



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA
LA EMBAULADA, MUNICIPIO DE SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ,
DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**

Erick Estuardo Anguiano Araujo

Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, agosto de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA
LA EMBAULADA, MUNICIPIO DE SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ,
DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ERICK ESTUARDO ANGUIANO ARAUJO

ASESORADO POR EL ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Inga. Mayra García de Sierra
EXAMINADOR	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo 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 DE LA ALDEA
LA EMBAULADA, MUNICIPIO DE SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ,
DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 22 de abril de 2008.



Erick Estuardo Anguiano Araujo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

13
Guatemala, 07 de agosto de 2008
REF.EPS.D:445.08.08

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor – Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S), de el (la) estudiante universitario (a) **ERICK ESTUARDO ANGUIANO ARAUJO** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **95-14358**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LA EMBAULADA, MUNICIPIO DE SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ”**.

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”

Ángel Roberto Sic García
Asesor – Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



ARSG/as

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 13 de agosto de 2008
REF.EPS.D.445.08.08

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson:

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 LA EMBAULADA, MUNICIPIO DE SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ"** que fue desarrollado por el (la) estudiante universitario (a) **ERICK ESTUARDO ANGUIANO ARAUJO**, quien fue debidamente asesorado (a) y supervisado (a) por el Ingeniero (a) **Ángel Roberto Sic García**.

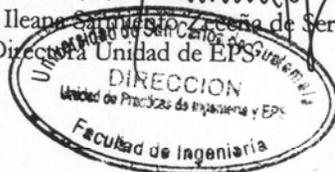
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor (a) - Supervisor (a) de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Norma Ileana Sánchez de Serrano
Directora Unidad de EPS



NISZ/as

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Guatemala,
8 de agosto de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA LA EMBAULADA, MUNICIPIO DE SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Erick Estuardo Anguiano Araujo, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

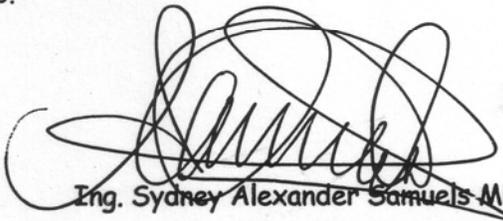
/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Ángel Roberto Sic García y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Erick Estuardo Anguiano Araujo, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LA EMBAULADA, MUNICIPIO DE SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, agosto 2008.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.232.08

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 LA EMBAULADA, MUNICIPIO DE SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**, presentado por el estudiante universitario Erick Estuardo Anguiano Araujo, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, agosto 2008

/cc

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por estar conmigo en todo momento, darme sabiduría, guiarme, protegerme y permitirme lograr este triunfo.
Mis padres	Raúl Eduardo Anguiano Estrada Maria del Carmen Araujo Navas de Anguiano
Mis hermanos	Raúl Eduardo, Maricarmen y Vivian Mercedes
Mi novia	Euda María Carías Morales
Ing. Angel Sic	Por su colaboración y apoyo como mi asesor y supervisor.
La Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez	Por permitirme realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado.
La Oficina Municipal de Planificación	Por el apoyo, la colaboración que me brindaron y en especial a Sindy Paz, por su amistad, guía y asesoría para realizar mi EPS.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por permitirme alcanzar este triunfo.

Mis padres

Raúl Eduardo Anguiano Estrada
Maria del Carmen Araujo Navas de Anguiano,
gracias por sus consejos y el apoyo que me
han brindado, sin los cuales no hubiera logrado
este éxito.

Mis hermanos

Raúl Eduardo, Maricarmen y Vivian Mercedes,
por estar conmigo siempre que los necesité.

Mi novia

Euda María Carías Morales, gracias por tu
paciencia y amor incondicional.

ÍNDICE GENERAL

LISTA DE SÍMBOLOS	V
LISTA DE ABREVIATURAS	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía de San Lucas Sacatepéquez	1
1.1.1. Aspectos generales	1
1.1.2. Localización del municipio	1
1.1.3. Ubicación geográfica	1
1.1.4. Aspectos topográficos	2
1.1.5. Vías de acceso	2
1.1.6. Clima	2
1.1.7. Colindancias	3
1.1.8. Turismo	3
1.1.9. Demografía	3
1.1.9.1 Población	3
1.1.9.2 Distribución de viviendas	4
1.1.9.3 Tipología de viviendas	4
1.1.10 Idioma	4
1.1.11 Aspectos económicos	4
1.1.12 Servicios existentes	5

1.2.	Problemas y necesidades identificados	6
1.3.	Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos del municipio de San Lucas Sacatepéquez	6
1.3.1	Descripción de las necesidades	6
1.3.2	Priorización de las necesidades	6

2 FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea La Embaulada, municipio de San Lucas Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez	7
2.1.1	Descripción del proyecto	7
2.1.2	Aspectos preliminares	7
2.1.3	Levantamiento topográfico	8
2.1.3.1	Planimetría	8
2.1.3.2	Altimetría	8
2.1.4	Diseño del sistema	9
2.1.4.1	Descripción del sistema a utilizar	9
2.1.4.2	Diseño hidráulico	10
2.1.4.2.1	Período de diseño	10
2.1.4.2.2	Población de diseño	10
2.1.4.2.3	Dotación	11
2.1.4.2.4	Factor de retorno	11
2.1.4.2.5	Factor de flujo instantáneo	11
2.1.4.2.6	Caudal sanitario	12
2.1.4.2.6.1	Caudal domiciliar	12
2.1.4.2.6.2	Caudal de infiltración	12

2.1.4.2.6.3	Caudal por conexiones ilícitas	13
2.1.4.2.6.4	Caudal comercial e industrial	13
2.1.4.2.7	Factor de caudal medio	13
2.1.4.2.8	Caudal de diseño	14
2.1.4.2.9	Diseño de secciones y pendientes	15
2.1.4.2.10	Velocidades máximas y mínimas	15
2.1.4.2.11	Cotas invert	15
2.1.4.2.12	Diámetro de tuberías	16
2.1.4.2.13	Profundidad de tuberías	16
2.1.4.2.14	Pozos de visita	16
2.1.4.2.15	Conexiones domiciliarias	17
2.1.5	Plan de operación y mantenimiento del sistema	19
2.1.6	Elementos de un alcantarillado sanitario	21
2.1.7	Tratamiento de aguas servidas	21
2.1.8	Características del agua residual	21
2.1.8.1	Características de los residuos	22
2.1.8.2	Cantidad de sólidos de las aguas negras	22
2.1.8.3	Modo de descomposición	22
2.1.8.4	Selección del tipo de tratamiento a utilizar	22
2.1.8.4.1	Propuesta del tratamiento	23
2.1.8.5	Elaboración de planos	23
2.1.8.6	Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario	23
2.1.8.7	Estudio socioeconómico	24
2.1.8.7.1	Valor presente neto (VPN)	24
2.1.8.8	Tasa interna de retorno (TIR)	25
2.1.8.9	Estudio de Impacto Ambiental	27
2.1.8.9.1	Identificación de los impactos	27

CONCLUSIONES	29
RECOMENDACIONES	31
BIBLIOGRAFÍA	33
APÈNDICE	35

LISTA DE ABREVIATURAS

C	Coeficiente de fricción en la tubería
DH	Distancia horizontal
f_{qm}	Factor de caudal medio
H	Peralte total del elemento en sección
H_f	Pérdida por fricción en la tubería
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
L/seg	Litros por segundo
L/hab/día	Litros por habitante por día
PV	Pozo de visita
PVC	Cloruro de polivinilo
Q	Caudal en litros por segundo
Q_{dom}	Caudal domiciliar
Q_{ilíc}	Caudal de conexiones ilícitas
Q_{inf}	Caudal de infiltración
Q_{med}	Caudal medio
q/Q	Relación de caudales
r	Tasa de crecimiento poblacional
V	Velocidad en metros por segundo
v/V	Relación de velocidades
∅	Diámetro
%	Porcentaje

GLOSARIO

Aguas negras	Se refieren a las aguas de desecho provenientes de usos domésticos, comerciales e industriales.
Altimetría	Parte de la topografía que trata de la medida de longitud vertical del terreno, que indica la diferencia de altitud entre el punto en que se está situado y un punto de referencia.
Candela	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que los conduce al sistema de drenaje.
Caudal	Es el volumen de agua que pasa por una sección de flujo por unidad de tiempo.
Colector	Tubería generalmente de servicio público, que recibe y conduce las aguas negras indeseables de la población al lugar de descarga.
Colector principal	Sucesión de tramos, que partiendo de la descarga, siguen la dirección de los gastos mayores.
Cota invert	Cota de la parte inferior del tubo ya instalado.

Descarga	Lugar donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector, las que pueden estar crudas o tratadas.
Dotación	Estimación de la cantidad de agua promedio que consume cada habitante por día.
Período de diseño	Tiempo durante el cual, la obra diseñada presentará un servicio satisfactorio.
Planimetría	Parte de la topografía que trata de la medida de longitud horizontal del terreno y de la medida de superficies horizontales del mismo.
Topografía	Es la ciencia que determina las dimensiones y el contorno (o características tridimensionales) de la superficie de la tierra, a través de la medición de distancias, direcciones y elevaciones.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), desarrollado en la aldea La Embaulada, municipio de San Lucas Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez. Se presenta el diseño del sistema de alcantarillado sanitario; se describen algunas consideraciones para el diseño del sistema, así como el procedimiento para determinar el caudal sanitario, velocidades, diámetros de tubería, cotas invert y la profundidad de los pozos de visita. Además, se presenta un estudio socioeconómico del proyecto.

OBJETIVOS

GENERALES

1. Resolver una necesidad de las comunidades del interior del país.
2. Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para la aldea La Embaulada, municipio de San Lucas Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez.

ESPECÍFICOS

1. Capacitar a los miembros del Comité de la aldea La Embaulada sobre aspectos de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado.
2. Desarrollar una investigación de tipo monográfica y el diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos del municipio de San Lucas Sacatepéquez.

INTRODUCCIÓN

La salud es un aspecto fundamental para el desarrollo de una comunidad. La escasez de los servicios más elementales es un hecho usual en las comunidades de nuestro país, y es un problema con consecuencias sociales, políticas, sanitarias, ambientales, etc. Debido a esto, es de suma importancia suplir dichas necesidades, para mejorar el nivel y la calidad de vida de los habitantes de una comunidad.

En el primer capítulo se presenta una breve descripción monográfica del municipio de San Lucas Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez.

En el segundo capítulo se presenta la planificación y diseño del sistema de alcantarillado sanitario, para la aldea La Embaulada, de acuerdo con las consideraciones necesarias para la elaboración del mismo. Además, se presentan las medidas de mitigación de impacto ambiental, así como el respectivo estudio socioeconómico para dicho proyecto.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía de San Lucas Sacatepéquez

1.1.1 Aspectos generales

San Lucas Sacatepéquez fue uno de los poblados fundados en Sacatepéquez, durante el siglo XVI, por los españoles. La fiesta titular del patrono del pueblo se celebra del 17 al 19 de octubre. El día principal es el 18, en el que la Iglesia conmemora a San Lucas Evangelista.

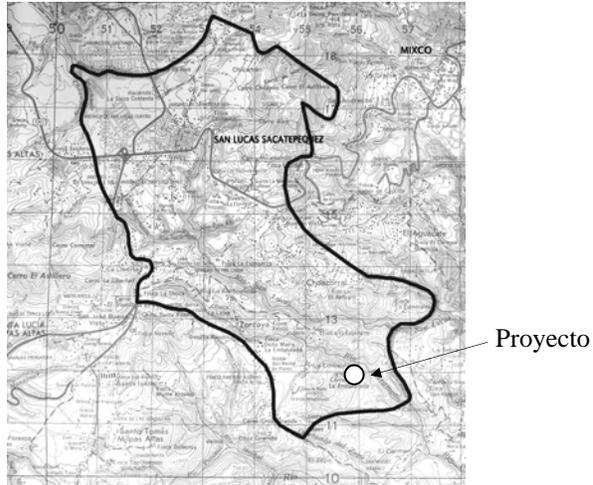
1.1.2 Localización del municipio

San Lucas Sacatepéquez es municipio del departamento de Sacatepéquez y tiene una extensión territorial de 24.5 km². Su distribución territorial consta de cuatro aldeas: Choacorral, Zorzoyá, El Manzanillo, La Embaulada; cuatro caseríos: San José, Chichorín, Chiquel y Chicamén, diecisiete fincas entre las que destacan: La Suiza, La Cruz Grande, San Juan, Santa Marta, La Esmeralda, San Ramón, California, los Ángeles, Xelajú, Lourdes, y cincuenta y una granjas, las cuales pertenecen a familias capitalinas.

1.1.3 Ubicación geográfica

Se encuentra a 2,062.85 m SNM, con una latitud de 14°36'29" y longitud de 90°39'32".

Hoja cartográfica 2059 I escala 1:50,000



1.1.4 Aspectos topográficos

Su topografía es irregular, ya que pertenece al complejo montañoso del Altiplano Central. Las alturas oscilan entre 2,000 y 2,200 m sobre el nivel del mar.

1.1.5 Vías de acceso

El municipio San Lucas Sacatepéquez se encuentra a 28 Km. de la ciudad capital, por la Carretera Interamericana CA-1 y a 17 Km. de la ciudad de Antigua Guatemala.

1.1.6 Clima

En esta región existen climas que varían de templado a frío, con temperaturas que oscilan entre los 13 y 25 grados Celsius, precipitación de

472.3 mm anuales y humedad de 48%, según los datos obtenidos de la estación meteorológica del INSIVUMEH.

1.1.7 Colindancias

San Lucas Sacatepéquez colinda al norte con San Bartolomé Milpas Altas (Sac); al éste con Mixco (Gua); al sur con Santa Lucía Milpas Altas (Sac); al oeste con San Bartolomé Milpas Altas y Antigua Guatemala (Sac).

1.1.8 Turismo

Algunas opciones turísticas que puede visitar en San Lucas Sacatepéquez son: el mercado “Monumento al Caminero” ubicado en el km. 29.8 Carretera Interamericana, en donde se pueden degustar los platillos típicos del lugar, así como aprovechar su día de mercado; también puede visitar el parque ecológico “Senderos de Alux” ubicado en el km. 26.2 Carretera Interamericana, disfrutando de la naturaleza y de los paisajes del lugar.

1.1.9 Demografía

1.1.9.1 Población

San Lucas Sacatepéquez cuenta actualmente con 21,784 habitantes de los cuales 10,667 son hombres (48.97%) y 11,117 mujeres (51.03%). El 80.37% pertenece al área urbana y el 19.63% al área rural. Posee una tasa de mortalidad del 1.55%, una tasa de natalidad del 1.32% y una tasa de fecundidad del 10.78%.

1.1.9.2 Distribución de viviendas

Existe una concentración de viviendas en el casco urbano y sus alrededores, sin embargo, actualmente se están construyendo urbanizaciones y residenciales fuera del límite urbano del casco, incrementando la población en las aldeas.

1.1.9.3 Tipología de viviendas

El 74.92% de las viviendas del municipio están construidas con paredes de block, el 5.95% de madera, el 4.61% de lámina, el 3.84% de ladrillo y el 10.68% de otros materiales (concreto, adobe, bajareque). El 64.3% de las viviendas posee techo de lámina, el 23% losa fundida y el 12.7% otros materiales como teja y láminas de asbesto cemento.

1.1.10 Idioma

El 95% de la población de San Lucas Sacatepéquez habla español y el 5% habla cakchiquel.

1.1.11 Aspectos económicos

San Lucas Sacatepéquez cuenta con diversos comercios e industrias, que genera actividades económicas. Dentro de sus comercios e industrias se puede mencionar: centros comerciales, maquilas, actividades agrícolas y pequeños comercios como panaderías, cafeterías, ferreterías, farmacias, salones de belleza, librerías, etc.

1.1.12 Servicios existentes

Debido a que San Lucas Sacatepéquez se encuentra próximo a la capital y a la ciudad de Antigua Guatemala, cuenta con fácil acceso a los siguientes servicios:

- Centro de salud
- Escuela de educación preprimaria
- Escuela de educación primaria
- Instituto básico
- Iglesia católica
- Bomberos voluntarios
- Centro de comercio
- Mercado
- Centros comerciales
- Sistema bancario
- Maquilas
- Farmacias
- Centros educativos privados
- Laboratorio y clínicas médicas
- Servicio de telefonía móvil
- Industrias
- Talleres
- Panaderías
- Distribución de materiales para construcción
- Aserraderos
- Gasolineras, etc.

1.2 Problemas y necesidades identificados

Luego de realizar un recorrido por el municipio, se pudo detectar que uno de los problemas que presenta la comunidad, es el desfogue de las aguas negras hacia las calles y la falta del tratamiento de las aguas residuales.

1.3 Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos del municipio de San Lucas Sacatepéquez.

1.3.1 Descripción de las necesidades

Actualmente no se cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario en la aldea El Manzanillo, la falta de pavimentación de algunas calles dificulta el acceso a las viviendas, como el ingreso al Caserío El Manzanal, principalmente en época de invierno; es necesaria la ampliación de la red de agua potable en el casco urbano y la construcción de una planta de tratamiento en la aldea Choacorrall.

1.3.2 Priorización de las necesidades

La municipalidad de San Lucas Sacatepéquez estableció dar prioridad a las necesidades presentadas por cada comunidad del municipio, la cobertura de los servicios básicos y la forma de financiamiento de cada proyecto, donde se obtuvo la siguiente lista:

- Sistema de alcantarillado sanitario de la aldea La Embaulada
- Pavimentación del ingreso al Caserío El Manzanal
- Ampliación de la red de agua potable del casco urbano
- Construcción de la planta de tratamiento en la aldea Choacorrall

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea La Embaulada, municipio de San Lucas Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez

2.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto de diseño del alcantarillado sanitario tiene una capacidad de servicio para un total de 900 habitantes (100% de la población), y se espera que dentro de 20 años sean 1,657 habitantes.

La red tiene una línea principal con longitud de 2,066.52 metros, en los cuales se diseñaron 28 pozos de visita, los que se construirán, según especificaciones del INFOM (Instituto de Fomento Municipal), como alturas mínimas, cotas invert, etc. La tubería a utilizar será de PVC, Norma ASTM 30-34 y tendrán diámetros de 8 y 10 pulgadas. Las pendientes en la tubería se tomaron de acuerdo a la pendiente del terreno, siempre y cuando ésta no provoque que la velocidad y caudales dentro de las alcantarillas estén fuera de especificaciones

2.1.2 Aspectos preliminares

Se realizó un recorrido para conocer las condiciones en que se encuentra la población, las condiciones del terreno donde pasará la línea central, así como recavar la información necesaria para el diseño del alcantarillado.

2.1.3 Levantamiento topográfico

Es el proceso de trabajo que se realiza previo a un estudio de proyecto de pre-inversión de una infraestructura básica, el cual conlleva dos actividades en el campo: el trazo planimétrico y el trazo altimétrico, utilizando para los mismos, aparatos de precisión.

2.1.3.1 Planimetría

En el levantamiento topográfico se utilizó el siguiente equipo:

- ✓ Un teodolito
- ✓ Estadal
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Plomada
- ✓ Machete, trompos, pintura acrílica, mazo

Se procedió a levantar el eje central y las intersecciones secundarias por los sectores de interés, tomando lecturas a distancias visibles y en puntos estratégicos que servirán para la proyección futura del diseño de alcantarillado sanitario, tomando en cuenta todos los pormenores y aspectos importantes del sector en estudio.

2.1.3.2 Altimetría

Conforme se hizo el levantamiento planimétrico de la línea central, así también se procedió a realizar la nivelación, empleando para ello el siguiente equipo:

- ✓ Un teodolito
- ✓ Estadal
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Plomada
- ✓ Machete, trompos, pintura acrílica, mazo

La nivelación se realizó sobre el eje de la calle y a una distancia de 20 metros o menos, cuando los accidentes del terreno obligaron a realizarlo, en cruces de calles y en algunas depresiones del terreno.

2.1.4 Diseño del sistema

2.1.4.1 Descripción del sistema a utilizar

En función de su finalidad, existen tres tipos básicos de alcantarillado; la selección o adopción de cada uno de estos sistemas dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos como funcionales, pero quizá el más importante es el económico.

- a) Alcantarillado sanitario: recoge las aguas servidas domiciliarias, baños, cocinas y servicios; residuos comerciales como restaurantes y garages; aguas negras producidas por industrias e infiltración.
- b) Alcantarillado pluvial: recoge únicamente las aguas de lluvia o que concurren al sistema.

Para el efecto, la comunidad en estudio no cuenta con sistema de alcantarillado. Las calles no son pavimentadas, por lo que se decidió realizar un alcantarillado sanitario, del cual están excluidos los caudales de agua de lluvia provenientes de la calle, techos y otras superficies.

2.1.4.2 Diseño hidráulico

2.1.4.2.1 Período de diseño

Es el período de funcionamiento eficiente del sistema. Pasado este período, es necesario rehabilitar el sistema. Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para cumplir adecuadamente su función durante un período de 30 a 40 años a partir de la fecha de construcción.

El período de diseño adoptado para este proyecto es de 20 años, tal y como lo recomienda el Instituto Nacional de Fomento Municipal.

2.1.4.2.2 Población de diseño

Para estimar la población de diseño, se utilizó el método geométrico, involucrando en forma directa a la población actual que tributará al sistema de drenaje y la tasa de crecimiento del lugar.

Con los datos obtenidos en el Instituto Nacional de Estadística (INE) se puede calcular la población futura del área, ya que se necesita tener además el conocimiento de la tasa de crecimiento del municipio, ésta debe estar bajo una base historial de mucha información y confiabilidad de censos del lugar; por tanto, la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística, es la recomendada. Sin embargo, esta información es del año 2002, por lo que según el centro de salud del municipio, la tasa es del 5.8%, tomando ésta para el diseño, ya que dicho centro maneja información actualizada.

Entonces: aplicando la siguiente fórmula, se obtiene:

$$P_n = P_o (1 + r)^n = 900 (1 + 0.058)^{20} = 2,779 \text{ hab.}$$

Donde:

P_n = Población

P_o = Población del último censo

r = Tasa de crecimiento

n = Período de diseño

2.1.4.2.3 Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario. Se expresa en litros por habitante, por día. Se estimó una dotación de agua potable de 100 litros/habitante/día.

2.1.4.2.4 Factor de retorno

Se sabe que no todo el 100% de agua potable que ingresa a cada vivienda regresará a las alcantarillas, se estima un factor de retorno entre el 75% y 90%. El área de influencia del proyecto cuenta con viviendas que en su mayoría poseen patios de tierra, por lo que se consideró un factor de retorno al sistema del 75%.

2.1.4.2.5 Factor de flujo instantáneo

Es un factor que está en función del número de habitantes, localizados en el área de influencia. Regula un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico, para las horas pico. Se expresa por medio de la fórmula de Hardmon, en la cual su valor disminuye si la población aumenta, y aumenta si la población analizada disminuye. Su fórmula es:

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

Donde:

P= Número de habitantes / 1000

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{900}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{900}{1000}}} = 3.8293$$

2.1.4.2.6 Caudal sanitario

2.1.4.2.6.1 Caudal domiciliar

Es el agua que, una vez ha sido usada por los humanos para limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida hacia la red de alcantarillado. El agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación del suministro del agua potable, menos una porción que no será vertida al drenaje de aguas negras. Para tal efecto, la dotación de agua potable es afectada por el factor de retorno al sistema. De esta forma el caudal domiciliar o doméstico queda integrado así:

$$q \text{ dom.} = (\text{Dotación} * \text{No. de Hab. Futuro} * \text{Factor retorno}) / 86400$$

$$q \text{ dom.} = (100 \text{ L/hab./día} * 2779 \text{ hab.} * 0.75) / 86400 = 2.41 \text{ L/seg.}$$

2.1.4.2.6.2 Caudal de infiltración

No existe un caudal de infiltración, ya que la tubería a emplear es PVC.

2.1.4.2.6.3 Caudal por conexiones ilícitas

Este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario. Para efecto de diseño se puede estimar que un porcentaje de las viviendas de una localidad pueden hacer conexiones ilícitas, lo que es susceptible de variar de 0.5 a 2.5%

2.1.4.2.6.4 Caudal comercial e industrial

En el Reglamento de Construcción de la Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez, Artículo 68, se establece que si se construye una edificación industrial, ésta deberá conducir las aguas residuales hacia su propia planta de tratamiento y no unirse al colector general municipal. Razón por la cual no se consideró el caudal comercial e industrial para este diseño.

2.1.4.2.7 Factor de caudal medio

Este es un factor que regula la aportación de caudal en la tubería. Se considera que es el caudal con que contribuye un habitante, debido a sus actividades, sumando los caudales doméstico, de infiltración, por conexiones ilícitas, caudal comercial e industrial, entre la población total. Este factor debe estar dentro del rango de 0.002 a 0.005. Si da un valor menor se tomará 0.002, y si fuera mayor se tomará 0.005 considerando siempre que este factor no esté demasiado distante del rango máximo y mínimo establecido, ya que se podría caer en un sobrediseño o en subdiseño, según sea el caso.

El factor de caudal medio se calculó de la forma siguiente:

$$\mathbf{F_{qm} = q \text{ medio} / \text{No. de habitantes futuro}}$$

Donde:

q medio = q doméstico + q infiltración + q conexiones ilícitas + q comercial

q domiciliar= 2.41 L/seg.

q infiltración =0.00 L/seg.

q conexiones ilícitas= 10.84L/seg.

q medio= 13.25 L/seg.

$F_{qm} = 13.25 \text{ L/seg.} / 2779 \text{ hab.} = 0.004$, se encuentra entre el rango establecido por lo que se considera este valor.

2.1.4.2.8 Caudal de diseño

El caudal con que se diseñará cada tramo del sistema sanitario será la suma de:

- a) Caudal máximo de origen doméstico
- b) Caudal de infiltración
- c) Caudal de conexiones ilícitas
- d) Aguas de origen industrial y comercial, según las condiciones particulares de estos establecimientos.

El caudal de diseño de cada tramo será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Hardmon y el número de habitantes a servir, que en este caso se compara el diseño para la población actual y futura con las siguientes expresiones:

$$q \text{ dis. actual} = f_{qm} * F_H * \text{hab actual}$$

$$q \text{ dis actual} = 0.004 * 3.8293 * 900 = 13.79 \text{ L/seg.}$$

$$q \text{ dis fut} = f_{qm} * F_H * \text{hab futuro}$$

$$q \text{ dis fut} = 0.004 * 3.471 * 2779 = 38.58 \text{ L/seg.}$$

2.1.4.2.9 Diseño de secciones y pendientes

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendientes se hará aplicando la fórmula de Manning, transformada al sistema métrico para secciones circulares, así:

$$V = \frac{0.03429 * D^{(2/3)} * S^{(1/2)}}{n}$$

Donde:

v = velocidad del flujo a sección llena (m/seg.)

D = diámetro de la sección circular (pulgadas)

S = pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n = coeficiente de rugosidad de Manning

0.010 para tubería de PVC

2.1.4.2.10 Velocidades máximas y mínimas

La velocidad máxima será de 5.00 m/seg., y la velocidad mínima será de 0.30 m/seg. En casos críticos con terrenos muy planos y ramales iniciales con pequeño flujo, se acepta una velocidad de 0.30 m/seg.

2.1.4.2.11 Cotas invert

La diferencia de cotas invert entre las tuberías que entran y salen de un pozo de visita será como mínimo de 0.03 metros.

Cuando el diámetro interior de la tubería que entra a un pozo de visita, sea menor que el diámetro interior de la que sale, la diferencia de cotas invert será, como mínimo, la diferencia de dichos diámetros.

Cuando la diferencia de cotas invert entre la tubería que entra y la que sale en un pozo de visita, sea mayor de 0.70 m, deberá diseñarse un dissipador de energía que encauce el caudal con un mínimo de turbulencia.

2.1.4.2.12 Diámetro de tuberías

El diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios, según Las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del INFOM, será de 6" para tubos de PVC y 8" para tubos de concreto, el cual podrá aumentar cuando, a criterio del diseñador, sea necesario. Este cambio puede ser por influencia de la pendiente, del caudal o de la velocidad.

2.1.4.2.13 Profundidad de tuberías

La profundidad mínima de coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1.20 metros, más el diámetro interior y el espesor del tubo. En este caso, por ejemplo, para un tubo de 8 pulgadas de PVC se tienen $1.20\text{m.} + 8" + 0.05 = 1.45 \text{ m.}$

2.1.4.2.14 Pozos de visita

Sirven para verificar el buen funcionamiento de la red de tubería, así como para efectuar operaciones de limpieza y mantenimiento; se pueden construir de cualquier material, siempre que sea impermeable y duradero dentro del período de diseño.

Los pozos de visita son estructuras caras, por lo que se deben estudiar las diversas alternativas que existen para su construcción; el material más

utilizado es el ladrillo tayuyo de punta, fundidos en obra, o bien de tubería de 36 pulgadas de diámetro.

Se diseñarán pozos de visita para localizarlos en los siguientes casos:

- a) Cambio de diámetro
- b) Cambio de pendiente
- c) Cambios de dirección horizontal, para diámetros menores de 24"
- d) Las intersecciones de dos o más tuberías
- e) Los extremos superiores de ramales iniciales
- f) A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24"
- g) A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24"

En este proyecto se construirán pozos de visita con paredes de ladrillo de barro cocido. Los demás elementos serán de concreto reforzado.

2.1.4.2.15 Conexiones domiciliarias

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

Parámetros de diseño:

Población actual	900 habitantes
Población futura	2,779 habitantes
Tasa de crecimiento (según el Centro de Salud)	5.8 %
Periodo de diseño	20 años

Densidad de vivienda	5 hab/vivienda
Dotación de agua potable	100 lts/hab/día
Factor de retorno	0.75
Material a utilizar	tubería de PVC
Coeficiente de rugosidad (n)	0.01
Análisis del tramo PV-1 a PV-2	
Cota terreno inicio	109.88 m.
Cota terreno final	107.45 m.
Distancia	100.98 m.
Viviendas del tramo	7

Población actual = $7 \times 5 = 35$ habitantes

Población futura = $35(1+0.058)^{20} = 108$ habitantes

Pendiente del terreno = $(109.88-107.45) / 100.98 = 2.41\%$

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{900}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{900}{1000}}} = 3.8293$$

q dis actual = $0.004 * 3.8293 * 900 = 13.79$ L/seg.

q dis fut = $0.004 * 3.471 * 2779 = 38.58$ L/seg.

Se utilizaron las poblaciones actuales y futuras, para que el sistema funcione correctamente al inicio y al final del período de diseño, cumpliendo con los criterios adoptados.

Utilizando tubería de PVC de un diámetro de 8 pulgadas y una pendiente de 2.50%, para evitar exceso de excavación, se tiene, que utilizando la fórmula de *Manning*, se calcula la velocidad y el caudal a sección llena del tubo.

donde:

$$v = \frac{0.03429 \times D^{2/3} \times s^{1/2}}{0.01} = \frac{0.03429 \times 8^{2/3} \times .0.025^{1/2}}{0.01} = 2.17 \text{ m/s}$$

$$Q = V \times A = 2.17 \times (\pi \times (8/2)^2)/4 = 109.01 \text{ lts/seg}$$

$$q/Q \text{ actual} = 0.61/109.01 = 0.00558$$

$$v/V = 0.270068$$

$$V_{\text{actual}} = 0.270068 \times 2.17 = 0.59 \text{ m/s}$$

$$q/Q \text{ futuro} = 1.11 / 109.01 = 0.01015$$

$$v/V = 0.325255$$

$$v_{\text{futuro}} = 0.273304 \times 2.17 = 0.71 \text{ m/s}$$

De acuerdo con estos resultados, se comprueba que se cumplen los rangos de velocidades mínimas y máximas.

$$\begin{aligned} \text{Cota invert inicial} &= \text{cota de terreno inicial} - \text{altura de pozo} \\ &= 109.88 - 1.20 = 108.68 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cota invert final} &= \text{cota invert inicial} - (\text{Distancia horizontal} \times S\% \text{ tubo}) \\ &= 108.68 - (100.98 \times 0.025) = 106.16 \text{ m.} \end{aligned}$$

Los demás tramos se diseñan de la misma forma. (Ver en apéndice el cuadro del cálculo hidráulico).

2.1.5 Plan de operación y mantenimiento del sistema

Las conexiones domiciliarias presentan generalmente problemas de tubería obstruida (parcial o total) y conexión de aguas pluviales, por lo que

habrá que verificar las condiciones de la candela y su tapadera, y en caso de ser necesario repararlas o cambiarlas y evitar que se introduzca tierra o basura y provoque algún taponamiento. Si existiera conexión de aguas pluviales, ésta se debe cancelar y así evitar que la tubería se sature, ya que no fue diseñada para conducir aguas pluviales.

A medida que se produce el envejecimiento de los sistemas de alcantarillado, el riesgo de deterioro, obstrucciones y derrumbes se convierte en una consideración muy importante. Por esta razón, la limpieza y la inspección de los colectores de agua residual son fundamentales para el mantenimiento y funcionamiento correcto del sistema, y además extienden la inversión de la comunidad en su infraestructura de alcantarillado.

La línea o colector principal presenta también problemas de obstrucción por lo que se puede proceder de las siguientes formas: Debe bajar por lo menos una persona a cada pozo de visita entre el tramo a evaluar y colocar una linterna en un alumbrando hacia la tubería y la otra persona percibirá clara o parcialmente el reflejo indicando si existe algún taponamiento en el tramo. Otra forma de proceder consiste en verter una cantidad determinada de agua en el pozo de visita y revisar el corrimiento del agua hacia el siguiente pozo, esperando que éste sea normal. Si es muy lento existe algún taponamiento y si no sale agua en el pozo existe una obstrucción total, por lo que se introducirá una guía para localizarla y si es necesario se excavará hasta descubrir la tubería para retirar los residuos acumulados.

Los pozos de visita deberán revisarse periódicamente y en caso de necesitarlo, se hará una limpieza de los residuos y lodos que se acumulan y evitan el paso de las aguas residuales.

2.1.6 Elementos de un alcantarillado sanitario

Los elementos de un sistema de alcantarillado sanitario se dividen en Obras Básicas y Obra Complementarias.

Dentro de las Obras Básicas están los colectores (tubería por la que se conduce el agua residual), pozos de visita y conexiones domiciliarias; y dentro de las Obra Complementarias se encuentran los pozos de luz, tanques de lavado, derivadores de caudal, disipadores de energía, tuberías de ventilación y sifones.

2.1.7 Tratamiento de aguas servidas

Toda descarga deberá tener un tratamiento adecuado a las condiciones del cuerpo receptor de la descarga. El tratamiento a establecer deberá ser como mínimo un tratamiento primario, pero si existen normas o regulaciones que exija la legislación actual o el Ministerio de Ambiente, un mayor nivel de tratamiento, se deberá atender esa exigencia.

2.1.8 Características del agua residual

El 99.9 % de su composición es agua y el 0.01 % son sólidos, de los cuales el 70% son sólidos orgánicos y el 30% son inorgánicos (arenas, sales y metales).

Estos sólidos pueden ir en suspensión y el tamaño de las partículas es de una micra o más y se decantan por sedimentación; los sólidos coloidales, partículas entre una micra y 0.001 micras, se eliminan por procesos de coagulación y floculación. Los sólidos disueltos, tamaño menor a una milésima de micra, se eliminan por procesos de oxidación biológica o por oxidación física.

2.1.8.1 Características de los residuos

Los residuos estarán formados principalmente por aguas negras y sólidos orgánicos como residuos de alimentos, grasas, desechos fecales; y en casos extremos, material no biodegradable (botellas plásticas, bolsas, etc.).

2.1.8.2 Cantidad de sólidos de las aguas negras

Las aguas residuales normalmente contienen microorganismos patógenos. Las cantidades de microorganismos van de 10,000 a 100,000 coliformes totales y 1,000 a 10,000 coliformes fecales por cada 100 ml de agua, como también se aíslan algunos virus y huevos de parásitos.

2.1.8.3 Modo de descomposición

La mayoría de la materia orgánica que altera el recurso hídrico procede de desechos de alimentos y es descompuesta por bacterias, protozoarios y diversos organismos mayores. Ese proceso de descomposición ocurre tanto en el agua como en la tierra y se lleva a cabo mediante reacciones químicas que requieren oxígeno para transformar sustancias ricas en energía en sustancias pobres en energía.

2.1.8.4 Selección del tipo de tratamiento a utilizar

Toda agua servida o residual debe ser tratada tanto para proteger la salud pública como para preservar el medio ambiente y prevenir la alteración de los cuerpos receptores. Antes de tratar el agua servida se debe conocer su composición, conocer qué elementos químicos y biológicos están presentes y

conocer la DBO₅ y la DQO₅, sólidos y fósforo presente en el agua residual, necesaria para que los ingenieros expertos en tratamiento de aguas puedan diseñar una planta apropiada al agua servida que se está produciendo.

2.1.8.4.1 Propuesta de tratamiento

Para este proyecto de alcantarillado sanitario, se tiene planificada una planta de tratamiento, la cual se encuentra en fase de estudio.

2.1.8.5 Elaboración de planos

Estos son las representaciones gráficas que detallan y especifican todas las partes y los trabajos a realizar en el proyecto, y que sirven para presupuestar, contratar y construir los diferentes trabajos del mismo.

Los planos para el sistema de alcantarillado sanitario comprende: dirección del flujo hacia el lugar de descarga, planta y perfil, detalle de pozos de visita y detalle de conexión domiciliar.

2.1.8.6 Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario

La siguiente tabla corresponde a la estimación del presupuesto final del alcantarillado sanitario de la aldea La Embaulada, en el cual se incluyen los costos de materiales, mano de obra calificada y no calificada, costos indirectos del 35%, tomando en cuenta los imprevistos, supervisión, gastos administrativos e impuestos.

RESUMEN DE PRESUPUESTO

	Trabajo de campo	Cantidad	Unidad	Costo U.	Total
1	Trabajos preliminares	1	Global	Q 3,760.40	Q 3,760.40
2	Rectificación topográfica	2066	mL	Q 1.40	Q 2,892.40
3	Trazo y estaqueado	2066	mL	Q 0.60	Q 1,239.60
	Total				Q 7,892.40
	Resumen de materiales				
1	Colector principal	1	global	Q 770,794.29	Q 770,794.29
2	Pozos de visita	1	global	Q 100,565.57	Q 100,565.57
3	Conexión domiciliar	1	global	Q 57,484.29	Q 57,484.29
	Total de materiales				Q 928,844.15
	Resumen mano de obra				
1	Colector principal	1	global	Q 308,317.71	Q 308,317.71
2	Pozos de visita	1	global	Q 40,226.23	Q 40,226.23
3	Conexión domiciliar	1	global	Q 22,993.71	Q 22,993.71
	Total mano de obra				Q 371,537.65
	TOTAL DEL PROYECTO				Q 1,308,274.20
	Total trabajo de campo, materiales y mano de obra				Q 1,308,274.20
	Imprevistos (5%)				Q 65,413.71
	Transporte de materiales (4%)				Q 52,330.97
	Dirección y supervisión (10%)				Q 130,827.42
	Pago de impuestos y fianzas (12%)				Q 156,992.90
	MONTO TOTAL				Q 1,713,839.20

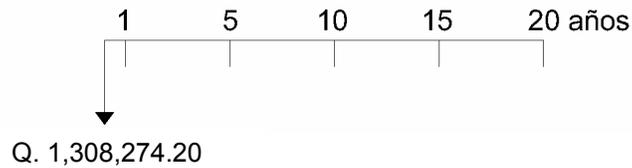
2.1.8.7 Estudio Socioeconómico

2.1.8.7.1 Valor presente neto (VPN)

El método del valor presente neto es muy utilizado por dos razones: la primera, porque es de muy fácil aplicación y la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman al presente y así puede verse fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos. Cuando el VPN es menor que cero implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés o por el contrario si el VPN es mayor que cero se presenta una ganancia

Proyecto de alcantarillado sanitario de la aldea La Embaulada:

Esquema de ingresos y egresos económicos para el proyecto



$$\text{VPN} = \text{Ingresos} - \text{Egresos}$$

$$\text{VPN} = 0 - 1,308,274.20$$

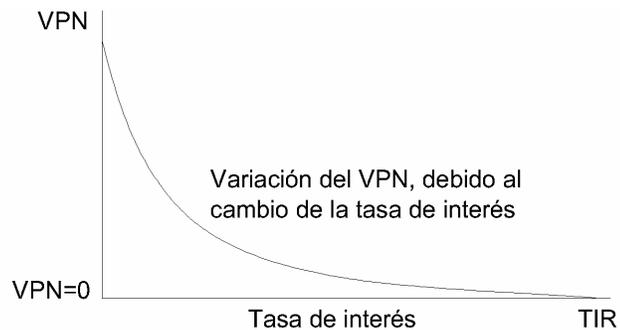
$$\text{VPN} = -1,308,274.20$$

Como el VPN es menor que cero, nos indica que el proyecto no es rentable. Esto es debido a que, por ser un proyecto de carácter social, no se estipulan ingresos.

2.1.8.8 Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno, como su nombre lo indica es el interés que hace que los ingresos y los egresos tengan el mismo valor, cuando se analiza una alternativa de inversión.

Variación del VPN debido a la TIR



La tasa interna de retorno puede calcularse mediante las ecuaciones siguientes:

- $(P-L) * (R/P, i\%, n) + L*i + D = I$

Donde: P = Inversión inicial

L = Valor de rescate

D = Serie uniforme de todos los costos

I = Ingresos anuales

- Valor Presente de Costos = Valor Presente de Ingresos
- Costo anual = Ingreso anual

En las tres formas, el objetivo es satisfacer la ecuación, a través de la variación de la tasa de interés. La tasa de interés que cumpla con la igualdad, es la tasa interna de retorno del proyecto que se está analizando.

Como puede observarse en las tres fórmulas mencionadas anteriormente, todas requieren de un valor de ingreso, y para este proyecto, por ser de carácter social, no se prevé ningún tipo de ingreso, por lo que no se puede hacer el cálculo de la TIR mediante el uso de estas fórmulas. Lo que procede para este caso, es tomar el valor de la TIR igual a 4.5%, la cual representa el costo que el Estado debe desembolsar para la ejecución de dicho proyecto.

Esta tasa fue calculada tomando en cuenta la tasa libre de riesgo de Guatemala que corresponde a la inversión en títulos públicos que actualmente pagan esa cantidad y es lo que le cuesta al Estado captar esos fondos para invertirlos en obra pública.

2.1.9 Estudio de Impacto Ambiental

2.1.9.1 Identificación de los impactos

Un impacto ambiental es una alteración significativa del medio, causado por una acción humana o natural y está referido a la vulnerabilidad del área de estudio.

La descarga de las aguas residuales en esta región, tiene un impacto negativo sobre los ríos, vegetación y la sociedad humana; el impacto que tendrá desembocar en un solo lugar las aguas tratadas provenientes de la planta de tratamiento, disminuirá la influencia negativa que tiene el agua residual no tratada, ya que tendrá menos elementos que alteren este recurso.

Actualmente se han visto afectados los ríos que rodean a la comunidad, ya que la población dirige sus aguas residuales a zanjones que van a dar a ellos; por lo que la población tiene una participación negativa para el ambiente.

Este proyecto no tendrá impacto ambiental negativo permanente, ya que sólo sucederá durante la época de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación y éste a su vez provocará polvo en ocasiones, debido a las condiciones del clima, como el viento, evaporación, etc.

Como impacto ambiental positivo se podría mencionar la eliminación de aguas servidas que fluyen sobre la superficie del suelo del lugar y la eliminación de fuentes de proliferación de mosquitos y zancudos, y la consecuente disminución de enfermedades que éstos puedan transmitir a los habitantes del lugar.

Otro impacto positivo que generará este proyecto, es que el lugar mejorará visualmente; es decir, que el panorama general será más agradable, limpio y conjugará más con el entorno natural que rodea a la localidad.

El área de influencia del proyecto abarca totalmente a la población en estudio, por lo tanto, el impacto en toda la comunidad es positivo.

El agua es uno de los requisitos indispensables para una vida saludable. Y es que su demanda está aumentando en distintos sectores; tanto la que se utiliza para beber (necesidades domésticas), como para la elaboración de alimentos (agricultura) y la fabricación de productos (industria). Al contaminar los recursos hídricos, éstos se irán agotando y no se les podrá dar el uso mencionado anteriormente; por lo tanto, es necesario hacer frente a este problema que cada vez aumenta, promoviendo el reciclado de las aguas, gracias a la construcción de plantas adecuadas para su tratamiento.

CONCLUSIONES

1. La realización del Ejercicio Profesional Supervisado contribuye a la formación del estudiante como futuro Ingeniero, ya que se adquiere criterio y experiencia, al llevar a la práctica los conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera.
2. El diseño de la red de drenaje mejorará las condiciones sanitarias y urbanísticas de la aldea La Embaulada, eliminando la contaminación producida por las aguas servidas descargadas a cielo abierto, y por ende, disminuyendo las enfermedades gastrointestinales que afectan a la población.
3. En el proyecto de alcantarillado sanitario no se incluyó la propuesta de tratamiento para las aguas residuales, ya que la municipalidad ha iniciado las gestiones y estudios para la construcción de una planta de tratamiento para el sector en estudio.

RECOMENDACIONES

1. Garantizar la supervisión técnica profesional durante la ejecución del proyecto de alcantarillado sanitario, para que se cumpla con todas las especificaciones y requerimientos contenidos en los planos y, para que se verifique que los materiales a utilizar sean de calidad.
2. El diseño de la red de drenaje mejorará las condiciones sanitarias, eliminando la alteración de los sistemas edáficos, líticos, audiovisuales, que las aguas residuales serán conducidas por tuberías colectoras que luego podrán ser descargadas a un sistema de tratamiento para no afectar a ningún cuerpo receptor del área
3. Mantener un constante monitoreo de las descargas de aguas residuales y evitar la conexión ilícita de aguas pluviales que puedan provocar que el sistema de alcantarillado colapse, para poder planificar la construcción de una planta de tratamiento adecuada.

BIBLIOGRAFÍA

1. Estrada Godínez, Lauren. Planificación y diseño de la red de drenaje sanitario del cantón Pueblo Nuevo, del municipio de Palencia. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003.
2. García Chex, Herman Dovanet. Diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea Los Jocotes, municipio de San Jerónimo, departamento de Baja Verapaz. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2002.

APÉNDICE

Diseño hidráulico de drenaje sanitario

HOJA DE CÁLCULO HIDRÁULICO

DE PV	A PV	COTAS TERRENO		DH (m)	S% TERRENO	No. CASAS LOCAL	HAB. SERVIR		CAUDAL SANITARIO		f _{qm}	FACTOR HARM.		q DISEÑO(L/s)			
		INICIO	FINAL				ACTUAL	FUTURA	ACTUAL	FUTURO		ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO		
1	2	109.88	107.45	100.98	2.41	7	35	64	1.12	2.06	0.003	4.3436	4.2911	0.46	0.83		
2	3	107.45	106.89	38.49	1.45	4	11	20	101	0.64	5.29	4.3805	4.2421	0.72	2.12		
3	4	106.89	104.77	97.04	2.18	8	19	40	175	1.28	10.88	4.3333	4.1687	1.24	4.31		
4	5	104.77	103.23	76.53	2.01	5	24	25	221	0.80	17.94	4.3669	4.1319	1.57	7.05		
5	6	103.23	101.65	95.64	1.65	7	31	35	285	0.14	27.06	4.3436	4.0876	2.02	10.55		
6	7	101.65	100.27	68.42	2.02	6	37	30	341	0.12	37.94	4.3547	4.0543	2.41	14.69		
7	8	100.27	99.10	66.89	1.75	6	43	30	396	0.12	50.59	4.3547	4.0243	2.81	19.47		
8	9	99.10	97.57	58.04	2.64	4	47	20	433	0.08	64.41	4.3805	4.0057	3.07	24.67		
9	10	97.57	96.45	44.76	2.50	5	52	25	479	0.10	79.71	4.3669	3.9838	3.40	30.39		
10	11	96.45	96.02	33.87	1.27	3	55	15	506	0.06	95.89	4.3960	3.9714	3.59	36.43		
11	12	96.02	95.71	68.03	0.46	8	63	40	580	0.16	114.42	4.3333	3.9402	4.11	43.28		
12	13	95.71	93.84	88.95	2.10	8	71	40	654	0.16	135.30	4.3333	3.9115	4.63	50.95		
13	14	93.84	92.36	79.45	1.86	7	78	35	718	0.14	158.24	4.3436	3.8881	5.09	59.33		
14	15	92.36	90.88	193.75	0.76	9	87	45	801	0.18	183.83	4.3237	3.8601	5.67	68.61		
15	16	90.88	88.79	100.56	2.08	9	96	45	884	0.18	212.07	4.3237	3.8339	6.26	78.77		
16	17	88.79	86.38	62.03	3.89	7	103	35	948	0.14	242.36	4.3436	3.8147	6.71	89.63		
17	18	86.38	85.23	56.31	2.04	7	110	35	1013	0.14	274.72	4.3436	3.7964	7.17	101.16		
1329.74												2.20		3.9526			

DE PV	A PV	COTAS TERRENO		DH (m)	S% TERRENO	No. CASAS LOCAL	HAB. SERVIR		CAUDAL SANITARIO		f _{qm}	FACTOR HARM.		q DISEÑO(L/s)			
		INICIO	FINAL				ACTUAL	FUTURA	ACTUAL	FUTURO		ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO		
19	20	107.21	105.76	30.87	4.70	4	20	37	0.64	1.18	0.003	4.3805	4.3398	0.26	0.48		
20	21	105.76	103.31	31.90	7.68	5	25	83	0.80	3.82	0.003	4.3669	4.2650	0.59	1.54		
21	22	103.31	101.49	67.74	2.69	7	35	147	1.12	8.53	0.003	4.3436	4.1936	1.05	3.39		
22	23	101.49	100.02	47.34	3.11	6	22	30	203	0.96	15.00	4.3547	4.1460	1.44	5.91		
23	24	100.02	98.65	99.10	1.38	8	30	40	276	0.16	23.82	4.3333	4.0935	1.96	9.30		
24	25	98.65	96.89	97.28	1.81	7	37	35	341	0.14	34.71	4.3436	4.0543	2.41	13.45		
25	26	96.89	92.71	97.24	4.30	10	47	50	433	0.20	48.53	4.3147	4.0057	3.06	18.65		
26	27	92.71	89.73	76.97	3.87	5	52	25	479	0.10	63.83	4.3669	3.9838	3.39	24.37		
27	28	89.73	87.08	53.56	4.95	5	57	25	525	0.10	80.59	4.3669	3.9633	3.72	30.61		
28	18	87.08	85.23	134.78	1.37	13	70	65	645	0.26	101.18	4.2903	3.9150	4.55	38.18		
736.78												1.39757		4.04904			

Continuación

HOJA DE CÁLCULO HIDRÁULICO

DE PV	A PV	DIAMET. (pulg)	S % TUBERIA	SECCION LLENA		q/Q		vV actual	vV futuro	v (m/s)		COTA INVERT		PROF. POZO	
				VEL (m/s)	Q (L/s)	ACTUAL	FUTURO			ACTUAL	FUTURO	ENTRADA	SALIDA	INICIO	FINAL
1	2	8	2.50%	2.17	109.01	0.00418	0.00761	0.282879	0.336751	0.61	0.73	106.68	106.16	1.20	1.29
2	3	8	1.50%	1.68	84.44	0.00851	0.02509	0.345215	0.470746	0.58	0.79	106.11	105.53	1.34	1.36
3	4	8	2.20%	2.03	102.26	0.01212	0.04211	0.383103	0.565762	0.78	1.15	105.48	103.34	1.41	1.43
4	5	8	2.00%	1.94	97.50	0.01607	0.07226	0.430901	0.652382	0.84	1.27	103.29	101.76	1.48	1.47
5	6	8	1.60%	1.73	87.21	0.02319	0.12093	0.435721	0.725836	0.76	1.26	101.71	100.18	1.52	1.47
6	7	8	2.00%	1.94	97.50	0.02476	0.15066	0.350786	0.631312	0.68	1.22	100.13	98.76	1.52	1.51
7	8	8	1.75%	1.81	91.20	0.03077	0.21347	0.442883	0.834096	0.80	1.51	98.71	97.54	1.56	1.53
8	9	10	2.50%	2.52	197.65	0.01553	0.12482	0.447612	0.877019	1.13	2.21	97.49	96.04	1.61	1.53
9	10	10	2.50%	2.52	197.65	0.01719	0.15377	0.452307	0.916395	1.14	2.31	95.99	94.87	1.58	1.58
10	11	10	1.00%	1.59	125.00	0.02876	0.29140	0.456967	0.950441	0.73	1.51	94.82	94.48	1.63	1.54
11	12	10	1.00%	1.59	125.00	0.03292	0.34625	0.383103	0.652382	0.61	1.04	94.43	93.75	1.59	1.96
12	13	10	2.00%	2.25	176.78	0.02622	0.28823	0.430901	0.725836	0.97	1.63	93.70	91.93	2.01	1.91
13	14	10	2.00%	2.25	176.78	0.02880	0.33562	0.435721	0.631312	0.98	1.42	91.88	90.29	1.96	2.07
14	15	10	1.00%	1.59	125.00	0.04539	0.54884	0.350786	0.834096	0.56	1.33	90.24	88.30	2.12	2.58
15	16	10	2.00%	2.25	176.78	0.03540	0.44560	0.442883	0.877019	1.00	1.97	88.25	86.24	2.63	2.55
16	17	10	2.00%	2.25	176.78	0.03798	0.50699	0.447612	0.916395	1.01	2.06	86.19	84.95	2.60	1.43
17	18	10	2.00%	2.25	176.78	0.04056	0.57224	0.452307	0.950441	1.02	2.14	84.90	83.77	1.48	1.46

DE PV	A PV	DIAMET. (pulg)	S % TUBERIA	SECCION LLENA		q/Q		vV actual	vV futuro	v (m/s)		COTA INVERT		PROF. POZO	
				VEL (m/s)	Q (L/s)	ACTUAL	FUTURO			ACTUAL	FUTURO	ENTRADA	SALIDA	INICIO	FINAL
19	20	8	4.50%	2.91	146.25	0.00180	0.00328	0.282879	0.336751	0.82	0.98	106.01	104.62	1.20	1.14
20	21	8	7.00%	3.63	182.41	0.00324	0.00844	0.345215	0.470746	1.25	1.71	104.27	102.04	1.49	1.27
21	22	8	3.00%	2.38	119.41	0.00876	0.02842	0.383103	0.565762	0.91	1.34	101.99	99.96	1.32	1.53
22	23	8	3.00%	2.38	119.41	0.01205	0.04951	0.430901	0.652382	1.02	1.55	99.91	98.49	1.58	1.53
23	24	8	2.00%	1.94	97.50	0.02009	0.09543	0.435721	0.725836	0.85	1.41	98.44	96.45	1.58	2.20
24	25	8	1.20%	1.50	75.52	0.03197	0.17807	0.350786	0.631312	0.53	0.95	96.40	95.24	2.25	1.65
25	26	8	4.00%	2.74	137.89	0.02220	0.13525	0.442883	0.834096	1.21	2.29	95.19	91.30	1.70	1.41
26	27	8	4.00%	2.74	137.89	0.02458	0.17675	0.447612	0.877019	1.23	2.41	91.25	88.17	1.46	1.56
27	28	8	5.00%	3.07	154.16	0.02411	0.19856	0.447612	0.877019	1.37	2.69	88.12	85.44	1.61	1.64
28	18	8	1.40%	1.62	81.58	0.05582	0.46805	0.447612	0.877019	0.73	1.42	85.39	83.50	1.69	1.73

APÉNDICE



EST. PO	D.H.	DIST. VERTIC.	AZIMUT					ANGULO VERTICAL					INST.	PRISMA	COTA
			G	M	S	G	M	S	G	M	S				
1	2	100.980	-2.339	284	32	2	92	17	49	1.405	1.455	109.88			
2	3	38.490	-3.480	286	37	48	92	20	48	1.405	1.455	107.45			
3	4	97.040	-5.480	284	41	12	92	16	47	1.405	1.455	106.89			
4	5	76.530	-6.283	280	10	46	93	51	35	1.405	1.455	104.77			
5	6	95.640	-7.890	282	34	29	93	11	0	1.405	1.455	103.23			
6	7	68.420	-3.258	282	20	3	94	37	16	1.405	1.455	101.65			
7	8	66.890	-4.158	279	26	15	94	22	6	1.405	1.455	100.27			
8	9	58.040	-4.760	280	23	15	94	38	12	1.405	1.455	99.10			
9	10	44.760	-4.259	281	28	58	95	24	13	1.405	1.455	97.57			
10	11	33.870	-4.180	281	19	59	95	16	50	1.405	1.455	96.45			
11	12	68.030	-3.488	280	59	48	91	56	40	1.405	1.455	95.71			
12	13	88.950	-3.843	337	47	42	93	40	13	1.405	1.455	95.71			
13	14	79.450	-4.589	337	54	8	93	48	48	1.405	1.455	92.36			
14	15	193.750	-3.254	337	47	12	94	28	35	1.405	1.455	90.88			
15	16	100.560	-3.475	334	36	15	93	42	16	1.405	1.455	88.79			
16	17	62.030	-4.125	335	28	41	93	27	25	1.405	1.455	86.38			
17	18	56.310	-4.225	334	57	25	93	37	34	1.405	1.455	85.23			
18	19	30.870	-1.519	262	0	26	94	15	36	1.405	1.455	85.76			
19	20	31.900	-1.523	261	28	17	94	34	15	1.405	1.455	103.31			
20	21	67.740	-1.481	263	41	18	93	12	27	1.405	1.455	101.49			
21	22	47.340	-1.552	261	17	52	94	14	18	1.405	1.455	100.02			
22	23	99.100	-1.475	329	36	48	95	5	39	1.405	1.455	98.65			
23	24	97.280	-1.519	329	18	55	92	34	48	1.405	1.455	96.89			
24	25	97.240	-1.871	22	51	17	93	25	59	1.405	1.455	92.71			
25	26	76.970	-1.382	22	12	1	93	18	35	1.405	1.455	89.73			
26	27	53.560	-1.287	344	21	52	94	28	17	1.405	1.455	87.08			
27	28	134.780	-1.458	252	26	22	92	37	25	1.405	1.455	85.23			

PLANTA

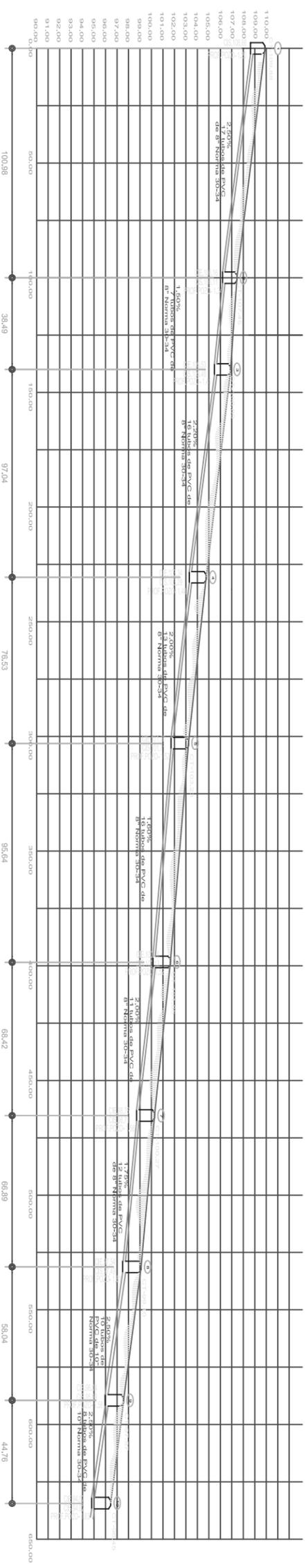
ESC 1:125

NOMENCLATURA	
■	VIVIENDA
←	DIRECCIÓN DEL FLUJO
PV-16	POZO DE VISITA

<p>UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO - EPS-</p>		<p>MUNICIPALIDAD SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ</p>	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANEAMIENTO ALDEA LA EMBALADA DEPARTAMENTO: SACATEPÉQUEZ		FECHA: JULIO 2008 INDICADA	
CLIENTE: PLANTA ALCANTARILLADO SANEAMIENTO ALDEA LA EMBALADA		DISEÑO: ENRIK ANGLIANO	
CÁLCULO: ENRIK ANGLIANO		TÍTULO: ENRIK ANGLIANO	
DIBUJO: ENRIK ANGLIANO		APROBACIÓN: ING. ANSEL SUC	
ESCALA: 1:125		FECHA: 15/07/08	

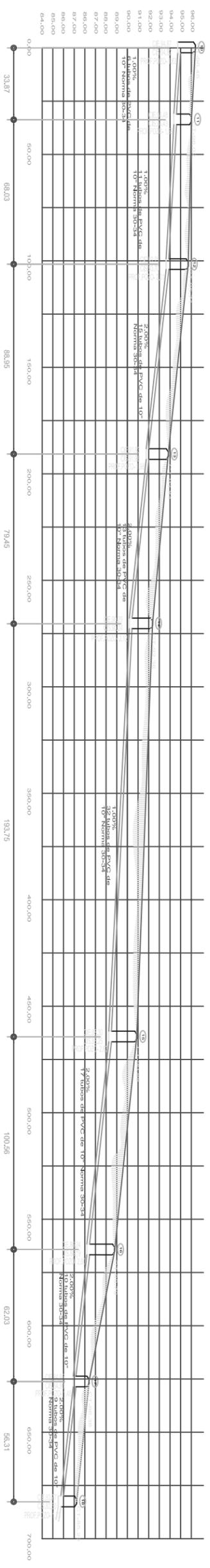
PERFIL PV-1 a PV-10

ESC V-1: 200
H-1:1000



PERFIL PV-10 a PV-18

ESC V-1: 200
H-1:1000



NOMENCLATURA

1	Estacion de pozo de visita
0.270%	Pendiente
8"	Diametro de tubería (pulgadas)
08-11-28	Profundidad de pozo de visita (m)
08-11-24	Cota Invert de Salida
	Cota Invert de Entrada
	Tubería PVC diametro Indicado
	Norma 30-34

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO - EPS-
MUNICIPALIDAD SAN LUCAS SACATEPEQUEZ

PROYECTO: ALCANTARILLADO SAN CARLOS ALDEA LA EMBAJADA
DISEÑO: ALDEA LA EMBAJADA SAN LUCAS SACATEPEQUEZ
DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ

CLIENTE: PERFIL PV-1 A PV-10
PROYECTO: PERFIL PV-10 A PV-18

INDICADA

FECHA: JULIO 2008

CLIENTE: ENRICK ANGLIANO

DISEÑO: ENRICK ANGLIANO

PROYECTO: PERFIL PV-10 A PV-18

INDICADA

FECHA: JULIO 2008

CLIENTE: ENRICK ANGLIANO

DISEÑO: ENRICK ANGLIANO

PROYECTO: PERFIL PV-10 A PV-18

INDICADA

FECHA: JULIO 2008

CLIENTE: ENRICK ANGLIANO

DISEÑO: ENRICK ANGLIANO

PROYECTO: PERFIL PV-10 A PV-18

INDICADA

FECHA: JULIO 2008

CLIENTE: ENRICK ANGLIANO

DISEÑO: ENRICK ANGLIANO

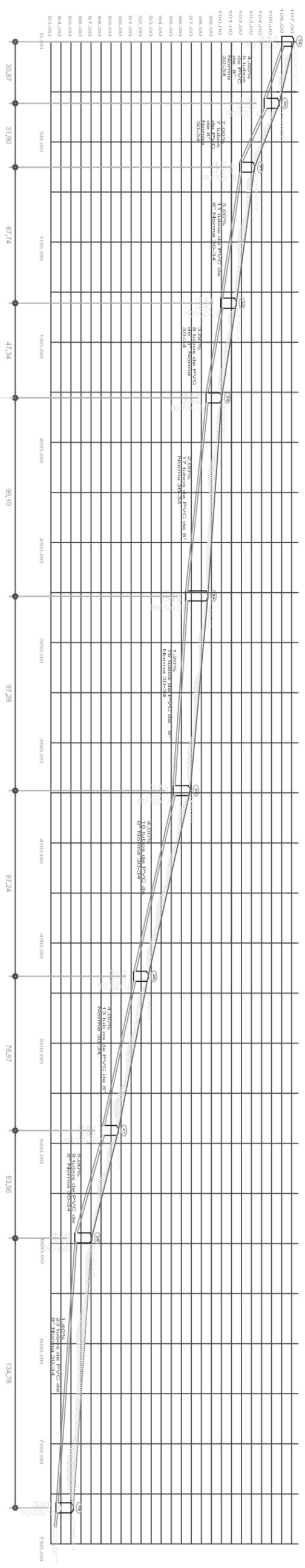
PROYECTO: PERFIL PV-10 A PV-18

INDICADA

FECHA: JULIO 2008

PERFIL PV-19 a PV-18

ESC V-1: 200
H-1:1000



NOMENCLATURA	
1	Estacion de pozo de visita
0,70%	Pendiente
8"	Diametro de tubería (pulgadas)
0,8-11,38	Profundidad de pozo de visita (m)
0,8-11,84	Cota Invert de Salida
	Cota Invert de Entrada
	Tubería PVC diametro Indicado
	Norma 30-34

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO 095-
MUNICIPALIDAD SAN LUCAS SACATEPEQUEZ

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANTUARIO ALDEA LA EMBALAJON

DIRIGIDO: ALDEA LA EMBALAJON SAN LUCAS SACATEPEQUEZ

DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ

FECHA: AÑO 2008

INDICADA

CONSEJERO: PERFILE PV-19 AL PV-18

CLIENTE: ENICK ANGLIANO

INGENIERO: ENICK ANGLIANO

PROYECTO: ASESOR-3PER-078

CLIENTE: ING. ANIBAL SANCHEZ

INDICADA

INDICADA

INDICADA

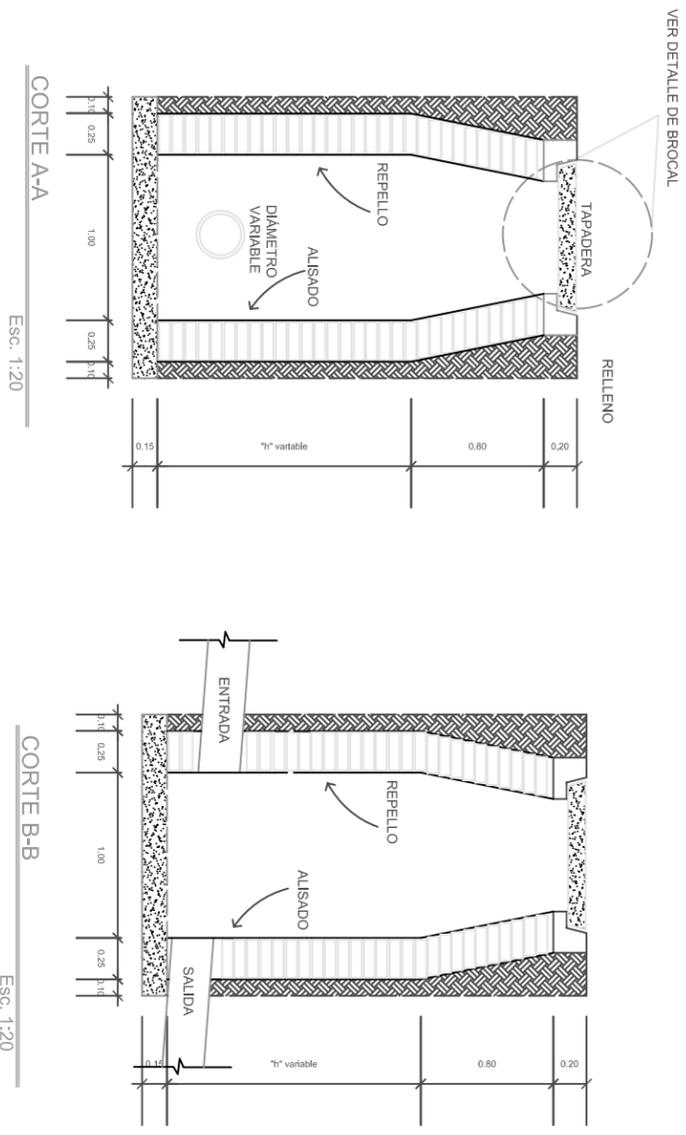
INDICADA

INDICADA

INDICADA

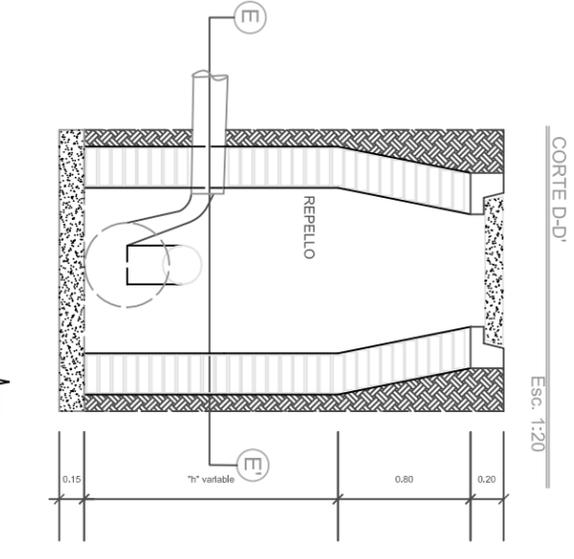
POZO DE VISITA TÍPICO

Para profundidades menores a 1.81 m Esc. 1:20



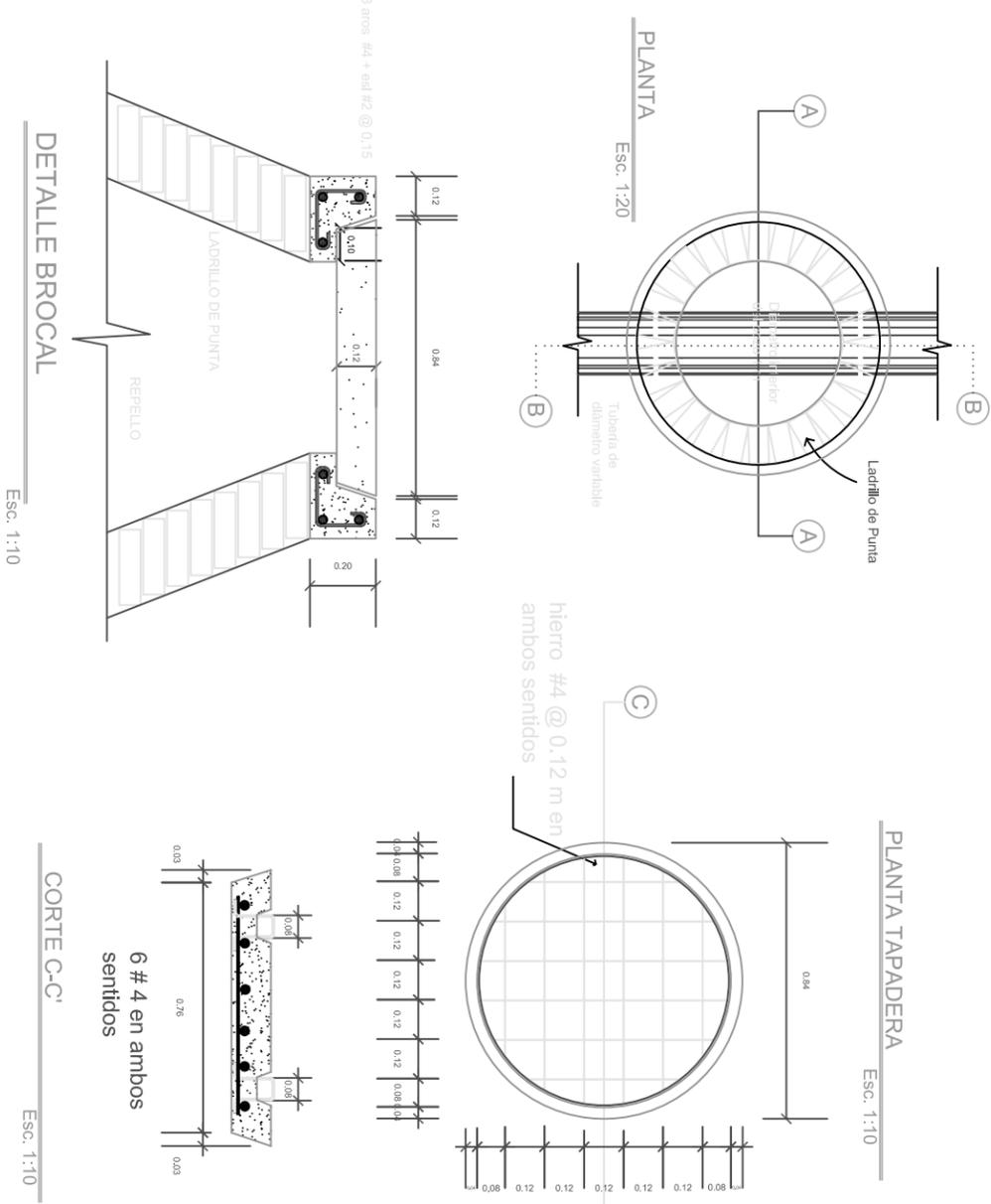
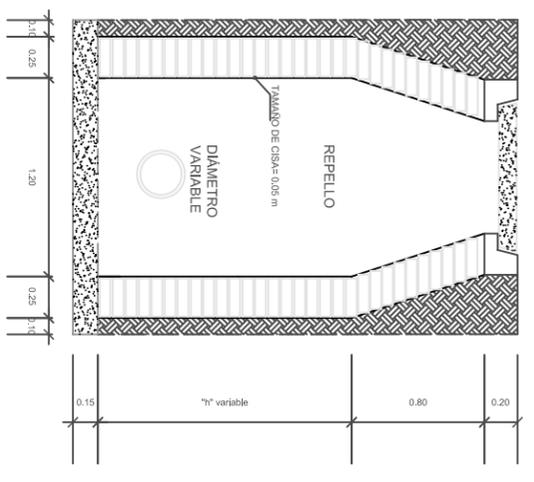
DETALLE DE POZO DE VISITA DE 2 ENTRADAS

Esc. 1:20



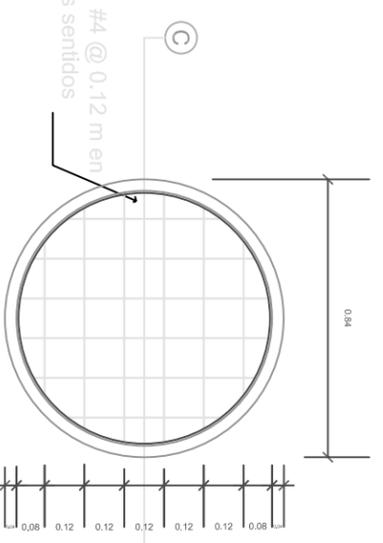
POZO DE VISITA PARA PROFUNDIDADES MAYORES A 1.81 m

Esc. 1:20



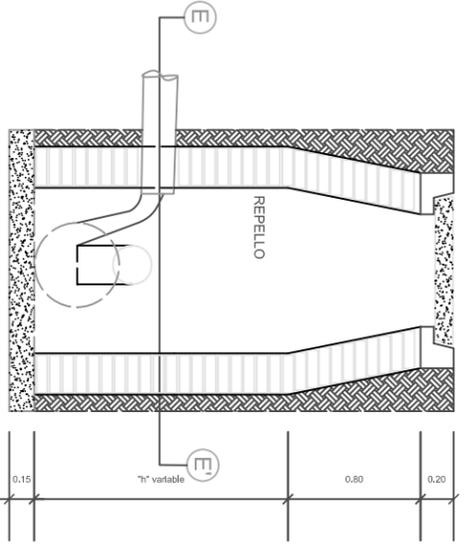
PLANTA TAPADERA

Esc. 1:10



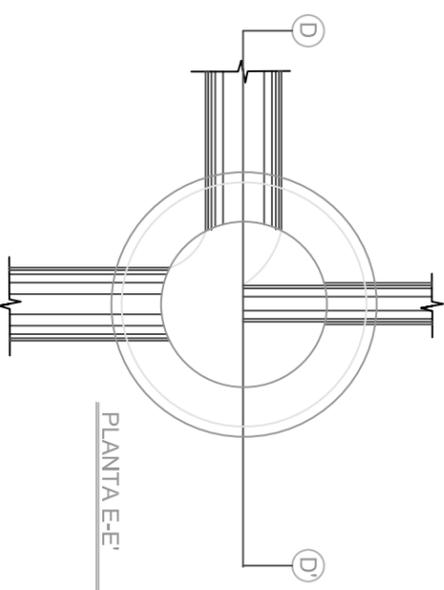
CORTE D-D'

Esc. 1:20



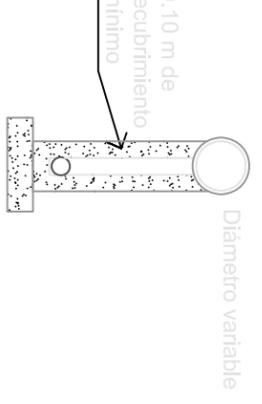
PLANTA E-E'

Esc. 1:10



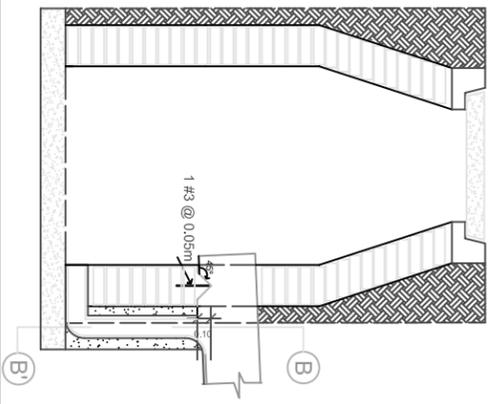
CORTE B-B'

Esc. 1:10



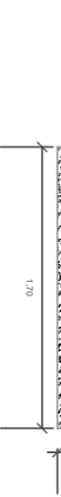
DETALLE DE POZO CON CAÍDA MAYOR A 0.70 m

Esc. 1:20



DETALLE DE BASE

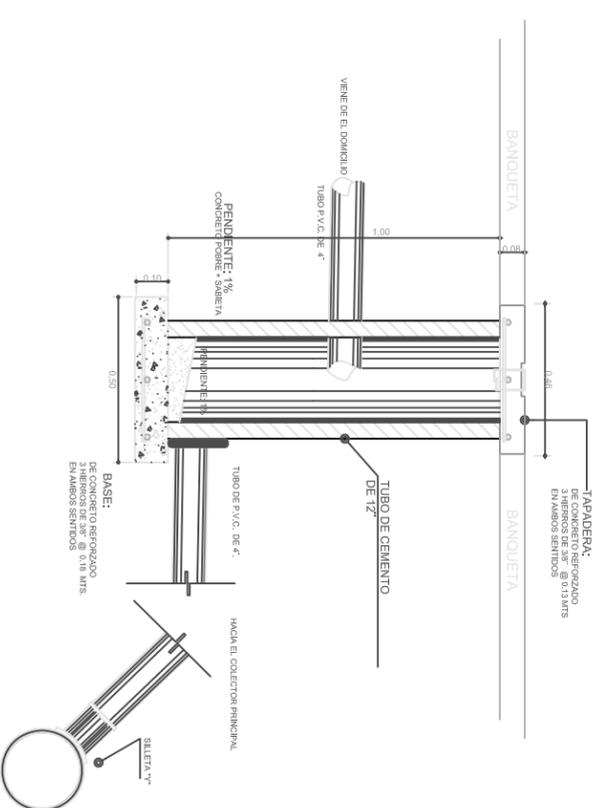
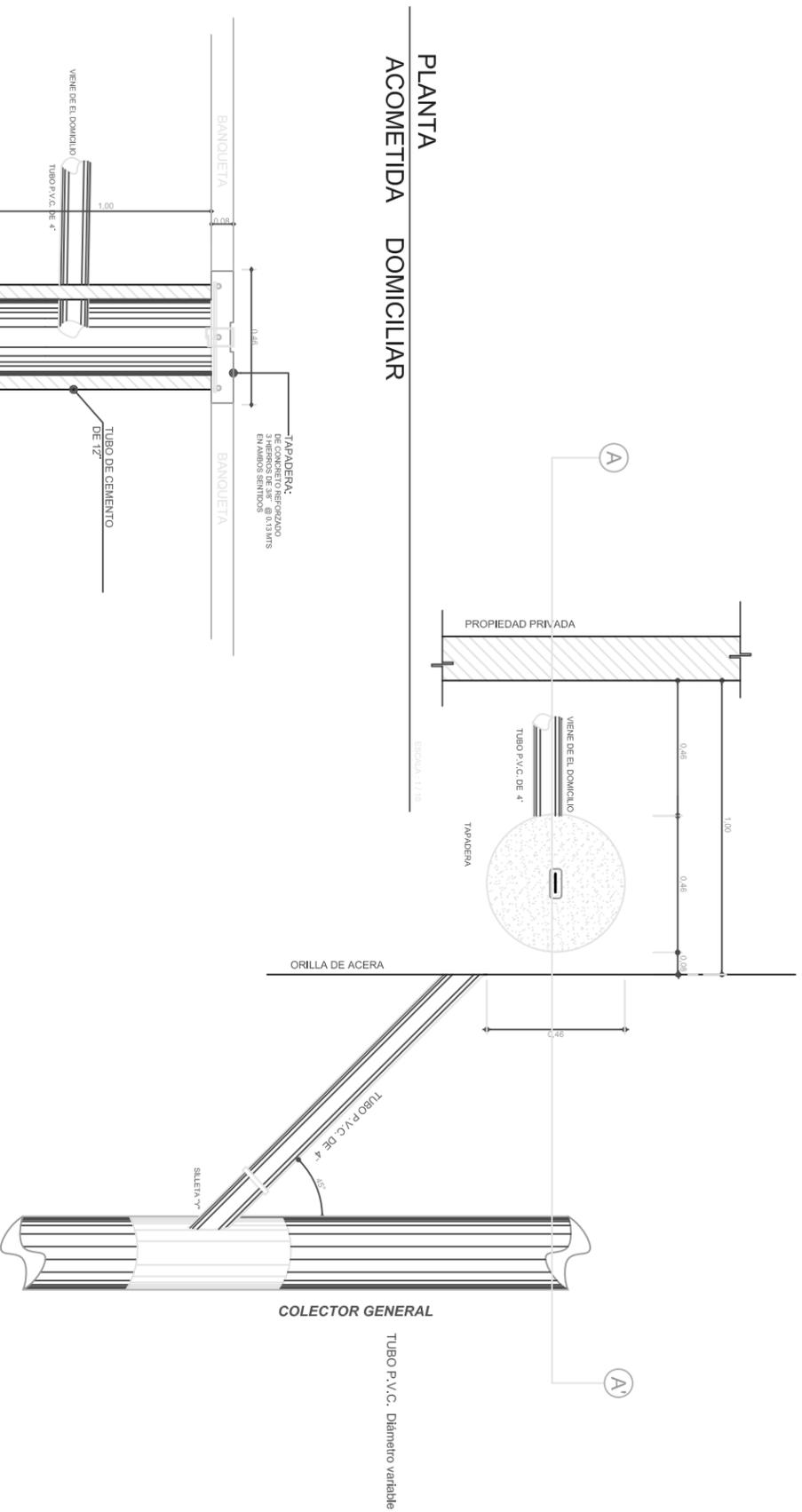
Esc. 1:20



ESPECIFICACIONES DE MATERIALES	
Fy = 4.210 kg/cm ²	
Fc = 281 kg/cm ²	
Ladrillo layvvo de (m) 0.11x0.06x0.23	

PROYECTO:	ALCANTARILLADO SAN CARLOS ALDEA LA ESQUILADA	FECHA:	AGOSTO 2008
DIRIGIDO POR:	ALDEA LA ESQUILADA SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ	ESPECIALIDAD:	INGENIERIA
DESEÑADO POR:	SACATEPÉQUEZ	PROFESION:	INGENIERIA CIVIL
CHECKEADO POR:	DETALLES DE POZO DE VISITA	INDICADA:	
DISEÑADO POR:	ENRIQUE ANGLIANO	TRAZADO:	ENRIQUE ANGLIANO
REVISADO POR:	ENRIQUE ANGLIANO	APROBADO POR:	MRS. ANABEL SUC
FECHA:	AGOSTO 2008	ESCALA:	4/5

PLANTA
ACOMETIDA DOMICILIAR



CORTE A-A'
ACOMETIDA DOMICILIAR

SECCION A-A'

<p>UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL SUPERVISADO - EPS MUNICIPALIDAD SAN LUCAS SACATEPEQUEZ</p>		<p>ALCALDIA MUNICIPAL MUNICIPALIDAD SAN LUCAS SACATEPEQUEZ</p>	<p>FECHA: JULIO 2008</p> <p>INDICADA</p>
<p>PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA LA EMBAJADA</p>			
<p>DIR. P.A.D.: ALDEA LA EMBAJADA SAN LUCAS SACATEPEQUEZ</p>			
<p>DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ</p>			
<p>CONTRATO: DETALLES DE CONEXION DOMICILIAR</p>		<p>INDICADA</p>	
<p>CALCULO: ENICK ANGLIANO</p>	<p>TRAZO: ENICK ANGLIANO</p>	<p>HOJA: 5/5</p>	
<p>DISEÑO: ENICK ANGLIANO</p>	<p>ASESOR SUPERVISOR: ING. ANSEL SAC</p>	<p>5/5</p>	
<p>ESCALA: 1:100</p>		<p>FECHA: 2008</p>	