agua conocidos como pipas, otra de las razones es que pueden padecer de muchas enfermedades gastrointestinales debido a la falta de higiene, a raíz de la carencia de agua potable.

La otra prioridad es el diseño del sistema de alcantarillado sanitario en la aldea Sajcavillá, San Juan Sacatepéquez, Guatemala, porque debido a la falta de un sistema adecuado para la evacuación de las aguas negras ha causado problemas de salud en la población, de igual manera es notable la contaminación de las aguas de los alrededores. Por lo que se diseñará un sistema de alcantarillado sanitario.

Tomando en cuenta los aspectos económicos y sociales del municipio y basándose en las necesidades expuestas anteriormente se realizarán dichos proyectos.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografías y generalidades

El nombre del municipio de San Juan Sacatepéquez se puede definir así: “San Juan” en honor a su patrono “San Juan Bautista” y “Sacatepéquez” se deriva de dos voces kakchiqueles: “Sacat” que significa hierba y “tepec” que significa cerro, es decir “Cerro de Hierba”.

San Juan Sacatepéquez posee una trayectoria histórica y recursos los cuales se describen a continuación:

1.1.1. Aspectos históricos

Su origen es precolonial, fue conquistado por los españoles en 1525, al mando de Antonio de Salazar, fue uno de los pueblos más importantes que formaron el reino kakchiquel, cuya corte se estableció en la tierra de Yampuc, pertenecieron a la tribu de los Sacatepéquez que se encontraban radicados en Antigua Guatemala.

Esta la formaron: Santiago Sacatepéquez, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez y San Lucas Sacatepéquez, su dialecto fue y es hasta la fecha el kakchiquel.

Del tiempo de La Colonia se ignora casi todo, solamente se sabe que este pueblo fue encomendado al famoso historiador Bernal Díaz del Castillo y que los primeros frailes que instruyeron la religión católica fueron los de la orden de

Santo Domingo de Guzmán, habiendo así constituido una iglesia católica en el convento parroquial.

A raíz del terremoto de Santa Marta ocurrido el 29 de julio de 1773, muchas personas de Antigua Guatemala buscaron refugio en San Juan Sacatepéquez, siendo así como gran cantidad de familias del municipio fueran constituidas por los antigüeños como los son las familias: Ortiz, Guerrero y Castellanos.

Se cree que fueron traídas de allí, bellas imágenes para salvarlas de su destrucción o pérdida, algunas de las cuales son veneradas actualmente en la iglesia del municipio de San Juan Sacatepéquez.

Según documentos existentes, el título de tierra de San Juan Sacatepéquez tiene como fecha 3 de febrero de 1752, el cual hace constar que los indios de la región compraron al rey de España, 480 caballerías y 38 manzanas de tierra que se dividieron entre todos los ejidos, pagando 1 200 pesos de la moneda de esa época, segregando posteriormente parte de las tierras para los municipios vecinos.

1.1.2. Ubicación y localización geográfica

El municipio de San Juan Sacatepéquez, se localiza entre el norte de San Pedro Sacatepéquez, al este de San Martín Jilotepeque y El Tejar, municipios del departamento de Chimaltenango y al oeste de San Raymundo.

Limita al norte con el municipio de Granados, Baja Verapaz; al este con el municipio de San Raymundo y San Pedro Sacatepéquez, ambos del departamento de Guatemala; al sur limita con el municipio de San Pedro

Sacatepéquez; y al oeste con el municipio de San Martín Jilotepeque perteneciente al departamento de Chimaltenango y con el municipio de Xenacoj perteneciente al departamento de Sacatepéquez.

Se localiza en la latitud $14^{\circ} 43' 08''$ N y en la longitud $90^{\circ} 38' 39''$ O. Cuenta con una extensión territorial de 242 kilómetros cuadrados, y se encuentra a una altura de 1 845 metros sobre el nivel del mar, su clima es templado, se encuentra a una distancia de 31 km de la ciudad de Guatemala. La municipalidad es de segunda categoría.

Figura 1. **Municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala**



Fuente: mapa proporcionado por el IGN.

1.1.3. Vías de comunicación

Su principal vía de comunicación terrestre es la carretera Interamericana CA-1; a la altura de San Lucas Sacatepéquez se desvía para llegar a la Antigua Guatemala, atraviesa Parramos y entronca nuevamente con la carretera Interamericana en Chimaltenango.

La otra vía va de San Lucas Sacatepéquez pasa por Chimaltenango y se extiende a los demás departamentos del occidente.

Otra ruta de importancia es la ruta nacional 10, que parte de Antigua Guatemala, cruza Palín y llega a Escuintla, donde entronca con la Interoceánica CA-9.

1.1.4. Costumbres y tradiciones

En San Juan Sacatepéquez existe gran variación de costumbres y tradiciones, pero entre las más importantes se encuentran:

Cofradía: primero que nada la cofradía proviene de “cafrade” y esta a la vez se deriva de las voces latinas “cum” y “frade” que significa hermano, es decir “con hermano” se entiende entonces por cofradía a una institución que según el derecho eclesiástico “es una reunión de fieles, que se erige en las iglesias para auxiliar al clero en su sostenimiento y contribuir a la suntuosidad del culto.

Es una costumbre de origen colonial, en el cual veneran algunas imágenes en especial como: San Juan, Jesús, El Rosario, la Cruz y otras.

Antiguamente existieron cofradías de ladinos, pero con el pasar del tiempo se fueron extinguiendo.

Auxiliatura: forma parte de una autoridad civil-indígena, existen en todas las aldeas del municipio y así mismo, en la cabecera municipal, pero no tienen la misma función, pues en la cabecera municipal celebran costumbres en las cuales veneran a la Cruz con festividades como: Procesiones y otros.

Matrimonios: consiste en la realización de varias pedidas de la novia y en un acuerdo, se procede a la celebración de la información en la municipalidad, previa al matrimonio civil y finalizando con una fiesta o celebración del mismo (religioso) que comprende de más actividades.

Música: la música principal del municipio son los sones de arpa y marimba en las cuales se podrían mencionar: La Sanjuanerita, El Chuj y el de matrimonios.

La danza: en festividades especiales es tradicional el Baile de los Moros, Los Toritos, El Venado y Los Gigantes, sin faltar el tradicional Convite.

Leyendas: existen algunas leyendas en los antepasados como lo son La llorona, Juan Cenís, El Tronchador y El Sombrerón.

Poemas: existen varios poemas dedicados a San Juan Sacatepéquez, dentro de los cuales están La niña de San Juan, Flor de mi tierra y otros. Escritos por los sanjuaneros Higinio Patzán y Efraín Patzán.

Comidas típicas: existen en el municipio muchas comidas de origen indígena maya, la principal comida es el pinol, que es un atol de maíz tostado y

molido, en algunos otros lugares lo preparan dulce, pero en San Juan Sacatepéquez se prepara salado y con gallina, este platillo es utilizado en ocasiones especiales como las bodas, cumpleaños, entre otros. En San Juan Sacatepéquez es costumbre en algunas festividades comer algo especial como: tamales en Noche Buena, fiambre el 1ro de noviembre Día de los Santos, pescado en Semana Santa, buñuelos y torrejas en las ferias, siendo el pinol el más común en los lugares donde se llevan a cabo fiestas y celebraciones.

Las procesiones: fueron traídas de España e implantadas en Guatemala por los misioneros. San Juan Sacatepéquez, tiene sus procesiones y entre las más conocidas están las de Semana Santa, La Velación, La Preciosa Sangre de Cristo y la de San Juan Bautista, el 24 de junio, el pueblo guarda estas tradiciones y se preparan para el paso de las procesiones adornando sus casas y haciendo alfombras de aserrín, flores y frutas.

1.1.5. Fiesta patronal

La fiesta patronal es en honor a su patrono San Juan Bautista, esta se celebra el 24 de junio, se lleva a cabo con solemnes procesiones, misas jubileos, bailes de moros como El Torito, cohetes, bombas, en las que se hacen presentes personas del lugar y ajenas a la misma.

1.1.6. Producción

Su economía se basa en la agricultura con variedad de frutas y flores que se comercializan fuera del municipio. También se explota la ganadería y avicultura, así como las artesanías y turismo interesado en conocer sus

tradiciones. Las principales fuentes económicas que se encuentran en San Juan Sacatepéquez son las flores, producciones de agricultura y las artesanías.

1.1.6.1. Agricultura

Los suelos han sido oficialmente declarados no aptos para cosechas en su gran mayoría, pero los terrenos sobrantes son una buena fuente de cultivos. Además, los pobladores también siembran flores ya que es una actividad muy importante para la localidad. El cultivo de flores en forma intensiva y sobre todo del clavel, arranca en San Juan en 1923; se dice que fue introducido por la ciudadana estadounidense “Estela Simmerman”, quien también estableció en el pueblo la primera iglesia protestante.

Entre sus cultivos están:

- Maíz
- Frijol
- Verduras

1.1.6.2. Artesanía

Las diferentes actividades que se realizan en este municipio están los productos de barro, tejidos, jarcía, alfarería, entre otros.

1.1.7. Centros turísticos

En los centros turísticos disponibles en San Juan Sacatepéquez se encuentran paseos, balnearios, piscinas, entre otros. Las ruinas de Mixco Viejo están en jurisdicción de San Martín Jilotepeque, pero el acceso más cercano es por San Juan Sacatepéquez.

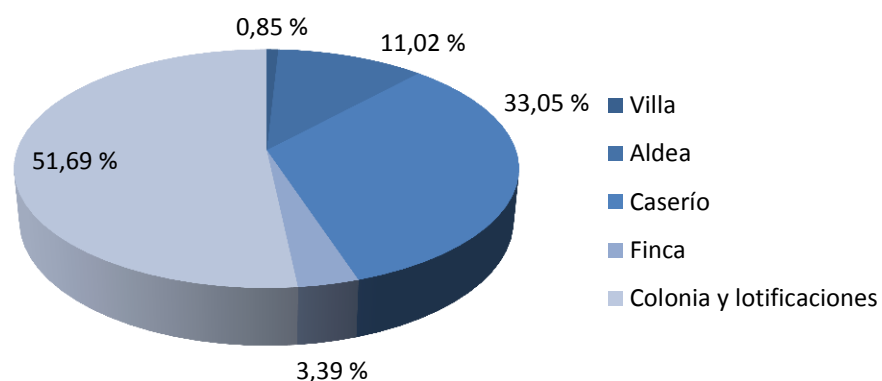
Otro centro turístico que llama la atención a muchas personas que pasean por San Juan Sacatepéquez es el nacimiento del río Motagua, en la cuenca del límite entre San Juan Sacatepéquez, Baja Verapaz y Quiché.

Los lugares más visitados por la población y el turismo nacional: Villa Lourdes, La Concepción, Centro recreativo y balneario Vista Bella, El Bucarito, El Pilar, La Viña, Ocaña, a Laguneta de San Miguel, río Grande o Motagua, las Pozas de San Miguel y otros.

1.1.8. Distribución actual

En la siguiente gráfica se visualiza la distribución poblacional del municipio de San Juan Sacatepéquez:

Figura 4. **División político administrativo municipal de San Juan Sacatepéquez, Guatemala**



Fuente: elaboración propia, con base en la información de Lugares Poblados y Vivienda del XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación año 2002, proporcionados por el INE.

San Juan Sacatepéquez cuenta con las siguientes aldeas y caseríos:

- Aldea Comunidad de Zet
 - Caserío Cruz Verde

- Aldea Camino de San Pedro
 - Caserío Chitol

- Aldea Montúfar
 - Caserío Candelaria
 - Caserío Estancia el Rosario
 - Caserío Los Pirires
 - Caserío Los Chajones
 - Caserío San Jerónimo Chuaxan
 - Caserío Pachún

- Aldea Cruz Blanca
 - Caserío Los Tubac (Santa Teresita)
 - Caserío Chitún
 - Caserío Joya de las Flores
 - Caserío Pacajay
 - Caserío San Antonio las Trojes
 - Finca Los Quequezquez
 - Caserío Santa Fe Ocaña
 - Finca San José Ocaña

- Aldea Sajcavillá
 - Caserío Lo de Gomez
 - Caserío Concepción Sajcavillá
 - Caserío Los Encuentros

- Caserío San José Buena Vista

- Aldea Cerro Alto
 - Caserío Los Patzanes
 - Caserío Los Curup
 - Caserío Pasajoc
 - Caserío Realhuit
 - Caserío Los Ajvix
 - Caserío Los Caneles

- Aldea Sacsuy
 - Caserío Pachalí

- Aldea Lo de Ramos
 - Caserío Concepción El Pilar I
 - Caserío El Pilar II
 - Finca El Pilar

- Aldea Lo de Mejía
 - Caserío San José lo de Ortega
 - Caserío Lo de Carranza
 - Caserío Sanjuaneritos
 - Colonia La Económica
 - Colonia Las Margaritas
 - Finca Lo de Castillo
 - Colonia Los Robles
 - Colonia Ciudad Quetzal

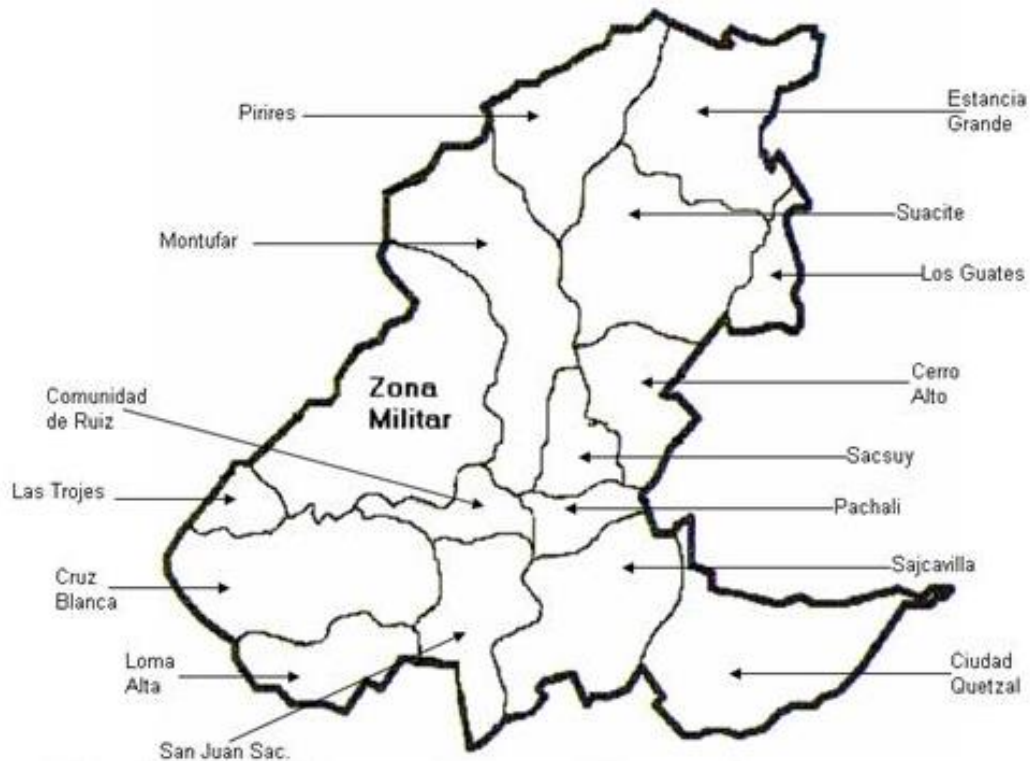
- Aldea Comunidad de Ruiz
 - Caserío Asunción Chivoc

- Aldea Estancia Grande
 - Caserío San Francisco las Lomas
 - Caserío Santa Rosa
 - Caserío Patanil
 - Caserío La Soledad

- Aldea Loma Alta
 - Caserío Los Pajoc

- Aldea Suacité
 - Caserío Los Guates
 - Caserío San Matías
 - Caserío Las Palmas

Figura 5. **Distribución del municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala**



Fuente: *Mapas Owje*. http://mapas.owje.com/4845_mapa-guatemala-guatemala.html. Consulta: julio de 2014.

1.1.9. **Clima**

El clima de San Juan Sacatepéquez es templado la mayor parte del tiempo, es frío en los cerros. Las estaciones marcadas son el verano y el invierno.

La estación meteorológica más cercana a San Juan Sacatepéquez es “Suiza Contenta”, se encuentra a 2 105 msnm, ubicada en finca Suiza Contenta, San Lucas Sacatepéquez, kilómetro 31 carretera a Santiago

Sacatepéquez, Guatemala. Dicha estación proporcionó los siguientes datos en el mes de febrero de 2016.

Tabla I. **Elementos del clima**

	Media	Máxima	Mínima
Temperatura °C	14,80	20,60	5,80
Humedad Relativa %	75,00	95,00	45,00
Nubosidad Octas	5,72	8,00	3,00
Velocidad de viento Km/h	2,40	5,20	1,00

Fuente: datos proporcionados por el Insivumeh.

Los siguientes datos son porcentajes de los días de febrero en los que se dio cada fenómeno atmosférico:

Tabla II. **Fenómenos atmosféricos**

Neblina	58,62 %
Llovizna	6,89 %
Rocío	82,76 %
Helada	13,79 %

Fuente: datos proporcionados por el Insivumeh.

1.1.10. Orografía

San Juan Sacatepéquez pertenece al Complejo Montañoso del Altiplano Central. Su precipitación pluvial anual acumulada es de 952,50 mm.

Su montaña más importante es la de Xenacoj, que es muy conocida para realizar deportes como senderismo o escalar.

1.1.11. Hidrografía

San Juan Sacatepéquez cuenta con una amplia gama de accidentes hidrográficos en los que se encuentran:

- Ríos: Boca Toma, Cenizo, Cotzibal, Cuxuyá, Chiltayá, El Potosí, El Zapote, Frío, Grande o Motagua.
- Riachuelos: Agua Zarca, Los Siney, Concepción, Cruz Verde, Los Encuentros, Los Canel, Los Guates, San Matías El Bosque, Llano de La Cuva, Horno de Cal, Pachaj (antes caserío), Buena Vista, Los Yupes, Caxnabal, Chusec, El Ruso, Colorado, El Ciego, El Salvador, Curub, El Portal, La Campana, Guapinol, Los Chajones, Realamá, Sastop, Ixcac, Pachum, Ruyal huit, Seco, Ixcopín, Paraxaj, Ruyal oj, Severino, Jesús, Patajzalaj, Sactzí, Simajuí, La Ciénaga, Paxot, Sajcavillá, Tapahuá, La Lima, Pixcayá, San Miguel, Tapanal, Las Flores, Rajoní, San Pedro, Veracruz, Los Ajines, Rastunyá, Santiago, Zapote, Los Ajvix, Mixcal, Noxpil, Patanil, Ruyalquén, Nahuarón, Pachu, Patzanes, Terreno de Villavicencio, Las Canteras, San Ignacio, Mala Paga, Santa Ana, Nimajuyú.

- Quebrada: De la Soledad, Las Palmas, Los Pescaditos, Puluc, Seca, El Achioté, Los Chayes, Los Prado, Raspas, Sunuj, El Choy, Los Chiques, Parquí, Realsiguán, Tocay, Las Minas, Los Mecates, Paxot, San Isidro.

1.1.12. Topografía

La topografía de este municipio es irregular, bastante montañosa y quebrada, presenta pocas planicies, tiene muchas pendientes y hondonadas, cubiertas de verde y exuberante vegetación. Tiene regiones fértiles que gradualmente van haciendo contacto con partes de terrenos secos, barrancos arenosos y hasta barrosos, tanto el municipio como la aldea cuentan con cerros que son dignos de mencionar como lo son:

Cerro Candelaria: situado al norte de la cabecera municipal, se extiende desde el río Raxtunyá, hasta las afueras de la misma y posee vetas de calcio en sus entrañas.

Cerro Carnaval: está ubicado en la aldea Sajcavillá, que por su altura y formación tiene las características de un volcán y cuenta con minas de mármol que fueron explotadas durante el gobierno del general José María Reyna Barrios.

Cerro Mala Paga: este cerro se localiza en la aldea Lo de Mejía.

1.1.13. Servicios básicos

El municipio de San Juan Sacatepéquez refleja que gracias a las remesas de las personas que emigran a otros países han mejorado el tipo de vivienda formal para el 2002, la cual es de un 88 % aproximadamente y comparado con

las viviendas informales representa únicamente el 6 %, construidas con materiales improvisados; y para otros tipos de vivienda es del 4 % aproximadamente (madera, lepa o caña).

1.1.13.1. Servicio de agua potable

El abastecimiento de agua se distribuye así, del total de viviendas formales, 54,14 %, tienen el servicio y 45,86 % no lo tienen.

1.1.13.2. Servicio sanitario

En lo referente al sistema de disposición de excretas y aguas servidas, se puede indicar que 54,14 % del total de viviendas poseen servicio sanitario y el 45,86 % carece de él.

La apropiada disposición de los desechos y residuos sólidos todavía es un aspecto al que la población no le pone la debida atención; como consecuencia, han proliferado los basureros clandestinos, rellenos sanitarios sin control y la disposición de desechos sólidos no autorizados. En la mayoría de las comunidades del área urbana y rural no existe un tren de aseo y muchas personas no utilizan el servicio, lanzando los desechos a las calles, como es el caso particular del mercado municipal y en el centro del casco urbano.

Lamentablemente los nacimientos de agua, ríos y riachuelos, no son controlados y no cuentan con plantas de tratamiento en funcionamiento para evitar este tipo de daño a la naturaleza; ya que por contar con tantos afluentes de agua es necesario que se tomen medidas para su preservación, se requiere financiamiento para realizar el debido mantenimiento para así poder evitar algún desastre a futuro. Es de igual importancia que en las áreas privadas se cuente

con un control municipal, pudiendo así evitar más destrucción al medio ambiente.

Tabla III. **Total de viviendas con acceso a agua intradomiciliar y servicios de saneamiento mejorados, San Juan Sacatepéquez, Guatemala**

Total de viviendas	32 211
Viviendas con servicio de agua potable	54,14 %
Viviendas con servicios de saneamiento básico	32,21 %

Fuente: elaboración propia con base en datos del *Plan de desarrollo municipal de San Juan Sacatepéquez 2011-2025*, proporcionados por la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez.

Según las necesidades de los pobladores de San Juan Sacatepéquez se priorizó el diseño de red de distribución de agua potable con diseño de tanque de distribución caserío Estancia El Rosario, aldea Montúfar y diseño de sistema de alcantarillado sanitario, aldea Sajcavillá, municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala, ya que son de suma importancia para la población que ayudarán al desarrollo de las comunidades, mejorando su calidad de vida.

1.1.13.3. Servicio de energía eléctrica

Energía eléctrica: se iniciaron los trabajos en 1928, a impulsos patrióticos del alcalde José María García Manzo, siendo presidente don Lázaro Chacón, considerado amigo del pueblo, ayudo mucho en la parte económica para la financiación de la planta, la otra parte se costó por acciones de Q 10,00 entre

los vecinos, teniendo además un 50 % de acciones la Municipalidad. Se compró directamente a Alemania. Estos trabajos fueron terminados por don Horacio Ortiz el 31 de diciembre de 1929 y la inauguración fue apoteósica.

Actualmente existe un gran porcentaje de energía eléctrica en el casco urbano, pero en comunidades alejadas de este no cuentan con este servicio básico.

1.2. Diagnóstico de las necesidades de infraestructura

Según el estudio que se realizó, haciendo un sondeo de las necesidades más prioritarias se puede determinar lo siguiente.

1.2.1. Descripción de las necesidades

Existen varias necesidades en los aspectos de infraestructura en San Juan Sacatepéquez, como por ejemplo: vías de acceso en mejor estado, darle lugares de estudio en mejores condiciones a la población estudiantil del lugar, la población se ve necesitada de agua potable ya que en muchas comunidades carecen de esta, un sistema de drenaje sanitario así como el debido tratamiento de las excretas.

1.2.2. Priorización de las necesidades

Existe una comunidad que carece de agua potable por lo que tienen que comprar agua a pipas de agua y debido al nivel socioeconómico en el que viven, se les hace un gasto adicional a sus necesidades básicas, otra de las razones es que pueden padecer de muchas enfermedades gastrointestinales debido a la falta de higiene a raíz de la carencia de agua potable.

La otra prioridad es darle a la comunidad un sistema de alcantarillado sanitario, porque debido a la falta de un sistema adecuado para el tratamiento de aguas negras ha causado problemas de salud en la población, de igual manera es notable la contaminación las aguas de los alrededores.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de sistema de alcantarillado sanitario, para aldea Sajcavillá, San Juan Sacatepéquez, Guatemala

Se denomina alcantarillado al sistema de estructuras y tuberías usadas para el transporte de aguas residuales o servidas desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten a cauce o se tratan.

2.1.1. Descripción del proyecto

Consiste en diseñar el sistema de alcantarillado sanitario, para un sector cercano a la cabecera municipal, con una longitud total de 1 526,72 metros, con base en especificaciones técnicas del Instituto de Fomento Municipal (Infom), para un período de diseño de 22 años.

El sistema de alcantarillado sanitario está integrado por 38 pozos de visita, la tubería es de PVC con un diámetro de 8", la cantidad de usuarios integrados al sistema es de 3 486 actualmente.

2.1.2. Estudios preliminares

Los estudios preliminares son aquellos que permiten reconocer el terreno para poder recabar toda aquella información, datos y antecedentes necesarios para poder definir los diseños y procedimientos del proyecto.

2.1.2.1. Estudio topográfico

El levantamiento topográfico se realizó para localizar la red dentro de las calles, pozos de visita, y en general, ubicar todos aquellos puntos de importancia.

2.1.2.1.1. Planimetría

Estudio por el cual se representa la superficie terrestre en un plano horizontal, con la utilización de aparatos y métodos de cálculo adecuados, con el fin de obtener las rutas adecuadas de desfogue y ubicación de los pozos de visita. Para este caso se aplicó el método de conservación de azimut, utilizando una estación total marca Nikon DTM-322, estatal, brújula, prismas y plomadas metálicas.

2.1.2.1.2. Altimetría

Estudio a través del cual se representan las alturas de los puntos observados, referidos a un banco de marca o sobre el nivel del mar, con lo que se definen las pendientes del terreno necesarias en el diseño. Para este proyecto se aplicó el método de nivelación directa con la utilización de una estación total marca Nikon DTM-322, estatal telescópico de aluminio de 4 metros, cinta métrica, estacas, clavos y pintura.

2.1.3. Partes de un alcantarillado

Son aquellos componentes que conforman un alcantarillado sanitario.

2.1.3.1. Colector

Es el conducto principal ubicado en el centro de las calles. Transporta todas las aguas servidas provenientes de las edificaciones hasta el cuerpo receptor. Para dicho proyecto se utilizarán secciones circulares de diámetros determinados en el diseño, de PVC. El trayecto es subterráneo.

2.1.3.2. Pozo de visita

Los pozos de visita son obras accesorias de un alcantarillado y son empleadas como medio de inspección y limpieza.

Según las normas generales para el diseño de alcantarillado del Instituto de Fomento Municipal, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En todas las intercepciones de colectores.
- Al comienzo de todo colector.
- En todo cambio de sección o diámetro.
- En todo cambio de dirección, y el colector no es visible interiormente, y en todo colector visitable que forme un ángulo menos de 120 grados.
- En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 a 120 metros.
- En las curvas de colectores visitables, a no más de 30 metros.
- En intersecciones de dos o más tuberías.

Los pozos tienen en su parte superior un marco y una tapa de hierro fundido de concreto, con una abertura de 0,85 m. El marco descansa sobre las paredes que se ensanchan con este diámetro hasta llegar a la alcantarilla, la profundidad es variable y las paredes serán construidas de ladrillo, aunque pueden ser en otros casos de barro cocido, cuando son pequeños o de concreto armado. El piso de los

pozos de visita será de concreto armado, dándole a la cara superior una ligera pendiente hacia el canal o a los canales que forman la continuación de los tubos de la alcantarilla.

2.1.3.3. Conexiones domiciliarias

Es un tubo que lleva las aguas servidas desde una vivienda o edificio a una alcantarilla común o a un punto de desagüe.

Ordinariamente al construir un sistema de alcantarillado, es costumbre establecer y dejar previsto una conexión en Y o en T en cada lote edificado, o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico. Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces.

2.1.4. Período de diseño

El período de diseño de un sistema de alcantarillado, es el tiempo durante el cual el sistema dará un servicio con una eficiencia aceptable, pudiendo proyectarlo para realizar su función en un período de 20 a 40 años, a partir de la fecha que se realice el diseño, y tomando en cuenta las limitaciones económicas y la vida útil de los materiales, lo cual se puede determinar por normas del Infom.

Aunque por lo general el período de diseño es un criterio que adopta el diseñador según sea la conveniencia del proyecto, se da un margen de 2 años adicionales por motivo de gestión para obtener el financiamiento e iniciar la construcción del mismo; por lo tanto, el período de diseño del sistema de drenaje sanitario será de 22 años, tomando en cuenta las normas de

instituciones como la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS) y la Oficina Panamericana de la Salud (OPS).

2.1.5. Población futura

Se calculó utilizando el método geométrico.

2.1.5.1. Método geométrico

La estimación futura de la población se realizó a través del método geométrico; para ello se aplicó una tasa del 3,95 % anual, dato proporcionado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) con el Censo Nacional de Población 2002, para la aldea Sajcavillá, San Juan Sacatepéquez.

Con estos datos proporcionados

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

Donde

$$Pf = 2\,891 (1+0,0395)^{22} = 6\,679$$

Pf = población futura

R = tasa de crecimiento = 3,95 %

Po = población inicial = 2 891 habitantes

n = Período de diseño = 22 años

2.1.6. Determinación de caudales

La misma se realiza para determinar las necesidades requeridas por la población y cumplir la demanda.

2.1.6.1. Población tributaria

En sistemas de alcantarillados sanitarios es la población que tributaría caudales al sistema, se calcula con los métodos de estimación de población futura, generalmente, empleados en ingeniería sanitaria.

La población tributaria por casa se calculó con base en el número de habitantes multiplicado por el número total de casas a servir actualmente.

2.1.6.2. Dotación de agua potable

La dotación está relacionada íntimamente con la demanda que necesita una población específica para satisfacer las necesidades primarias. Esto significa que dotación, es la cantidad de agua que necesita un habitante en un día, para satisfacer sus demandas biológicas. Es por esta razón que la dimensional de la dotación viene dada en litros/habitante/día.

La dotación está en función de la categoría de la población que será servida y varía de 50 a 300 l/h/d.

- Municipalidades de 1a categoría: 250-300 l/h/d
- Municipalidades de 2a categoría: 90 l/h/d
- Municipalidades de 3a a 4a categoría: 50 l/h/d

En este caso la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez es de 2ª categoría.

2.1.6.3. Factor de retorno al sistema

Este factor se determina bajo el criterio del uso del agua de la población, en ningún caso retorna el cien por ciento al alcantarillado, debido a que hay actividades donde el agua se infiltra al suelo o se evapora.

Factor de retorno a utilizar = 0,80

2.1.6.4. Caudal domiciliar

Lo constituye el agua que ha sido utilizada para actividades como la limpieza de alimentos, el aseo personal, entre otras. Y que es conducida a la red de alcantarillado. Este tipo de caudal se relaciona directamente con la dotación de agua potable.

El caudal domiciliar se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{(\text{Dotación} * \text{Núm. de habitantes} * \text{factor de retorno})}{86\ 400} = \text{L/s}$$

$$Q_{\text{dom}} = \frac{(90 \text{ litros/hab/día} * 6\ 779 \text{ habitantes} * 0,80)}{86\ 400} = 5,65 \text{ L/s}$$

2.1.6.5. Caudal industrial

Es el agua proveniente del interior de todas las industrias existentes en el lugar, como procesadores de alimentos, fábrica de textiles, licoreras, entre

otras. Si no se cuenta con el dato de la dotación de agua suministrada, se puede computar dependiendo del tipo de industria, entre 1 000 y 18 000 l/h/d. Dado a que el sector carece de ellos, no se contempla caudal industrial alguno.

2.1.6.6. Caudal comercial

Es el agua que ha sido utilizada por comercios, hoteles, restaurantes, oficinas, entre otros. Debido a que en el lugar no hay ningún comercio de este tipo no se consideró.

2.1.6.7. Caudal por conexiones ilícitas

Este se da porque las viviendas no cuentan con un sistema de alcantarillado pluvial, por lo que algunos pobladores conectan las aguas pluviales al sistema de alcantarillado sanitario.

Existen varios métodos para la estimación de este caudal, siendo estos: el método racional, las normas de la Asociación de Ingenieros Sanitarios de Colombia y las normas del Instituto de Fomento Municipal (Infom). Debido a la poca información que cuenta la región se optó por utilizar el 10 % del caudal domiciliar, como lo especifica la norma del Infom, dadas las características de la población.

$$Q_{\text{ilícito}} = 10 \% * Q_{\text{dom}} = L/s$$

$$Q_{\text{ilícito}} = 10 \% * 5,65 L/s = 0,57 L/s$$

2.1.6.8. Caudal por infiltración

Por ser el material a utilizar de PVC, este no permite que se infiltre agua de ningún tipo, no se considera este caudal en el diseño.

2.1.6.9. Caudal medio o sanitario

Es la suma de todos los caudales provenientes de las industrias, comercios, viviendas, conexiones ilícitas e infiltración, descartando todo aquel caudal que no contribuya al sistema.

$$Q_{\text{medio}} = 5,65 \text{ L/s} + 0,57 \text{ L/s} = 6,22 \text{ L/s}$$

2.1.6.10. Factor de caudal medio

Se obtiene de la relación entre el caudal medio, y el número de habitantes futuros incluidos en el sistema.

Este factor debe estar en el rango de 0,002 a 0,005, según Infom, de lo contrario debe aproximarse al más cercano.

$$f_{qm} = \frac{Q_{\text{medio}}}{\text{Núm. de habitantes}}$$

$$f_{qm} = \frac{6,22 \text{ L/s}}{6\,779 \text{ habitantes}} = 0,00091 \rightarrow \text{Utilizar } 0,002$$

2.1.6.11. Factor de Harmond

Incrementa el caudal debido a la posibilidad que en determinado momento una gran cantidad de usuarios utilicen el sistema, lo cual congestionaría el flujo del agua. También es denominado factor instantáneo. Es a dimensional y se obtiene de la siguiente ecuación:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{\text{Núm. habitantes}}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{\text{Núm. habitantes}}{1\,000}}}$$
$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{6\,779 \text{ habitantes}}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{6\,779 \text{ habitantes}}{1\,000}}} = 3,12$$

2.1.6.12. Caudal de diseño

Se obtiene de multiplicar el factor de Harmond con el factor de caudal medio y el número de habitantes, expresado mediante la siguiente ecuación:

$$q_{\text{diseño}} = FH * f_{\text{medio}} * \text{Núm. de habitantes} = \text{l/s}$$

$$q_{\text{diseño}} = 3,12 * 0,002 * 6\,779 \text{ habitantes} = 42,30 \text{ l/s}$$

2.1.7. Fundamentos hidráulicos

El principio básico para el buen funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario, es transportar las aguas negras por la tubería como si

fuese un canal abierto, funcionando por gravedad, y cuyo flujo está determinado por la rugosidad del material y por la pendiente del canal.

Particularmente para sistemas de alcantarillado sanitario, se emplean canales circulares cerrados, y para no provocar ninguna molestia se construyen subterráneos, estando la superficie del agua afectada solamente por la presión atmosférica y por muy pocas presiones provocadas por los gases de la materia en descomposición que dichos caudales transportan.

2.1.7.1. Ecuación de Manning para flujo en canales

Para encontrar valores que determinen la velocidad y caudal que se conducen en un canal, desde hace años se han propuesto fórmulas experimentales, en las cuales se involucran los factores que más afectan el flujo de las aguas en el conducto. Se encontraron fórmulas según las cuales existía un coeficiente C, el cual era tomado como una constante, pero se comprobó que es una variable que dependía de la rugosidad del material usado, de la velocidad y del radio medio hidráulico, y por lo tanto, no se definía con exactitud la ley de la fricción de los fluidos. La ecuación de Manning se define de la siguiente manera:

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

Donde

V = velocidad en m/s

D = diámetro de tubería en pulgadas (8" de diámetro)

S = pendiente del terreno

n = coeficiente de rugosidad, depende del tipo de material de la tubería, en este caso n=0,01 por ser PVC

$$V = \frac{0,03429 * 8^{\frac{2}{3}} * 0,14^{\frac{1}{2}}}{0,01} = 2,86 \text{ m/s}$$

2.1.7.2. Relaciones hidráulicas

Relación q/Q: relación que determina qué porcentaje del caudal pasa con respecto al máximo posible, q diseño < Q sección llena.

$$Q_{\text{sección llena}} = V * 0,0005067 * \emptyset^2 * 1\ 000$$

Donde

V= velocidad

\emptyset = diámetro en pulgadas

Ejemplo

$$Q_{\text{sección llena}} = 2,86 \text{ m/s} * 0,0005067 * 8^2 * 1\ 000 = 92,74 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{diseño}} = 42,30 \text{ L/s} < Q_{\text{sección llena}} = 92,74 \text{ l/s}$$

Relación v/V: relación entre la velocidad del flujo a sección parcial y la velocidad del flujo a sección llena. Para encontrar este valor se utilizan las tablas de relaciones hidráulicas, según el valor de q/Q. Una vez encontrada la relación de velocidades se puede determinar la velocidad parcial dentro de la tubería.

Relación d/D: relación entre la altura del flujo dentro de la tubería (tirante) y el diámetro de la tubería. Se determina a través de las tablas de relaciones hidráulicas, según el valor de q/Q. La relación d/D debe estar comprendida dentro de $0,10 \leq d/D \leq 0,75$.

Según las tablas la relación d/D actual es de 0,190, por lo que está dentro del rango permisible por las normas del Infom.

2.1.8. Parámetros de diseño hidráulico

Son necesarios para diseñar de forma adecuada, la red de alcantarillado a utilizar y las características para la colocación.

2.1.8.1. Coeficiente de rugosidad

La fabricación de tuberías para la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario, cada vez es realizada por más y más empresas, teniendo que realizar pruebas actualmente que determinen un factor para establecer cuán lisa o rugosa es la superficie interna de la tubería. Manejando parámetros de rugosidad para diferentes materiales y diámetros, ya estipulados por instituciones que regula la construcción de alcantarillados sanitarios.

Tabla IV. **Factores de rugosidad**

MATERIAL	FACTOR DE RUGOSIDAD
Superficie de mortero de cemento	0,011 – 0,013
Mampostería	0,017 – 0,030
Tubo de concreto diámetro mayor de 24"	0,013 – 0,018

Continuación de la tabla IV.

Tubo de asbesto cemento	0,009 – 0,011
Tubería de PVC	0,006 – 0,011
Tubería de hierro galvanizado	0,013 – 0,015

Fuente: MOTT, Robert. *Mecánica de fluidos*. p. 358.

Por ser tubería de PVC en este proyecto se utilizó un factor de rugosidad de 0,01.

2.1.8.2. Sección llena y parcialmente llena

El principio fundamental de un sistema de alcantarillado sanitario, como se ha mencionado con anterioridad, es que funcionan como canales abiertos (sección parcial) y nunca funcionan a sección llena.

En consecuencia, el caudal de diseño jamás será mayor que el caudal a sección llena.

El caudal que transportará el tubo a sección llena, se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Q=V*0,0005067*\emptyset^2*1\ 000 = l/s$$

Donde

Q = caudal en s

V = velocidad en m/s

\emptyset = diámetro de tubería en pulgadas

Ejemplo

$$Q_{seclena} = 2,86 \text{ m/s} * 0,0005067 * 8^2 * 1\ 000 = 92,74 \text{ l/s}$$

2.1.8.3. Velocidad máxima y mínima

Las normas generales para diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal, establecen el rango de velocidades permisibles siguientes, para diseño de drenaje sanitario.

Tubería de PVC

- Velocidad máxima con el caudal de diseño, 3,00 m/s.
- Velocidad mínima con el caudal de diseño, 0,60 m/s.
- Velocidades según el fabricante, 0,40 m/s hasta 3,00 m/s. Sin embargo, las especificaciones del fabricante de tuberías recomiendan velocidades de hasta 5,00 m/s como máximo, este fue considerado para el diseño de los alcantarillados.

El cálculo de la velocidad mínima es para evitar la sedimentación de materiales sólidos y obtener la auto limpieza en la tubería. Mientras que el cálculo de la velocidad máxima es para evitar que ocurra la acción abrasiva de las partículas sólidas transportadas por las aguas residuales.

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

Donde

V = velocidad en m/s

D = diámetro de tubería en pulgadas (8" de diámetro)

S = pendiente del terreno

n = coeficiente de rugosidad, depende del tipo de material de la tubería, en este caso n=0,01 por ser PVC

Ejemplo

$$V = \frac{0,03429 * 8^{\frac{2}{3}} * 0,14^{\frac{1}{2}}}{0,01} = 2,86 \text{ m/s}$$

Se encuentra dentro del rango establecido para este Proyecto.

2.1.8.4. Diámetro colector

El diámetro de la tubería es una de las partes a calcular y se deben seguir ciertas normas para evitar que la tubería se obstruya. Las normas del Infom, indican que el diámetro mínimo a colocar para sistemas sanitarios será de 8", en el caso de tubería de concreto, y de 6" para tubería de PVC. En este proyecto se utilizará tubería PVC de 8".

Para conexiones domiciliarias, se puede utilizar un diámetro de 6" para tubería de concreto, y 4" para tubería de PVC. En este proyecto se utilizará una tubería de 4" de PVC, llegando a una tubería de 12" de concreto. La tubería de 4" forma un ángulo de 45° en el sentido de la corriente del colector principal.

2.1.8.5. Profundidad del colector

La profundidad de la línea principal o colector, se dará en función de la pendiente del terreno, la velocidad del flujo, el caudal transportado y el tirante hidráulico. Además, se debe tomar en cuenta que se debe considerar una altura mínima que permita proteger el sistema de las cargas de tránsito, de las inclemencias del tiempo y de los accidentes fortuitos.

2.1.8.6. Profundidad mínima de colector

La profundidad mínima de los colectores depende de los aspectos ya mencionados. Además, se debe considerar el tipo de tránsito, ya sea liviano o pesado, al cual se podría someter dicho colector. A continuación, algunas profundidades mínimas para la colocación del colector, desde la superficie del terreno hasta la parte superior externa de la tubería, en cualquier punto de la extensión.

Tabla V. Profundidad mínima en tubería

DIÁMETRO	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"
Tránsito normal	1,20 m	1,25 m	1,35 m	1,40 m	1,50 m	1,60 m	1,65 m	1,85 m	2,00 m
Tránsito pesado	1,40 m	1,45 m	1,55 m	1,50 m	1,70 m	1,80 m	1,85 m	2,05 m	2,20 m

Fuente: INFOM. *Normas de alcantarillado sanitario*. p. 43.

Por ser tránsito normal en el área de Sajcavillá, y se utilizó solamente tubería de 8", la tubería tendrá una profundidad de 1,20 m.

2.1.8.7. Ancho de zanja

Para alcanzar la profundidad donde se encuentra el colector, se deben hacer excavaciones a cada cierta distancia (pozos de visita), en la dirección que se determinó en la topografía de la red general; la profundidad de estas zanjas está condicionada por el diámetro y profundidad requerida por la tubería que se va a usar. A continuación se presenta una tabla que muestra anchos de zanjas aconsejables, en función del diámetro y de las alturas a excavar.

Tabla VI. Ancho de zanja según profundidad del colector

DIÁMETRO	ANACHO DE ZANJA (m) PARA PROFUNDIDADES		
	Hasta 2,00 m	2,00 m a 4,00 m	4,00 m a 6,00 m
4"	0,50	0,60	0,70
6"	0,55	0,65	0,75
8"	0,60	0,70	0,80
10"	0,70	0,80	0,80
12"	0,80	0,80	0,80
15"	0,90	0,90	0,90
18"	1,00	1,00	1,10
24"	1,10	1,10	1,35

Fuente: INFOM. *Normas de alcantarillado sanitario*. p. 44.

Para este proyecto se utilizó un ancho de zanja de 0,62 m.

2.1.8.8. Volumen de excavación

Es la cantidad de suelo que se removerá para colocar la tubería, está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de zanja, que depende del diámetro de la tubería que se va a instalar, y la longitud entre pozos, siendo sus dimensionales metros cúbicos.

$$Vol\ exc = 1,5^2 * Hpozo\ final + (DH * Ancho\ de\ zanja * \left(\frac{Hpozo\ inicial + Hpozo\ final}{2}\right) * Factor\ de\ inchamiento$$

$$Vol\ exc = 1,5^2 * 1,31\ m + (47,37\ m * 0,62\ m * \left(\frac{1,34\ m + 1,31\ m}{2}\right) * 1,35 = 56,53\ m$$

2.1.8.9. Cota invert

Es la cota vertical o altura en la parte inferior de la tubería. Se trabaja conjuntamente con la rasante del pozo de visita para determinar la profundidad del mismo. Esta se obtiene con la pendiente de la tubería y la distancia del tramo entre pozos. La cota invert de salida se coloca, como mínimo, tres centímetros por debajo de la invert de entrada.

- Son calculadas a partir de las siguientes ecuaciones:

$$CISP V_1 = Ct - Hp.mínima$$

$$CIE PV_2 = (CISP V_1) - ((Dh * s\% \text{ tubería})/100)$$

$$CISP V_2 = (CIEPV_2) - Diferencia\ requerida$$

Donde

CIS PV₁ = cota invert de salida del pozo 1

CIE PV₂ = cota invert de entrada del pozo 2

CIS PV₂ = cota invert de salida del pozo 2

Ct = cota de terreno

Hp = altura pozo de visita

Dh = distancia horizontal

S% = pendiente de la tubería

Para determinar la diferencia requerida entre la cota invert de entrada y la cota invert de salida, en un mismo pozo, deben de considerarse los siguientes criterios:

- Cuando el diámetro del tubo de entrada es igual al diámetro del tubo de salida, la diferencia será igual a 0,03 metros.
- Cuando el diámetro del tubo de entrada es diferente al diámetro del tubo de salida, la diferencia será 0,03 metros o la diferencia de los diámetros, el valor que sea mayor.
- El diámetro de la tubería que sale del pozo de visita nunca debe ser menor al diámetro de la tubería o tuberías que entran al pozo de visita.

2.1.8.10. Características de las conexiones domiciliarias

La tubería para estas conexiones podría ser de 4" de PVC, o de 6" si es de concreto, presentando una pendiente que varía del 2 % al 6 %, que saldrán de

la candela domiciliar hacia la línea principal, uniéndose a esta en un ángulo de 45°, a favor de la corriente del caudal interno del colector; es decir, con las características que ya se han planteado anteriormente.

Las cajas domiciliarias generalmente se construyen con tubería de concreto de diámetro mínimo de 12”, o de mampostería de lado menor de 45 cm, ambos a una altura mínima de 1 m del nivel del suelo.

Por lo tanto en este proyecto se utilizará en la conexión domiciliar un tubo PVC de 4", para la candela se utilizó un tubo de concreto de 12” de diámetro.

2.1.8.11. Diseño hidráulico

El diseño de la red de alcantarillado sanitario se elabora de acuerdo a las normas que establece el Infom.

En este proyecto, se beneficiará el mayor porcentaje de las viviendas actuales del sector en la aldea Sajcavillá, dada a las razones expuestas con anterioridad y con el objetivo de hacer más fácil el cálculo se optó por utilizar un programa realizado en una hoja electrónica, para el cual se presentan los parámetros de diseño.

Tabla VII. **Parámetros de diseño**

Periodo de diseño	22	años
Tasa de crecimiento	3,95	porcentaje
Factor de retorno	0,8	
Dotación de agua potable	90	lts/hab/día
Población actual	3 486	hab

Continuación de la tabla VII.

Población futura	8 175	hab
Casas a servir	498	
Densidad poblacional	7	hab/viv
Comercios	0	
Tipo de tubería	PVC, Norma ASTM F749	
Longitud de alcantarillado	1 526,72 m	

Fuente: elaboración propia.

- Ejemplo de diseño de un tramo:

Se diseñará el tramo comprendido entre el pozo de visita PV- 7 y PV- 8

- Pendiente del terreno

$$S = \frac{C_i - C_f}{DH} * 100$$

$$S = \frac{401,447 - 399,393}{47,37} * 100 = 4,34 \%$$

- Núm. de viviendas

Locales= 10 casas

Acumuladas= 149 casas

- Núm. de habitantes a servir (acumulado)

$$\text{Actual} = \left(\frac{7 \text{ hab}}{\text{vivienda}} \right) (149 \text{ viviendas}) = 1\ 043 \text{ habitantes}$$

$$\text{Futuro} = 1\ 043(1+0,0395)^{22} = 2\ 446 \text{ habitantes}$$

- Factor de Harmond

$$\text{Actual} = \frac{18 + \sqrt{\frac{1\ 043 \text{ habitantes}}{1\ 000}}}{4 + \sqrt{\frac{1\ 043 \text{ habitantes}}{1\ 000}}} = 3,79$$

$$\text{Futuro} = \frac{18 + \sqrt{\frac{2\ 446 \text{ habitantes}}{1\ 000}}}{4 + \sqrt{\frac{2\ 446 \text{ habitantes}}{1\ 000}}} = 3,52$$

- Caudal de diseño

$$Q_{\text{dis actual}} = 1\ 043 * 3,79 * 0,002 = 7,90 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{dis futuro}} = 2\ 446 * 3,52 * 0,002 = 17,20 \text{ l/s}$$

- Velocidad a sección llena

$$V = \frac{0,03429 * 8^{\frac{2}{3}} * 0,04336^{\frac{1}{2}}}{0,010} = 2,86 \text{ m/s}$$

- Caudal a sección llena

$$Q = 2,86 * 0,0005067 * 8^2 * 1\ 000 = 92,62 \text{ l/s}$$

- Chequeo actual

$$q_{dis}/Q = \frac{7,90}{92,62} = 0,085 \text{ m/s}$$

$$v/V = 0,5965 \text{ m/s}$$

$$v = (0,5965) * (2,86) = 1,70 \text{ m/s}$$

$$d/D = 0,190 \text{ m/s}$$

Cumple en velocidad y tirante

- Chequeo futuro

$$q_{dis}/Q = \frac{17,20}{92,62} = 0,185 \text{ m/s}$$

$$v/V = 0,761 \text{ m/s}$$

$$v = (0,761) * (2,86) = 2,18 \text{ m/s}$$

$$d/D = 0,290 \text{ m/s}$$

Cumple en velocidad y tirante

- Cota invert PV- 1

$$CIS = CT - (1 + \emptyset \text{ (en metros)})$$

$$CIS = 433,259 - \left(1 + 8 * \left(\frac{2,54}{100} \right) \right) = 432,060 \text{ m}$$

- Cota invert PV- 2

$$CIE = CIS - (DH - 1,2 \text{ m} * S)$$

$$CIE = 432,06 - ((31,58 - 1,2) * 0,04) = 427,62 \text{ m}$$

- Altura de pozo PV- 1

$$h1 = CT - CIS + 0,05 \text{ m}$$

$$h1 = 433,259 - 432,060 + 0,05 \text{ m} = 1,25 \text{ m}$$

- Altura de pozo PV- 2

$$h2 = CT - CIS2 + 0,05 \text{ m}$$

$$h2 = 428,836 - 427,620 + 0,05 \text{ m} = 1,27 \text{ m}$$

2.1.9. Propuesta de tratamiento

El propósito fundamental de los dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir suficientemente la velocidad de las aguas negras para que puedan sedimentarse los sólidos. Por lo consiguiente, a estos dispositivos se les puede distinguir bajo el nombre de sedimentación. En estos tanques se logra la descomposición anaeróbica de los lodos.

Entre estos tratamientos primarios se tiene la flotación, tanque Imhoff y fosa séptica.

Flotación: se usa principalmente en el tratamiento de aguas residuales que contienen grandes cantidades de residuos industriales con altas cargas de grasas y sólidos suspendidos finamente divididos. Las aguas residuales procedentes de fábricas de curtidos, refinado de aceite, conservas y lavanderías son ejemplos típicos en los que este proceso puede ser aplicable. También se considera idóneo para tratar residuos que contienen materias espumantes, ya que la espuma puede eliminarse y manejarse fácilmente en una unidad de flotación. Los sólidos con un peso específico ligeramente mayor de 1,0, que necesitan excesivos tiempos de sedimentación, podrán separarse por flotación en menos tiempo.

La eliminación de los sólidos sedimentables y la digestión anaerobia de los mismos se consigue indistintamente en los tanques Imhoff y en las fosas sépticas.

En la aldea Sajcavillá no se tienen industrias o fábricas que produzcan altas cargas de grasas y sólidos suspendidos finamente divididos por lo que no es una propuesta factible.

Tanques Imhoff: consiste en un depósito de dos pisos en el que se consigue la sedimentación en el comportamiento superior y la digestión en el inferior. Los sólidos que se sedimentan atraviesan unas ranuras existentes en el fondo del compartimiento superior pasando al compartimiento inferior para su digestión a la temperatura ambiente. La espuma se acumula en el compartimiento inferior y se escapa a través de respiraderos.

Antes del uso de tanques de digestión calentados independientes, el tanque Imhoff fue ampliamente utilizado. En la actualidad, su aplicación ha disminuido y está limitada a plantas relativamente pequeñas. Es sencillo de operar y no exige la supervisión por parte de personal especializado. No existe equipo mecánico que mantener y su funcionamiento consiste en eliminar la espuma a diario y descargarla en el respiradero de gas más próximo, invirtiendo la entrada y por tanto la circulación del agua residual dos veces al mes, a fin de igualar la cantidad de sólidos en ambos extremos del compartimiento de digestión y extrayendo fango periódicamente hacia las eras de secado.

A continuación se describen las desventajas por las que no se utilizará el tanque Imhoff en este proyecto:

- Son estructuras profundas (>6,00 m) y en este proyecto se priorizó construir los pozos de visita lo más pequeños posible.
- Es difícil su construcción en el tipo de suelo que se tiene en la aldea Sacavillá que es el limo arcilloso.
- El efluente que sale del tanque es de mala calidad orgánica y microbiológica.
- En ocasiones puede causar malos olores, aun cuando su funcionamiento sea el correcto y contaminando así el ambiente de la aldea.

Fosa séptica: se utilizan principalmente para el tratamiento de aguas residuales individuales. En las zonas rurales también se emplean en escuelas, parques, zonas de remolques, viviendas y moteles. Aunque a menudo se usen fosas de una sola cámara, el tipo adecuado consiste en dos o más cámaras en serie.

En una fosa séptica de doble cámara, el primer compartimiento se utiliza para la sedimentación, digestión de fango y almacenamiento de este. El segundo compartimiento proporciona una sedimentación y capacidad de almacenamiento de fango adicional, y por tanto, sirve para proteger contra la descarga de fango y otro material que pueda escaparse de la primera cámara. Cuando se proyecte para una sola residencia se utiliza un período de detención de 24 horas.

El fluente de las fosas sépticas se evacúa normalmente a unos tubos enterrados en el subsuelo, o zanjas de filtración, desde donde se infiltra al terreno.

Ya que por la cantidad de habitantes que se atenderán con disco, sistema de alcantarillado en la aldea de Sajcavillá, y solicitud por parte del director del Departamento Municipal de Planificación de la Municipalidad, se descarta la opción de instalar fosas sépticas para el tratamiento de las aguas residuales.

Ya que estas tres propuestas no son factibles para la aldea Sajcavillá debido a las condiciones de cada una antes descritas, se optará por contratar a un ingeniero Sanitarista para el diseño de una planta de tratamiento en el que la Municipalidad se encargará directamente de dicho proceso para el debido funcionamiento del sistema de alcantarillado.

2.1.10. Elaboración de planos

La elaboración de planos finales se realizó en AutoCAD Civil 3D 2014, cada uno contiene los detalles correspondientes.

Los planos del sistema de alcantarillado son:

- Plano 1, planta general
- Plano 2, planta – perfil
- Plano 3, planta – perfil
- Plano 4, planta – perfil
- Plano 5, planta – perfil
- Plano 6, planta – perfil
- Plano 7, planta – perfil
- Plano 8, detalle de pozo
- Plano 9, detalle de brocal – conexión – tapadera de pozo

Los planos se localizan en la parte de anexos.

2.1.11. Elaboración de presupuesto

La integración del presupuesto fue realizada con base en los precios unitarios, materiales de construcción que se cotizan en el municipio, lo concerniente a las prestaciones se tomaron de un 84,60 % incluyendo el IGSS de un 10,60 %, en cuanto a costo indirecto se aplicó el 30,00 %.

Tabla VIII. **Presupuesto de alcantarillado sanitario**

CUADRO DE CANTIDADES DE TRABAJO					
Núm.	RENGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO RENGLÓN
1	DRENAJE SANITARIO				
1.1	TOPOGRAFÍA DRENAJE SANITARIO	global	1	Q 4 289,08	Q 4 289,08
1.2	EXCAVACIÓN PARA DRENAJES S.	m ³	2 272,91	Q 10,40	Q 23 638,26

Continuación de la tabla VIII.

1.3	CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE VISITA (h _{prom} =1.50m)	unidad	38	Q 7 853,75	Q 298 442,50
1.4	INSTALACIÓN DE TUBERÍA D.S.	global	1	Q 425 840,77	Q 425 840,77
1.5	CONEXIONES DOMICILIARES	global	1	Q 921 475,61	Q 921 475,61
1.6	TAPADERA PARA CANDELA DE 12"	unidad	498	Q 105,41	Q 52 494,18
1.7	RELLENO PARA DRENAJES S.	m ³	2 272,91	Q 33,70	Q 76 597,07
COSTO TOTAL					Q1 802 777,47
Tipo de cambio Q7,70 = \$1,00					\$ 234 126,94

Fuente: elaboración propia.

2.1.11.1. Integración de precios unitarios

Precio unitario es el pago total que debe cubrirse al contratista por unidad de concepto terminado y ejecutado conforme al proyecto, especificaciones de construcción y normas de calidad, la integración de este requiere del conocimiento técnico de la obra y del marco normativo vigente por parte del analista.

Tabla IX. Integración de precios unitarios

OFERENTE:	Municipalidad San Juan Sacatepéquez	PROGRAMA:	EPS
PROYECTO:	Alcantarillado Sanitario	CÓDIGO PROYECTO:	1.1
UBICACIÓN:	Aldea Sajcavillá, San Juan Sacatepéquez	FECHA OFERTA:	Marzo 2016

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TOPOGRAFÍA DRENAJE SANITARIO	global	1	Q 4 289,08	Q 4 289,08

Continuación de la tabla IX.

MATERIAL Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
			Q -	Q -
Total de materiales				Q -

EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
					Q -

COMBUSTIBLES

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
Total de combustibles					Q -

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Replanteo topográfico	global	1	Q 1 300,00	Q 1 300,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 1 300,00
		AYUDANTE	42 %	Q 546,00
		PRESTACIONES	86,4 %	Q 1 099,80
TOTAL MANO DE OBRA				Q 2 945,80

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q 2 945,80
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	30 %	Q 883,74
SUBTOTAL (suma de directos + indirectos):		Q 3 829,54
IVA	12 %	Q 459,54
TOTAL		Q 4 289,08

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

OFERENTE:	Municipalidad San Juan Sacatepéquez	PROGRAMA:	EPS
PROYECTO:	Alcantarillado Sanitario	CÓDIGO PROYECTO:	1.2
UBICACIÓN:	Aldea Sajcavillá, San Juan Sacatepéquez	FECHA OFERTA:	Marzo 2016

Continuación de la tabla IX.

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
EXCAVACIÓN PARA DRENAJES S.	m ³	2 272,91	Q 10,40	Q 23 638,26

MATERIAL Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
			Q -	Q -
Total de materiales				Q -

EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Retroexcavadora	280 m ³ /día	hrs.	0,03	Q 250,00	Q 7,14
Total de equipo y maquinaria					Q 7,14

COMBUSTIBLES

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
Total de combustibles					Q -

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
		0	Q -	Q -
SUBTOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q -
		AYUDANTE	42 %	Q -
		PRESTACIONES	84,6 %	Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q -

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q	7,14
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	30 %	Q	2,14
SUBTOTAL (suma de directos + indirectos):		Q	9,29
IVA	12 %	Q	1,11
TOTAL		Q	10,40

Continuación de la tabla IX.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

OFERENTE:	Municipalidad San Juan Sacatepéquez	PROGRAMA:	EPS
PROYECTO:	Alcantarillado Sanitario	CÓDIGO PROYECTO:	1.3
UBICACIÓN:	Aldea Sajcavillá, San Juan Sacatepéquez	FECHA OFERTA:	Marzo 2016

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE VISITA	unidad	38	Q 7 853,75	Q 298 442,50

MATERIAL Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ladrillo tayuyo de 0,065*0,11*0,23	unidad	820	Q 3,00	Q 2 460,00
Cemento	saco	10,00	Q 73,50	Q 735,00
Arena de río	m ³	1,50	Q 90,00	Q 135,00
Piedrín 3/4"	m ³	0,50	Q 190,00	Q 95,00
Hierro Núm. 4	varilla	8	Q 34,28	Q 274,24
Hierro Núm. 3	varilla	4	Q 18,46	Q 73,84
Hierro Núm. 2	varilla	2,89	Q 7,00	Q 20,23
Alambre de amarre	libra	2,91	Q 5,00	Q 14,55
Total de materiales				Q 3 807,86

EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
Total de equipo y maquinaria					Q -

COMBUSTIBLES

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
Total de combustibles					Q -

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Excavación para el pozo	unidad	1	Q 250,00	Q 250,00

Continuación de la tabla IX.

Construcción del pozo	unidad	1	Q 450,00	Q 450,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 700,00
	AYUDANTE	42 %	Q 294,00	
	PRESTACIONES	84,6 %	Q 592,20	
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 586,20

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q 5 394,06
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	30 %	Q 1 618,22
SUBTOTAL (suma de directos + indirectos):		Q 7 012,28
IVA	12 %	Q 841,47
TOTAL		Q 7 853,75

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

OFERENTE:	Municipalidad San Juan Sacatepéquez	PROGRAMA:	EPS
PROYECTO:	Alcantarillado Sanitario	CÓDIGO PROYECTO:	1.4
UBICACIÓN:	Aldea Sajcavillá, San Juan Sacatepéquez	FECHA OFERTA:	Marzo 2016

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
INSTALACIÓN DE TUBERIA D.S.	global	1	Q 425 840,77	Q 425 840,77

MATERIAL Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubo corrugado de 8"	unidad	255	Q 743,00	Q 189 465,00
Total de materiales				Q 189 465,00

EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
Total de equipo y maquinaria					Q -

COMBUSTIBLES

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
Total de combustibles					Q -

Continuación de la tabla IX.

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Instalación de tubería	m.l.	1 515,27	Q 30,00	Q 45 458,10
SUBTOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 45 458,10
		AYUDANTE	42 %	Q 19 092,40
		PRESTACIONES	84,6 %	Q 38 457,55
TOTAL MANO DE OBRA				Q 103 008,05

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q 292 473,05
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	30 %	Q 87 741,92
SUBTOTAL (suma de directos + indirectos):		Q 380 214,97
IVA	12 %	Q 45 625,80
TOTAL		Q 425 840,77

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

OFERENTE:	Municipalidad San Juan Sacatepéquez	PROGRAMA:	EPS
PROYECTO:	Alcantarillado Sanitario	CÓDIGO PROYECTO:	1.5
UBICACIÓN:	Aldea Sajcavillá, San Juan Sacatepéquez	FECHA OFERTA:	Marzo 2016

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CONEXIONES DOMICILIARES	global	1	Q 921 475,61	Q 921 475,61

MATERIAL Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubo corrugado de 4"	unidad	498	Q 500,00	Q 249 000,00
Tubo de concreto de 12"	unidad	498	Q 56,00	Q 27 888,00
Resina	lb	670	Q 40,00	Q 26 800,00
Pegamento para mezclar con resina	gal	300	Q 345,00	Q 103 500,00
Total de materiales				Q 407 188,00

EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
Total de equipo y maquinaria					Q -

Continuación de la tabla IX.

COMBUSTIBLES					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
Total de combustibles					Q -

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Conexión domiciliar	unidad	498	Q 200,00	Q	99 600,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q	99 600,00
		AYUDANTE	42 %	Q	41 832,00
		PRESTACIONES	84,6 %	Q	84 261,60
TOTAL MANO DE OBRA				Q	225 693,60

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q	632 881,60
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	30 %	Q	189 864,48
SUBTOTAL (suma de directos + indirectos):		Q	822 746,08
IVA	12 %	Q	98 729,53
TOTAL		Q	921 475,61

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

OFERENTE:	Municipalidad San Juan Sacatepéquez	PROGRAMA:	EPS
PROYECTO:	Alcantarillado Sanitario	CÓDIGO PROYECTO:	1.6
UBICACIÓN:	Aldea Sajcavillá, San Juan Sacatepéquez	FECHA OFERTA:	Marzo 2016

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TAPADERA PARA CANDELA DE 12"	unidad	498	Q 105,41	Q 52 494,18

MATERIAL Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	saco	0,15	Q 73,70	Q 11,06
Arena	m ³	0,01	Q 90,00	Q 0,90
Piedrín 3/4"	m ³	0,01	Q 190,00	Q 1,90
Hierro Núm. 3	varilla	0,7	Q 18,46	Q 12,92
Alambre de amarre	lb	0,06	Q 5,00	Q 0,30
Total de materiales				Q 27,08

Continuación de la tabla IX.

EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
Total de equipo y maquinaria					Q -

COMBUSTIBLES

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
Total de combustibles					Q -

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Construcción de tapadera	unidad	1	Q 20,00	Q 20,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 20,00
		AYUDANTE	42 %	Q 8,40
		PRESTACIONES	84,6 %	Q 16,92
TOTAL MANO DE OBRA				Q 45,32

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q 72,40
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	30%	Q 21,72
SUBTOTAL (suma de directos + indirectos):		Q 94,12
IVA	12%	Q 11,29
TOTAL		Q 105,41

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

OFERENTE:	Municipalidad San Juan Sacatepéquez	PROGRAMA:	EPS
PROYECTO:	Alcantarillado Sanitario	CÓDIGO PROYECTO:	1.7
UBICACIÓN:	Aldea Sajcavillá, San Juan Sacatepéquez	FECHA OFERTA:	Marzo 2016

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
RELLENO PARA DRENAJES S,	m ³	2 272,91	Q 33,70	Q 76 597,07

Continuación de la tabla IX.

MATERIAL Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
			Q -	Q -
Total de materiales				Q -

EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Retroexcavadora	280 m³/día	hrs	0,03	Q 250,00	Q 7,14
Compactadora	150 m²/día	hrs	0,05	Q 300,00	Q 16,00
Total de equipo y maquinaria					Q 23,14

COMBUSTIBLES

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
Total de combustibles					Q -

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
		0	Q -	Q -
SUBTOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q -
		AYUDANTE	42 %	Q -
		PRESTACIONES	84,6 %	Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q -

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q 23,14
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	30 %	Q 6,94
SUBTOTAL (suma de directos + indirectos):		Q 30,09
IVA	12 %	Q 3,61
TOTAL		Q 33,70

Fuente: elaboración propia.

2.1.11.2. Prestaciones

Las prestaciones se obtienen con base en los números de días que no se labora.

Tabla X. **Días con goce de sueldo**

Días de goce de sueldo	
Domingos	52
Sábados	26
1ero de enero	1
Jueves Santo	1
Viernes Santo	1
Sábado Santo	1
1ero de mayo	1
30 de junio	1
15 de septiembre	1
20 de octubre	1
1ero de noviembre	1
24 de diciembre	0,5
31 de diciembre	0,5
Feria patronal	1
Vacaciones	15
Total días no trabajados	104

Fuente: elaboración propia de datos brindados en EPS.

En total los días trabajados al año son:

$$Dta = 365 \text{ días} - 104 \text{ días} = 261 \text{ días}$$

Entre las prestaciones extras se encuentran:

Tabla XI. **Prestaciones extras**

Prestaciones extras	Días extras
Aguinaldo	30
Bono 14	30
Indemnización	30
Total	90

Fuente: elaboración propia de datos brindados en EPS.

Entonces el total de días a pagar como prestaciones:

$$D = 104 \text{ días} + 90 \text{ días} = 194 \text{ días}$$

Porcentaje de prestaciones laborales:

$$P = (194 \text{ días} / 261 \text{ días}) * 100 = 74 \%$$

A esto se le debe sumar el porcentaje del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) que en la localidad de Sajcavillá el patrono paga el 10,60 %.

$$P = 74 \% + 10,6 \% = 84,60 \%$$

2.1.12. Evaluación de impacto ambiental

Es importante definir qué significa impacto ambiental, es la alteración que se produce en el ambiente cuando se lleva a cabo un proyecto de obra pública, deteriorando, distorsionando o degradando los recursos renovables y no renovables o incluso alterar de manera notable el paisaje del patrimonio nacional.

Previamente a su desarrollo será necesario, un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la comisión de medio ambiente respectiva.

Es un proceso de análisis que pronostica los futuros impactos ambientales negativos y positivos de acciones humanas permitiendo seleccionar a las alternativas que maximicen los benéficos y minimicen los impactos adversos.

Tiene como propósito fundamental detectar todas las consecuencias significativas, benéficas y adversas de una acción propuesta para que quienes toman decisiones, cuenten con elementos científico-técnicos que les apoyen para determinar la mejor opción.

De los proyectos o actividades que ingresan al sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, requerirán la elaboración de un estudio de Impacto Ambiental, si generaran o presentaran al menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:

- Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos.

- Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.
- Reasentamiento de comunidades humanas, o alteraciones significativas de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.
- Localización cercana a localidad, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.
- Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológicos, arqueológicos, históricos y en general los pertenecientes al patrimonio cultural.

La matriz de Leopold es un método cuantitativo de Evaluación de Impacto Ambiental creado en 1971. Se utiliza para identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural.

El sistema consiste en una matriz con columnas representando varias actividades que ejerce un proyecto, este es el método que se utilizará para el estudio de este proyecto.

Las medidas de magnitud e importancia tienden a estar relacionadas, pero no necesariamente están directamente correlacionadas. La magnitud puede ser medida en términos de cantidad: área afectada de suelo, volumen de agua contaminada, por ejemplo, el caso de una corriente de agua que erosiona una gran cantidad de suelo.

En este caso, el impacto tiene una magnitud significativa, pero la importancia que tenga respecto al medio ambiente puede ser baja, ya que es una pequeña parte de suelo.

Tabla XII. **Matriz modificada de Leopold para el proyecto de drenaje**

ELEMENTOS AMBIENTALES	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN			ETAPA DE FUNCIONAMIENTO		
	A	B	N	A	B	N
I. MEDIO AMBIENTE						
1. Tierras						
a) Topografía			*			*
b) Suelo	-			-		
c) Erosión y sedimentación			*			*
2. Microclima			*			*
3. Agua						
a) Ríos			*			*
b) Aguas subterráneas			*			*
c) Calidad de aguas			*			*
4. Ecosistema						
a. Flora						
-Vegetación natural	-			-		
-Cultivos	-			-		
b. Fauna						
-Mamíferos y aves			*			*
-Peces y organismos acuáticos			*			*
c. Biodiversidad						
-Peligro de extinción			*			*
-Especies migratorias			*			*
5. Desastres Naturales		*				*
II. MEDIO AMBIENTE SOCIOECONÓMICO						
1. Población						

Continuación de la tabla XII.

a. Población en peligro			*			*
b. Reasentamiento			*			*
c. Población migratoria			*			*
2. Uso de tierra	-			-		
3. Uso de agua			*			*
4. Actividades productivas						
a. Agricultura			*			*
b. Pecuaria			*			*
c. Pesca			*			*
d. Agroindustria			*			*
e. Mercado y comercio		+				*
5. Empleo		+				*
6. Aspectos culturales			*			*
7. Historia y arqueología			*			*
8. Turismo			*			*
III. PROBLEMAS AMBIENTALES						
1. Contaminación del aire			*		++	
2. Contaminación del agua			*		++	
3. Contaminación del suelo	-					*
4. Ruido y vibración	-					*
5. Hundimientos de suelo			*			*
6. Mal olor			*		++	

Fuente: elaboración propia.

Nomenclatura

- ++ Impacto positivo grande
- + Impacto positivo pequeño
- * Neutro
- Impacto negativo pequeño
- A adverso
- B benéfico
- N neutro

A continuación se presentan las variables que influyen de manera adversa en el proyecto de drenaje sanitario. Además, se presentan las medidas de mitigación aplicables, para lograr un impacto ambiental negativo mínimo.

- Medio ambiente

- Tierra

El suelo será afectado negativamente en la etapa de construcción debido a excavación de zanja.

La erosión y sedimentación serán afectadas negativamente durante la fase de construcción por las zanjas para instalación de tuberías.

- Mitigación

El suelo extraído debido la excavación por zanqueo se incorporará de nuevo a las mismas y el sobrante se esparcirá en el terreno.

- Agua subterráneas

Estas se verán afectadas debido a la colocación de tubería y construcción de pozos de visita.

- Mitigación

La colocación de la tubería se realizará siguiendo las instrucciones de encargo de la obra, para que no exista la posibilidad de ruptura de la tubería y filtración en los puntos de unión de la misma, ocasionando de esta manera, contaminación del manto freático.

- Ecosistema

- Vegetación natural y cultivos

La vegetación propia del lugar tendrá un impacto negativo poco significativo, ya que la cualquier tipo de vegetación o cultivo existente, será desaparecerá en la fase de excavación.

- Mitigación

Se le inculcará a la población la forestación y jardinería de áreas circunvecinas,

2.1.13. Evaluación socioeconómica

Se realizó en el proyecto para verificar si la inversión es positiva o negativa, es decir, factible o no factible según los siguientes métodos:

2.1.13.1. Valor presente neto

Es el método más conocido al momento de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. Permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero que es maximizar la inversión.

El VPN puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales pueden ser:

- VPN<0
- VPN=0
- VPN>0

Cuando es igual a un valor negativo muy grande alejado de cero, está alertando o previniendo que el proyecto no es rentable.

Si el valor resultante es igual a "0" está indicando que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea.

Y por último si el valor es un número positivo, está indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el porcentaje de utilidad.

$$P = F \left[\frac{1}{(1 + i)^n - 1} \right]$$

$$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

Donde

P = valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente.

F = valor de pago único al final de período de la operación, o valor de pago futuro.

A = valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante o renta de ingreso.

i = tasa de interés de cobro por la operación, o tasa de unidad por la inversión a una solución.

n = período de tiempo que se pretende dure la operación.

Datos del proyecto

Costo total del proyecto= Q 1 753 238,54

Costo de mantenimiento= Q 120 000,00 anual

Vida útil= 22 años

Tasa de interés= 10 % anual

Costo por conexión= Q 200,00 por vivienda

$$Q 200,00 * 498 \text{ viviendas} = Q 99 600,00$$

Ingresos anuales= 15 * 498 * 12 = Q 89 640,00

Se utilizará signo positivo para los ingresos y negativo para los egresos.

$$\begin{aligned} VPN1 = & 1\,753\,238,54 + 99\,600 + 120\,000 \left(\frac{(1 - 0,10)^{22} - 1}{0,1 * (1 - 0,10)^{22}} \right) \\ & + 89\,640 \left(\frac{(1 - 0,10)^{22} - 1}{0,1 * (1 - 0,10)^{22}} \right) = -17\,338\,961,54 \end{aligned}$$

$$VPN2 = 1\,753\,238,54 + 99\,600 + 120\,000 \left(\frac{(1 + 0,10)^{22} - 1}{0,1 * (1 + 0,10)^{22}} \right) \\ + 89\,640 \left(\frac{(1 + 0,10)^{22} - 1}{0,1 * (1 + 0,10)^{22}} \right) = 3\,691\,704,24$$

$$VPN = -17\,338\,961,54 + 3\,691\,704,24 = -13\,647\,257,30$$

El VPN es negativo, debido a que no produce ganancias a ninguna institución, el proyecto es de carácter social que beneficiará a 498 viviendas.

2.1.13.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de una alternativa.

$$TIR = VPN \text{ beneficios} - VPN \text{ gastos} = 0$$

Lo que se busca es un dato que sea menor al dato buscado y otro que sea mayor y así interpolar de la manera siguiente.

Tasa 1 VPN +

TIR VPN = 0

Tasa 2 VPN -

Valuado para el 12 %

$$TIR = 10 + ((2)(3\,328\,111,508)/(3\,208\,111,508 + 17\,338\,961,54)) = 10,32 \%$$

En este caso la tasa interna de retorno del proyecto es de 10 %, el proyecto no es de utilidad económica pues cumple con una función social.

2.2. Diseño de la red de distribución de agua potable para el caserío Estancia El Rosario, aldea Montúfar, San Juan Sacatepéquez, Guatemala

El acueducto es un sistema de irrigación, que permite transportar agua en forma de flujo continuo desde un lugar en el que esta es accesible en la naturaleza, hasta un punto de consumo distante.

2.2.1. Descripción del proyecto

La necesidad de un proyecto de agua potable para el caserío Estancia El Rosario es de suma urgencia, para este logro se cuenta con un pozo y una bomba que proporciona un caudal suficiente para conducir agua hacia un tanque de distribución de 75 m³, y luego distribuir el agua por gravedad para así cubrir la demanda de la población actual y la población futura, para un período de vida útil del proyecto de 22 años.

2.2.2. Estudios preliminares

Los estudios preliminares permitirán reconocer el terreno para recabar toda aquella información necesaria como datos y antecedentes y definir los diseños y procedimientos del proyecto.

2.2.2.1. Estudios topográficos

El levantamiento topográfico se realizó en la línea de distribución de la comunidad. Se realizaron radiaciones hacia las viviendas para determinar la distancia hasta la red de distribución, así como las cotas de terreno que son de utilidad al momento de la ejecución del proyecto.

2.2.2.1.1. Planimetría

La planimetría tiene como objetivo determinar las distancias horizontales, las coordenadas vistas en planta de todos los componentes del sistema de agua potable. Para esto se utilizó el método de conservación de azimut, utilizando una estación total marca Nikon DTM-322, estadal, brújula, prismas y plomadas metálicas.

2.2.2.1.2. Altimetría

La altimetría tiene como fin determinar las diferencias de nivel existentes entre todos los componentes del sistema de agua potable. Para este proyecto se aplicó el método de nivelación directa con la utilización de una estación total marca Nikon DTM-322, estadal telescópico de aluminio de 4 metros, cinta métrica, estacas, clavos y pintura.

2.2.2.2. Aforo

El aforo se realiza con el objetivo de conocer cuál es el caudal de agua que una fuente, en este caso un pozo, es capaz de proporcionar, para así saber si logra satisfacer la demanda de la población.

Un pozo es una excavación vertical que perfora el suelo, hasta una profundidad suficiente para alcanzar el manto friático. Construidos con desarrollo y forma cilíndrica, se aseguraran sus paredes con ladrillo, piedra, cemento o madera, para evitar su deterioro y derrumbe. Se efectuó una prueba de bombeo al pozo de parte de la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez durante 24 horas dando como resultado una producción de 90 GPM.

2.2.2.3. Análisis de la calidad del agua

Para que el agua sea potable debe ser sanitariamente segura y agradable a los sentidos. Para determinar la calidad del agua, es necesario basarse en normas; en Guatemala se utiliza la Norma Coguanor NGO 29001, la cual dicta los límites en que deben encontrarse las características de calidad físicas, químicas y bacteriológicas del agua. Estas características se determinan por medio de exámenes de laboratorio, entre los que se tiene el análisis fisicoquímico sanitario, que brinda las propiedades físicas y químicas como color, olor, sabor, pH, turbiedad, entre otras; desde el punto de vista de calidad física y calidad química, el agua del pozo cumple con la norma internacional de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua. Solo se recomienda una cantidad de cloro para la desinfección.

También se tiene el examen bacteriológico que indica el nivel de contaminación con organismos patógenos, el agua exige un simple tratamiento de desinfección según las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud.

Ambos estudios se realizaron por parte de la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez, a muestras tomadas en la fuente donde fue instalado el pozo que surtirá de agua a la población.

2.2.2.4. Estudio de suelos

Se debe tener información del suelo sobre donde se construirá el tanque de distribución como el valor soporte del suelo, así como sus características mecánicas para asegurarse que el tanque será estable. Se realizó un estudio triaxial de una muestra tomada del área que será ocupada por la cimentación

del tanque de distribución, fue una muestra inalterada a una profundidad de 2,00 m, luego se extrajo un cubo de 1 pie³ y se recubrió con parafina y se trasladó al Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala para ser analizada.

2.2.2.4.1. Triaxial

El ensayo triaxial proporciona la información de las propiedades esfuerzo-deformación de una muestra. Con este ensayo es posible obtener una gran variedad de estados reales de carga.

La muestra es sometida a una presión de confinamiento en todas sus caras, a continuación se incrementa el esfuerzo axial hasta que la muestra falla. En una prueba de compresión cilíndrica, la falla ocurre debido al corte, por ello es necesario considerar la relación entre la resistencia al corte y la tensión normal que actúa sobre cualquier plano dentro del cuerpo a compresión.

En una prueba de compresión, una muestra de suelo está sujeta a fuerzas compresivas que actúa en tres direcciones, en ángulos rectos entre sí, respectivamente; uno en la dirección longitudinal, los otros dos lateralmente. Los tres planos perpendiculares sobre los cuales estas tensiones actúan, son conocidos como los planos principales y las tensiones como las tensiones principales.

En anexos se encuentran los resultados del estudio de suelos.

2.2.3. Bases de diseño

Las bases de diseño dependen de diversos factores, tales como: el nivel de vida de la población, clima, actividad productiva, patrones de consumo de la población, aspectos socioeconómicos, entre otros. A falta de alguno de estos factores se tomará como base lo que establece el Plan Nacional de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento para el área rural de Guatemala, en las normas de diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales. A continuación se describen las bases de diseño utilizadas para el proyecto.

2.2.3.1. Cálculo de población futura

Se utilizó el método geométrico para este proyecto, tomando en cuenta los siguientes factores:

2.2.3.1.1. Tasa de crecimiento poblacional

En la comunidad de Estancia el Rosario se tomó en cuenta los valores que se proporcionan en el Instituto Nacional de Estadística que es de 5,0 %.

2.2.3.1.2. Período de diseño

Este es el tiempo que contempla que el servicio será efectivo para la población de diseño. Para determinar este tiempo se tomó en cuenta el período de la vida útil de los materiales y el tipo de proyecto. Dicho período es de 22 años, tomando en cuenta las normas de instituciones como la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS) y la Oficina Panamericana de la Salud (OPS).

2.2.3.1.3. Población futura

El cálculo de población futura, según el periodo de diseño adoptado para el proyecto, ya que se describieron los parámetros del crecimiento geométrico se calculará a continuación:

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

Donde

$$Pf = 637 (1+0,05)^{20} = 1863 \text{ habitantes}$$

Pf = población futura

R = tasa de crecimiento = 5,00 %

Po = población inicial = 637 habitantes

n = período de diseño = 22 años

2.2.3.2. Dotación

Para determinar la dotación de la comunidad se tomaron en cuenta factores, tales como: el clima, topografía, capacidad y disponibilidad de pago; por lo que se optó por el tipo de conexión predial. Es importante para este tipo de conexión la capacidad o disponibilidad de agua de la fuente, por lo que, la cantidad de agua asignada en un día para cada usuario es de 120 litros/habitante/día.

2.2.3.3. Factores de consumo y caudales de diseño

Existen ciertos factores que influyen en el consumo de agua, como por ejemplo:

- Condiciones climáticas
- Calidad del agua
- Características socioeconómicas
- Disponibilidad de alcantarillado sanitario
- Presiones en la red
- Administración del sistema
- Medición y tarifa

2.2.3.3.1. Caudal medio diario

El caudal medio diario se obtiene del producto de la dotación adoptada por el número de habitantes, que se estiman al final del período del diseño.

$$Q_{md} = \frac{(\text{Dotación} * \text{Población futura})}{86\ 400}$$

$$Q_{md} = \frac{(120 \text{ l/hab/d} * 1\ 863 \text{ hab})}{86\ 400} = 2,58 \text{ l/s}$$

2.2.3.3.2. Caudal máximo diario

El caudal máximo diario o caudal de conducción es el mayor consumo que se da en un día al año. Este será el producto de multiplicar el consumo medio diario por un factor que oscile entre 1,2 y 1,5.

$$Q_{\text{máxd}} = Q_{\text{md}} * FDM$$

En este caso el proyecto ya cuenta con la conducción, por lo que no se realizará este cálculo.

2.2.3.3.3. Caudal máximo horario

El consumo máximo horario o caudal de distribución es el máximo consumo que se da en una hora del día. Se determina multiplicando el consumo medio diario por un coeficiente o factor que varía entre 2 a 3. Para este proyecto se utilizó un coeficiente de 2,11 m.

$$Q_{\text{máxh}} = Q_{\text{md}} * FHM$$

$$Q_{\text{máxh}} = 2,58 \text{ l/s} * 2,11 = 5,46 \text{ l/s}$$

2.2.4. Diseño hidráulico

Con el diseño hidráulico se determinan los componentes, presiones, velocidades, dimensiones de la red, así como el funcionamiento de la misma, de tal manera que se puedan aplicar las necesidades de agua a la población beneficiada con el proyecto en el tiempo que se haya establecido.

2.2.4.1. Fórmulas, coeficiente y diámetros de tuberías

Para el cálculo de la línea de conducción y red de distribución se utilizaron las ecuaciones de continuidad y conservación de energía, así como la fórmula empírica para fluidos de agua de Hazen-Williams, empleada para la pérdida de

carga en tuberías cerradas a presión. A continuación se describe la fórmula Hazen-Williams:

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

Donde

Hf = pérdida de carga por fricción en metros.

L = longitud del tramo en metros.

Q = caudal conducido en litros/segundos.

C = coeficiente de fricción de Hazen-Williams, que depende de la rugosidad del material, para tubería PVC se adoptará un valor de 150 adimensional.

D = diámetro interno de la tubería en pulgadas.

Ejemplo

$$Hf = \left(\frac{1\,743,811 * (372,69\,m * 1,05) * 5,46\,l/s^{1,852}}{150^{1,852} * 2,5^{4,87}} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 17,13\,m$$

2.2.4.2. Clases y presiones de trabajo de tuberías

En el proyecto se utilizará la tubería de cloruro de polivinilo (PVC) bajo las denominaciones SDR (relación de diámetro exterior, espesor de la pared), de las cuales se usarán las siguientes:

- SDR, presión de trabajo de 250 PSI (176 mca)
- SDR, presión de trabajo de 160 PSI (113 mca)

2.2.4.3. Velocidades y presiones máximas y mínimas

La velocidad mínima recomendable es de 0,60 m/s, pero debido a que el caudal no contiene sedimentos, este valor puede ser menor hasta un valor de 0,30 m/s, a menos que sea un final de ramal donde no se necesite mucha velocidad sin causar algún daño en el funcionamiento del sistema. La velocidad máxima será de 3,00 m/s.

Entre las presiones se encuentra la presión estática, que es la que se presenta cuando el agua se encuentra en reposo dentro de una tubería. También se encuentra la presión dinámica, que se presenta cuando el agua está en movimiento dentro de una tubería, la presión dinámica en un punto dado es la diferencia entre la cota piezométrica y la cota del terreno. Dicha presión debe tener valores entre 10 y 40 metros columna de agua en distribución.

Las presiones máximas y mínimas en conducción son como mínimo de un metro columna de agua y la máxima la limita la tubería del tramo según las especificaciones de la misma.

2.2.4.4. Diseño hidráulico de la red de distribución

El diseño de la red de distribución se efectuará por medio de ramales abiertos, debido a lo disperso de las viviendas y a las condiciones topográficas del lugar. El caudal de diseño para la red de distribución será el caudal máximo horario.

Para el diseño se determina el caudal unitario de vivienda, el cual se obtiene con la siguiente fórmula:

$$Q_u = \frac{\text{Caudal de distribución l/s}}{\text{Total de viviendas actuales}}$$

$$Q_u = \frac{5,46 \text{ l/s}}{91 \text{ viviendas}} = 0,06 \text{ l/s/vivienda}$$

Para determinar el caudal de diseño de un tramo de la red de distribución, se suma el caudal de vivienda del tramo y los caudales de vivienda que llegan a ese tramo. El caudal de vivienda es igual al producto del caudal unitario de vivienda por el número de viviendas por tramo.

A continuación se presenta el diseño del tramo del caminamiento 0 al punto observado 372,69 y los datos son los siguientes:

- Longitud = 372,69 m
- Cota "0" = 999,15 m
- Cota "372,69" = 950,80 m
- Número de viviendas en el tramo = 2 viviendas

Teniendo en cuenta los datos anteriores, el caudal de vivienda se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_v = Q_u * \text{Núm. viv}$$

Donde

Q_v = caudal de vivienda l/s

Qu = caudal unitario l/s

Núm. Viv = número de viviendas del tramo

$$Qv = 0,06 \text{ l/s/vivienda} * 2 \text{ viviendas} = 0,12 \text{ l/s}$$

Para el diseño del tramo se calculará la carga disponible o a diferencia de nivel entre los caminamientos calculados:

$$Hf_{disponible} = Cota 0 - Cota 372,69$$

$$Hf_{disponible} = 999,15 \text{ m} - 950,80 \text{ m} = 48,35 \text{ m}$$

Para esta pérdida de carga disponible se determina el diámetro teórico:

$$D_{teórico} = \left(\frac{1\,743,811 * L * Q^{1,852}}{C^{1,852} * Hf_{disponible}} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$$D_{teórico} = \left(\frac{1\,743,811 * (372,69 \text{ m} * 1,06) * 2,347^{1,852}}{150^{1,852} * 48,35 \text{ m}} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 1,46 \text{ pulgadas}$$

Este resultado se aproxima a un diámetro comercial que sea óptimo para el diseño hidráulico, es decir, que cumpla con los parámetros mínimos y máximos. En este caso se tomará la tubería de tamaño 1 ½”.

Luego se calcula la velocidad, para encontrar la velocidad del agua dentro de una tubería se recurre a la ecuación de continuidad, que se utiliza adaptada para trabajar con unidades de medida convencionales:

$$V = \frac{1,974 * Q}{\emptyset^2}$$

Donde

V = velocidad m/s

Q = caudal l/s

\emptyset = diámetro pulgadas

$$V = \frac{1,974 * 5,46 \text{ l/s}}{1,5^2} = 4,79 \text{ m/s}$$

Al no cumplir con los parámetros de diseño se opta por aumentar el diámetro de la tubería para reducir la velocidad, se usará la tubería de diámetro 2 ½".

$$V = \frac{1,974 * 5,46 \text{ l/s}}{2,5^2} = 1,72 \text{ m/s}$$

Con el aumento de diámetro de tubería se redujo la velocidad y ya cumple con los parámetros de diseño.

Entonces se procede a calcular la presión estática y dinámica con pérdida de carga:

$$H_f = \left(\frac{1\,743,811 * L * Q^{1,852}}{C^{1,852} * \emptyset^{4,87}} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$$H_f = \left(\frac{1\,743,811 * (372,69 \text{ m} * 1,05) * 5,46 \text{ l/s}^{1,852}}{150^{1,852} * 2,5^{4,87}} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 17,13 \text{ m}$$

$$Cota\ piezométrica\ final = Cota\ piezométrica\ inicial - H_f$$

En este caso la cota piezométrica inicial es la cota inicial del terreno por ser inicio de tramo.

$$Cota\ piezométrica\ final = 999,15\ m - 17,13\ m = 982,02\ m$$

$$P_e = Cota\ piezométrica\ inicial - Cota\ de\ terreno\ final$$

$$P_e = 999,15\ m - 950,80\ m = 48,35\ m$$

$$P_d = Cota\ piezométrica\ final - Cota\ terreno\ final$$

$$P_d = 982,02\ m - 950,80\ m = 31,22\ m$$

Todo el diseño hidráulico fue calculado de esta manera.

2.2.5. Obras hidráulicas

Las obras hidráulicas son aquellas estructuras destinadas para que el proyecto funcione de forma adecuada, dentro de las que se encuentran el tanque de distribución, conexiones prediales y sistema de desinfección.

2.2.5.1. Cálculo del volumen del tanque de distribución

Para cubrir las variaciones horarias de consumo de las comunidades se diseñará un tanque de distribución superficial. Se procede a calcular la

capacidad del tanque como un porcentaje de utilidad del sistema del 30 % del consumo de día máximo.

$$Vol = 0,30 * \left(\frac{Qmd * 86\ 400}{1\ 000} \right)$$

Donde

V = volumen de tanque de distribución en m³

Qmd = caudal medio diario l/s

$$Vol = 0,30 * \left(\frac{2,347\ l/s * 86\ 400}{1\ 000} \right) = 60,85\ m^3$$

Actualmente, existe un tanque de distribución de 75 m³, por lo que satisface la demanda del volumen requerido.

2.2.5.2. Conexión predial

La instalación domiciliar consiste en niple de ½" tapado para que cada quien haga su conexión, ubicado en el límite de cada predio, llega de la red de distribución por medio de una tee reductora, del diámetro de la red de distribución a una tubería de ½", para todas las viviendas y además una válvula de paso.

2.2.5.3. Sistema de desinfección

Debido a que el agua no es potable, desde el punto de vista bacteriológico, se le da un tratamiento por medio de desinfección. Este proceso tiene por objetivo garantizar la potabilidad del agua al asegurar la ausencia de

microorganismos patógenos. Para la desinfección se utilizará hipoclorito de calcio con 65 % de cloro y un hipoclorador automático PPG. Este dispositivo consiste en la disolución de las pastillas de hipoclorito de calcio por el flujo de agua que entra en el hipoclorador; la coloración del agua es controlada por este flujo.

Para determinar el modelo del hipoclorador se necesita determinar el flujo de cloro y referirse a la tabla de hipocloradores.

Tabla XIII. **Modelos de hipocloradores automáticos PPG**

HIPOCLORADORES		
MODELO	FLUJO DE CLORO	CAPACIDAD
	G/HORA	TABLETAS
3015	20-200	22
3075	90-900	113
3150	450-5 400	227
3550	1 400-11 000	833

Fuente: GILES, Ranald V. *Mecánica de fluidos e hidráulica*. p. 61.

Determinación de flujo de cloro

$$F_c = Q * D_c * 0,06$$

Donde

F_c = flujo de cloro gr/hora

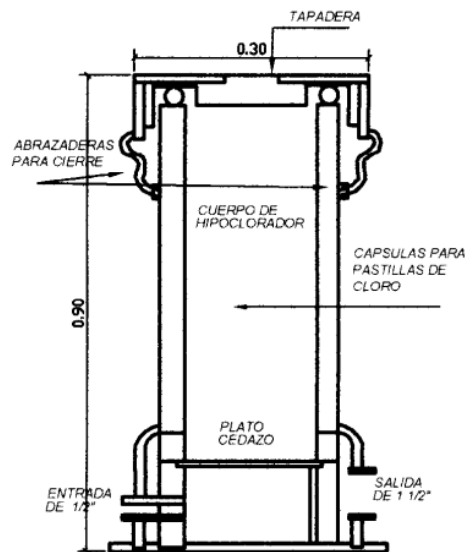
Q = caudal a clorar (5,46 l/s = 327,60 l/min)

Dc = demanda de cloro en partes por millón (el pozo produce agua clara, se estima una demanda de cloro de 2 partes por millón.

$$F_c = 327,60 \text{ l/min} * 2 * 0,06 = 39,31 \text{ gr/hora}$$

Con este resultado se determina el modelo del hipoclorador PPG que se debe utilizar. Según la tabla de hipocloradores, el flujo de cloro calculado corresponde a un hipoclorador PPG modelo 3015, con capacidad de 22 tabletas de hipoclorito de calcio.

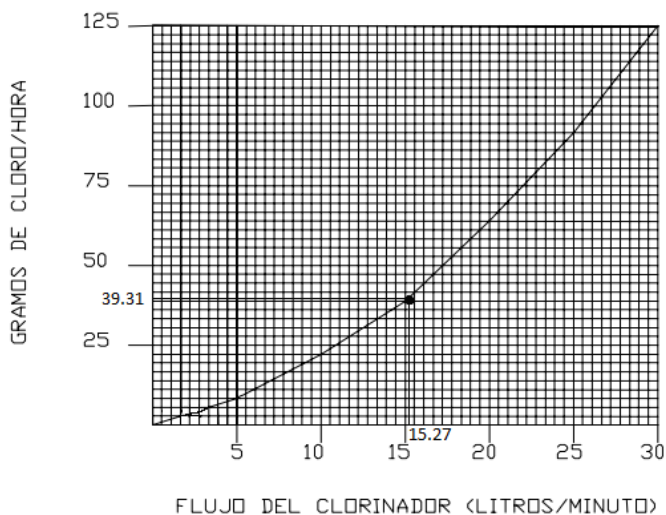
Figura 6. **Hipoclorador PPG modelo 3015**



Fuente: GILES, Ranald V. *Mecánica de fluidos e hidráulica*. p. 63.

Teniendo el flujo de cloro en gr/hora, se interpola en la gráfica de hipocloradores para obtener el flujo de agua que debe entrar en el hipoclorador.

Figura 7. **Gráfica de hipoclorador automático PPG 3015**



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

Al interpolar el flujo de cloro en la figura 7, se obtiene el flujo de agua que debe entrar en el hipoclorador, que es de 15,27 litros/minuto. Con este flujo sumado al flujo que no es clorado ($327,60 \text{ l/min} - 15,27 \text{ l/min} = 312,33 \text{ l/min}$), se obtiene la concentración de 2 partes por millón de cloro disponible en el tanque.

El flujo del hipoclorador es de 39,10 g/hora, entonces la cantidad de tabletas en un mes son:

$$39,10 \text{ g/hora} * 24 \text{ horas} * 30 \text{ días/mes} = 28\ 152 \text{ g/mes}$$

$$28\ 152 \text{ g/mes} * 1 \text{ tableta}/300 \text{ g} = 94 \text{ tabletas}$$

2.2.6. Elaboración de planos

La elaboración de planos finales se realizó en AutoCAD Civil 3D 2014, cada uno contiene los detalles correspondientes.

Los planos de la red de distribución de agua potable son:

- Plano 1, planta general
- Plano 2, planta – perfil
- Plano 3, planta – perfil
- Plano 4, planta – perfil
- Plano 5, planta – perfil
- Plano 6, planta – perfil
- Plano 7, planta – perfil
- Plano 8, planta – perfil
- Plano 9, planta – perfil
- Plano 10, planta – perfil
- Plano 11, planta – perfil
- Plano 12, planta – perfil
- Plano 13, caja rompe presión + flote
- Plano 14, caja de cloración de pastillas + conexiones prediales

En la sección de anexos se encuentran los planos.

2.2.7. Elaboración de presupuesto

La integración del presupuesto fue realizada con base en precios unitarios, materiales de construcción que se cotizan en el municipio, lo concerniente a las

prestaciones se tomaron de un 84,60 % incluyendo el IGSS de un 10,60 %, en cuanto a costo indirecto se aplicó el 30 %.

Tabla XIV. **Cantidades de trabajo**

CUADRO DE CANTIDADES DE TRABAJO					
Núm.	REGLÓN	CANT	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Replanteo topográfico	4,90	Km	Q 557,43	Q 2 732,88
2	Línea de distribución	4 902,65	M		
2,2	Tubería PVC Ø 2 1/2" 160 PSI	396	M	Q 89,07	Q 35 271,72
2,3	Tubería PVC Ø 2" 160 PSI	2574	M	Q 78,24	Q 201 389,76
2,5	Tubería PVC Ø 1¼" 160 PSI	732	M	Q 66,08	Q 48 370,56
2,6	Tubería PVC Ø 1" 160 PSI	594	M	Q 63,65	Q 37 808,10
2,7	Tubería PVC Ø 3/4" 250 PSI	606,65	M	Q 61,88	Q 37 539,50
3	Caja rompe presión 1 m³	3	U	Q 3 830,99	Q 11 492,97
COSTO TOTAL					Q 374 605,50
Tipo de cambio Q7,70 = \$1,00					\$ 48 650,06

Fuente: elaboración propia.

2.2.7.1. Integración de precios unitarios

Precio unitario es el pago total que debe cubrirse al contratista por unidad de concepto terminado y ejecutado conforme al proyecto, especificaciones de construcción y normas de calidad, la integración de este requiere del conocimiento técnico de la obra y del marco normativo vigente por parte del analista.

Tabla XV. Integración de precios unitarios

DESCRIPCIÓN REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Replanteo topográfico	Km	4,90	Q 557,43	Q 2 732,88

MATERIAL Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Equipo topográfico	día	0,5	Q 350,00	Q 175,00
Total de materiales con IVA				Q 175,00
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 156,25

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Topógrafo	día	0,5	Q 150,00	Q 75,00
Cadeneros	día	0,5	Q 50,00	Q 25,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 100,00
		AYUDANTE	42 %	Q 42,00
		PRESTACIONES	84,6 %	Q 84,60
TOTAL MANO DE OBRA				Q 226,60

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q 382,85
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	30 %	Q 114,86
SUBTOTAL (suma de directos + indirectos):		Q 497,71
IVA	12 %	Q 59,72
TOTAL		Q 557,43

DESCRIPCIÓN REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubería PVC Ø 2 1/2" 160 PSI	M	396,00	Q 89,07	Q 35 271,72

MATERIAL Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubería PVC Ø 2 1/2" 160 PSI	U	0,17	Q 154,00	Q 26,18
Total de materiales con IVA				Q 26,18
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 23,38

Continuación de la tabla XV.

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Excavación	M	1	Q 10,00	Q 10,00
Colocación	M	1	Q 5,00	Q 5,00
Relleno	m ³	0,21	Q 8,00	Q 1,68
				Q 16,68
		AYUDANTE	42 %	Q 7,01
		PRESTACIONES	84,6 %	Q 14,11
TOTAL MANO DE OBRA				Q 37,80

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q 61,17
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	30 %	Q 18,35
SUBTOTAL (suma de directos + indirectos):		Q 79,52
IVA	12 %	Q 9,54
TOTAL		Q 89,07

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubería PVC Ø 2" 160 PSI	M	2 574,00	Q 78,24	Q 201 389,76

MATERIAL Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubería PVC Ø 2" 160 PSI	U	0,17	Q 105,00	Q 17,85
Total de materiales con IVA				Q 17,85
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 15,94

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Excavación	M	1	Q 10,00	Q 10,00
Colocación	M	1	Q 5,00	Q 5,00
Relleno	m ³	0,21	Q 8,00	Q 1,68
				Q 16,68
		AYUDANTE	42 %	Q 7,01
		PRESTACIONES	84,6 %	Q 14,11
TOTAL MANO DE OBRA				Q 37,80

Continuación de la tabla XV.

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q	53,73
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	30 %	Q	16,12
SUBTOTAL (suma de directos + indirectos):		Q	69,85
IVA	12 %	Q	8,38
TOTAL		Q	78,24

DESCRIPCIÓN REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubería PVC Ø 1¼" 160 PSI	M	732,00	Q 66,08	Q 48 370,56

MATERIAL Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubería PVC Ø 1¼" 160 PSI	U	0,17	Q 50,00	Q 8,50
Total de materiales con IVA				Q 8,50
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 7,59

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Excavación	M	1	Q 10,00	Q 10,00
Colocación	M	1	Q 5,00	Q 5,00
Relleno	m ³	0,21	Q 8,00	Q 1,68
				Q 16,68
		AYUDANTE	42 %	Q 7,01
		PRESTACIONES	84,6 %	Q 14,11
TOTAL MANO DE OBRA				Q 37,80

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q	45,39
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	30 %	Q	13,62
SUBTOTAL (suma de directos + indirectos):		Q	59,00
IVA	12 %	Q	7,08
TOTAL		Q	66,08

Continuación de la tabla XV.

DESCRIPCIÓN REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubería PVC Ø 1" 160 PSI	M	594,00	Q 63,65	Q 37 808,10

MATERIAL Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubería PVC Ø 1" 160 PSI	U	0,17	Q 39,00	Q 6,63
Total de materiales con IVA				Q 6,63
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 5,92

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Excavación	M	1	Q 10,00	Q 10,00
Colocación	M	1	Q 5,00	Q 5,00
Relleno	m ³	0,21	Q 8,00	Q 1,68
				Q 16,68
		AYUDANTE	42 %	Q 7,01
		PRESTACIONES	84,6 %	Q 14,11
TOTAL MANO DE OBRA				Q 37,80

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q 43,72
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	30 %	Q 13,11
SUBTOTAL (suma de directos + indirectos):		Q 56,83
IVA	12 %	Q 6,82
TOTAL		Q 63,65

Continuación de la tabla XV.

DESCRIPCIÓN REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubería PVC Ø 3/4" 250 PSI	M	606,65	Q 61,88	Q 37 539,50

MATERIAL Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubería PVC Ø 3/4" 250 PSI	U	0,17	Q 31,00	Q 5,27
Total de materiales con IVA				Q 5,27
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 4,71

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Excavación	M	1	Q 10,00	Q 10,00
Colocación	M	1	Q 5,00	Q 5,00
Relleno	m ³	0,21	Q 8,00	Q 1,68
				Q 16,68
		AYUDANTE	42 %	Q 7,01
		PRESTACIONES	84,6 %	Q 14,11
TOTAL MANO DE OBRA				Q 37,80

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q 42,50
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	30 %	Q 12,75
SUBTOTAL (suma de directos + indirectos):		Q 55,25
IVA	12 %	Q 6,63
TOTAL		Q 61,88

DESCRIPCIÓN REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Caja rompe presión 1 m ³	U	3,00	Q 3 830,99	Q 11 492,97

Continuación de la tabla XV.

MATERIAL Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	sacos	3,6	Q 73,50	Q 264,60
Arena	m3	0,20	Q 90,00	Q 17,82
Grava 3/4"	m3	0,20	Q 190,00	Q 37,62
Hierro Núm. 3	varillas	0,18	Q 18,46	Q 3,32
Piedra bola	m ³	0,25	Q 250,00	Q 63,00
Tabla	pie tabla	5,00	Q 288,75	Q 288,75
Clavo	libra	3,44	Q 6,00	Q 20,63
Alambre de amarre	libra	0,36	Q 5,00	Q 1,80
Accesorios	unidad	8,00	Q 186,00	Q 1 488,00
Total de materiales con IVA				Q 2 185,54
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 1 951,37

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Construcción	U	1	Q 300,00	Q 300,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 300,00
		AYUDANTE	42 %	Q 126,00
		PRESTACIONES	84,6 %	Q 253,80
TOTAL MANO DE OBRA				Q 679,80

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q 2 631,17
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	30 %	Q 789,35
SUBTOTAL (suma de directos + indirectos):		Q 3 420,52
IVA	12 %	Q 410,46
TOTAL		Q 3 830,99

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Conexiones prediales con contador	U	91,00	Q 999,45	Q 90 949,95

Continuación de la tabla XV.

MATERIAL Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	sacos	0,12	Q 73,50	Q 8,82
Arena	m ³	0,01	Q 90,00	Q 0,59
Grava	m ³	0,01	Q 190,00	Q 1,25
Hierro Núm. 3	varillas	0,03	Q 18,46	Q 0,55
Alambre de amarre	libra	0,05	Q 5,00	Q 0,24
Válvulas	U	1,00	Q 267,00	Q 267,00
Accesorios	U	3,00	Q 23,00	Q 69,00
Contador	U	1,00	Q 231,00	Q 231,00
Total de materiales con IVA				Q 578,46
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 516,48

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Construcción e instalación	U	1	Q 75,00	Q 75,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 75,00
		AYUDANTE	42 %	Q 31,50
		PRESTACIONES	84,6 %	Q 63,45
TOTAL MANO DE OBRA				Q 169,95

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q 686,43
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	30 %	Q 205,93
SUBTOTAL (suma de directos + indirectos):		Q 892,36
IVA	12 %	Q 107,08
TOTAL		Q 999,45

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Accesorios	Global	1,00	Q 3 053,03	Q 3 053,03

MATERIAL Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Reductores Bushing				
Diámetro de 2" a 1/2"	Unidad	51,00	Q 6,40	Q 326,40
Diámetro de 1" a 1/2"	Unidad	2,00	Q 2,70	Q 5,40
Diámetro de 1 1/4" a 1/2"	Unidad	1,00	Q 4,10	Q 4,10

Continuación de la tabla XV.

TEE REDUCTORA				
Diámetro de 1" a 1/2"	Unidad	19,00	Q 6,60	Q 125,40
Diámetro de 1 1/4" a 1/2"	Unidad	13,00	Q 11,00	Q 143,00
Diámetro de 2 1/2" a 1/2"	Unidad	2,00	Q 67,60	Q 135,20
Diámetro de 2" a 1 1/4"	Unidad	1,00	Q 19,30	Q 19,30
TEE				
Diámetro de 2"	Unidad	4,00	Q 12,20	Q 48,80
CODOS A 90°				
Diámetro de 1"	Unidad	1,00	Q 4,00	Q 4,00
Diámetro de 2"	Unidad	3,00	Q 8,70	Q 26,10
CODOS A 45°				
Diámetro de 1"	Unidad	7,00	Q 4,80	Q 33,60
Diámetro de 1/4"	Unidad	20,00	Q 2,80	Q 56,00
Diámetro de 2"	Unidad	64,00	Q 10,30	Q 659,20
Diámetro de 2 1/2"	Unidad	6,00	Q 42,40	Q 254,40
Total de materiales con IVA				Q 1 840,90
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 1 643,66

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Instalación de accesorios	Global	1	Q 200,00	Q 200,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 200,00
		AYUDANTE	42 %	Q 84,00
		PRESTACIONES	84,6 %	Q 169,20
TOTAL MANO DE OBRA				Q 453,20

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q 2 096,86
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	30 %	Q 629,06
SUBTOTAL (suma de directos + indirectos):		Q 2 725,92
IVA	12 %	Q 327,11
TOTAL		Q 3 053,03

Fuente: elaboración propia.

2.2.7.2. Prestaciones

Las prestaciones se obtienen con base en los números de días que no se labora.

Tabla XVI. **Días con goce de sueldo**

Días de goce de sueldo	
Domingos	52
Sábados	26
1ero de enero	1
Jueves Santo	1
Viernes Santo	1
Sábado Santo	1
1ero de mayo	1
30 de junio	1
15 de septiembre	1
20 de octubre	1
1ero de noviembre	1
24 de diciembre	0,5
31 de diciembre	0,5
Feria patronal	1
Vacaciones	15
Total días no trabajados	104

Fuente: elaboración propia de datos brindados en EPS.

En total los días trabajados al año son:

$$Dta = 365 \text{ días} - 104 \text{ días} = 261 \text{ días}$$

Entre las prestaciones extras se encuentran:

Tabla XVII. **Prestaciones extras**

Prestaciones extras	Días extras
Aguinado	30
Bono 14	30
Indemnización	30
Total	90

Fuente: elaboración propia de datos brindados en EPS.

Entonces el total de días a pagar como prestaciones:

$$D = 104 \text{ días} + 90 \text{ días} = 194 \text{ días}$$

Porcentaje de prestaciones laborales:

$$P = (194 \text{ días} / 261 \text{ días}) * 100 = 74 \%$$

A esto se le debe sumar el porcentaje del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) que en la localidad de Sajcavillá el patrono paga el 10,60 %.

$$P = 74 \% + 10,6 \% = 84,60 \%$$

2.2.7.3. Programa de operación y mantenimiento

Se tiene contemplado este programa como propuesta para la comunidad, por lo que no se incluyeron estos gastos en el presupuesto.

Se propone la contratación de un fontanero, quien tendrá a su cargo la operación del servicio de agua, manteniendo una constante supervisión a los

accesorios de este sistema para mantenerlo operando eficientemente, incluyendo la supervisión del correcto funcionamiento del equipo de bombeo y el sistema de cloración.

Para los gastos de mantenimiento se propone la compra de accesorios tales como: tubos, codos, llaves, pegamentos, uniones, sistema de cloración, entre otros, durante el proceso de operación del proyecto,

Tabla XVIII. **Gastos de operación y mantenimiento**

Gastos	Cantidad
Operación	Q 1 000,00 al mes
Mantenimiento	Q 1 000,00 al mes

Fuente: elaboración propia.

2.2.7.4. Propuesta de tarifa

Durante la operación de este servicio se pretende cobrar una tarifa por vivienda de Q 20,00, los cuales se utilizarán para cubrir gastos generados por el proyecto. Con esta tarifa y un aporte municipal se mantendrá el sistema de desinfección, gastos de operación y mantenimiento.

2.2.8. Evaluación de impacto ambiental

Tiene como propósito fundamental detectar todas las consecuencias significativas, benéficas y adversas de una acción propuesta para que quienes toman decisiones cuenten con elementos científico-técnicos que les apoyen para determinar la mejor opción.

De los proyectos o actividades que ingresan al sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, requerirán la elaboración de un estudio de Impacto Ambiental, si generaran o presentaran a lo menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:

- Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos.
- Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.
- Reasentamiento de comunidades humanas, o alteraciones significativas de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.
- Localización cercana a localidad, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.
- Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológicos, arqueológicos, históricos y en general los pertenecientes al patrimonio cultural.

En la evaluación de impacto ambiental se utilizará el método de la matriz de Leopold, anteriormente explicada en el proyecto de drenaje sanitario.

Tabla XIX. **Matriz modificada de Leopold para el proyecto de agua potable**

ELEMENTOS AMBIENTALES	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN			ETAPA DE FUNCIONAMIENTO		
	A	B	N	A	B	N
I. MEDIO AMBIENTE						

Continuación de la tabla XIX.

1. Tierras						
a) Topografía			*			*
b) Suelo	-			-		
c) Erosión y sedimentación			*			*
2. Microclima			*			*
3. Agua						
a) Ríos			*			*
b) Aguas subterráneas			*			*
c) Calidad de aguas			*			*
4. Ecosistema						
a. Flora						
-Vegetación natural	-			-		
-Cultivos	-			-		
b. Fauna						
-Mamíferos y aves			*			*
-Peces y organismos acuáticos			*			*
c. Biodiversidad						
-Peligro de extinción			*			*
-Especies migratorias			*			*
5. Desastres Naturales						
II. MEDIO AMBIENTE SOCIOECONÓMICO						
1. Población						
a. Población en peligro			*			*
b. Reasentamiento			*			*
c. Población migratoria			*			*
2. Uso de tierra	-			-		

Continuación de la tabla XIX.

3. Uso de agua			*			*
4. Actividades productivas						
a. Agricultura			*			*
b. Pecuaria			*			*
c. Pesca			*			*
d. Agroindustria			*			*
e. Mercado y comercio		+				*
5. Empleo		+				*
6. Aspectos culturales			*			*
7. Historia y arqueología			*			*
8. Turismo			*			*
III. PROBLEMAS AMBIENTALES						
1. Contaminación del aire			*			
2. Contaminación del agua			*			
3. Contaminación del suelo	-					*
4. Ruido y vibración	-					*
5. Hundimientos de suelo			*			*
6. Mal olor			*			

Fuente: elaboración propia.

Nomenclatura

++ Impacto positivo grande

+ Impacto positivo pequeño

* Neutro

- Impacto negativo pequeño

A adverso

B benéfico

N neutro

Respecto al control ambiental, los contaminantes que serán generados durante el proceso de construcción serán suelo y polvo, por lo que el suelo será mojado para minimizar dicho impacto.

Las emisiones a la atmósfera como gases, humo, entre otros; tanto en la etapa de construcción como en la de operación, no se generará ningún tipo de emisión de gases, más que el de la maquinaria de excavación.

Debido a que el proyecto funcionará con bomba, los niveles de ruido y vibración se encuentran en un límite aceptable, ya que la ubicación del pozo se encuentra alejada de las viviendas.

Respecto a la contaminación visual, se generará algún tipo de contaminación debido a la acumulación del material suelto, el cual al rellenar las zanjas se reutilizará y el resto se recogerá y depositar en un lugar adecuado.

Para el plan de mitigación, previo a realizar excavaciones, se humedecerá el suelo para evitar que se genere polvo. Al estar excavados los primeros metros y colocada la tubería, se procederá a rellenar las zanjas lo antes posible para evitar accidentes y contaminación visual. También se dotará al personal encargado de la construcción, del equipo de seguridad industrial adecuado como cascos, botas, guantes, entre otros, para evitar accidentes.

2.2.9. Evaluación socioeconómica

Para que un proyecto sea rentable, económicamente hablando, se requiere que no existan pérdidas de capital respecto a la inversión que se hará.

Para conocer si una inversión vale la pena o no, se necesita analizar dicha inversión por medio de evaluaciones económicas que garantizarán las ganancias deseadas. Este proyecto será analizado económicamente por medio del valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR).

2.2.9.1. Valor presente neto

Con este método se analiza el dinero en un tiempo establecido, en este caso será el período de diseño del proyecto (20 años). Su metodología se basa en que todos los ingresos y egresos que se hagan en el futuro se transforman a cantidades de dinero del presente. Cuando el VPN es menor que cero indica que será una mala inversión y existirán pérdidas de capital; por el contrario si el VPN da positivo, existirán ganancias.

Datos del proyecto

Costo total del proyecto= Q 325 443,55

Costo de operación y mantenimiento= Q 24 000,00 anual (según lo propuesto)

Vida útil= 20 años

Tasa de interés= 10 % anual

Costo por conexión= Q 500,00 por vivienda

$Q 500,00 * 91 \text{ viviendas} = Q 45 500,00$

Ingresos anuales= $15 * 91 * 12 = Q 16 380,00$

Se utilizará signo positivo para los ingresos y negativo para los egresos.

$$VPN1 = 325\,443,55 + 45\,500 + 24\,000 \left(\frac{(1 - 0,10)^{20} - 1}{0,1 * (1 - 0,10)^{20}} \right) \\ + 16\,380 \left(\frac{(1 - 0,10)^{20} - 1}{0,1 * (1 - 0,10)^{20}} \right) = -2\,546\,617,79$$

$$VPN2 = 325\,443,55 + 45\,500 + 24\,000 \left(\frac{(1 + 0,10)^{20} - 1}{0,1 * (1 + 0,10)^{20}} \right) \\ + 16\,380 \left(\frac{(1 + 0,10)^{20} - 1}{0,1 * (1 + 0,10)^{20}} \right) = 714\,721,25$$

$$VPN = -2\,546\,617,79 + 714\,721,25 = -1\,831\,896,54$$

El VPN es negativo, debido a que no produce ganancias a ninguna institución, el proyecto es de carácter social que beneficiará a 91 viviendas.

2.2.9.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de una alternativa, como se explicó en el tema del drenaje sanitario.

$$TIR = VPN \text{ beneficios} - VPN \text{ gastos} = 0$$

Valuado para el 12 %

$$TIR = 10 + ((2)(704\,721,25) / (724\,721,25 + 2\,546\,617,79)) = 10,43 \%$$

En este caso la tasa interna de retorno del proyecto es de 10 %. El proyecto no es de utilidad económica pues cumple con una función social.

CONCLUSIONES

1. El sistema de alcantarillado sanitario se realiza con material PVC de 8" y pozos de visita de ladrillo tayuyo, la construcción fortalecerá el saneamiento ambiental, evitando que se generen enfermedades futuras en la población, la longitud del colector es de 1 526,72 metros, los habitantes a beneficiar son 3 486 actual y 8 175 a futuro, el costo del proyecto será de Q 1 753 238,54 (un millón setecientos cincuenta y tres mil doscientos treinta y ocho con cincuenta y cuatro centavos).
2. La red de distribución de agua potable es por medio de ramales abiertos con una longitud de 4 902,65 metros con tubería PVC, saliendo de un tanque de distribución existente alimentado por un pozo sumergido, beneficiando a 637 habitantes actualmente y 1 691 a futuro, el costo será de Q325 443,55 (trescientos veinticinco mil cuatrocientos cuarenta y tres con cincuenta y cinco centavos).
3. El Ejercicio Profesional Supervisado, se llevó a cabo en el Departamento de Planificación Municipal de la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez, consistió en proponer soluciones con diseños, basados en normas y parámetros que cumplan con las necesidades existentes de la población, la cual surgen del diagnóstico de servicios básicos e infraestructura.

RECOMENDACIONES

1. La construcción de los dos proyectos deberá ser supervisada por personal altamente calificado, para cumplir las especificaciones que se tomaron en cuenta para el diseño de los mismos y así garantizar la función y el tiempo de durabilidad.
2. Los materiales utilizados en ambos proyectos deben ser sometidos a pruebas de laboratorio para garantizar la seguridad y condiciones óptimas de resistencias.
3. Impartir por medio de la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez, una inducción a los habitantes de cada localización de los proyectos, para brindar un mantenimiento y uso correcto y así evitar complicaciones en los sistemas.

BIBLIOGRAFÍA

1. 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, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 190 p.
2. 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.
3. FLORES HERNÁNDEZ, Nancy Carola. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario y diseño de la escuela para la colonia Los Almendros, Mazatenango, departamento de Suchitepéquez, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2013. 185 p.
4. GOMELLA, Cyril; GUERRÉE, Henri. *La distribución del agua en las aglomeraciones urbanas y rurales*. España: Revente, 1982. 295 p.
5. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*, Guatemala: INFOM, 2001. 44 p.

6. Oficina Sanitaria Panamericana. *Normas de diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales de Guatemala*. Guatemala: INFOM, 1997. 107 p.

ANEXOS



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

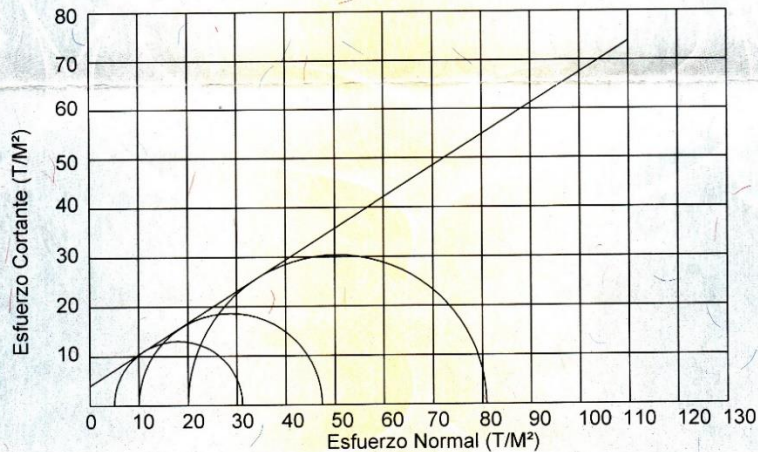


ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

No. 1277

INFORME No.: 516 S.S. O.T.: 33,670

INTERESADO: Jesús Daniel Maldonado Barrios
 PROYECTO: EPS "Diseño de Red de Distribución de Agua Potable con Diseño de Tanque de Distribución para Caserío Estancia del Rosario, Aldea Montufar, San Juan Sacatepéquez"
 UBICACIÓN: San Juan Sacatepéquez
 FECHA: martes, 16 de septiembre de 2014
 POZO: 1 PROFUNDIDAD: 2.00 m MUESTRA: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 32.42^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 4.00 \text{ Ton/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCION DEL SUELO: Roca Meteorizada, Arena con Grava y Pomez Color Café y Beige
 DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	2	3
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	26.12	37.36	60.80
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2.0	3.5	5.5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.94	1.94	1.94
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	2.02	2.02	2.02
HUMEDAD (%H)	2.95	2.95	2.95

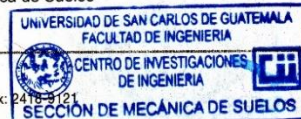
Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Carrero Morales
DIRECTORA CII/USAC



Atentamente,

Omar E. Medrano Méndez
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: datos proporcionados por el Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.



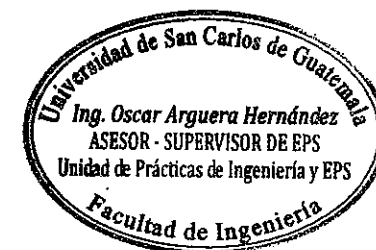
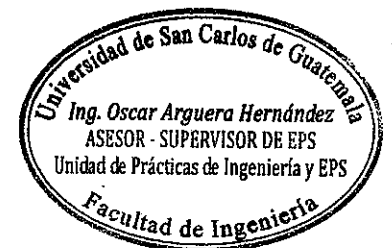
VA A SAN JUAN



VA A SAN RAYMUNDO

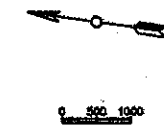
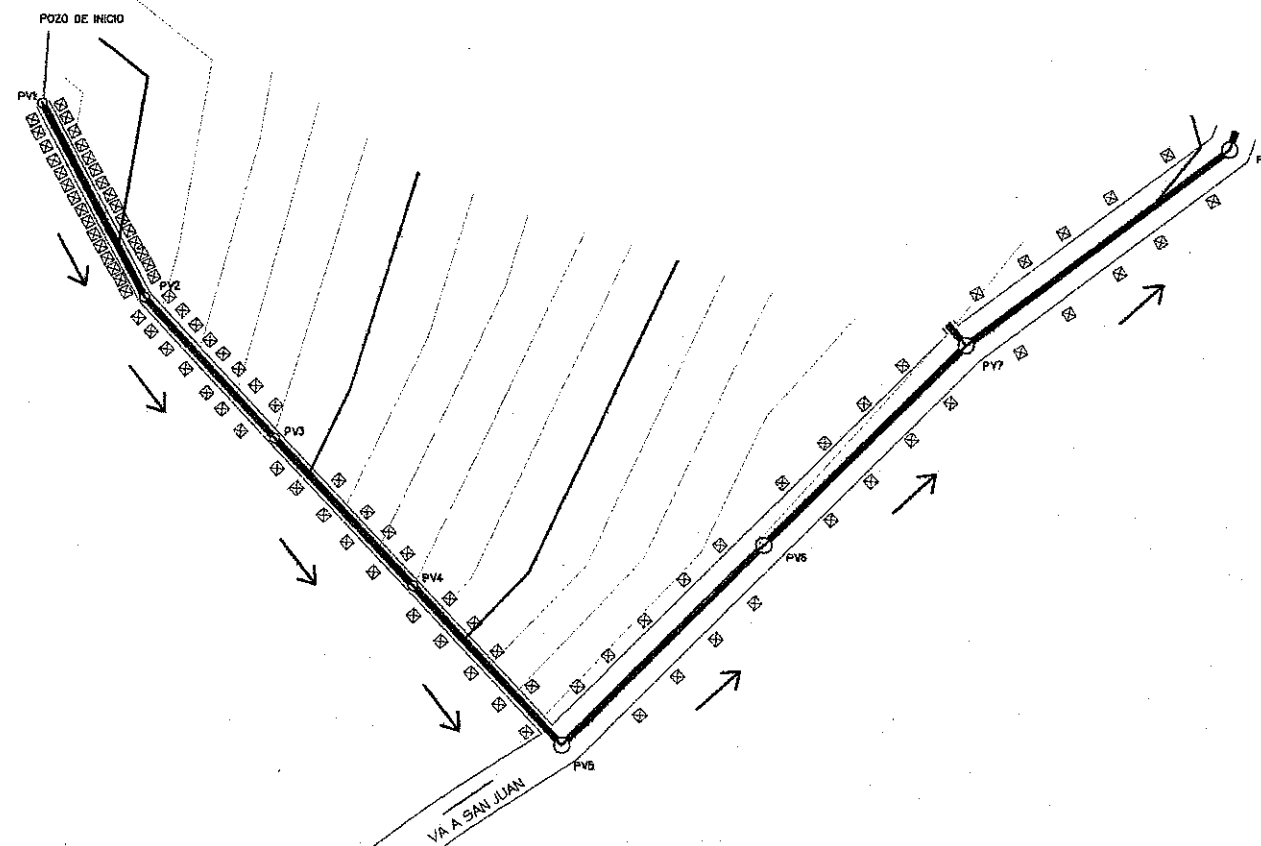
PLANTA DE TRATAMIENTO

PLANTA GENERAL

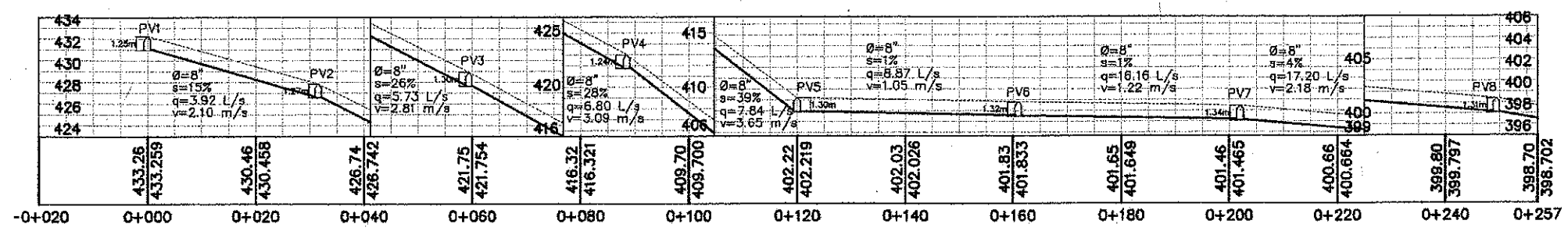
ESCALA 1:2000



	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAJCAVILLA SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.	
	UBICACION: ALDEA SAJCAVILLA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ	
PLANO DE: PLANTA GENERAL		
	FECHA: ENERO DE 2018	No. HOJA: 1 9
	ESCALA: INDICADA	
	DISEÑO: DANIEL MALDONADO	
	CALCULO: DANIEL MALDONADO	
DIBUJO: DANIEL MALDONADO		
V. B. (7) ING. OSCAR ARGUERA HERNÁNDEZ		
CARR: 2009-10228		




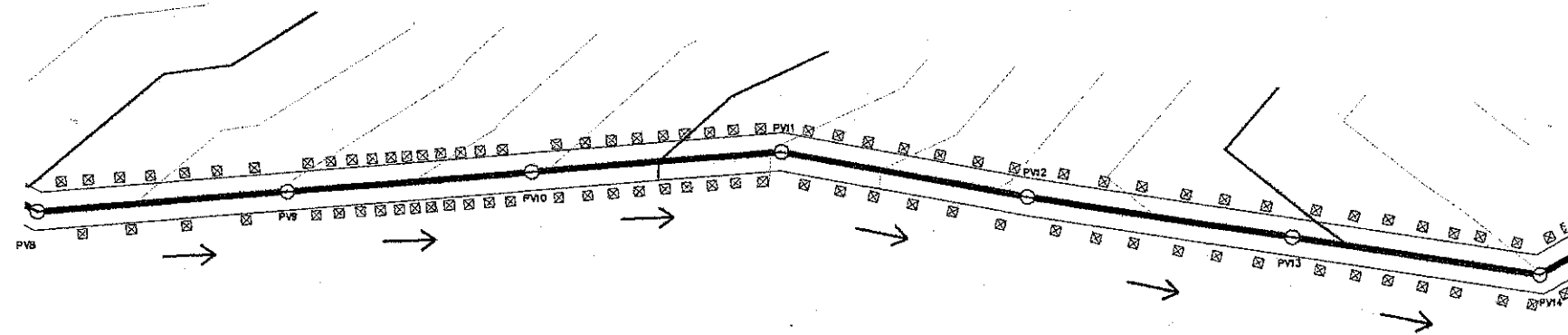
PLANTA
ESCALA 1:1000



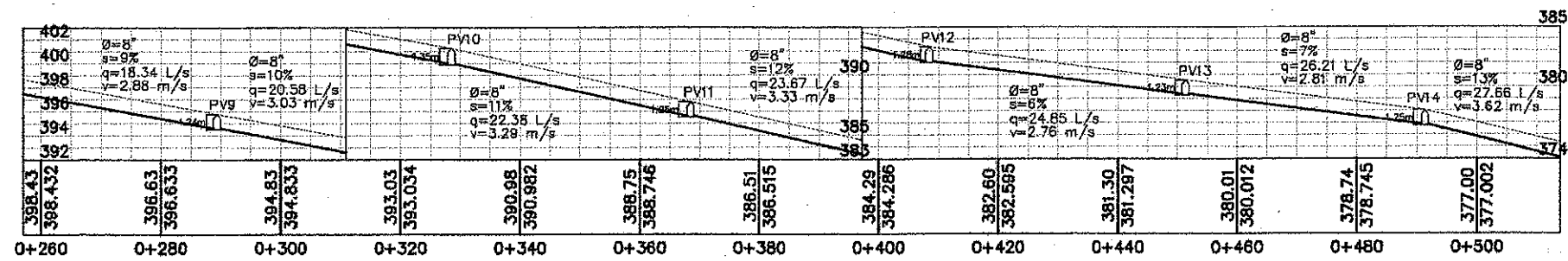
PERFIL
ESCALA H=1:1000
V=1:500

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

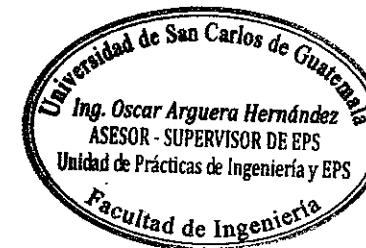
 USAC FACULTAD DE INGENIERIA	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAJCAVILLA SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA. UBICACION: ALDEA SAJCAVILLA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ	
	PLANO DE: PLANTA - PERFIL	
FECHA: ENERO DE 2010 ESCALA: INDICADA DISEÑO: DANIEL MALDONADO CALCULO: DANIEL MALDONADO DIBUJO: DANIEL MALDONADO CARNE: 2009-18226	No. HOJA: 2 9	



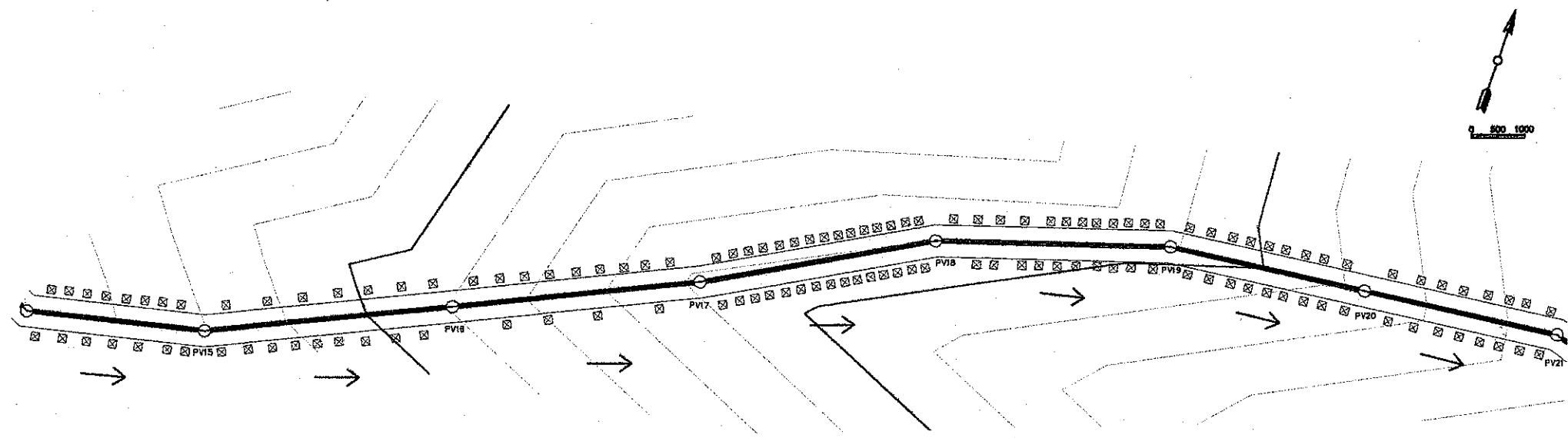
PLANTA
ESCALA 1:1000



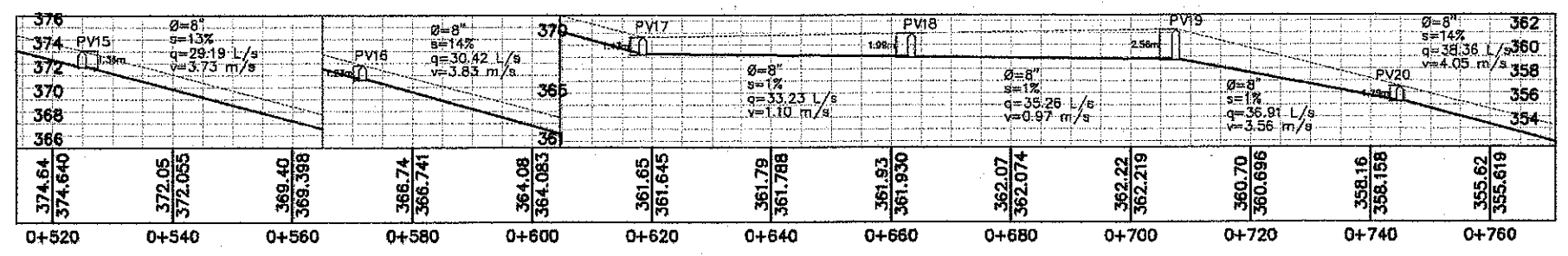
PERFIL
ESCALA H=1:1000
V=1:500



	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAJCAVILLA SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.	
	UBICACIÓN: ALDEA SAJCAVILLA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ	
PLANO DE: PLANTA - PERFIL		
FECHA: ENERO DE 2014 ESCALA: INDICADA	No. HOU:	3 9
DISEÑO: DANIEL MALDONADO CÁLCULO: DANIEL MALDONADO	CARNE: 2009-18228	
No. 65. (7) ING. OSCAR ARGUERA HERNÁNDEZ		




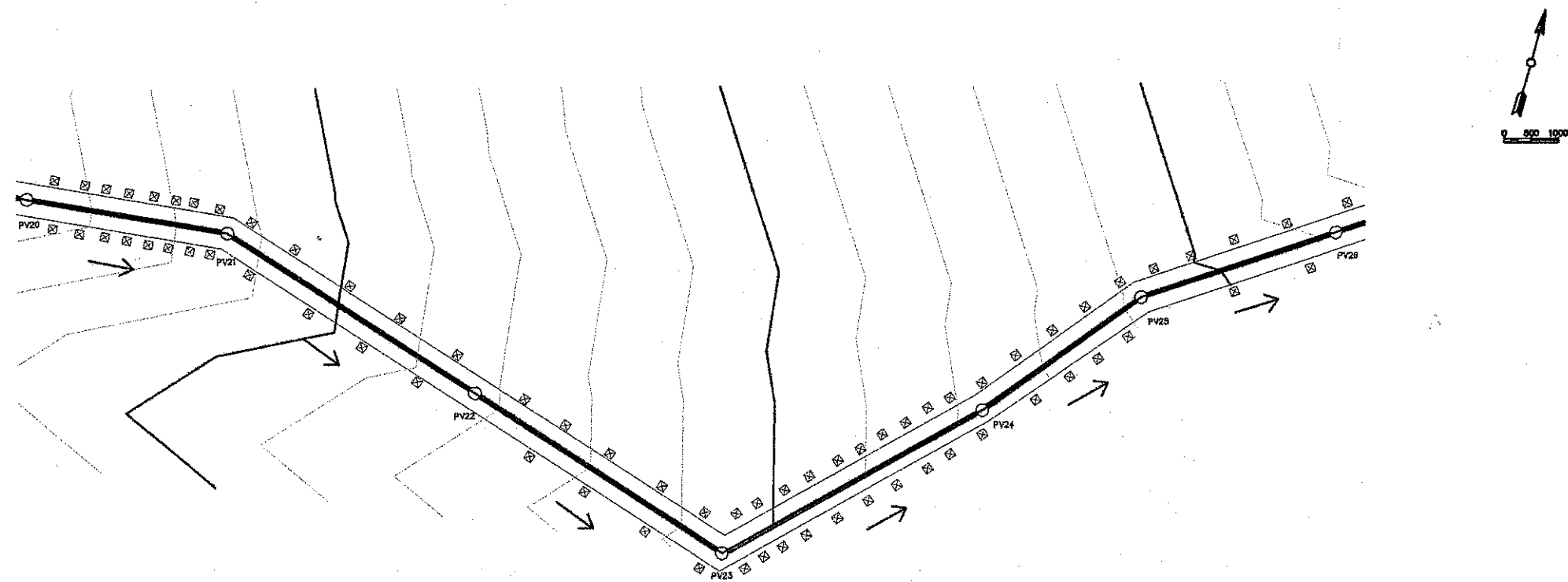
PLANTA
ESCALA 1:1000



PERFIL
ESCALA H=1:1000
V=1:500

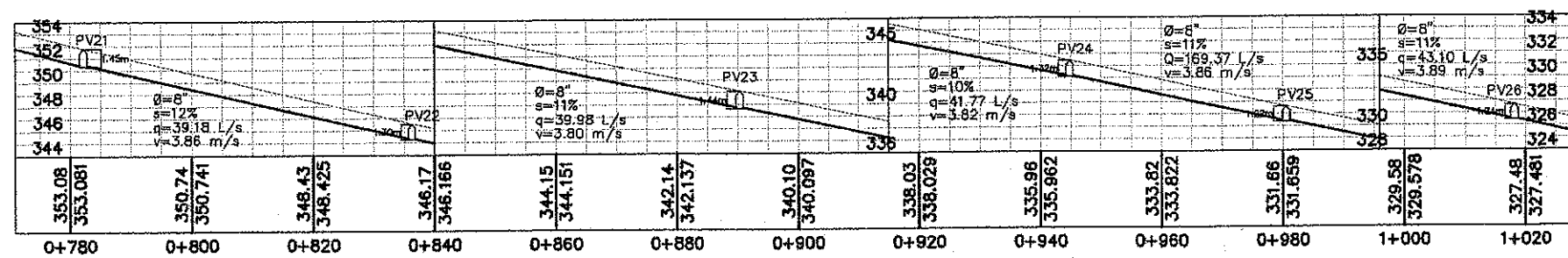


 USAC FACULTAD DE INGENIERIA	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAJCAVILLA SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA. UBICACION: ALDEA SAJCAVILLA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ	
	PLANO DE: PLANTA - PERFIL	
FECHA: ENERO DE 2018 ESCALA: INDICADA DISEÑO: DANIEL MALDONADO CALCULO: DANIEL MALDONADO DIBUJO: DANIEL MALDONADO CARRNE: 2009-16228	No. HOJA: 4 9	Ing. Oscar Arguera Hernández



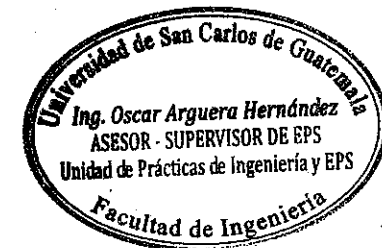
PLANTA

ESCALA 1:1000

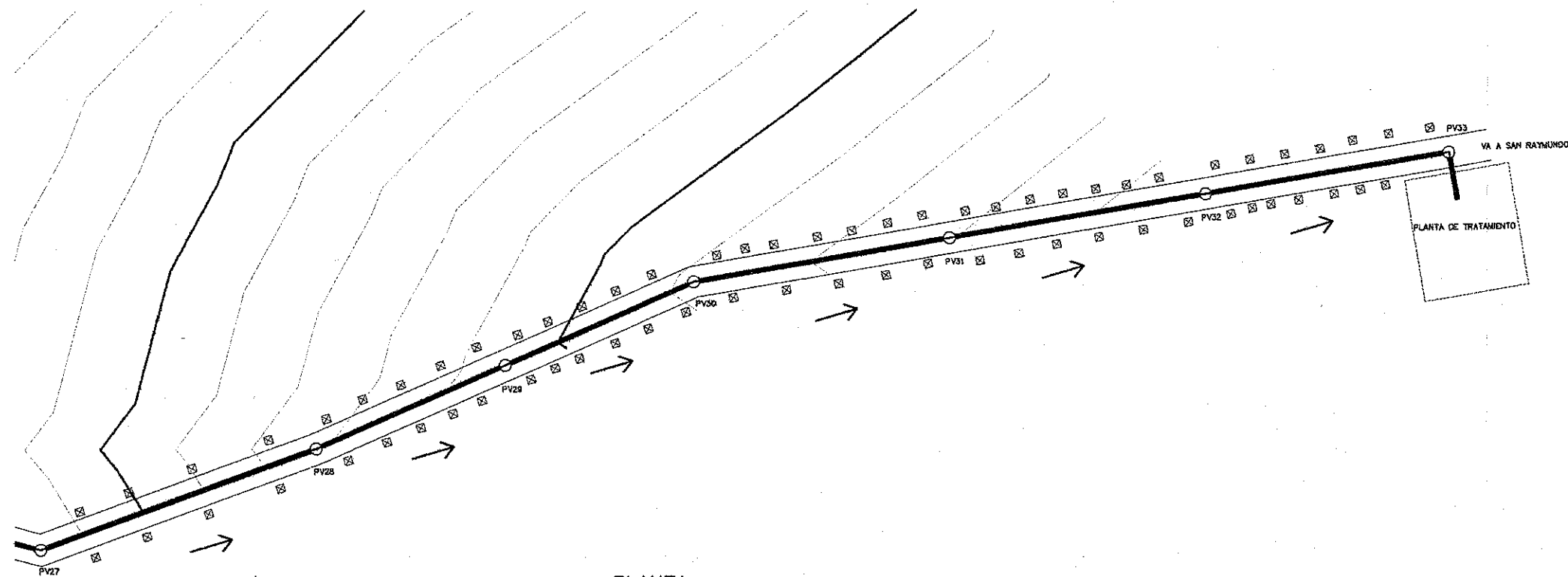


PERFIL

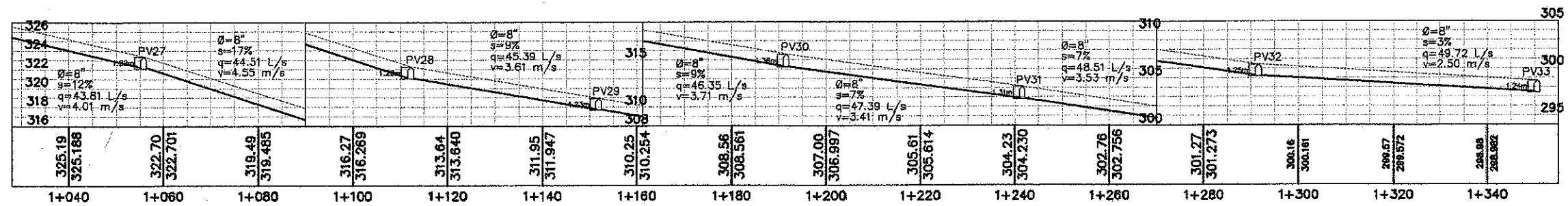
ESCALA H=1:1000
V=1:500



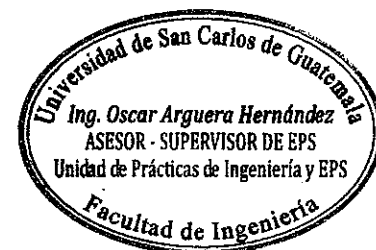
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAJCAVILLÁ SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.	
	UBICACION: ALDEA SAJCAVILLÁ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ	
PLANO DE: PLANTA - PERFIL		
FECHA: ENERO DE 2016	ESCALA: BORDADA	Nº. HOJA:
DISEÑO: DANIEL MALDONADO	CALECÓ: DANIEL MALDONADO	5
REVISÓ: DANIEL MALDONADO	CARNE: 2009-16228	9



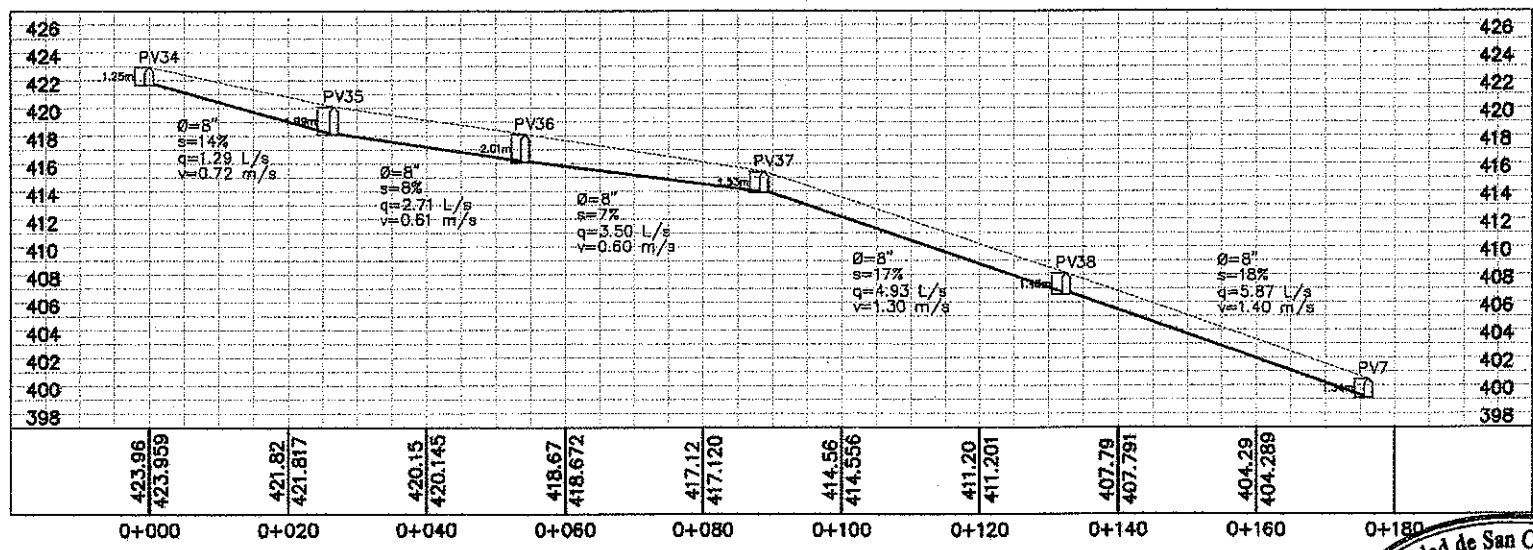
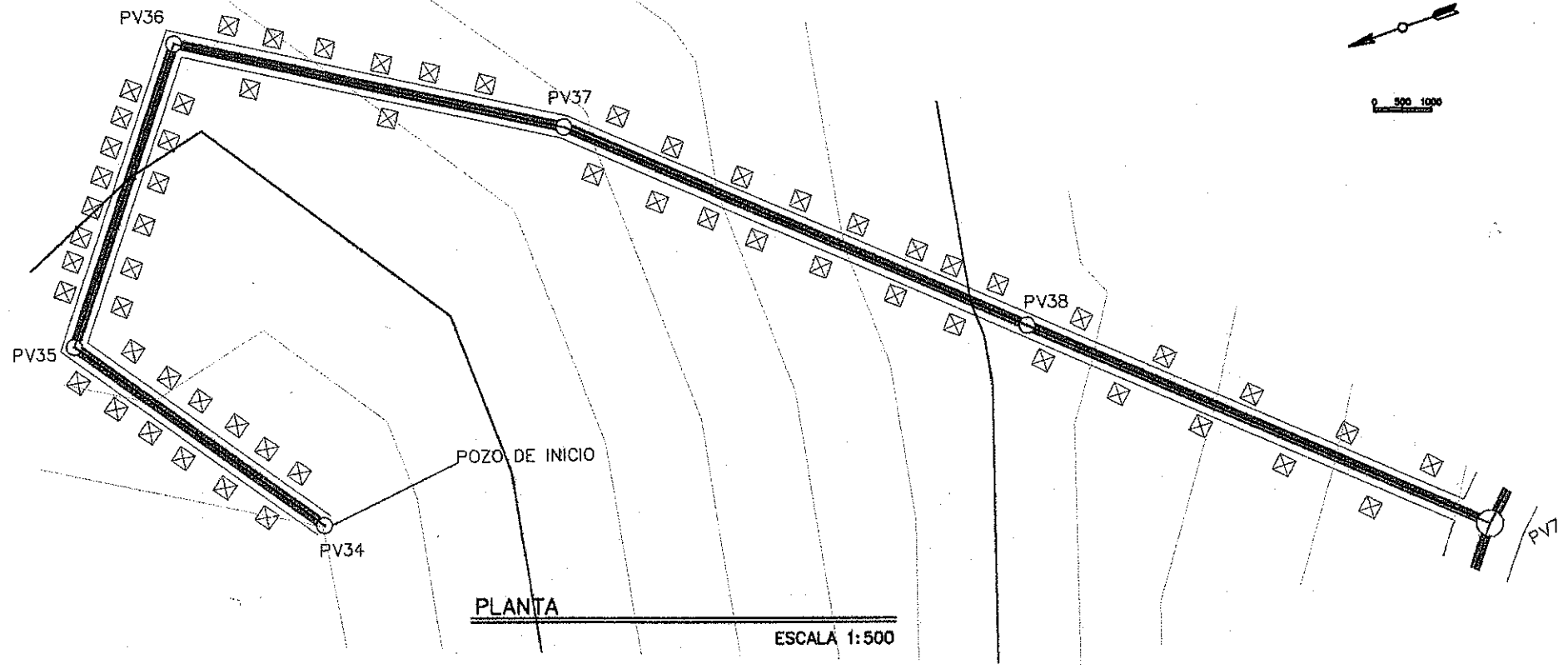
PLANTA
ESCALA 1:1000



PERFIL
ESCALA H=1:1000
V=1:500




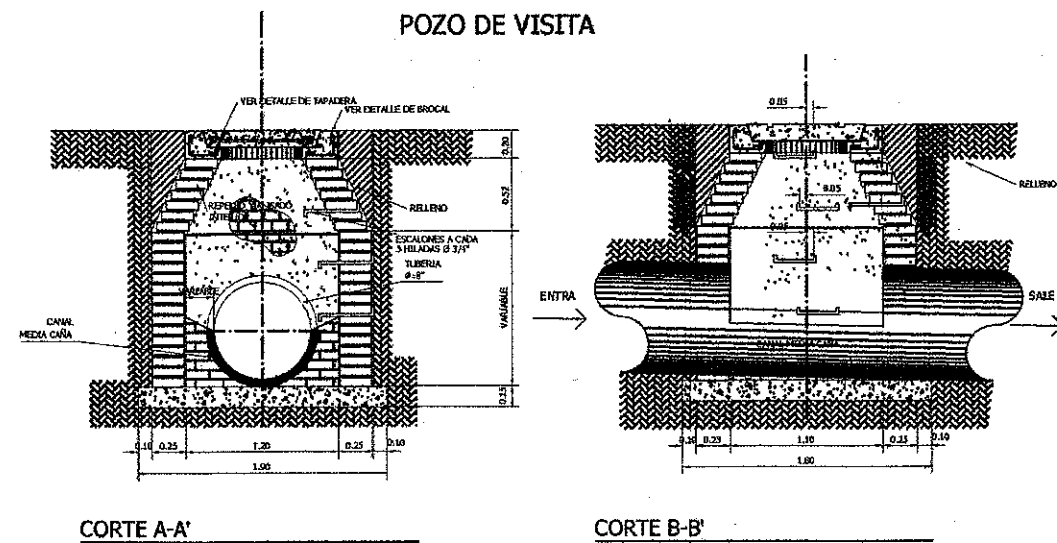
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAJCAVILLA SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.	
	UBICACION: ALDEA SAJCAVILLA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ	
PLANO DE: PLANTA - PERFIL		
FECHA: ENERO DE 2010 ESCALA: INDICADA DISEÑO: DANIEL MALDONADO CALCULO: DANIEL MALDONADO DIBUJO: DANIEL MALDONADO No. 8- (7) 240 OSCAR ARGUERA HERNANDEZ	No. HOJA: 6 9	DIBUJO: 2009-10228



PERFIL
ESCALA H=1:1000
V=1:500

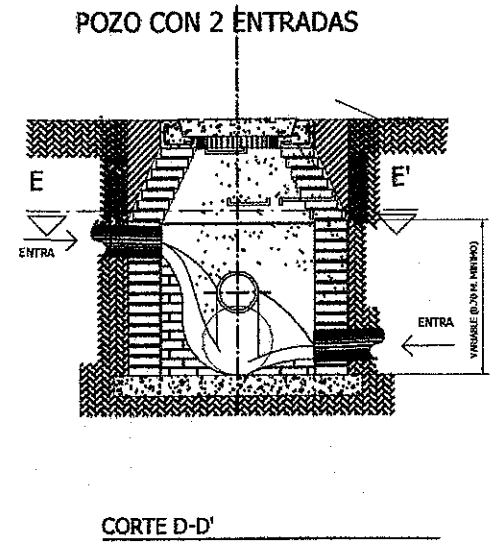
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Oscar Argueta Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

 USAC FACULTAD DE INGENIERÍA	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAJCAVILLA SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA. UBICACIÓN: ALDEA SAJCAVILLA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ	
	PLANO DE: PLANTA - PERFIL	
FECHA: ENERO DE 2018 ESCALA: INDICADA DISEÑO: DANIEL MALDONADO CÁLCULO: DANIEL MALDONADO DIBUJO: DANIEL MALDONADO C.A.R.N.E.: 2009-18228	No. HOJA: 7 9	

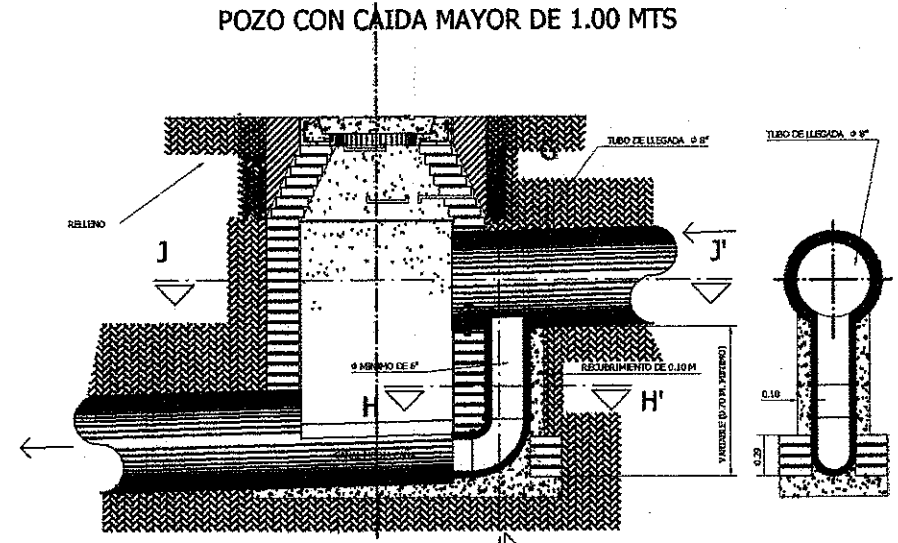


CORTE A-A'

CORTE B-B'

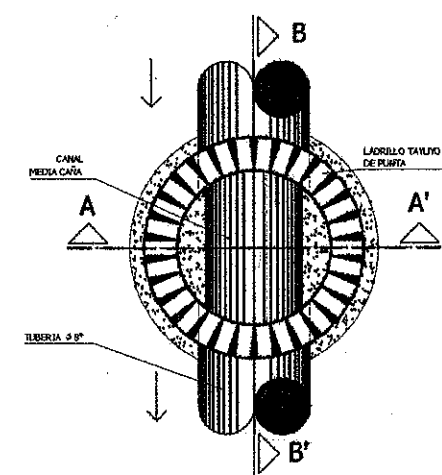


CORTE D-D'

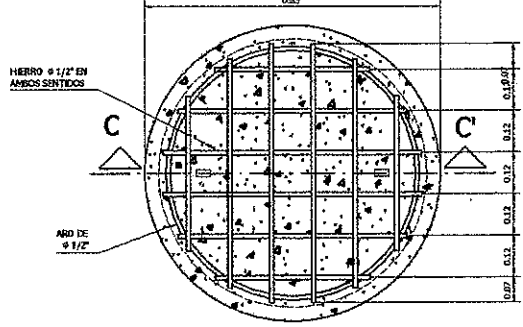


CORTE F-F'

CORTE G-G'

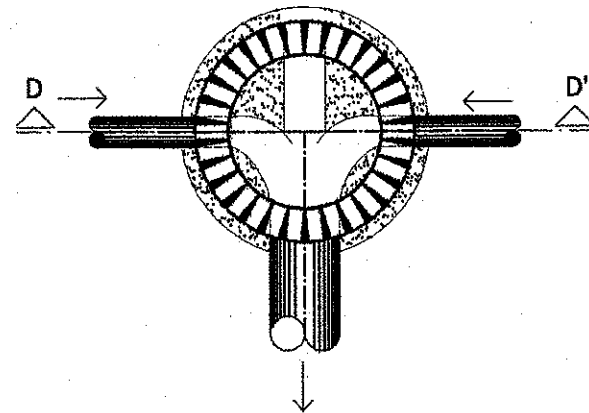


PLANTA

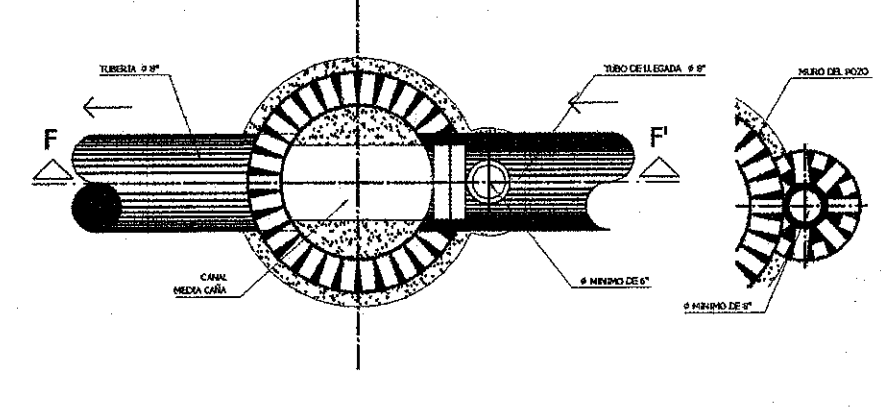


PLANTA

SECCION C-C'

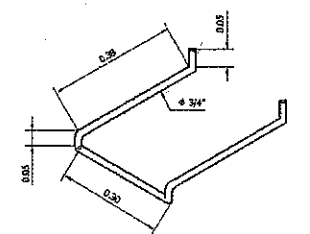


CORTE E-E'

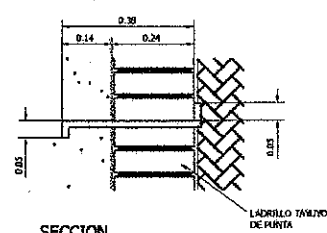


CORTE J-J'

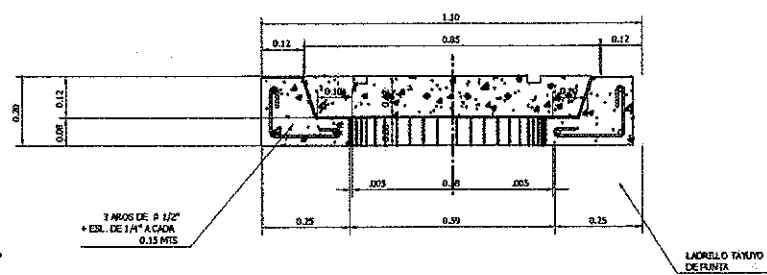
CORTE H-H'



ISOMETRICO

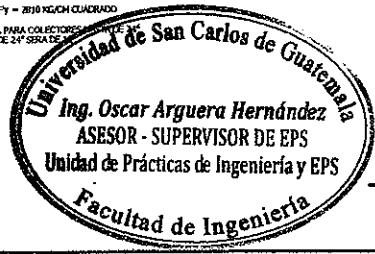


SECCION
DETALLE DE ESCALON

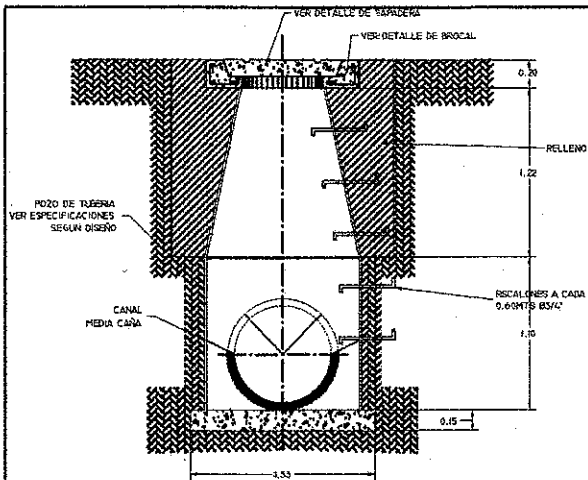


DETALLE DE BROCAL DE POZO

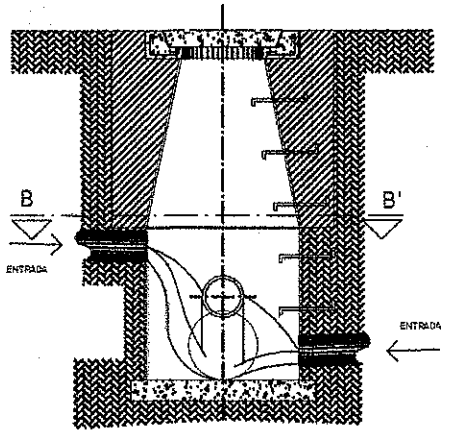
- NOTAS
1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA INGENIERIA TURBAZ DEL PLANO DE RED GENERAL.
 2. EL CONCRETO DEBERA TENER UN FY = 2.10 KG/CM CUADRADO.
 3. EL MORTERO DEBERA SER DE CEMENTO Y ARENA DE 80 CON PROPORCION 1:3.
 4. EL ACERO A UTILIZAR DEBERA TENER UNA FY = 2810 KG/CM CUADRADO.
 5. LA TUBERIA DE CAIDA EN POZOS DE VISITA PARA COLECTORES DEBERA SER DE 6\"/>



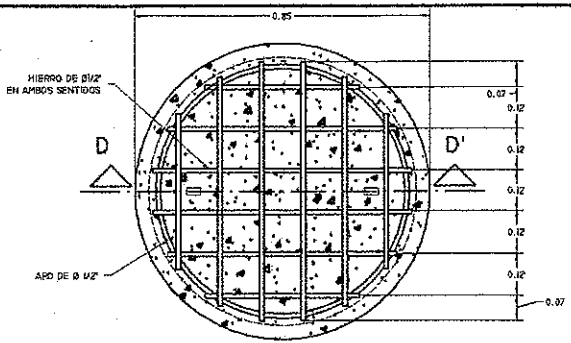
		DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SACXAVILLÁ SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.	
		UBICACION: ALDEA SACXAVILLÁ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ	
PLANO DE DETALLE DE POZO DE VISITA		FECHA: ENERO DE 2016	No. HOJA:
ESCALA: SIN ESCALA		DISEÑO: DANIEL MALDONADO	8
CALIFICADO: DANIEL MALDONADO		DIBUJO: DANIEL MALDONADO	9
CARGO:		CARRERA: 2009-15206	



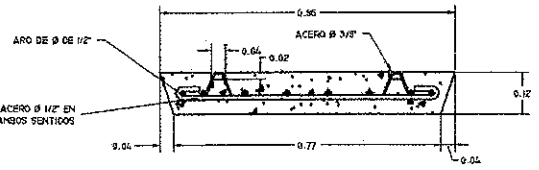
CORTE A-A'



CORTE C-C'

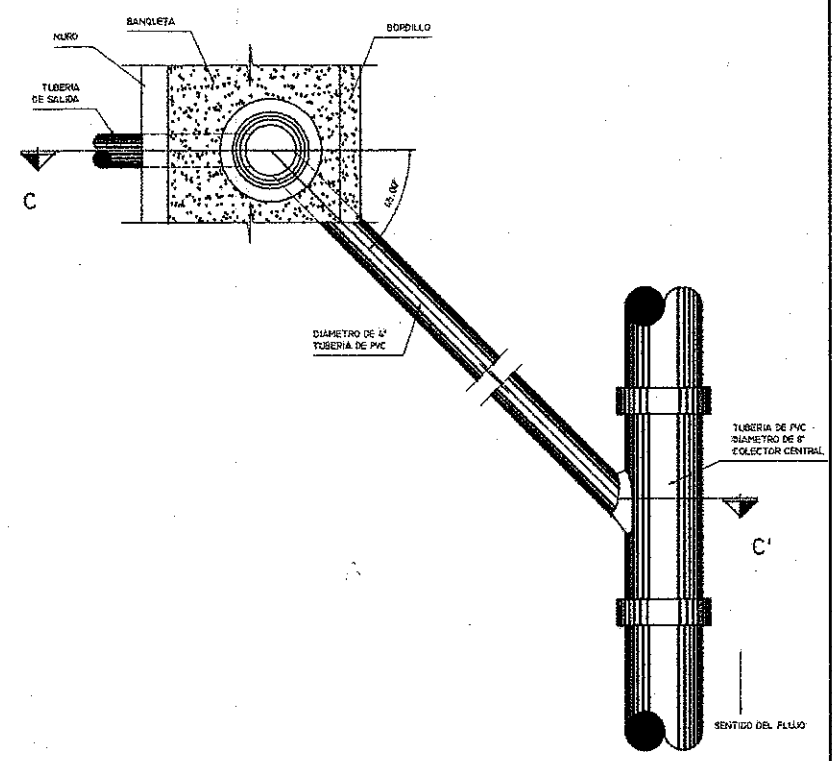


CORTE A-A'

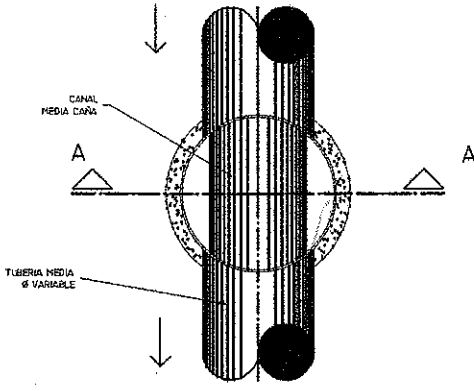


CORTE D-D'

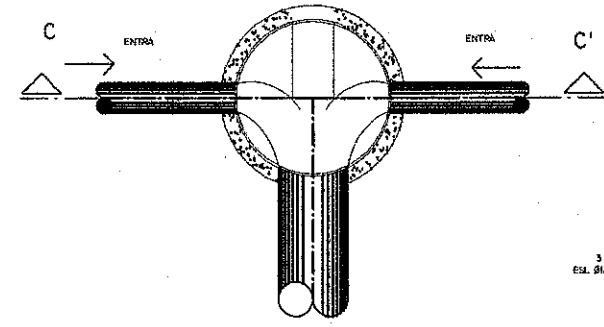
DETALLE DE TAPADERA



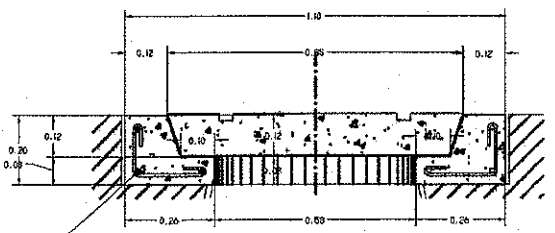
PLANTA DE OPCION B



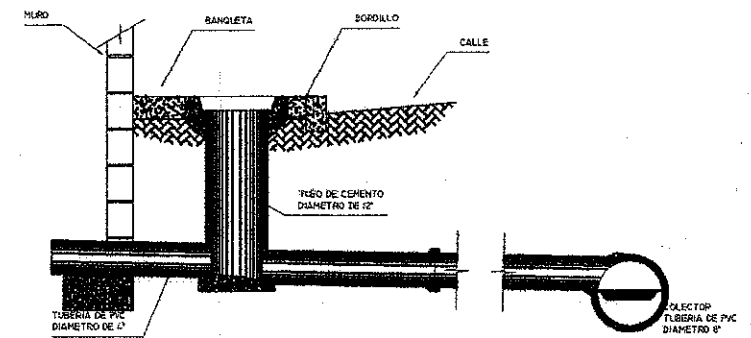
PLANTA



CORTE B-B'

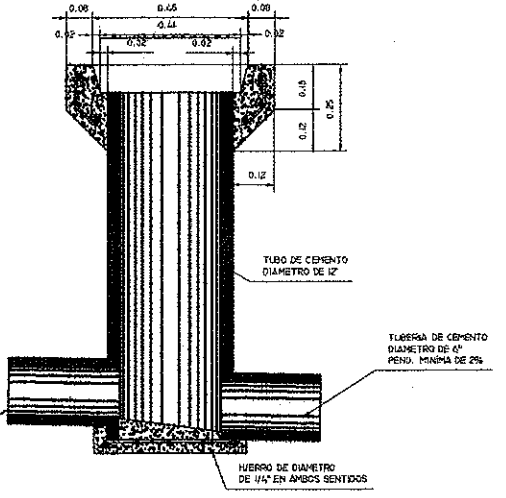


DETALLE DE BROCAL

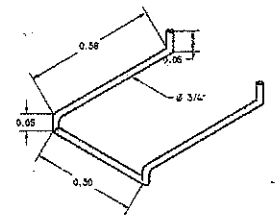


SECCION C - C'

POZO DE VISITA CON DOS ENTRADAS

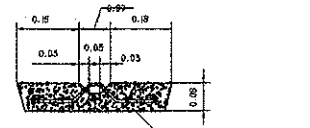


ARMADO DE BROCAL
DETALLE DE BROCAL Y TAPADERA

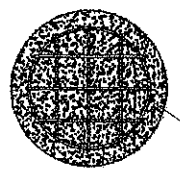


DETALLE DE ESCALON

3 AROS DE DIAMETRO DE 3/4\"/>



SECCION TIPICA



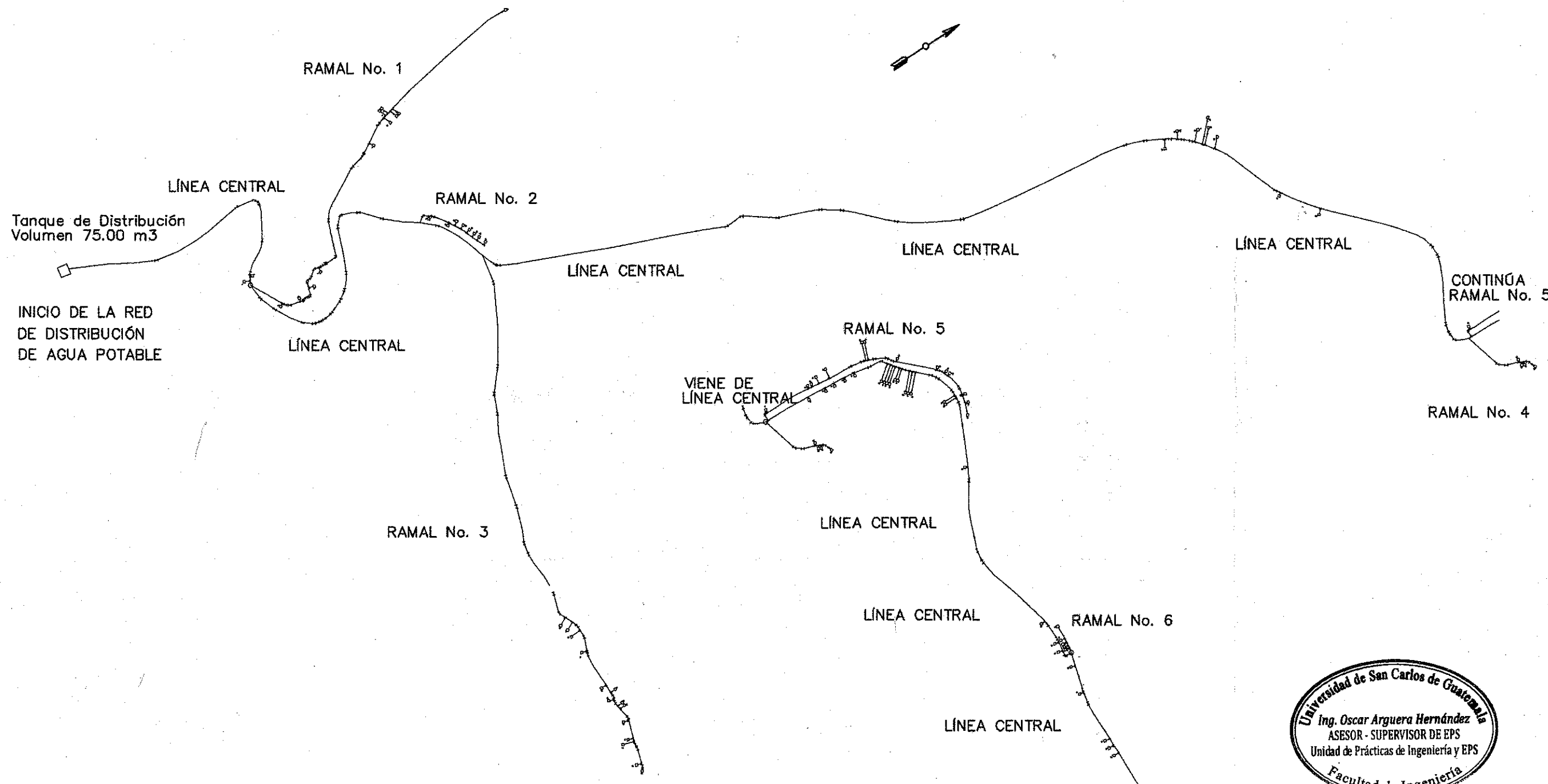
PLANTA

NOTAS

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMBRÍA TUBERÍA PLANO DE PRO GENERAL
2. EL CONCRETO DEBERA TENER UN F'c = 210 KG/CM CUADRADO
3. EL ACERO A UTILIZAR DEBERA TENER UNA F'y = 2800 KG/CM CUADRADO
4. LA TUBERÍA DE CAIDA EN POZOS DE VISITA PARA COLECTORES HASTA DE 24\"/>



		DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAJCAVILLÁ SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.	
		UBICACION: ALDEA SAJCAVILLÁ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ	
PLANO DE:		DETALLE DE BROCAL-CONEXIÓN-TAPADERA	
FECHA: ENERO DE 2016	ESCALA: SIN ESCALA	No. HOJA:	9
DISEÑO: DANIEL MALDONADO	CALCULO: DANIEL MALDONADO	9	9
DISEÑO: DANIEL MALDONADO	CORRECCION: DANIEL MALDONADO	2016-15226	9




Tanque de Distribución
Volumen 75.00 m³

INICIO DE LA RED
DE DISTRIBUCIÓN
DE AGUA POTABLE

FIN DE LA RED
DE DISTRIBUCIÓN
DE AGUA POTABLE

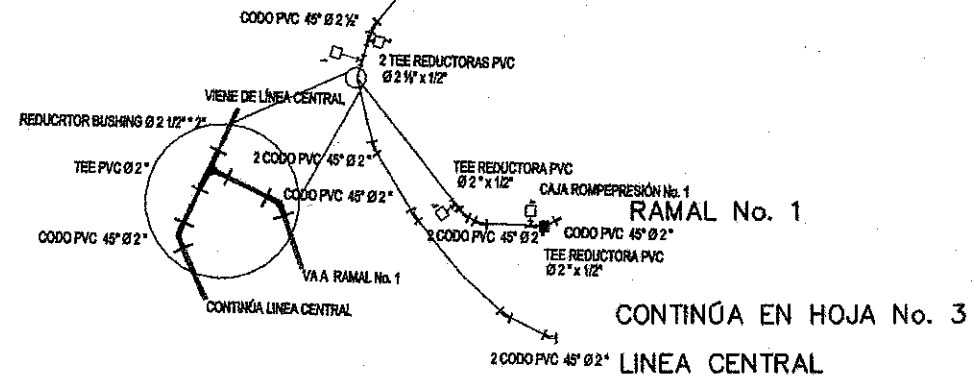
PLANTA GENERAL
ESCALA 1:5000

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

 USAC FACULTAD DE INGENIERÍA	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA. UBICACIÓN: CASERIO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
	PLANO DE PLANTA GENERAL	
FECHA: ENERO DE 2019 ESCALA: INDICADA DISEÑO: DANIEL MALDONADO CÁLCULO: DANIEL MALDONADO DIBUJO: DANIEL MALDONADO No. de (1): ING. OSCAR ARGUERA HERNÁNDEZ CARRÉ: 2009-15226	No. HOJA: 1 14	

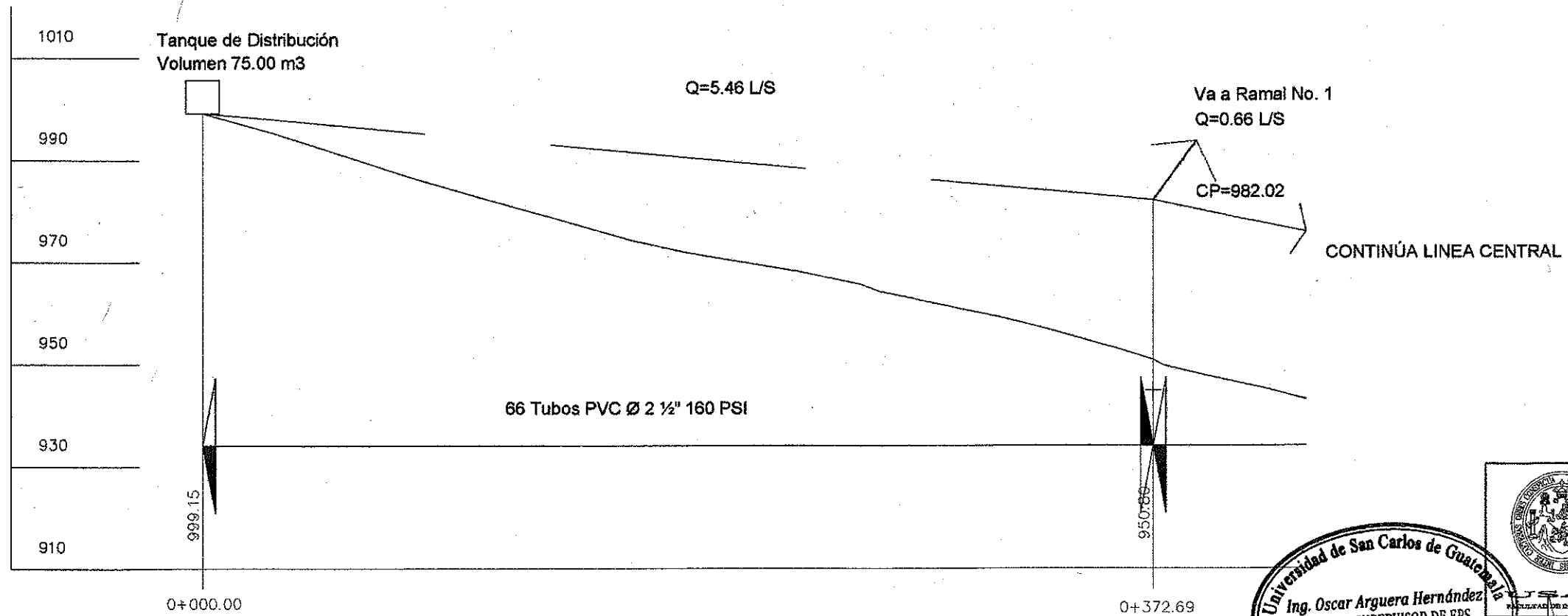
Tanque de Distribución
Volumen 75.00 m³

LÍNEA CENTRAL



PLANTA


ESCALA 1:2000

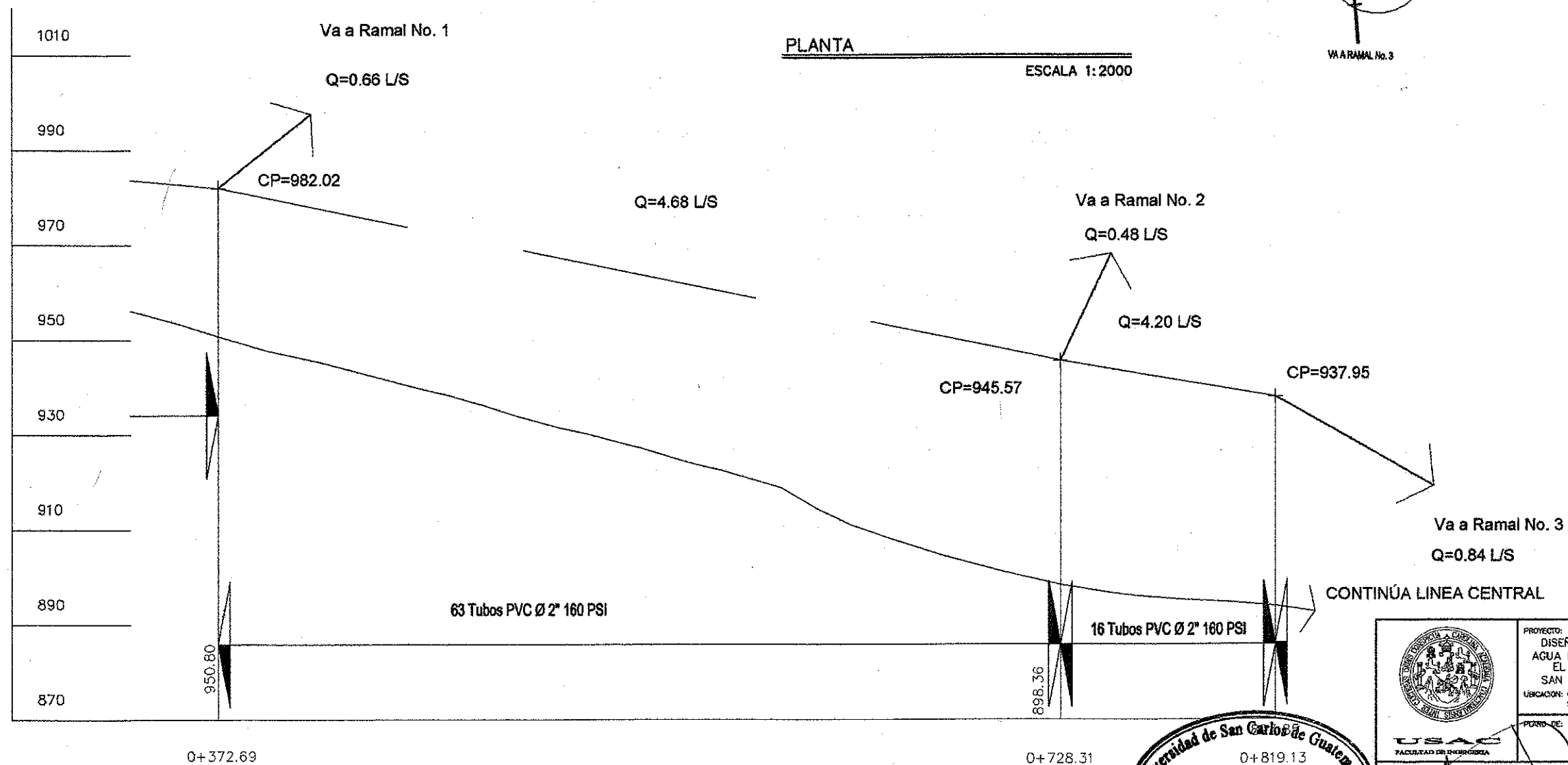
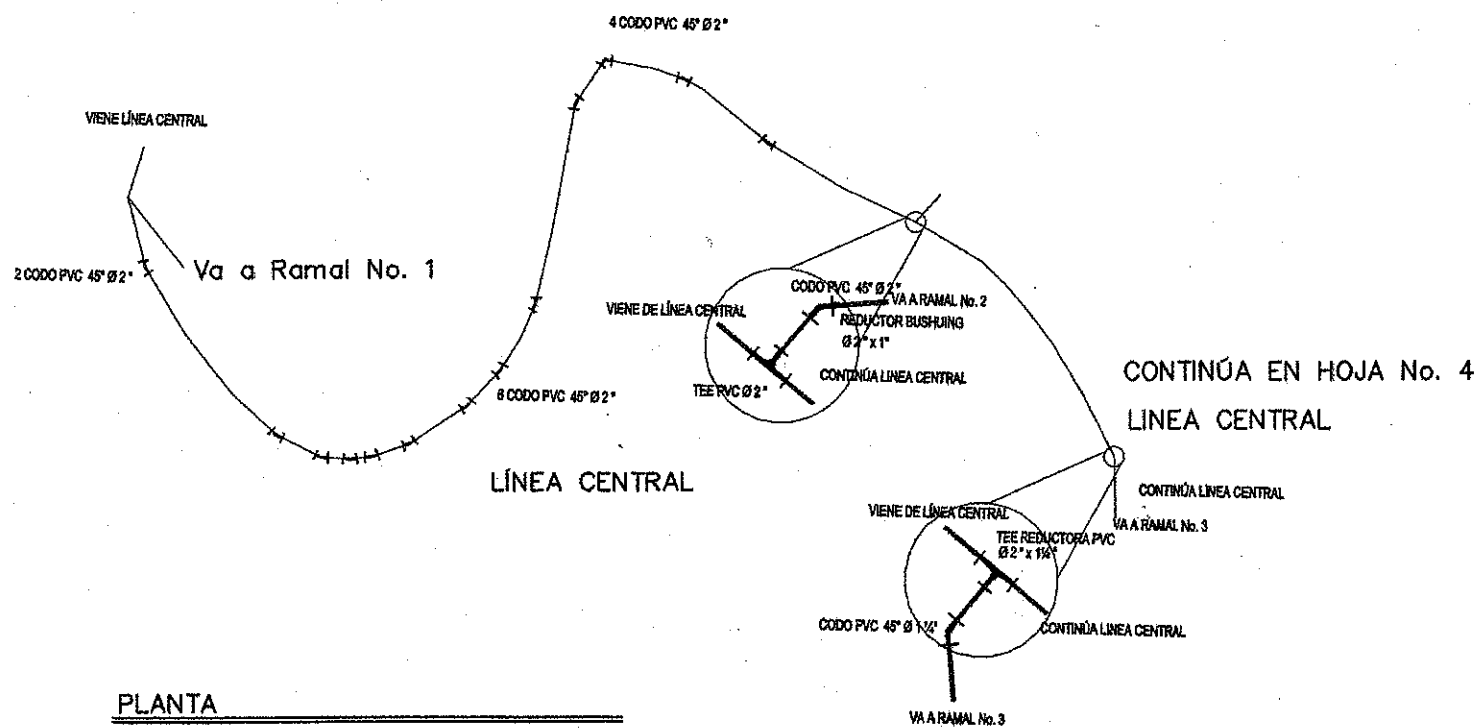
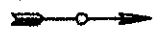


PERFIL

ESCALA H=1:2000
V=1:1000



 PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA. UBICACIÓN: CASERÍO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	PLANO DE	
	PLANTA-PERFIL	
FECHA: ENERO DE 2018	ESCALA: INDICADA	No. HOJA:
DISEÑO: DANIEL WALDONADO	CÁLULO: DANIEL WALDONADO	2/14
DIBUJO: DANIEL WALDONADO	CARNE: 2009-15228	

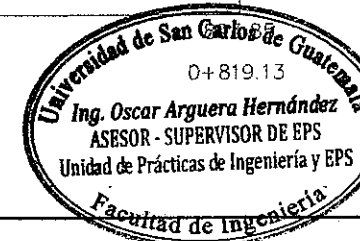


PLANTA

ESCALA 1:2000

PERFIL

ESCALA H=1:2000
V=1:1000



	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
	UBICACIÓN: CASERIO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
PLANTA-PERFIL		
FECHA: ENERO DE 2019	ESCALA: INDICADA	No. HOJA:
DISEÑO: DANIEL MALDONADO	CÁLCULO: DANIEL MALDONADO	3
DIBUJO: DANIEL MALDONADO	No. Ho. (1): ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	14

VIENE DE HOJA No. 3

VIA RAMAL No. 3

2 CODOS PVC 45° Ø 2"

3 CODOS PVC 45° Ø 2"

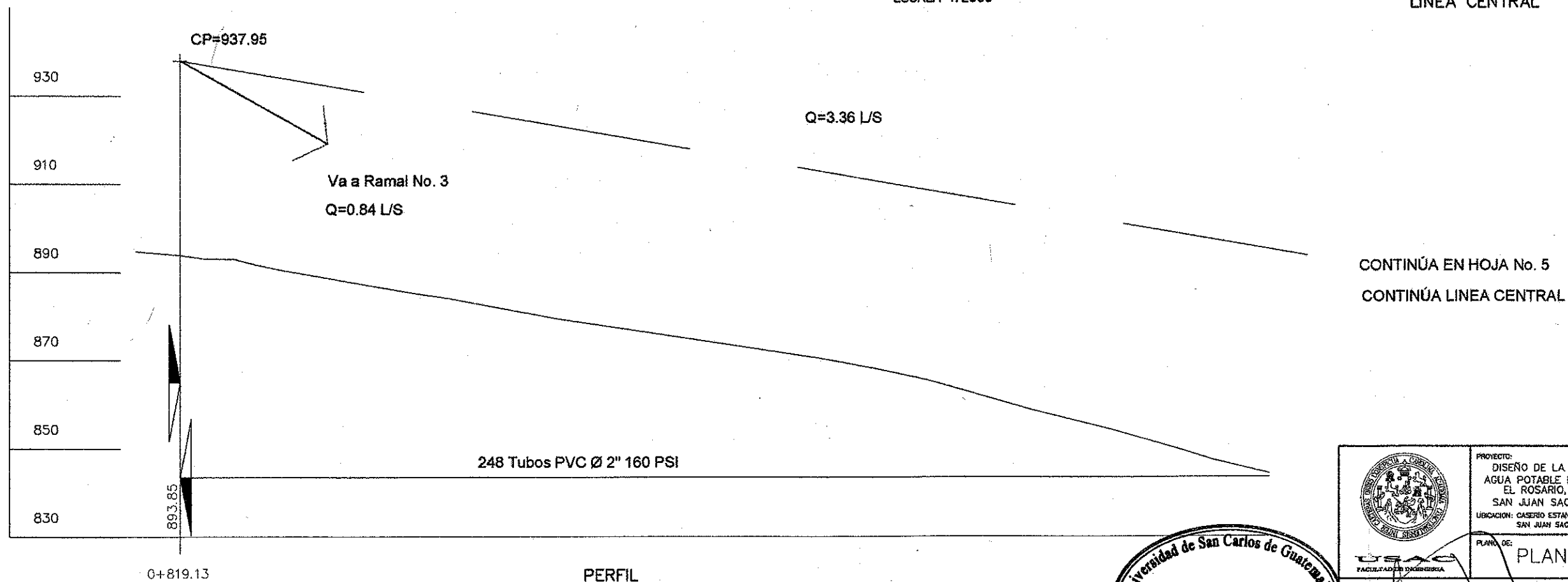
4 CODOS PVC 45° Ø 2"

LÍNEA CENTRAL

PLANTA

ESCALA 1:2000


CONTINÚA EN HOJA No. 5
LÍNEA CENTRAL



PERFIL

ESCALA H=1:2000
V=1:1000



 FACULTAD DE INGENIERIA	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
	UBICACION: CASERIO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
PLANO DE: PLANTA-PERFIL		
FECHA: ENERO DE 2016	ESCALA: INDICADA	No. HOJA:
DISEÑO: DANIEL MALDONADO	CÁLCULO: DANIEL MALDONADO	4
DIBUJO: DANIEL MALDONADO	CARNÉ: 2009-15228	14

VIENE DE HOJA DE No. 4

LÍNEA CENTRAL

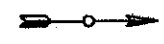
PLANTA

ESCALA 1:2000

Escuela
Iglesia
8 CODOS PVC 45° Ø 2"
8 TEE REDUCTORA PVC Ø 2" x 1 1/2"

CODO PVC 45° Ø 2"

2 TEE REDUCTORA PVC Ø 2" x 1 1/2"



VIENE DE HOJA No. 4

CONTINÚA EN HOJA No. 6
LÍNEA CENTRAL

870
850
830
810
790

Q=3.36 L/S

CONTINÚA EN HOJA No. 6
CONTINÚA LINEA CENTRAL

248 Tubos PVC Ø 2" 160 PSI

PERFIL

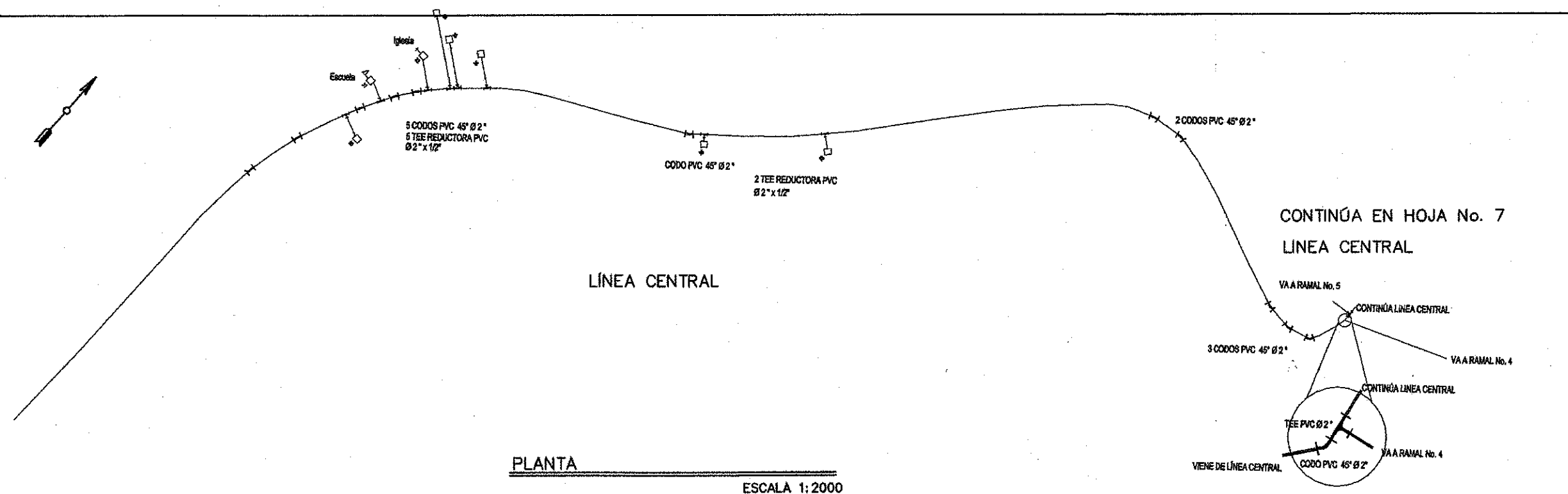
ESCALA H=1:2000
V=1:1000



PROYECTO:
DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO ESTANCAIA
EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.
UBICACION: CASERÍO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.

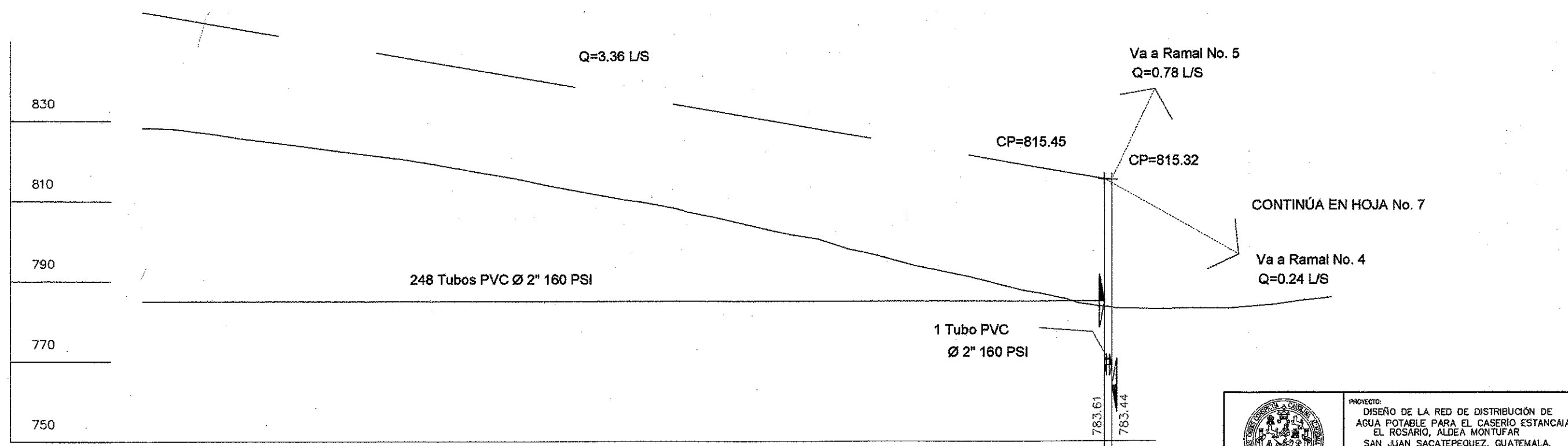
PLANO DE: PLANTA-PERFIL

FECHA: ENERO DE 2018	No. HOJA:
ESCALA: INDICADA	
DISEÑO: DANIEL MALDONADO	5
CÁLCULO: DANIEL MALDONADO	
DIBUJO: DANIEL MALDONADO	
CARRIL: 2009-15228	14

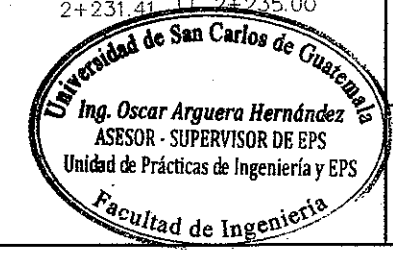


PLANTA
ESCALA 1:2000

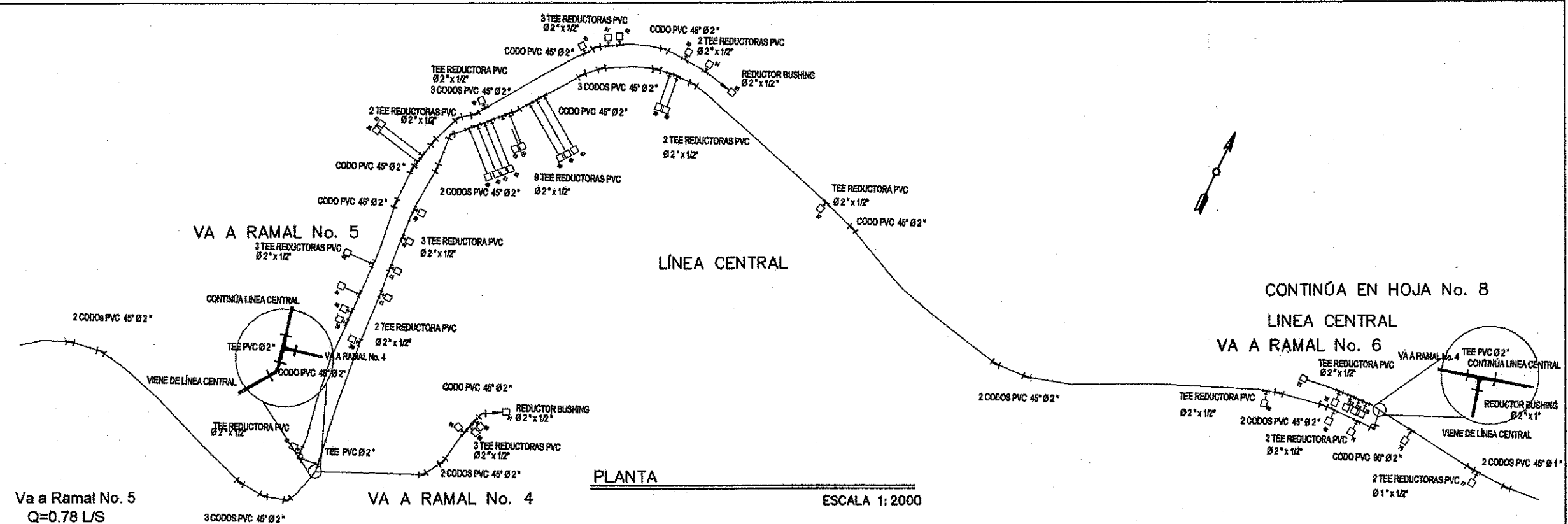
VIENE DE HOJA No. 5



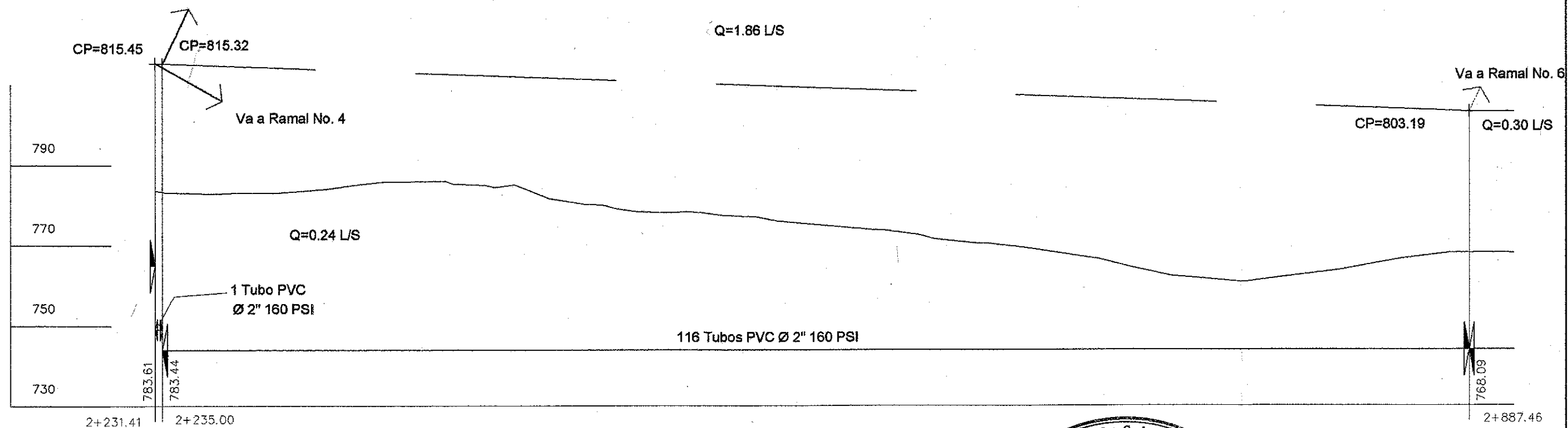
PERFIL
ESCALA H=1:2000
V=1:1000



	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA. UBICACIÓN: CASERIO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
	PLANTA-PERFIL	
FECHA: ENERO DE 2018 ESCALA: INDICADA DISEÑO: DANIEL MALDONADO CÁLCULO: DANIEL MALDONADO DIBUJO: DANIEL MALDONADO No. de. (1): OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ CARRI: 2009-15228	No. HOJA: 6 14	



PLANTA ESCALA 1:2000

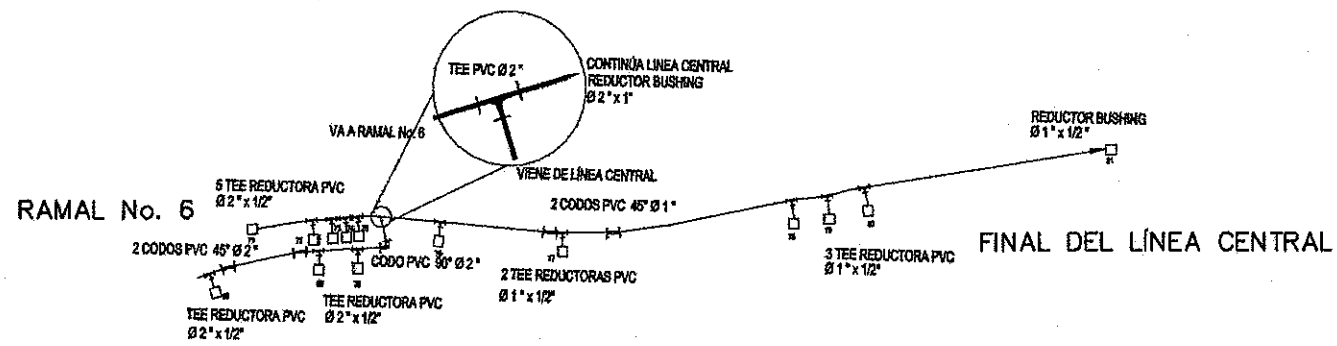
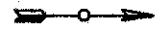


PERFIL ESCALA H=1:2000 V=1:1000



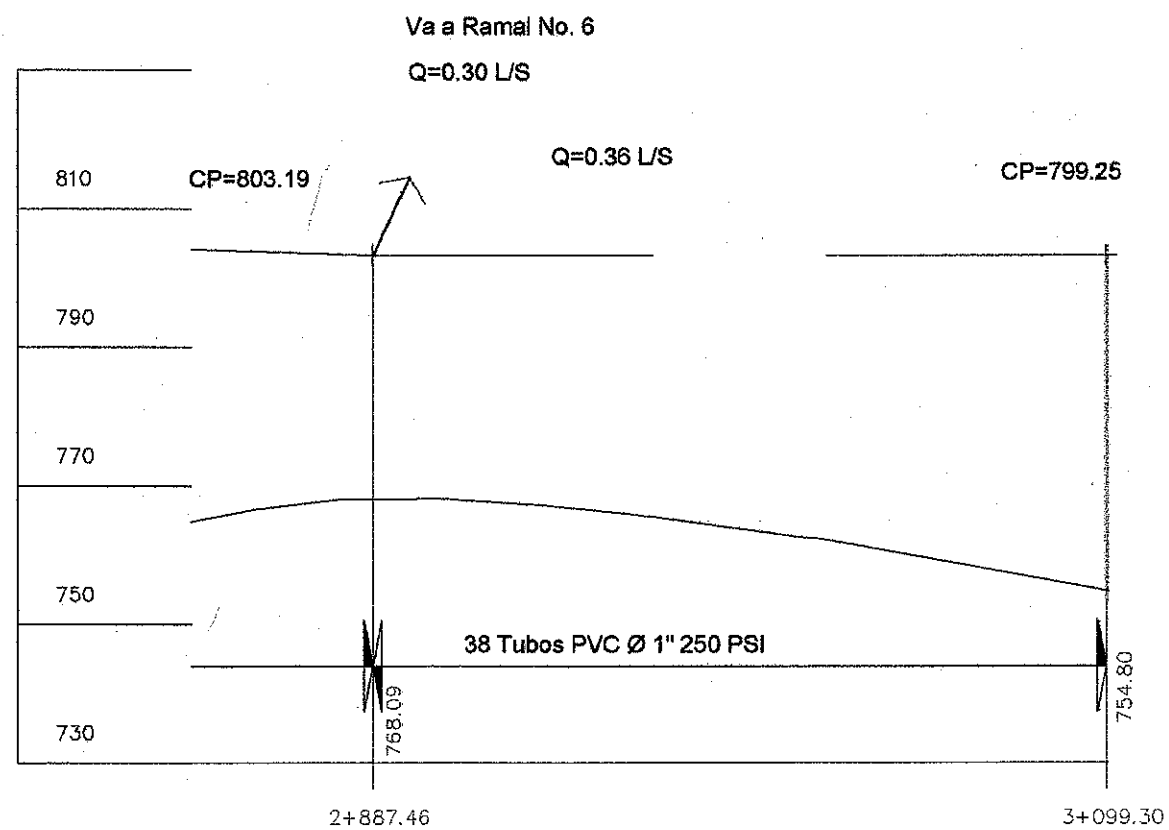
PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.
 UBICACIÓN: CASERIO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.

PLANO DE: PLANTA-PERFIL	
FECHA: ENERO DE 2018	No. HOJA:
ESCALA: INDICADA	7
DISEÑO: DANIEL MALDONADO	14
CÁLCULO: DANIEL MALDONADO	
DEBLAJ: DANIEL MALDONADO	
V. No. (1): ING. OSCAR ARGUERA HERNÁNDEZ	
CARRIBE: 2009-10220	



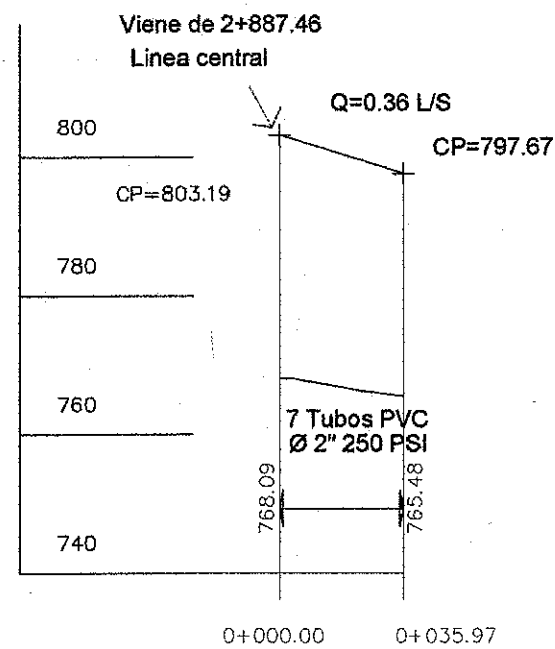
PLANTA

ESCALA 1:2000



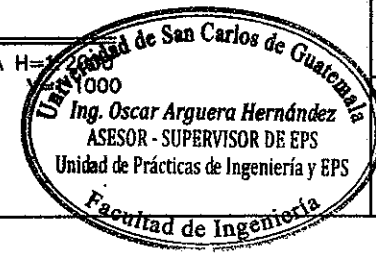
PERFIL FINAL DE EJE CENTRAL


ESCALA H=1:2000
V=1:1000

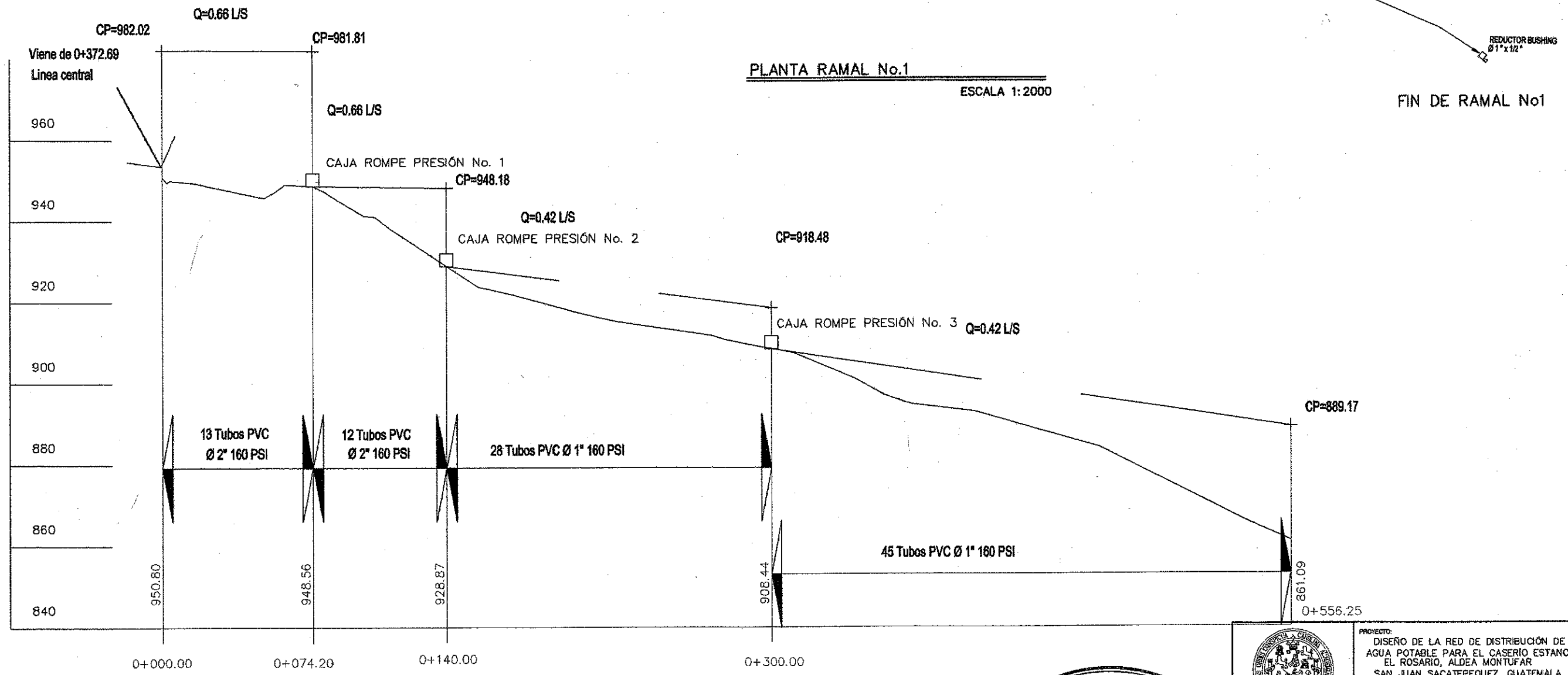
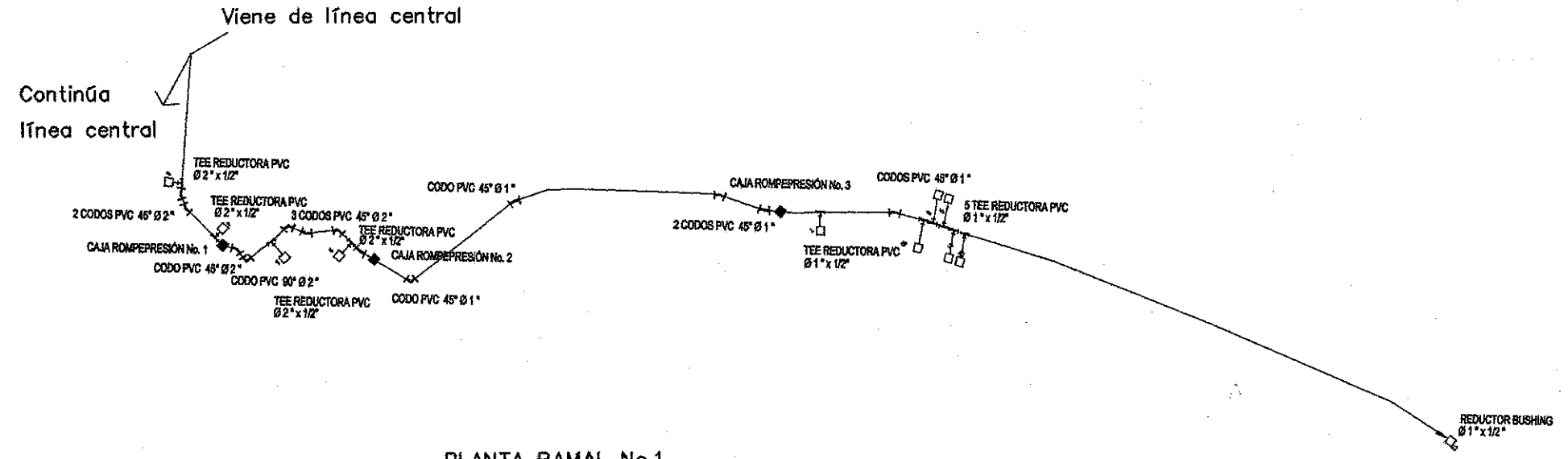
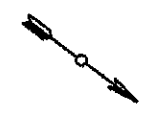


PERFIL RAMAL No.6

ESCALA H=1:2000
V=1:1000



 FACULTAD DE INGENIERÍA	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
	UBICACIÓN: CASERÍO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
PLANO DE PLANTA-PERFIL		
FECHA: ENERO DE 2018 ESCALA: INDICADA DISEÑO: DANIEL MALDONADO CALCULO: DANIEL MALDONADO DIBUJO: DANIEL MALDONADO	No. HOJA: 8	CARNE: 2009-19228

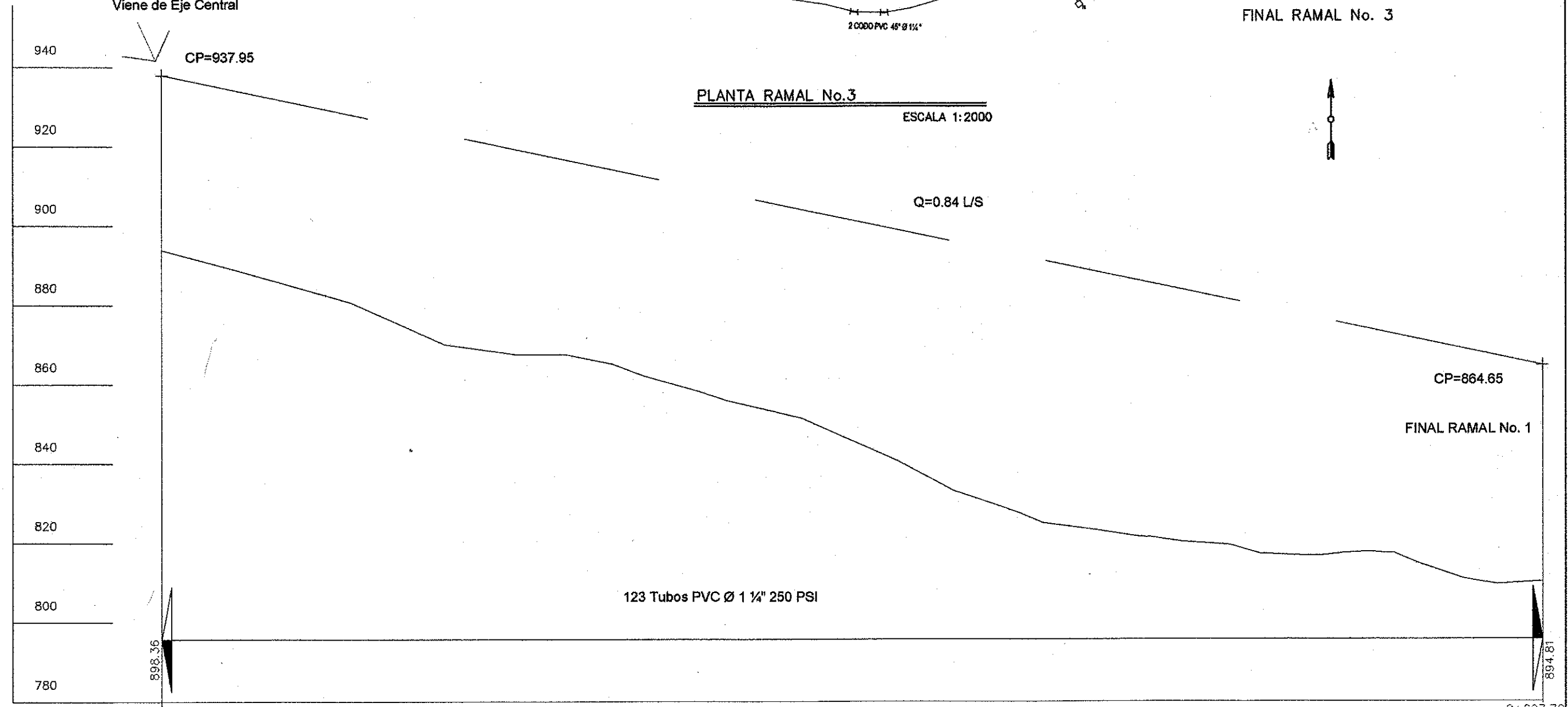
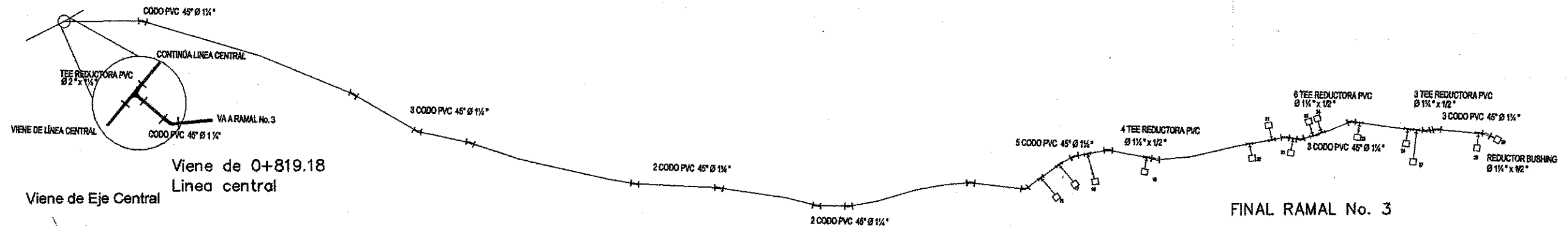


PLANTA RAMAL No.1
ESCALA 1:2000

PERFIL RAMAL No.1
ESCALA H=1:2000
V=1:1000




	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO ESTANCAJA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA. UBICACIÓN: CASERÍO ESTANCAJA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
	PLANTA-PERFIL	
FECHA: ENERO DE 2010 ESCALA: INDICADA DISEÑO: DANIEL MALDONADO CÁLCULO: DANIEL MALDONADO DIBUJO: DANIEL MALDONADO CARRERA: 2009-15228	No. HOJA: 9 14	Ing. Oscar Arguera Hernández

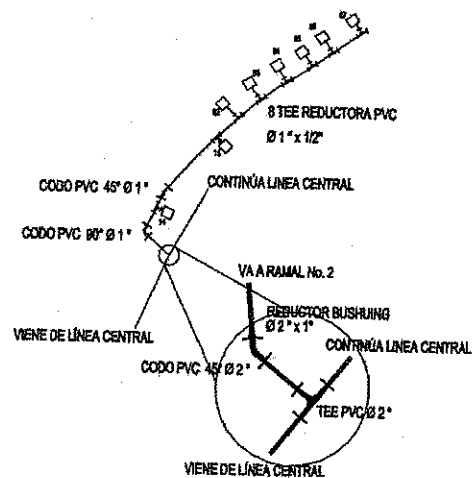


PLANTA RAMAL No.3
ESCALA 1:2000

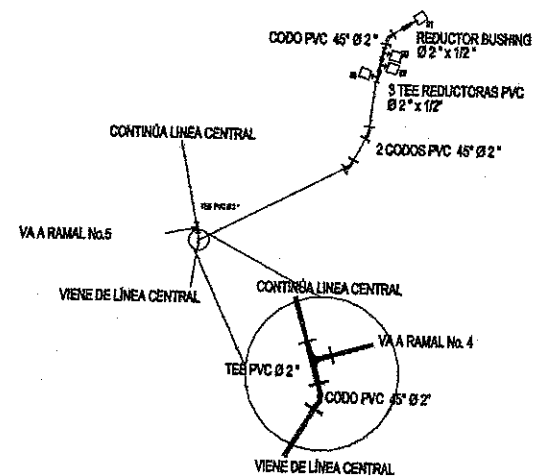
PERFIL RAMAL No.3
ESCALA H=1:2000
V=1:1000



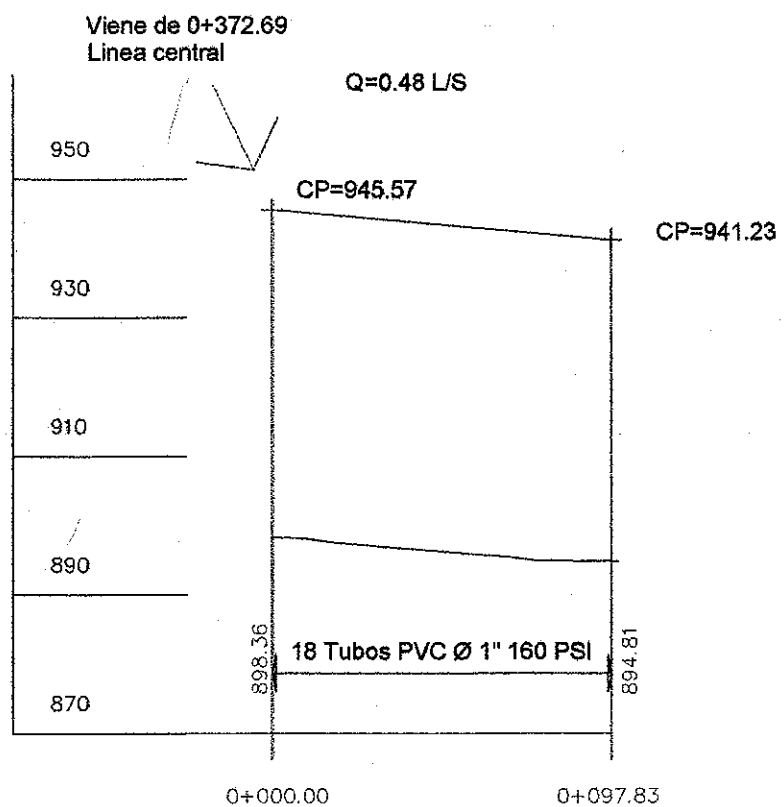
 USAC FACULTAD DE INGENIERIA	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA. UBICACIÓN: CASERÍO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL	
FECHA: ENERO DE 2018 ESCALA: INDICADA DISEÑO: DANIEL MALDONADO CÁLCULO: DANIEL MALDONADO DIBUJO: DANIEL MALDONADO No. Hoja: 10/14 CARR: 2009-18228	No. Hoja: 10/14	



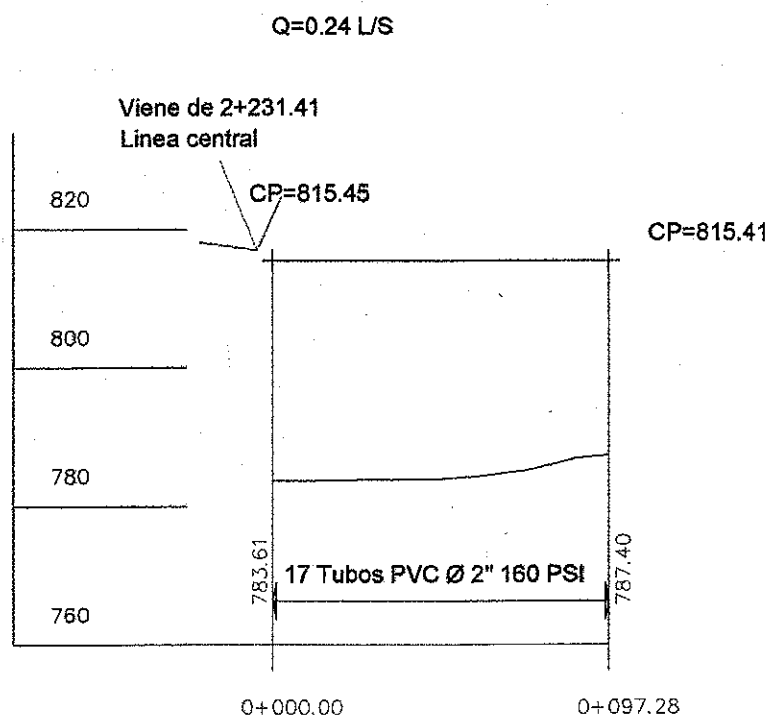
PLANTA RAMAL No.2
ESCALA 1:2000



PLANTA RAMAL No.4
ESCALA 1:2000



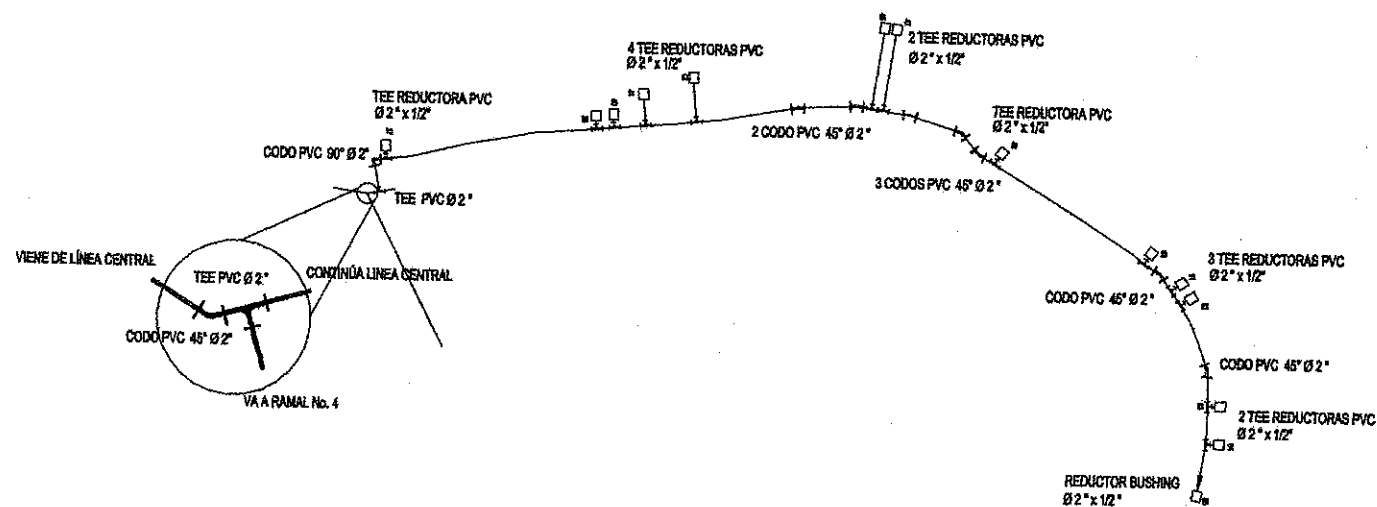
PERFIL RAMAL No.2
ESCALA H=1:2000
V=1:1000



PERFIL RAMAL No.4
ESCALA H=1:2000
V=1:1000

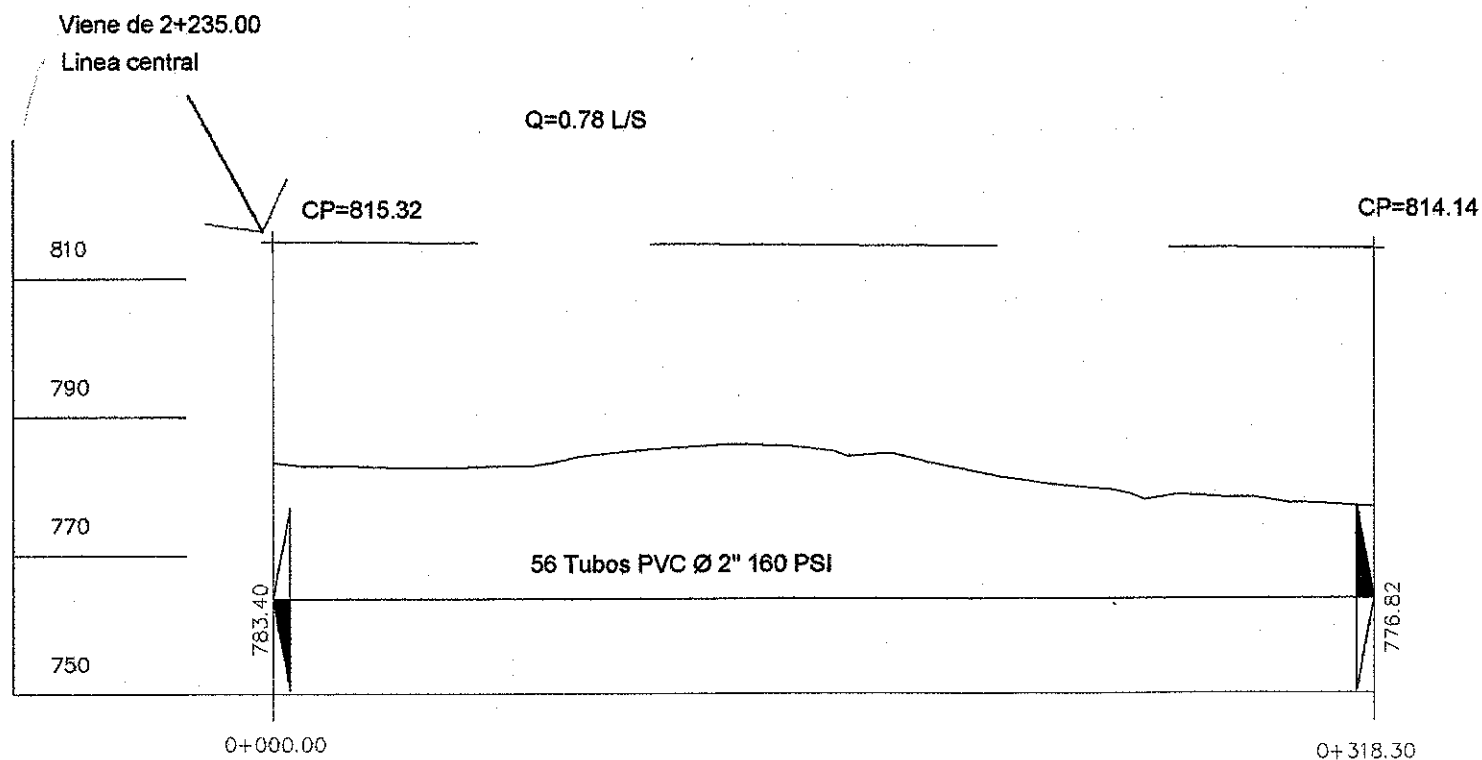


 USAC FACULTAD DE INGENIERIA	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA. UBICACIÓN: CASERIO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL	
FECHA: ENERO DE 2010 ESCALA: INDICADA DISEÑO: DANIEL WALDONADO CALCULO: DANIEL WALDONADO DEBIDO: DANIEL WALDONADO CARRIBE: 2009-15226	No. HOJA: 11 14	



PLANTA RAMAL No.5

ESCALA 1:2000

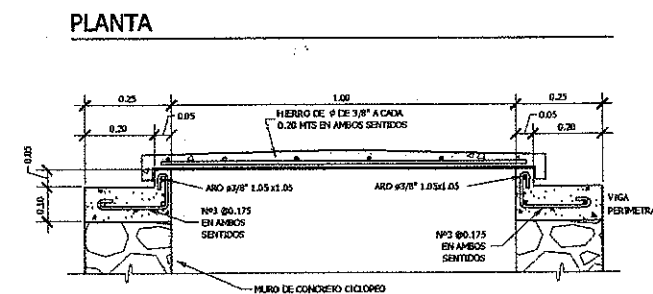
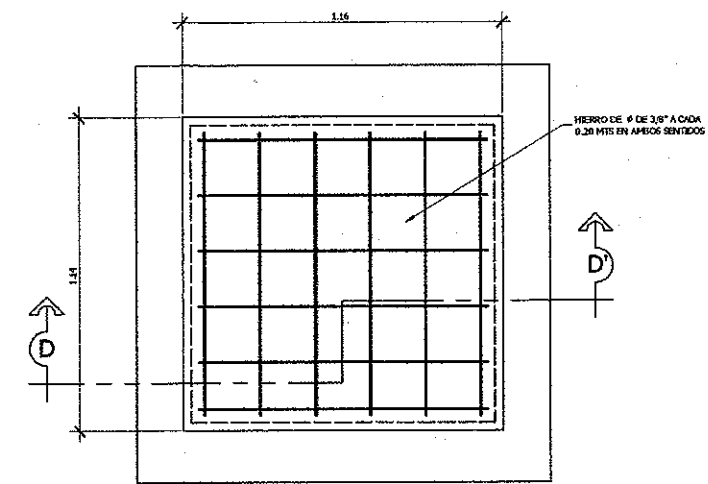
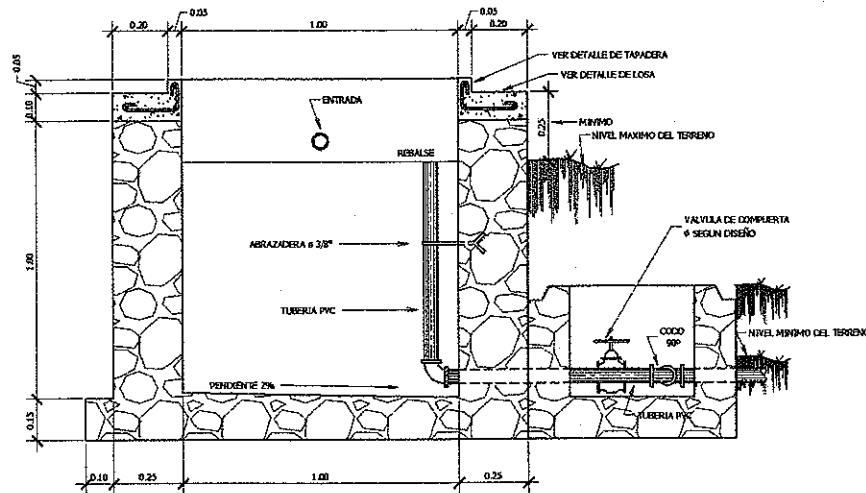
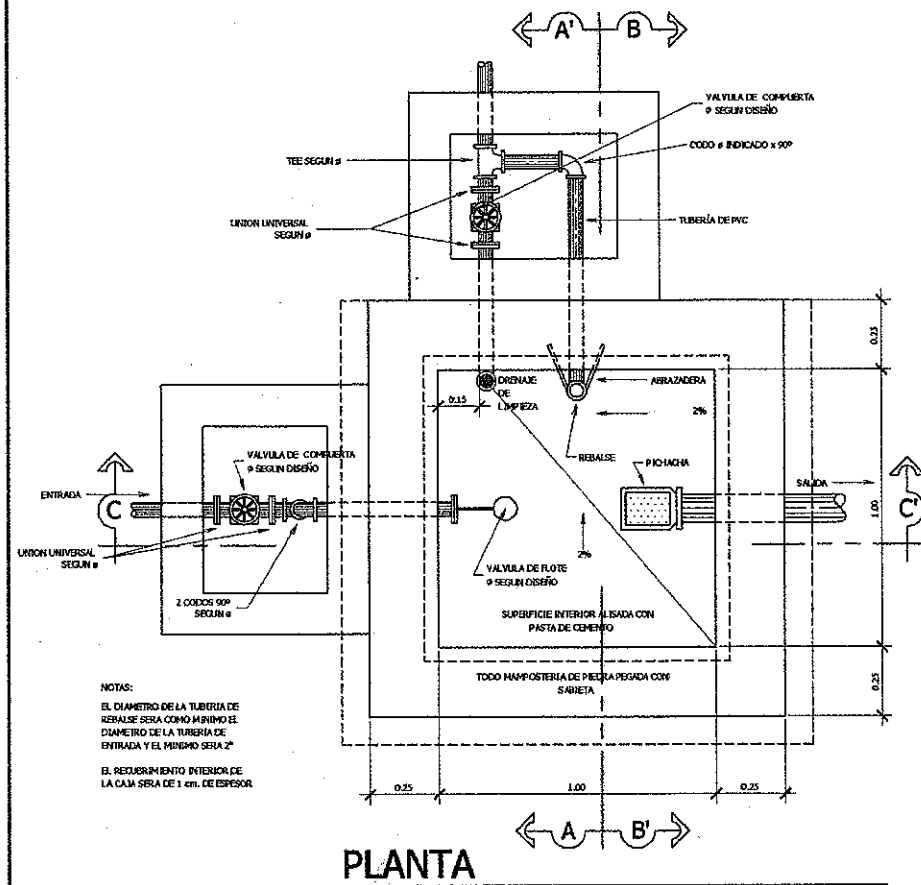


PERFIL RAMAL NO5

ESCALA H=1:2000
V=1:1000

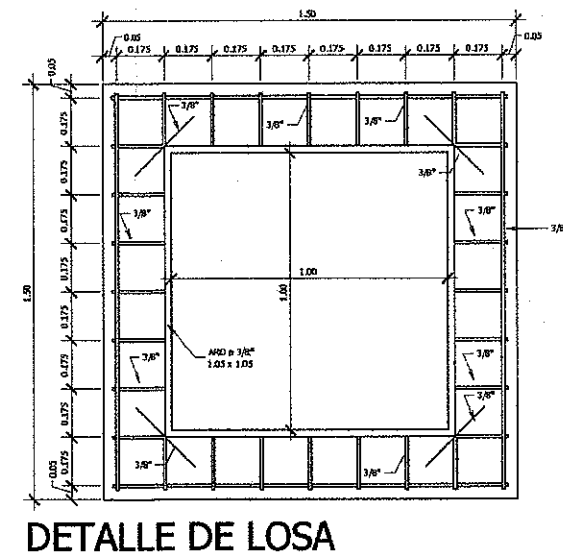
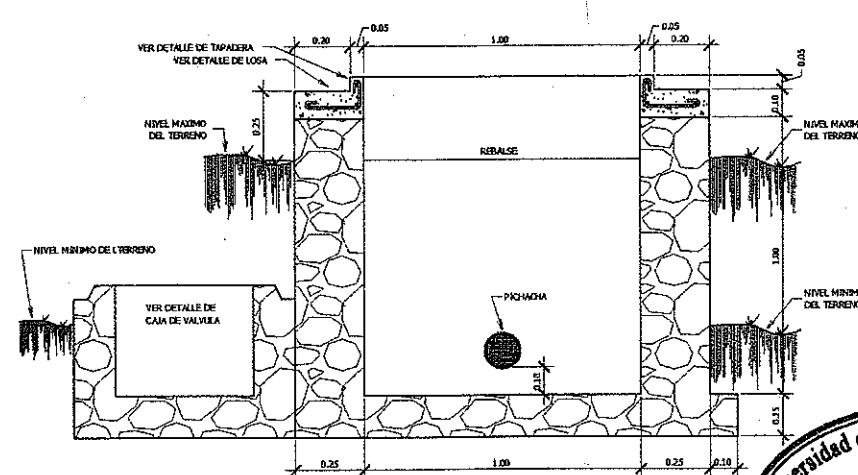
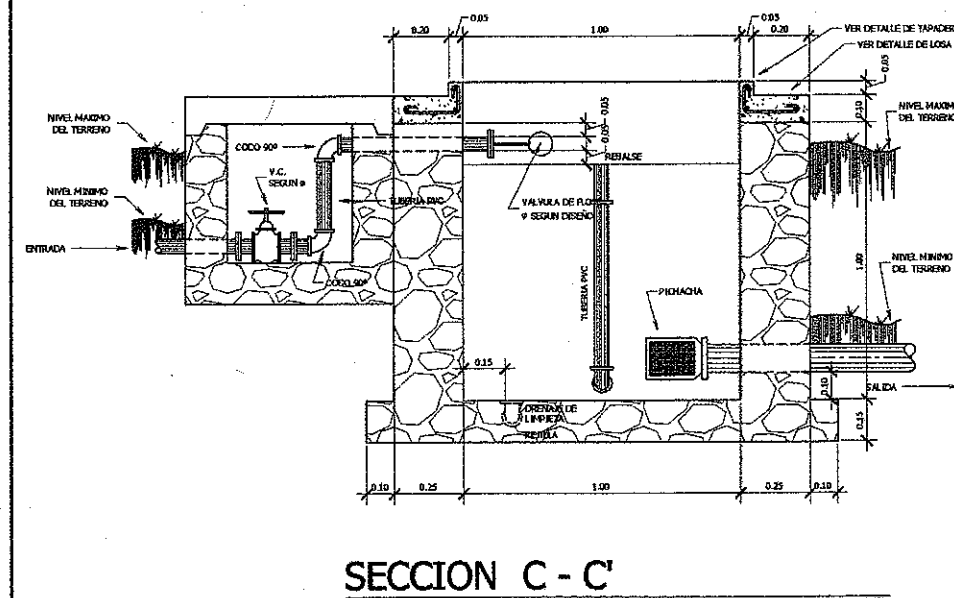


 USAC FACULTAD DE INGENIERIA	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA. UBICACION: CASERIO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL	
FECHA: ENERO DE 2018 ESCALA: INDICADA DISEÑO: DANIEL MALDONADO CÁLCULO: DANIEL MALDONADO DIBUJO: DANIEL MALDONADO Yo. Do. (C) Ing. OSCAR ARGUERA HERNANDEZ CARNÉ: 2009-10228	No. HOJA: 12 14	



DETALLE DE TAPADERA

ESPECIFICACIONES		
MAMPOSTERIA DE PIEDRA PIEDRA SOLA 100% MORTERO 40% EL MORTERO A UTILIZAR SABIETA PROPORCIÓN DE MEZCLA CEMENTO - ARENA - PIEDRA (1 : 2 : 3)	CONCRETO F _c = 210 Kg/cm ² = 2000 Psi/402 PROPORCIÓN DE MEZCLA CEMENTO - ARENA - PIEDRA (1 : 2 : 3)	HIERRO F _y = 235 Kg/cm ² = 33000 Psi/482 VARILLAS CORBUJADAS ESPECIFICACIÓN ASTM A 63-02T GRADO ESTRUCTURAL 33



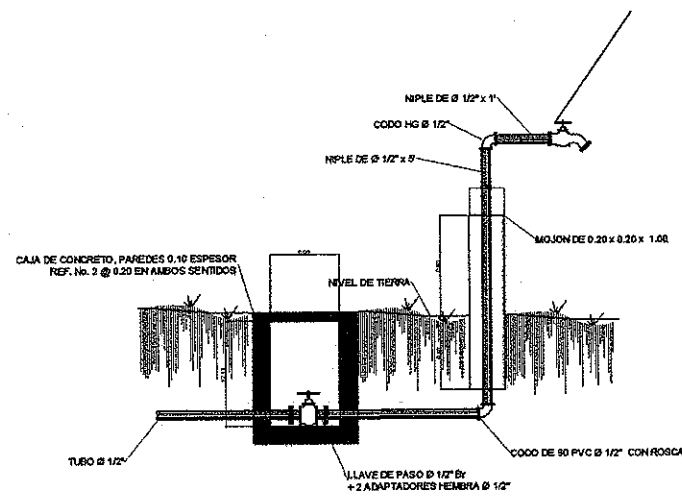
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Oscar Arguera Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO ESTANCAJA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.
UBICACIÓN: CASERÍO ESTANCAJA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.

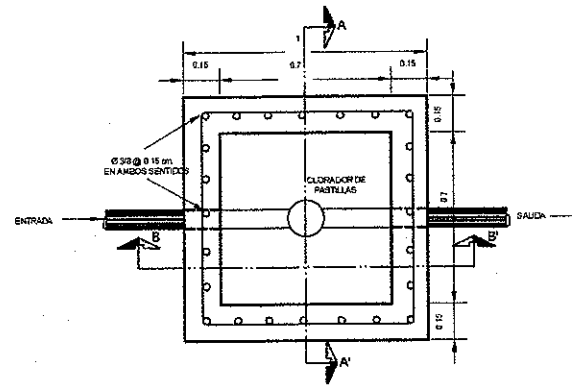
PLANO DE:
CAJA ROMPRESIÓN CON FLOTE

FECHA: ENERO DE 2016
ESCALA: SIN ESCALA
DISEÑO: DANIEL MALDONADO
DIBUJO: DANIEL MALDONADO
CARGO: 2009-15726

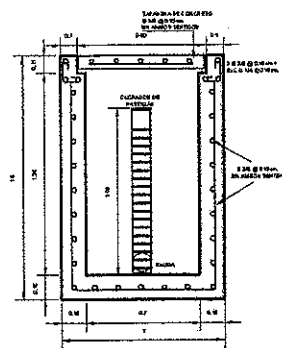
No. HOJA: 13
14



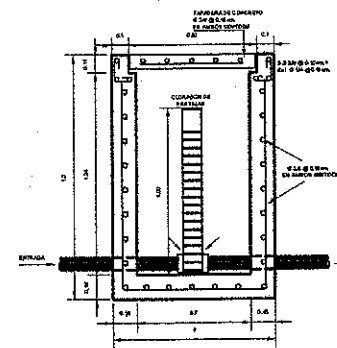
DETALLE DE CONEXION PREDIAL



PLANTA



SECCION A-A'



SECCION B-B'



	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA. UBICACIÓN: CASERIO ESTANCAIA EL ROSARIO, ALDEA MONTUFAR SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
	PLANO DE: CAJA DE CLORACIÓN DE PASTILLAS + CONEXIONES PEDIALES	
	FECHA: ENERO DE 2016	No. FIGURA:
	ESCALA: INECADA	
	DISEÑO: DANIEL MALDONADO	
	CÁLCULO: DANIEL MALDONADO	14
	DIBUJO: DANIEL MALDONADO	
	CARNE: 2009-18228	14

PROYECTO: ACUEDUCTO RURAL

UBICACIÓN: SAN JUAN SACATEPEQUEZ

MÉTODO: HAZEN & WILLIAMS

EST	P.O.	DISTANCIA		COTA DE TERRENO		COTA DE ROMPE PRESIÓN	COTA PIEZOMETRICA INICIAL	CAUDAL L/S	MATERIA DEL TUBO	VALOR DE C	Ø DE LA TUBERIA	CANTIDAD DE TUBOS	CAPACIDAD LOS TUBOS PSI	VELOCIDAD M/S. 0.60 - 3.00	Hf	COTA PIEZOMETRICA FINAL	PRESION ESTATICA		PRESION DINAMICA	
		ACUMULADA INICIAL	CUMULADA FINAL	INICIAL	FINAL												INICIAL	FINAL		

Distribución

0	372.69	0.00	372.69	999.15	950.80	999.15	999.15	5.46	PVC	150.00	2.50	66	160.00	1.72	17.13	982.02	0.00	48.35	0.00	31.22
372.69	728.31	372.69	728.31	950.80	898.36	999.15	982.02	4.68	PVC	150.00	2.00	63	160.00	2.31	36.44	945.57	48.35	100.79	31.22	47.21
728.31	819.13	728.31	819.13	898.36	893.85	999.15	945.57	4.20	PVC	150.00	2.00	16	160.00	2.07	7.62	937.95	100.79	105.30	47.21	44.10
819.13	2231.41	819.13	2231.41	893.85	783.61	893.85	893.85	3.36	PVC	150.00	2.00	248	160.00	1.66	78.40	815.45	0.00	110.24	0.00	31.84
2231.41	2235	2231.41	2235.00	783.61	783.44	893.85	815.45	2.64	PVC	150.00	2.00	1	160.00	1.30	0.13	815.32	110.24	110.41	31.84	31.88
2235	2887.46	2235.00	2887.46	783.44	768.09	893.85	815.32	1.86	PVC	150.00	2.00	115	160.00	0.92	12.13	803.19	110.41	125.76	31.88	35.10
2887.46	3099.3	2887.46	3099.30	768.09	754.80	893.85	803.19	0.36	PVC	150.00	1.00	38	250.00	0.71	5.52	797.67	125.76	139.05	35.10	42.87
0	74.2	0.00	74.20	950.80	948.56	999.15	982.02	0.66	PVC	150.00	2.00	12	160.00	0.33	0.20	981.81	48.35	50.59	31.22	33.25
74.2	140	74.20	140.00	948.56	928.87	948.56	948.56	0.66	PVC	150.00	2.00	11	160.00	0.33	0.38	948.18	0.00	19.69	0.00	19.31
140	300	140.00	300.00	928.87	908.44	928.87	928.87	0.42	PVC	150.00	1.00	28	160.00	0.83	10.39	918.48	0.00	20.43	0.00	10.04
300	556.25	300.00	556.25	908.44	861.09	908.44	908.44	0.42	PVC	150.00	1.00	44	160.00	0.83	19.27	889.17	0.00	47.35	0.00	28.08
0	97.83	0.00	97.83	898.36	894.81	999.15	945.57	0.48	PVC	150.00	1.00	17	160.00	0.95	4.34	941.23	100.79	104.34	47.21	46.42
0	697.72	0.00	697.72	893.85	810.19	893.85	893.85	0.84	PVC	150.00	1.25	122	250.00	1.06	29.40	864.45	0.00	188.96	0.00	54.26
0	97.28	0.00	97.28	783.61	787.40	893.85	815.45	0.24	PVC	150.00	2.00	17	160.00	0.12	0.04	815.41	110.24	211.75	31.84	28.01
0	318.3	0.00	318.30	783.44	776.82	893.85	815.32	0.78	PVC	150.00	2.00	55	160.00	0.38	1.19	814.14	110.41	222.33	31.88	37.32
0	35.97	0.00	35.97	768.09	765.48	893.85	803.19	0.30	PVC	150.00	2.00	6	250.00	0.15	0.02	803.17	125.76	233.67	35.10	37.69

2.5 66
2 429
1.25 122
1 99