



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA
CEIBA AMELIA, MUNICIPIO DE LA GOMERA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

Antonio Eduardo Montepeque Berthet

Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, marzo de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA
CEIBA AMELIA, MUNICIPIO DE LA GOMERA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ANTONIO EDUARDO MONTEPEQUE BERTHET
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Jorge Mario Morales González
EXAMINADOR	Ing. Oscar Armando Martínez Amaya
EXAMINADOR	Ing. José Gabriel Montenegro Paiz
EXAMINADOR	Ing. Erick Rosales Torres
SECRETARIO	Ing. Edgar Jose Bravatti Castro

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
CEIBA AMELIA, MUNICIPIO DE LA GOMERA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

Tema que me fuera asignado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha noviembre de 2009.



Antonio Eduardo Montepeque Berthet

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 28 de octubre de 2011
REF.EPS.DOC.1415.10.11

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

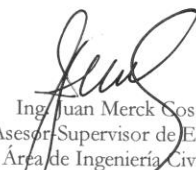
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Antonio Eduardo Montepeque Berthet** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **8411132**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA CEIBA AMELIA, MUNICIPIO DE LA GOMERA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA"**.

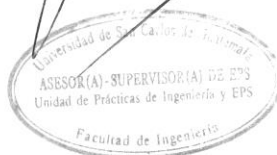
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Juan Merck Cos
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
JMC/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,
28 de noviembre de 2013

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 DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA CEIBA AMELIA, MUNICIPIO DE LA GOMERA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Antonio Eduardo Montepeque Berthet, con Carnet No. 841132, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 29 de noviembre de 2013
REF.EPS.D.848.11.2013

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 CEIBA AMELIA, MUNICIPIO DE LA GOMERA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Antonio Eduardo Montepeque Berthet**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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"

Ing. Juan Merck Cos
Director Unidad de EPS

DIRECCION
Unidad de Ejercicio de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

JMC/ra



<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. Juan Merck Cos y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Antonio Eduardo Montepeque Berthet titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA CEIBA AMELIA, MUNICIPIO DE LA GOMERA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, marzo 2014

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 123 .2014

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 CEIBA AMELIA, MUNICIPIO DE LA GOMERA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, presentado por el estudiante universitario **Antonio Eduardo Montepeque Berthet**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Berthel
Decano



Guatemala, 14 de marzo de 2014

/gdech

AGRADECIMIENTOS A:

Dios todopoderoso	Por haberme permitido iniciar y finalizar con éxito mi carrera.
Ing. Juan Merck Cos	Por el apoyo técnico y moral brindado de manera incondicional y su valiosa asesoría al presente trabajo de graduación.
Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala	Por permitirme forjar en sus aulas uno de mis más grandes anhelos.
La Municipalidad de la Gomera, Escuintla	Por el apoyo proporcionado y la oportunidad de compartir mis conocimientos para realizar este trabajo y en especial al Lic. Luis Eduardo Carranza Pérez.

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. MONOGRAFÍA DE LA ALDEA DE CEIBA AMELIA	1
1.1. Generalidades	1
1.1.1. Datos históricos	1
1.1.2. Localización	2
1.1.3. Ubicación geográfica	3
1.1.4. Aspectos topográficos.....	4
1.1.5. Vías de acceso	4
1.1.6. Clima.....	5
1.1.7. Colindancias	5
1.1.8. Demografía.....	5
1.1.8.1. Población.....	5
1.1.8.2. Tipo de vivienda.....	6
1.1.9. Educación	6
1.1.10. Aspectos económicos.....	6
1.1.11. Servicios exitentes	6
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Ceiba Amelia.....	6
1.2.1. Descripción de las necesidades	7

1.2.1.1.	Alcantarillado sanitario de la aldea Ceiba Amelia	7
1.2.1.2.	Pavimentación de calles.....	7
1.2.1.3.	Edificación escolar	7
1.2.2.	Evaluación y priorización de las necesidades	7
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1.	Diseño de alcantarillado sanitario para la aldea de Ceiba Amelia, municipio de La Gomera, departamento de Escuintla....	9
2.1.1.	Descripción del proyecto	9
2.1.2.	Estudios topográficos	9
2.1.2.1.	Planimetría	10
2.1.2.2.	Altimetría	10
2.1.3.	Período de diseño	11
2.1.4.	Cálculo de la población futura	11
2.1.4.1.	Método geométrico.....	12
2.1.5.	Tipo del sistema	12
2.1.6.	Diseño del sistema	13
2.1.7.	Uso del agua	13
2.1.8.	Cálculo de caudales	14
2.1.8.1.	Caudal domiciliar	14
2.1.8.1.1.	Factor de retorno.....	15
2.1.8.2.	Caudal comercial.....	15
2.1.8.3.	Caudal de conexiones ilícitas	15
2.1.8.4.	Caudal de infiltración.....	17
2.1.9.	Factor caudal medio	17
2.1.10.	Velocidad de flujo	18
2.1.11.	Tirantes	18
2.1.12.	Factor de Harmond.....	18

2.1.13.	Caudal de diseño	19
2.1.14.	Principio hidráulico	19
2.1.14.1.	Ecuación de Manning para flujo en canales	20
2.1.14.2.	Ecuación de sección llena	21
2.1.14.3.	Ecuación a sección parcialmente llena	23
2.1.14.4.	Relaciones hidráulicas.....	24
2.1.15.	Secciones y pendientes	24
2.1.16.	Diámetro de la tubería	24
2.1.17.	Cotas Invert	25
2.1.18.	Pozos de visita.....	26
2.1.19.	Conexiones domiciliarias	27
2.1.19.1.	Caja o candela.....	28
2.1.19.2.	Tubería secundaria.....	29
2.1.20.	Profundidad de tubería	29
2.1.21.	Volumen de excavación	30
2.1.22.	Ejemplo de diseño hidráulico en un tramo	30
2.1.23.	Planeamiento de desfogue	39
2.1.24.	Propuesta de tratamiento.....	39
2.1.24.1.	Fosa séptica	41
2.1.24.2.	Diseño de la fosa séptica.....	41
2.1.24.3.	Cálculo de volumen	43
2.1.24.4.	Cálculo de las fosas para el proyecto ..	43
2.1.24.5.	Pozo de absorción	48
2.1.25.	Programa de operación y mantenimiento	49
2.1.26.	Planos	53
2.1.27.	Presupuesto	53
2.1.28.	Evaluación de Impacto Ambiental.....	54

2.1.29.	Evaluación socioeconómica	58
2.1.29.1.	Valor Presente Neto	60
2.1.29.2.	Tasa Interna de Retorno.....	61
CONCLUSIONES.....		63
RECOMENDACIONES		65
BIBLIOGRAFÍA.....		67
APÉNDICES.....		69

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa del municipio de la Gomera, Escuintla	3
2.	Ubicación geográfica de la aldea Ceiba Amelia	4
3.	Sección parcialmente llena	21
4.	Pozo de visita	27
5.	Conexión domiciliar	28

TABLAS

I.	Parámetros del diseño	13
II.	Ancho de zanja.....	29
III.	Cálculo hidráulico	36
IV.	Datos para el cálculo de fosas	44
V.	Presupuesto del proyecto.....	54

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
@	A cada
A	Área expresada en m ²
C	Calidad de tubería
Cm	Carga muerta
Cu	Carga última
Cv	Carga viva
Q	Caudal a sección llena en tuberías expresada en m ³ /s
QD	Caudal de diseño
n	Coefficiente de rugosidad
Ct	Cota de terreno
Cli	Cota Invert de inicio
Clf	Cota Invert final
Ø	Diámetro
D	Diámetro de la tubería expresada en m
Di	Diámetro interno de tubería
Dist	Distancia
t	Espesor de un elemento
Est	Estación
Hab	Habitantes
I	Inercia
kg	Kilogramo
L/hab./día	Litros por habitante por día

l/s	Litros por segundo
L	Longitud
Máx	Máxima
m	Metros
m²	Metros cuadrados
m³/s	Metros cúbicos por segundo
m/s	Metros por segundo
mm	Milímetros
Mín	Mínima
M	Momento
Ma	Momento activo
Mp	Momento pasivo
Mr	Momento resultante
S	Pendiente
S%	Pendiente en porcentaje
P.V.	Pozo de visita
R	Radio hidráulico
R2	Reacción dos
Ra	Reacción en a
Rb	Reacción en b
R1	Reacción uno
a/A	Relación de área de flujo / área a sección llena
q/Q	Relación de caudal / caudal a sección llena
Δ	Relación de pérdidas
d/D	Relación de profundidad de flujo / profundidad a sección llena
v/V	Relación de velocidad de fluidos / velocidad a sección llena
f'y	Resistencia del acero a tensión

f_c	Resistencia del concreto a compresión
T_c	Tasa de crecimiento de la población
v	Velocidad del flujo en la tubería expresada en m/s

GLOSARIO

ACI	American Concrete Institute (Instituto Americano de Concreto).
Aguas negras	El agua que se ha utilizado en actividades domésticas, comerciales o industriales.
Altimetría	Parte de la topografía que enseña a hacer mediciones de alturas.
Azimut	Es el ángulo formado en la dirección horizontal medido a partir del norte (real, magnético o arbitrario) en el sentido de las agujas del reloj.
Barlovento	Área o cara expuesta directamente al viento, donde produce empuje.
Bases de diseño	Parámetros que se utilizarán en la elaboración de un diseño: como la población, el clima, caudales.
Candela	Fuente donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce estas mismas, al colector del sistema de drenaje.

Carga muerta	Carga que permanece constante a través del tiempo.
Carga última	Es la suma de carga viva más la carga muerta afectada por factores de seguridad.
Caudal	Cantidad de agua que circula por un área determinada.
Colector	Conjunto de tuberías, pozos de visita y obras accesorias que se utilizarán para la descarga de las aguas servidas o aguas de lluvia.
Concreto ciclópeo	Hormigón a cuya masa, una vez vertida en los encofrados se han incorporado grandes piedras o bloques.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda, hasta la candela.
Contaminación	Alteración de la calidad por elementos que hagan el agua impropia para el consumo humano.
Costanera	Cada una de las vigas menores que cargan, en este caso lámina de fibrocemento sobre la viga principal o tendal. Las costaneras son elementos estructurales que se forman del diseño de paredes delgadas dobladas en frío, de acuerdo al código AISI.

Cota Invert	Cota o altura de la parte inferior interna de la tubería ya instalada.
Densidad de vivienda	Relación existente entre el número de viviendas por unidad de área.
Dotación	Cantidad de agua diaria asignada por habitante o predio.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
INSIVUMEH	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
Mampostería	Obra hecha con elementos de construcción formados por bloques de piedra, ladrillo, block, etc. unidos con mortero.
Momento	Magnitud resultante del producto del valor de una fuerza por su distancia a un punto de referencia.
Mortero	Es la combinación de un aglomerante: cemento y/o cal, y un agregado inerte: arena de río u otra, amasado con cierta cantidad de agua. El mortero es el agente de unión que integra una pared de mampostería.
Nudo	Punto donde concurren dos o más elementos de una estructura.

Planimetría	Parte de la topografía que enseña a hacer mediciones horizontales de una superficie.
Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, y para iniciar un tramo de tubería.
Prevención	Conjunto de medidas y acciones de preparación para disminuir el impacto de las amenazas sobre la población, los bienes, sistemas, servicios y el medio ambiente.
Sismo	Terremoto o seísmo, temblores producidos en la corteza terrestre como consecuencia de la liberación repentina de energía en el interior de la tierra. Esta energía se transmite a la superficie en forma de ondas sísmicas que se propagan en todas direcciones. El punto donde se origina el sismo se llama foco o hipocentro en el interior de la corteza terrestre y el epicentro es el punto de la superficie terrestre más próximo al foco del terremoto.
Sotavento	Lado contrario a aquél de donde viene el viento, donde se produce succión.
Tirante	Altura de las aguas residuales dentro de una tubería o un canal abierto.

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

Este trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Ingeniería, el cual consistió en desarrollar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Ceiba Amelia, municipio de La Gomera, Escuintla.

En la fase de investigación, se presenta la monografía de la aldea Ceiba Amelia, describiendo las características generales del lugar, para tener una idea del marco que tiene la población para la que se realiza el proyecto. El diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del área rural de la aldea Ceiba Amelia, lo cual permitió visualizar las condiciones en que se encuentran y priorizar los proyectos necesarios para las comunidades de este municipio.

La fase de servicio técnico profesional contiene las diferentes etapas del diseño de cada uno de los proyectos, la forma de realización y los resultados que se obtuvieron de los mismos.

Para la realización de los diseños se tomó en consideración aspectos importantes como la población beneficiada, características socioeconómicas, topografía y clima, los cuales determinaron la mejor solución técnica y económicamente factible.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario con la planta de tratamiento para la aldea Ceiba Amelia, municipio de La Gomera, Escuintla.

Específicos

1. Desarrollar una investigación monográfica y un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Ceiba Amelia, municipio de La Gomera, Escuintla.
2. Capacitar a los miembros del comité de la aldea Ceiba Amelia, sobre aspectos de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

Debido al crecimiento poblacional, el saneamiento ambiental de las comunidades hoy en día es un tema que ha cobrado mucha importancia, ya que la contaminación en las diferentes fases, ha llegado a índices sumamente alarmantes, produciendo en los seres vivos, enfermedades que pueden hasta causar la muerte. Es por ello que, para la evacuación de aguas residuales, es necesario hacer uso de alcantarillados sanitarios, transportándolos hacia un lugar donde no afecten el medio, generalmente hacia una planta de tratamiento.

El municipio de La Gomera del departamento de Escuintla, al igual que otros municipios, debe impulsar proyectos que logren la eliminación de las aguas servidas provenientes del caudal doméstico. Por otro lado, para lograr el desarrollo de las comunidades es necesario minimizar los aspectos negativos y potencializar las fortalezas, impulsando o motivando las habilidades que la población tenga es por esto que el objetivo principal de este trabajo de graduación es proponer mejores alternativas para esta comunidad a través del diseño de un adecuado sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Ceiba Amelia.

1. MONOGRAFÍA DE LA ALDEA DE CEIBA AMELIA

1.1. Generalidades

El municipio de La Gomera fue fundado en 1611 por el entonces capitán General del Reino de Guatemala don Antonio Peraza Ayala y Rojas, a quien se le dio el nombre de Conde de La Gomera. Dicho nombre se concedió en honor de una isla bajo el control de los pueblos españoles conquistadores que se llama así precisamente.

1.1.1. Datos históricos

El nuevo presidente no era letrado, por lo cual no tenía intervención en materia de justicia y uno de los primeros actos fue poner en ejecución varias cédulas que prohibían el avencindamiento de españoles y personas de color en los pueblos de indígenas. Como se habían reunido muchos españoles en el pueblo de Zapotitlán, cabecera de la provincia de Suchitepéquez, el presidente decidió removerlos de allá y formar con ellos una nueva población a la que se le dio el nombre de Villa de La Gomera, que subsiste hasta hoy en el departamento de Escuintla.

La Villa fue erigida por el rey, en título de Castilla, a favor del que fundó don Antonio Peraza Ayala y Rojas a quien se dió desde entonces el título de Conde de La Gomera.

Según Archivo Municipal en 1740 se menciona la cabecera como pueblo de la Villa de La Gomera, la cual se encontraba habitada por unos doscientos

cincuenta mulatos de ambos sexos, diversas edades, seis mestizos y dos españoles.

Según archivo municipal en 1770, el arzobispo don Pedro Cortés Larraz realizó visitas pastorales a las diócesis y mencionaba la villa de La Gomera como un pueblo de inmensos árboles y muchos parajes despoblándose. Menciona que contaba con 49 familias o 276 personas, de las cuales la cuarta parte era indígena. Las cosechas de este territorio son: maíz, caña de azúcar, algodón, tinta, ganado bovino y sal, el idioma oficial es el castellano.

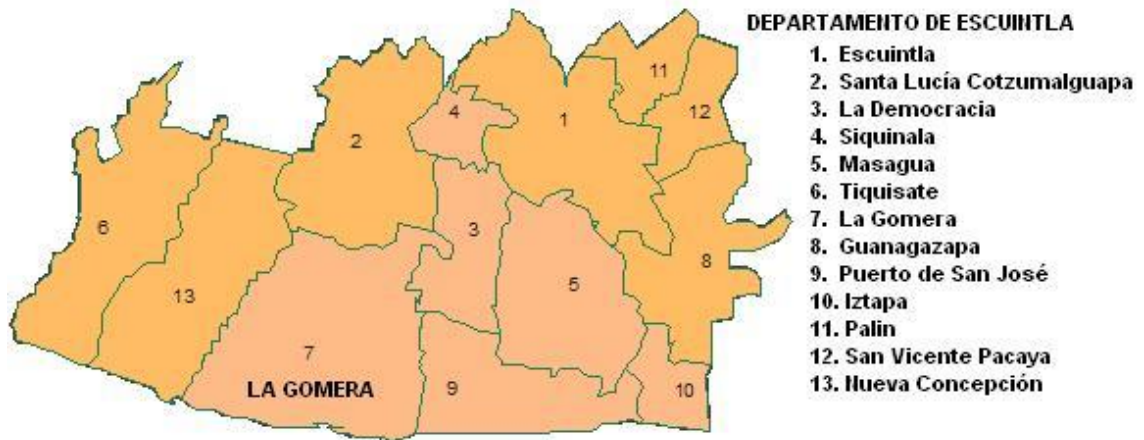
La Gomera se adscribió para tal fin al circuito de Escuintla. El 16 de junio de 1915, para un mejor servicio público, se establecieron en este departamento varias comunidades con carácter de municipalidades entre las cuales están: La Gomera, Siquinalá y Masagua. Luego por Acuerdo Gubernativo de 27 de julio de 1913, la Municipalidad de Texcuaco fue suprimida y se anexó como aldea al municipio de La Gomera.

La aldea Ceiba Amelia inicialmente se conocía como finca El Obraje, luego pasó a ser, en 1962, lotificación San José de la Reforma, hasta que en 1970 fue bautizada como aldea Ceiba Amelia, el nombre se deriva de un lugar conocido por un restaurante llamado Amelia que se encontraba ubicado a la par de la ceiba.

1.1.2. Localización

La aldea Ceiba Amelia se encuentra ubicada al norte en municipio de La Gomera departamento de Escuintla.

Figura 1. **Mapa del municipio de La Gomera, Escuintla**



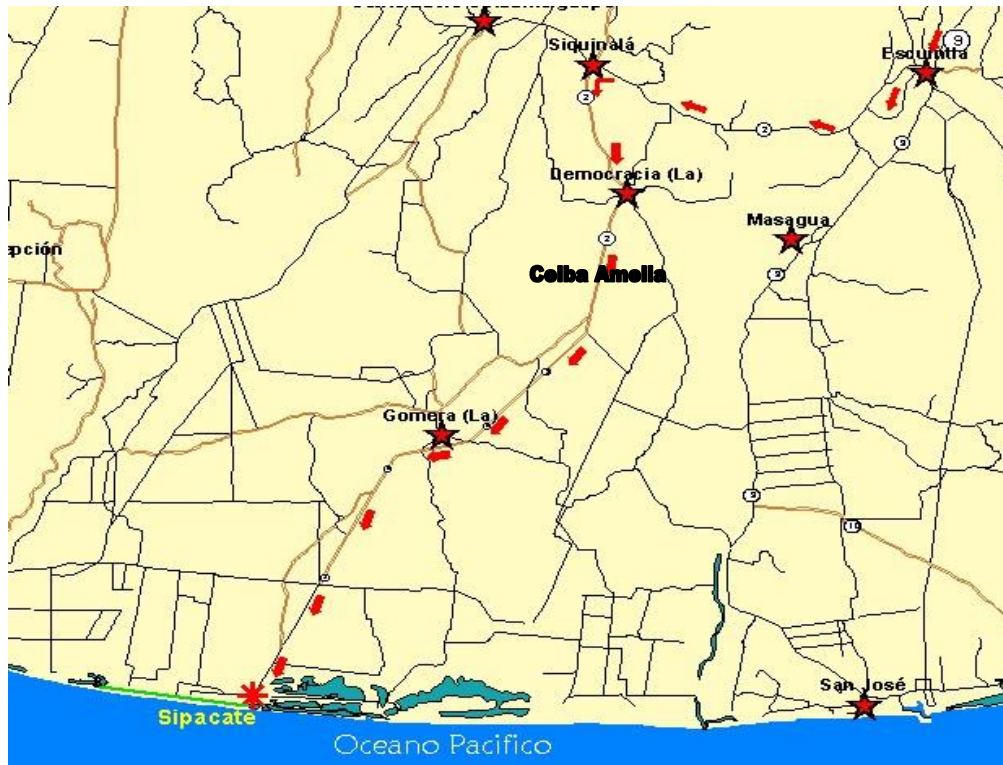
Fuente:<http://www.gomerano.com/lagomera.htm>. Consulta: enero de 2010.

1.1.3. **Ubicación geográfica**

La aldea Ceiba Amelia se encuentra ubicada al sur de la cabecera departamental de Escuintla, colinda al norte con el municipio de La Democracia, al sur con el municipio de La Gomera.

La aldea Ceiba Amelia se encuentra a 95 mts sobre el nivel del mar, con una latitud de 14° 10' 15,15" y longitud de 90° 57' 51,82"

Figura 2. **Ubicación geográfica de la aldea Ceiba Amelia**



Fuente: <http://www.gomerano.com/lagomera.htm>. Consulta: febrero de 2010.

1.1.4. Aspectos topográficos

La topografía de la aldea es completamente plana a una altura variable de 95 a 100 metros sobre el nivel del mar.

1.1.5. Vías de acceso

Saliendo de Guatemala por la carretera CA9 60 km llegando a Escuintla hasta encontrar la carretera CA2 recorriendo 22 km para tomar el desvío a la carretera Hwy 2 recorriendo 15,5 km para un total de 97,5 km desde la capital por la única vía de acceso carretera que comunica al municipio de La Gomera.

1.1.6. Clima

El clima del municipio de La Gomera está definido según el Sistema Tchach Write utilizando por el Instituto Nacional de Sismología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) como cálido, húmedo y se caracteriza por dos estaciones de igual duración: invierno y verano. Una extremadamente seca y otra húmeda, adjuntando las tablas de temperatura y humedad, proveniente de la estación meteorológica Camantulul.

1.1.7. Colindancias

Al norte la aldea El Arenal de La Democracia, al este con la finca Santa Cristina de La Democracia, al oeste con la finca El Ladero y al sur caserío El Milagro.

1.1.8. Demografía

Estudio estadístico de la aldea Ceiba Amelia municipio de La Gomera departamento de Escuintla.

1.1.8.1. Población

Muchas personas coinciden en señalar que los habitantes de la aldea Ceiba Amelia son gente honrada, trabajadora y amante de la paz. En la actualidad existen 2 110 habitantes que constituyen el total de la población, comprendiendo en 836 menores y 1 274 adultos.

1.1.8.2. Tipo de vivienda

La vivienda existente es la tradicional guatemalteca contiene paredes de block de 15 cm y el techo de lámina de zinc y alguna casa con losa fundida, el total de casas existentes es 440.

1.1.9. Educación

Actualmente la aldea Ceiba Amelia cuenta con las escuelas:

- Escuela preprimaria aldea Ceiba Amelia
- Escuela mixta aldea Ceiba Amelia
- Instituto por cooperativa aldea Ceiba Amelia

1.1.10. Aspectos económicos

En la totalidad el terreno de cultivo es la caña de azúcar siendo la principal actividad económica de la población.

1.1.11. Servicios existentes

Actualmente la aldea Ceiba Amelia cuenta con casi todos los servicios básicos: telefonía, agua y luz.

1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Ceiba Amelia

A continuación se detallan las necesidades de servicios básicos de la aldea Ceiba Amelia.

1.2.1. Descripción de las necesidades

Las necesidades se describen en los siguientes subtítulos.

1.2.1.1. Alcantarillado sanitario de la aldea Ceiba Amelia

La falta de un servicio de alcantarillado sanitario provoca que las aguas residuales corran a flor de tierra, lo que genera enfermedades y malos olores.

1.2.1.2. Pavimentación de calles

Debido al mal estado de las calles del sector se dificulta la circulación por estas en épocas de lluvia, tanto de personas como de vehículos.

1.2.1.3. Edificación escolar

La aldea Ceiba Amelia cuenta con tres edificios escolares uno para nivel preprimario a primario, el segundo para nivel secundario y el tercero para diversificado.

1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades

De acuerdo a criterio de las autoridades municipales y Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) se priorizan las necesidades de la siguiente forma: alcantarillado sanitarios, pavimentación de calles y edificación escolar.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de alcantarillado sanitario para la aldea de Ceiba Amelia, municipio de La Gomera, departamento de Escuintla

Para el efecto, la aldea Ceiba Amelia, no cuenta con un sistema adecuado de evacuación de las agua servidas o residuales; por lo que se decidió atender esta necesidad, del cual están excluidos los caudales de agua de lluvia provenientes de la calle, techos y otras superficies.

2.1.1. Descripción del proyecto

Este proyecto comprende el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, el cual está conformado por una red de 7 194 metros y 72 pozos de visita; la tubería a utilizar será de PVC y tendrá un diámetro mínimo de 6" para el colector principal y de 4" para la conexión domiciliar, las cuales deben cumplir con las Normas ASTM D3034. Se le dará un tratamiento primario a las aguas servidas por medio de fosa séptica, el servicio tendrá una cobertura de 2 110 habitantes actuales y 5 122 habitantes a futuro.

2.1.2. Estudios topográficos

Se refiere al conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos en la superficie de la tierra, tanto en planta como en altura, los cálculos correspondientes y la representación en un plano (trabajo de campo + trabajo de oficina).

El levantamiento topográfico se realizó para localizar la línea central del alcantarillado, pozos de visita, conexiones domiciliarias y en general, para ubicar todos aquellos puntos de importancia.

Se realizó un levantamiento planimétrico y altimétrico aparatos de precisión.

2.1.2.1. Planimetría

Se utiliza para conseguir la presentación a escala de todos los detalles interesantes de un terreno sobre una superficie plana. En este proyecto se utilizó el sistema por coordenadas proporcionada por la Estación Total. El equipo utilizado fue:

- Estación Total Sokkia
- Cinta métrica de 60 metros de longitud
- Plomada
- Estacas, pintura y clavos

2.1.2.2. Altimetría

Se ocupa de la determinación de las cotas (altura de un punto) con referencia al nivel medio del mar o a otro punto del plano. El levantamiento altimétrico del sistema de alcantarillado se realizó por el sistema por coordenadas proporcionada por la Estación Total. El equipo utilizado fue:

- Estación Total Sokkia
- Cinta métrica de 60 metros de longitud
- Estacas, pintura y clavos

2.1.3. Período de diseño

Es el período de funcionamiento eficiente del sistema, luego de este período es necesario rehabilitar el sistema. Para determinar dicho período es necesario tomar en cuenta factores tales como: población beneficiada, crecimiento poblacional, calidad de materiales a utilizar, futuras ampliaciones de las obras planeadas y mantenimiento del sistema. Instituciones como el Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM) recomiendan que las alcantarillas se diseñen para un período de 30 años.

Para este proyecto se propone un período de diseño de 30 años, en el cual esta considerado el tiempo para las gestiones que conlleve, la respectiva autorización y el desembolso económico.

2.1.4. Cálculo de la población futura

La población de diseño se determina con la cantidad de pobladores, al que se va a servir en un período de tiempo establecido, tomando como base los habitantes actuales, que se encuentran en el sector donde se desarrollará el proyecto.

Se calculará la población futura por medio del método de incremento geométrico, por ser el más apto y el que se apega a la realidad del crecimiento poblacional de nuestro medio. Se utilizará una tasa de crecimiento poblacional de 3 %, dato proporcionado por la municipalidad de La Gomera. La población actual es de 2 110 habitantes.

2.1.4.1. Método geométrico

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

Donde:

Pf	=	población a futuro	=	?
Po	=	población actual	=	2110 hab
R	=	tasa de crecimiento	=	3 %
n	=	años proyectados	=	30 años

$$Pf = 2\ 110(1 + 0,03)^{30}$$

$$Pf = 5\ 122 \text{ habitantes}$$

2.1.5. Tipo del sistema

Existen 3 tipos básicos de alcantarillado, la selección de cada uno de estos sistemas dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos, funcionales, pero quizá el más importante es el económico. Los tipos de alcantarillado son los siguientes:

- Alcantarillado sanitario: recoge las aguas servidas domiciliarias, baños, cocinas y servicios; residuos comerciales como restaurantes y garajes; aguas negras producidas por industrias e infiltración.
- Alcantarillado pluvial: recoge únicamente las aguas de lluvia que concurren al sistema.
- Alcantarillado combinado: este tipo de alcantarillado consta de un único colector, a través del cual fluyen tanto las aguas residuales de uso doméstico o industrial como las de lluvia.

2.1.6. Diseño del sistema

Para el diseño del sistema de drenaje sanitario se tomaron como base, las Normas ASTM 3034 y las normas que establece el INFOM.

Tabla I. **Parámetros del diseño**

Tipo de sistema:	Alcantarillado Sanitario
Período de diseño:	30 años
Población actual:	2 110 habitantes
Población de diseño:	5 122 habitantes
Tasa de crecimiento:	3%
Diámetro de tubería mínima (PVC):	6 pulgadas
Dotación de agua:	125 litros/habitante/día
Factor de retorno de aguas negras:	0,75

Fuente: elaboración propia.

2.1.7. Uso del agua

El agua potable tiene diferentes usos dentro del hogar y depende de muchos factores como el clima, nivel de vida o condiciones socioeconómicas, tipo de población, si se cuenta o no con medición, la presión en la red, la calidad y el costo del agua.

Estos usos se han cuantificado por diferentes entes como: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Sanitaria y Ambiental y Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, estableciéndose datos referente a

bebidas, preparación de alimentos, lavado de utensilios, baño, lavado de ropa, desagüe de inodoros, pérdidas, etc.

Con esto se ha podido estimar el total de agua que se consume ya que es aproximadamente entre un setenta y cinco y un noventa por ciento que se descarga al drenaje, constituyendo el caudal domiciliar, y al porcentaje de agua que se envía a la alcantarilla o drenaje, este se conoce como factor de retorno.

2.1.8. Cálculo de caudales

El cálculo de los diferentes caudales que componen el flujo de aguas negras se efectúa mediante la aplicación de diferentes factores, donde interviene la población, como:

- Dotación de agua potable por habitante día
- Utilización del agua en las viviendas
- Uso del agua en el sector industrial y la dotación
- Uso del agua en el sector comercial y la dotación
- Intensidad de lluvia en la población
- Estimación de las conexiones ilícitas
- Cantidad de agua que se puede infiltrar en el drenaje
- Las condiciones socioeconómicas de la población

2.1.8.1. 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.

De esta forma el caudal domiciliar o doméstico queda integrado así:

$$QDOM = (\text{dotación} * \text{No. de Hab. futuro} * \text{factor retorno}) / 86400$$

$$QDOM = (125 \text{ l/hab./día} * 5\,122 \text{ hab.} * 0,75) / 86\,400 = 5,56 \text{ l/s}$$

2.1.8.1.1. Factor de retorno

Se sabe que el 100 % de agua potable que ingresa a cada vivienda no regresará a las alcantarillas, esto por razones del uso que se le da a la dotación dentro de la vivienda. Considerando que pueda perderse un 25 % de la dotación y tomando en cuenta que el área de influencia del proyecto cuenta con viviendas que en la mayoría poseen patios de tierra, se consideró un factor de retorno al sistema del 75 %.

2.1.8.2. Caudal comercial

Conformado por las aguas negras resultantes de las actividades de los comercios, comedores, restaurantes, hoteles, la aldea carece de ellos, por lo que no se contempla caudal comercial alguno.

2.1.8.3. Caudal de conexiones ilícitas

Este tipo de caudal es producido por las viviendas que por no contar con un sistema de alcantarillado apropiado para las aguas pluviales, las introducen al sistema de alcantarillado sanitario.

Según el INFOM, se puede estimar el valor de este caudal tomando un 10 % mínimo del caudal domiciliar.

Como el caudal de conexiones ilícitas va directamente relacionado con el caudal producido por las lluvias, otra forma para calcularlo es el método Racional, el cual está dado por:

$$Q_{\text{Conex. ilícitas}} = CiA / 360$$

Donde:

Q = caudal (m³/s.)

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia (mm/hora)

A = área que es factible conectar ilícitamente al sistema (mm/hora)

Por no contar con la información necesaria para la utilización del método racional, el caudal de conexiones ilícitas se calculará por medio de los parámetros regulados por el INFOM, tomando en este caso un valor de 25 % del caudal domiciliar.

$$Q_{\text{ilícita}} = 25\% * Q_{\text{domiciliar}}$$

Donde :

Q_{domiciliar} = caudal domiciliar

Caudal de conexiones ilícitas actual

Q ilícita = 25 % * 2,29 l/s

Q ilícita = 0,57 l/s

Caudal de conexiones ilícitas futuro

$$Q \text{ ilícita} = 25 \% * 5,56 \text{ l/s}$$

$$Q \text{ ilícita} = 1,39 \text{ l/s}$$

2.1.8.4. Caudal de infiltración

No existe caudal de infiltración debido a que la tubería a emplear es de PVC, la cual no permite ningún tipo de infiltración.

2.1.9. Factor caudal medio

Regula la aportación de caudal en la tubería; se considera que es el caudal con que contribuye un habitante debido a las 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 sobre diseño o en subdiseño, según sea el caso.

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

$$Q_{\text{medio}} = Q_{\text{domiciliar}} + Q_{\text{conexiones ilícitas}}$$

$$Q_{\text{medio}} = 5.56 \text{ l/s} + 1.39 \text{ l/s} = 6.95 \text{ l/s}$$

Donde:

$$F_{qm} = 6.95 \text{ l/s.} / 5\ 122 \text{ hab.} = 0,00136$$

Este valor no se encuentra entre los rangos establecidos, por lo tanto se adopta el valor 0,002 para el diseño.

2.1.10. Velocidad de flujo

Se debe diseñar de modo que la velocidad mínima del flujo para la tubería PVC, trabajando a cualquier sección deberá ser de 0,4 m/s. En casos críticos con terrenos muy planos y ramales iniciales con pequeño flujo, se acepta una velocidad de 0,30 m/s, la velocidad máxima será de 4 m/s, debido a que velocidades mayores causan efectos dañinos, porque los sólidos en suspensión (arena, cascajo, piedra) producen un efecto abrasivo en la tubería.

2.1.11. Tirantes

La altura del tirante del flujo deberá ser mayor de 10 % del diámetro de la tubería y menor del 75 % de la misma. Estos parámetros aseguran el funcionamiento como canal abierto, así como funcionalidad para el arrastre de los sedimentos.

2.1.12. Factor de Harmond

Este factor 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 siguiente fórmula en

la cual el valor disminuye si la población aumenta y es inversamente proporcional si esta disminuye.

La fórmula es:

$$FH = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}}$$

Donde:

FH = factor de flujo instantáneo o factor de Harmond.

P = población del tramo analizado.

2.1.13. Caudal de diseño

Es el caudal con el que se diseñará cada tramo del sistema sanitario y será igual al multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Harmond y el número de habitantes a servir.

$$Q_{\text{dis. Actual}} = F_{\text{qm}} * FH_{\text{actual}} * \text{No. de hab. actual}$$

$$Q_{\text{dis. Futuro}} = F_{\text{qm}} * FH_{\text{futuro}} * \text{No. de hab. futuro}$$

2.1.14. Principio hidráulico

El principio básico para el buen funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario es transportar las aguas negras por tubería como si fuesen canales abiertos, funcionando por gravedad, y cuyo flujo está determinado por la rugosidad del material y por la pendiente del canal.

Particularmente para sistemas de alcantarillado sanitarios, 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.

2.1.14.1. Ecuación de Manning para flujo en canales

Para encontrar valores que determinen la velocidad y caudal que se conducen en un canal 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.

Por consiguiente, se buscaron diferentes formas para calcular la velocidad en el conducto donde se reduzcan las variaciones del coeficiente C y que dependa directamente de la rugosidad del material de transporte, y sea independiente del radio hidráulico y la pendiente.

Como una fórmula ideal de conseguir tales condiciones, fue presentada al Instituto de Ingenieros Civiles de Irlanda, en 1890, un procedimiento llamado fórmula de Manning, cuyo uso es bastante extenso por llenar condiciones factibles de trabajo en el cálculo de velocidades para flujo en canales.

La ecuación de Manning se define así:

$$V = \left[\frac{R^{1/2} * \sqrt{S}}{n} \right]$$

Donde:

V = velocidad m/s

R = radio hidráulico

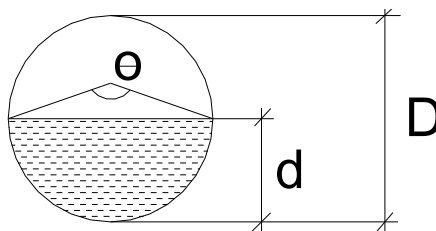
S = pendiente del canal

n = coeficiente de rugosidad, propiedad del canal

2.1.14.2. Ecuación de sección llena

El principio fundamental de un sistema de alcantarillado sanitario como se mencionó 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.

Figura 3. **Sección parcialmente llena**



Fuente: http://www.atha.es/atha_archivos/manual/c443.htm. Consulta: marzo de 2010.

Para el cálculo de la velocidad se emplea la fórmula de Manning. Pero haciendo algunos arreglos algebraicos y para minimizar trabajo, se creó la fórmula siguiente, la cual se aplica en este diseño.

$$V = \left[\frac{0,03429 D^{2/3} * \sqrt{S}}{n} \right]$$

Donde:

- V = velocidad a sección llena (m/s)
- D = diámetro de tubo (pulgadas)
- S = pendiente del terreno (%/100)
- n = coeficiente de rugosidad, propiedad del tubo

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

$Q = A * V$ de donde:

$$A = \frac{\pi}{4} * D^2$$

Donde:

- Q = caudal a sección llena (l/s)
- A = área de la tubería m²
- V = velocidad a sección llena (m/s)
- π = constante Pi

Simplificando la fórmula para obtener el área directamente en m² en función del diámetro en pulgadas se utiliza la fórmula siguiente:

$$A = 0,0005067 * D^2 * 100$$

Donde:

D = diámetro del tubo en pulgadas

2.1.14.3. Ecuación a sección parcialmente llena

Para el diseño del alcantarillado sanitario se debe contar con la información correspondiente a los valores de la velocidad y caudal de la sección llena de la tubería que se está utilizando.

Para el cálculo de la velocidad y el caudal se emplean las siguientes ecuaciones:

$$V = \left[\left(\frac{0,03429}{n} \right) * D^{2/3} * S^{1/2} \right] \quad \text{y} \quad Q = A * V$$

Donde:

- Q = caudal a sección llena (m³/s)
- A = área de la tubería (m²)
- V = velocidad a sección llena (m/s)
- n = rugosidad de la tubería (comercialmente para PVC = 0,010)
- S = la pendiente de la línea de agua en m/m
- D = diámetro de la tubería en metros

2.1.14.4. Relaciones hidráulicas

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena y poder agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena. De los resultados obtenidos se construyeron las tablas, utilizando para eso la fórmula de Manning.

La utilización de las tablas se realiza determinando primero la relación (q/Q). Dicho valor se busca en las tablas; si no se encuentra el valor exacto, se busca uno aproximado. En la columna de la izquierda se ubica la relación (v/V) y obteniendo este valor se multiplica por el obtenido por la velocidad a sección llena y se logra saber así la velocidad a sección parcial. Sucesivamente se obtiene los demás valores de chequeo.

2.1.15. Sección y pendientes

La pendiente mínima en los colectores provoca velocidades iguales o mayores a 0,4 metros por segundo, y la pendiente máxima provoca velocidades menores o iguales a 4,00 metros por segundo.

2.1.16. Diámetro de la tubería

El diámetro mínimo de tubería que ha de usarse para el diseño de alcantarillados sanitarios utilizando tubería de concreto será de 8 pulgadas; para tuberías de PVC el diámetro mínimo es de 6 pulgadas, según lo indica el INFOM. Se utilizan estos diámetros debido a requerimientos de limpieza, flujo y para evitar obstrucciones.

2.1.17. Cotas Invert

Es la distancia entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería, tomando en cuenta que la cota Invert sea al menos igual al recubrimiento mínimo necesario de la tubería.

Se debe tomar en cuenta para el cálculo, que la cota Invert de salida de un pozo se coloca por lo menos a tres centímetro más baja que la cota Invert de llegada de la tubería más baja. Las cotas Invert de entrada y de salida se calculan de la siguiente manera:

$$CIS_1 = CT - Hp_1$$

$$CIE_2 = CIS_1 - S\% * DH$$

$$CIS_2 = CIE_2 - 0,03m$$

Donde:

CIS_1 = cota Invert de salida del pozo de visita 1 (CIS)

CT = cota de terreno

Hp_1 = altura del pozo de visita 1

CIE_2 = cota Invert de entrada del pozo de visita 2 (CIE)

CIS_2 = cota Invert de salida del pozo de visita 2 (CIS)

S % tubo = pendiente del tubo

DH = distancia horizontal entre pozos

2.1.18. Pozos de visita

Luego de determinar la ruta donde se ejecutará la red de alcantarillado se tomará en cuenta colocar pozos de visita en los siguientes casos o combinación de ellos:

- Donde exista cambio de diámetro
- En intersecciones de dos o más tuberías
- En cambio de pendiente
- En el inicio de cualquier ramal
- En distancia no mayores de 100 m
- En curvas no más de 30 m

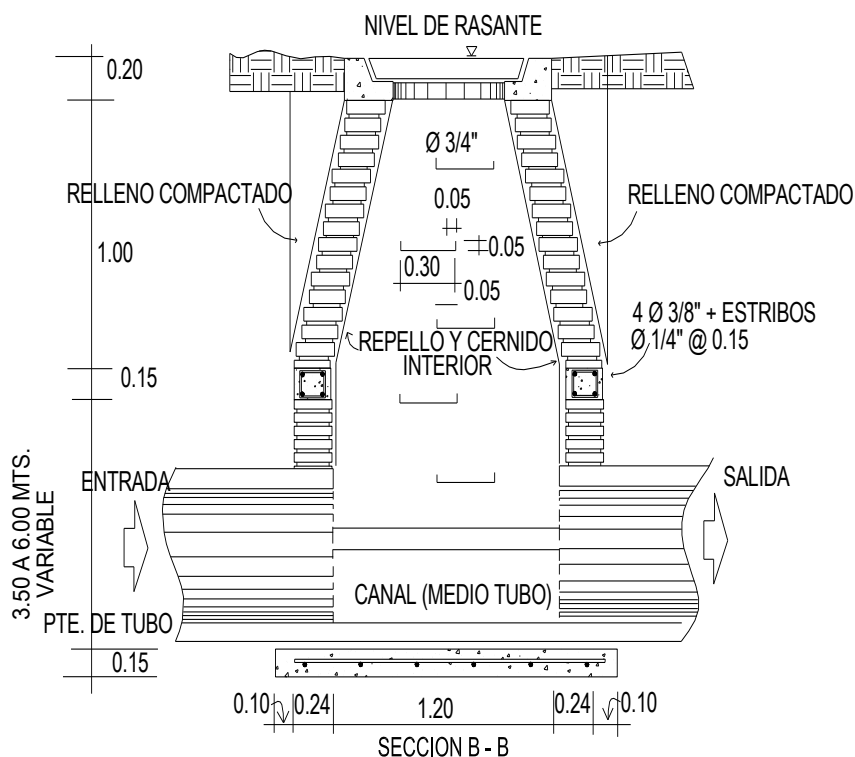
Son dispositivos que sirven para verificar el buen funcionamiento de la red del colector. Permite efectuar operaciones de limpieza y mantenimiento, accediendo a realizar funciones como: conectar distintos ramales de un sistema e iniciar un ramal.

La construcción está predeterminada según normas establecidas por instituciones encargadas de velar por la adecuada construcción de sistemas de alcantarillado sanitario, siendo sus principales características: fondo de concreto reforzado, paredes de mampostería o cualquier material impermeable, repellos y cernidos liso en dichas paredes, tapadera que permite la entrada al pozo de un diámetro entre 0,60 a 0,75 metros, escalones que permite acceder al fondo del pozo, estos de hierro empotrados en las paredes del pozo. La altura del pozo dependerá del diseño de la red.

Son de secciones circulares y con diámetro mínimo de 1,20 m, contruidos generalmente de ladrillo o cualquier otro material que proporcione impermeabilidad y durabilidad dentro del período de diseño; sin embargo, las

limitantes del lugar pueden ser una variable para la construcción, observándose diseños desde tubos de concreto de 32 pulgadas hasta pozos fundidos de concreto ciclópeo.

Figura 4. Pozo de visita



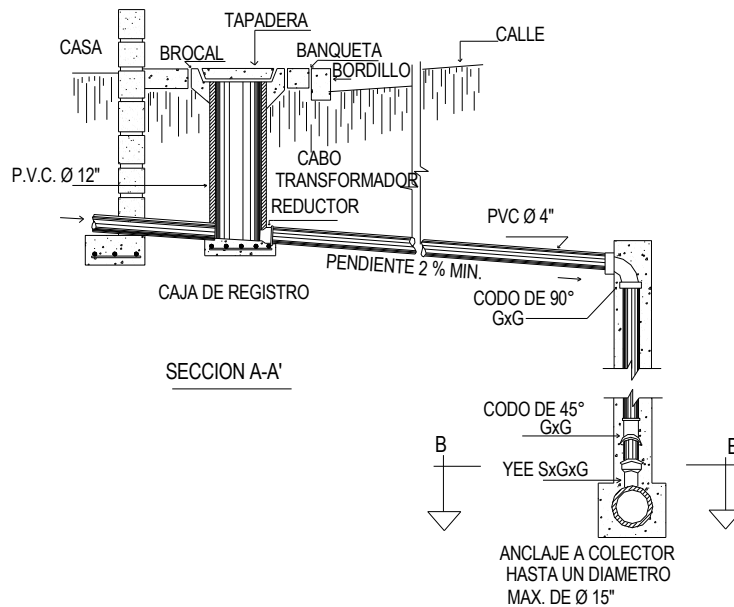
Fuente: http://www.cpe.cpgem.net/index_archivos/Page595.htm.

Consulta: abril de 2010.

2.1.19. Conexiones domiciliarias

Son subestructuras que tienen el propósito de descargar todas las aguas provenientes de las edificaciones y conducir las al colector o alcantarillado central. Consta de las siguientes partes:

Figura 5. **Conexión domiciliar**



Fuente: http://www.cpe.cpgem.net/index_archivos/Page595.htm.

Consulta: abril de 2010.

2.1.19.1. **Caja o candela**

Es una estructura que permite la recolección de las aguas provenientes del interior de las edificaciones. Pueden construirse de diferentes formas, tales como: un tubo de concreto vertical no menor de 12 pulgadas de diámetro, una caja de mampostería de lado no menor de 45 centímetros, impermeabilizado por dentro. Deben tener una tapadera que permita inspeccionar y controlar el caudal; el fondo debe estar fundido y con un desnivel para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y puedan ser transportada al colector, con altura mínima de 1,00 metro.

2.1.19.2. Tubería secundaria

Es la tubería que permite la conexión de la candela domiciliar con el colector principal, conduciendo las aguas residuales que la candela recibe del interior de las viviendas. Para este proyecto se utilizará tubo PVC de 4", con pendiente mínima de 1 %, considerando las profundidades de instalación.

2.1.20. Profundidad de tubería

Para llegar a las profundidades mínimas del colector se deben hacer excavaciones de estación a estación (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 a colocar. Se presenta a continuación una tabla que muestra anchos de zanjas aconsejables, en función del diámetro y de las alturas a excavar, que en este proyecto la mínima es 1 metro y la máxima de 4,45 metros.

Tabla II. Ancho de zanja

Diámetro en pulgadas	Ancho de zanja		
	Para profundidades hasta 2,00 m	Para profundidades de 2,00 a 4,00 m	Para profundidades de 4,00 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: elaboración propia.

2.1.21. Volumen de excavación

La cantidad de tierra 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 m³.

$$V = \left(\frac{\{H1 + H2\}}{2} * d * Z \right)$$

Donde:

V = volumen de excavación (m³)

H1 = profundidad del primer pozo (m)

H2 = profundidad del segundo pozo (m)

d = distancia entre pozos (m)

Z = ancho de la zanja (m)

2.1.22. Ejemplo de diseño hidráulico en un tramo

De P.V. 1 a P.V. 2

- Período de diseño: 30 años
- Dotación: 225 l/hab/d
- Factor de retorno: 0,80
- Factor de caudal medio: 0,0024
- Población de diseño:
 - Actual: 42 habitantes
 - Futuro: 88 habitantes

- Factor de Harmond:

Actual:

$$F.H. = (18 + \sqrt{(P / 1\ 000)}) / (4 + \sqrt{(P / 1\ 000)})$$

$$F.H. = (18 + \sqrt{(42 / 1\ 000)}) / (4 + \sqrt{(42 / 1\ 000)})$$

$$F.H. = 4,3294$$

Futuro:

$$F.H. = (18 + \sqrt{(P / 1\ 000)}) / (4 + \sqrt{(P / 1\ 000)})$$

$$F.H. = (18 + \sqrt{(88 / 1\ 000)}) / (4 + \sqrt{(88 / 1\ 000)})$$

$$F.H. = 4,2582$$

- Caudal domiciliar:

Actual:

$$Q_{dom} = (225 \text{ l/hab/d} * 42 \text{ hab} * 0,80) / 86\ 400$$

$$Q_{dom} = 0,0875 \text{ lts / seg.}$$

Futuro:

$$Q_{dom} = (225 \text{ l/hab/d} * 88 \text{ hab} * 0,80) / 86\ 400$$

$$Q_{dom} = 0,1835 \text{ lts / seg.}$$

- Caudal por conexiones ilícitas:

Actual:

$$Q_{ci} = 0,15 * Q_{dom}$$

$$Q_{ci} = 0,15 * 0,0875 \text{ l/s}$$

$$Q_{ci} = 0,013 \text{ l/s}$$

Futuro:

$$Q_{ci} = 0,15 * Q_{dom}$$

$$Q_{ci} = 0,15 * 0,1835 \text{ l/s}$$

$$Q_{ci} = 0,028 \text{ l/s}$$

- Caudal de diseño:

Actual:

$$Q_{dis} = \text{No. hab} * F_{qm} * F. H.$$

$$Q_{dis} = 42 \text{ hab} * 0,0024 * 4,3294$$

$$Q_{dis} = 0,4364 \text{ l/s}$$

Futuro:

$$q_{dis} = \text{No. hab} * F_{qm} * F. H.$$

$$q_{dis} = 88 \text{ hab} * 0,0024 * 4,2582$$

$$q_{dis} = 0,9003 \text{ l/s}$$

- Velocidad a sección llena:

$$V = ((0,03429 * (\varnothing)^{2/3} * (S)^{1/2}) / (0,01))$$

$$V = ((0,03429 * (6)^{2/3} * (1\%)^{1/2}) / (0,01))$$

$$V = 1,1322 \text{ m / seg}$$

- Caudal a sección llena:

$$Q = A * V$$

$$Q = (\pi / 4) * (\varnothing * 0,0254)^2 * (V_{sec \text{ llena}}) * 1 \ 000$$

$$Q = (\pi / 4) * (6 * 0,0254)^2 * (1,1322) * 1 \ 000$$

$$Q = 20,6536 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

- Relaciones hidráulicas:

Actual:

$$q / Q = (0,4364 \text{ l/s}) / (20,6536 \text{ m}^3/\text{s})$$

$$q / Q = 0,0211$$

$$d / D = 0,10$$

$$v / V = 0,4012 \text{ sustituyendo}$$

$$v / 1,1322 = 0,4012$$

$$v = 0,4542 \text{ m/s}$$

Futuro:

$$q / Q = (0,9003 \text{ l/s}) / (20,6536 \text{ m}^3/\text{s})$$

$$q / Q = 0,0436$$

$$d / D = 0,14$$

$$v / V = 0,4996 \text{ sustituyendo}$$

$$v / 1,1322 = 0,4996$$

$$v = 0,5656 \text{ m/s}$$

- Chequeo de límites hidráulicos:

Actual:

$d / D = 0,10$ cumple con la condición ($0,10 \leq d / D \leq 0,75$)

$v = 0,4542$ m/s cumple con la condición ($0,4 \leq v \leq 4,00$)

Futuro:

$d / D = 0,14$ cumple con la condición ($0,10 \leq d / D \leq 0,75$)

$v = 0,5656$ m/s cumple con la condición ($0,4 \leq v \leq 4,00$)

Tabla III. Cálculo hidráulico

INFORMACIÓN GENERAL				POBLACIÓN					
De P.V.	a P.V.	COTA DEL TERRENO		LONGITUD (m)	S% DEL TERRENO	No. DE CASAS		POBLACIÓN DE DISEÑO	
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUMULADA	A CTUAL ACUMULADA	FUTURA ACUMULADA
1	2	101.29	100.78	90	0.57%	7	7	42	88
2	3	100.78	99.9	83.19	1.06%	6	13	78	164
3	4	99.9	95.98	50.43	7.77%	8	21	126	264
4	5	95.98	95.31	34.08	1.97%	8	29	174	365
5.1	5	101.79	95.32	101.11	6.40%	17	17	102	214
5	6	95.32	93.56	42.29	4.16%	7	53	318	667
6.2	6.1	101.57	98.21	62.14	5.41%	15	15	90	189
6.1	6	98.21	93.55	59.73	7.80%	9	24	144	302
6	7	93.55	92.74	42.75	1.89%	7	84	504	1057
7.3	7.2	101.86	101	99.96	0.86%	10	10	60	126
7.2	7.1	101	100.22	60.17	1.30%	9	19	114	239
7.1	7	100.22	92.74	99.83	7.49%	10	29	174	365
7	8	92.74	91.95	39.74	1.99%	7	120	720	1510
8.6	8.5	100.69	100.75	99.8	-0.06%	9	9	54	113
8.5	8.4	100.75	100.9	62.9	-0.24%	8	17	102	214
8.4	8.3	100.9	98.23	39.06	6.84%	6	23	138	289
8.3	8.2	98.23	96.8	97.47	1.47%	9	32	192	403
8.2	8.1	96.8	93	75.26	5.05%	8	40	240	503
8.1	8	93	91.95	70	1.50%	7	47	282	592
8	FOSA	91.55	90.5	100	1.05%	167	167	1002	2102

Continuación de la tabla III.

CAUDAL DOMICILIAR		CAUDAL DE CI		DATOS PARA DISEÑO					
ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	Fqm		FACTOR DE HARMOND		Q DISEÑO	
				ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO
0.0875	0.1835	0.013	0.028	0.0024	0.0024	4.3294	4.2582	0.4364	0.9003
0.1626	0.3409	0.024	0.051	0.0024	0.0024	4.2716	4.1786	0.7996	1.6408
0.2625	0.5506	0.039	0.083	0.0024	0.0024	4.2147	4.1014	1.2745	2.6015
0.3625	0.7604	0.054	0.114	0.0024	0.0024	4.1695	4.0407	1.7412	3.5395
0.2125	0.4457	0.032	0.067	0.0024	0.0024	4.2412	4.1372	1.0382	2.1244
0.6625	1.3896	0.099	0.208	0.0024	0.0024	4.0675	3.9065	3.1043	6.2538
0.1875	0.3933	0.028	0.059	0.0024	0.0024	4.2558	4.1571	0.9193	1.8835
0.3	0.6293	0.045	0.094	0.0024	0.0024	4.1967	4.0772	1.4504	2.9556
1.05	2.2024	0.158	0.33	0.0024	0.0024	3.9724	3.7843	4.8051	9.6016
0.125	0.2622	0.019	0.039	0.0024	0.0024	4.298	4.2149	0.6189	1.2731
0.2375	0.4982	0.036	0.075	0.0024	0.0024	4.2276	4.1187	1.1567	2.3637
0.3625	0.7604	0.054	0.114	0.0024	0.0024	4.1695	4.047	1.7412	3.5395
1.5	3.1464	0.225	0.472	0.0024	0.0024	3.8875	3.6774	6.7176	13.3292
0.1125	0.236	0.017	0.035	0.0024	0.0024	4.3078	4.2284	0.5583	1.1495
0.2125	0.4457	0.032	0.067	0.0024	0.0024	4.2412	4.1372	1.0382	2.1244
0.2875	0.6031	0.043	0.09	0.0024	0.0024	4.2026	4.085	1.3919	2.8379
0.4	0.839	0.06	0.126	0.0024	0.0024	4.1544	4.0207	1.9144	3.8863
0.5	1.0488	0.075	0.157	0.0024	0.0024	4.1181	3.9727	2.372	4.7998
0.5875	1.2323	0.088	0.185	0.0024	0.0024	4.0898	3.9356	2.768	5.5871
2.0875	4.3787	0.313	0.657	0.0024	0.0024	3.7994	3.5689	9.1369	18.0025

Continuación de la tabla III.

S TUBERIA	DISEÑO HIDRÁULICO				CÁLCULO HIDRÁULICO							RELACIÓN q/D	
	Ø (in)	COTAS INVERT		V (m/s) SEC LLENA	Q(m ³ /s) SEC LLENA	q/Q ACTUAL	q/Q FUTURA	V (m/s) ACTUAL	V (m/s) FUTURA	ACTUAL	FUTURA		
		INICIAL	FINAL										
1.00%	6	100.09	99.19	1.1322	20.6536	0.0211	0.0436	0.45	0.57	0.1	0.14		
1.00%	6	99.16	98.33	1.1322	20.6536	0.387	0.0794	0.55	0.68	0.13	0.19		
7.00%	6	98.3	94.77	2.9956	54.6442	0.0233	0.0476	1.24	1.54	0.11	0.15		
2.00%	6	94.74	94.06	1.6012	29.2085	0.0596	0.1212	0.88	1.08	0.17	0.24		
6.50%	6	100.59	94.02	2.8866	52.6564	0.0197	0.0403	1.14	1.41	0.1	0.14		
4.00%	6	93.99	92.3	2.2645	41.3071	0.0752	0.1514	1.33	1.63	0.19	0.26		
5.50%	6	100.37	96.95	2.6553	48.4369	0.019	0.0389	1.03	1.28	0.1	0.13		
8.00%	6	96.92	92.14	3.2024	58.4171	0.0248	0.0506	1.35	1.67	0.11	0.15		
2.00%	6	92.11	91.23	1.6012	29.2085	0.1645	0.3287	1.18	1.43	0.27	0.39		
1.00%	6	100.66	99.66	1.1322	20.6536	0.03	0.0616	0.5	0.63	0.12	0.17		
2.00%	6	99.63	98.43	1.6012	29.2085	0.0396	0.0809	0.78	0.96	0.14	0.19		
7.00%	6	98.4	91.41	2.9956	54.6442	0.0319	0.0648	1.36	1.68	0.12	0.17		
2.50%	6	91.23	90.24	1.7902	32.6561	0.2057	0.4082	1.41	1.7	0.31	0.44		
0.50%	6	99.49	98.99	0.8006	14.6043	0.0382	0.0787	0.38	0.48	0.13	0.19		
1.00%	6	98.96	98.33	1.1322	20.6536	0.0503	0.1029	0.59	0.73	0.15	0.22		
4.00%	6	98.3	96.74	2.2645	41.3071	0.0337	0.0687	1.05	1.29	0.13	0.18		
2.50%	6	96.71	94.27	1.7902	32.6561	0.0586	0.119	0.98	1.2	0.16	0.23		
4.00%	6	94.24	91.23	2.2645	41.3071	0.0574	0.1162	1.23	1.51	0.16	0.23		
2.50%	6	91.2	89.45	1.7902	32.6561	0.0848	0.1711	1.09	1.33	0.2	0.28		
1.00%	6	89.42	88.42	1.1322	20.6536	0.4424	0.8716	1.1	1.28	0.47	0.72		

Continuación de la tabla III.

PROFUNDIDAD DE POZOS		VOL. EXCAV.
SALIDA	ENTRADA	
(m)	(m)	m ³
1.2	1.59	75.33
1.62	1.57	79.66
1.6	1.21	42.57
1.24	1.25	25.52
1.2	1.3	75.9
1.33	1.26	32.93
1.2	1.26	45.82
1.29	1.41	48.27
1.44	1.48	37.41
1.2	1.34	76.16
1.37	1.79	57.09
1.82	1.33	94.46
1.51	1.71	38.46
1.2	1.76	88.59
1.79	2.57	82.22
2.6	1.49	47.91
1.52	2.53	118.35
2.56	1.77	97.64
1.8	2.5	90.2
2.53	2.08	138.23

Fuente: elaboración propia.

2.1.23. Planeamiento de desfogue

Con base a las curvas de nivel se determinó el punto de desfogue del alcantarillado sanitario el cual está ubicado al sur del proyecto para tener un desfogue en un zanjón; este punto es el más adecuado, según la ubicación, orientación y elevación. En este punto se desarrollará una planta de tratamiento de las aguas, antes de ser reincorporadas al medio ambiente.

2.1.24. Propuesta de tratamiento

El propósito del tratamiento de aguas negras, previo a la eliminación por dilución, consiste en separar los sólidos orgánicos e inorgánicos y mejorar la calidad de agua en el efluente. Tomando en cuenta la situación de la población que tendrá como cuerpo receptor final un quinel para la selección del tipo de tratamiento se deberá tomar en cuenta los factores siguientes:

- Eficiencia del tipo de tratamiento: es muy importante que se escoja tenga una eficiencia adecuada y con alto porcentaje de rendimiento, ya que de lo contrario no se estará cumpliendo con el objetivo básico, de tener un efluente de buena calidad.
- Costo del tipo de tratamiento: debe ir íntimamente relacionado con las posibilidades de la municipalidad respectiva, debido a que de nada serviría hacer un diseño de una planta de tratamiento de un costo alto, si no es posible la construcción. Además, la planta debe tener un mantenimiento sencillo y no demasiado técnico, ya que el costo de operación y mantenimiento saldría oneroso.
- Caudal: es importante conocer las características y volumen del agua que se va a someter el sistema de tratamiento, para hacer la elección del más adecuado. El caudal y la eficiencia de la planta son factores muy importantes para obtener buenos resultados.
- Topografía: el terreno con que se dispone para ubicar la planta de tratamiento es otro de los factores que se deben considerar, para hacer la elección, que se adapte a la topografía del lugar y que sea más económico el proceso de tratamiento.

El tipo de tratamiento que se propone para la comunidad un sistema de tratamiento primario de fosa séptica; esta alternativa es la más económica y da buenos resultados.

2.1.24.1. Fosa séptica

Un proceso de tratamiento de las aguas residuales que suele usarse para los residuos domésticos es la fosa séptica; una estructura de concreto o mampostería reforzada en la que se sedimentan los sólidos en suspensión.

El efluente de la fosa, es agua con menos contenido de materia orgánica; deberá enviarse a un sistema de oxidación para complementar el tratamiento.

La materia flotante y los sólidos depositados pueden conservarse entre seis meses y varios años durante los cuales se descomponen anaeróbicamente.

2.1.24.2. Diseño de la fosa séptica

En la fosa séptica, las materias en suspensión en las aguas negras sufren una sedimentación, la materia orgánica se descompone en sustancias más simples por la acción de las bacterias anaeróbicas, que pueden realizar el metabolismo sin necesidad de oxígeno.

La fosa séptica es un estanque hermético, que puede construirse de ladrillo, piedra, concreto o cualquier otro material que se considere adecuado, es un tanque de escurrimiento horizontal y continuo de un solo piso.

Generalmente de forma rectangular, se diseña para que las aguas permanezcan en ella durante un período de tiempo determinado como mínimo 12 horas, este período se llama de retención.

Las fosas pueden ser de uno o doble compartimiento. Investigaciones realizadas en fosas con uno y con dos compartimientos, han demostrado que las de dos compartimientos proporcionan una mejor eliminación de los sólidos en suspensión, lo que es beneficio para una mayor protección del sistema de absorción.

Para el diseño de la fosa séptica debe tomarse en cuenta los siguientes parámetros:

- El período de retención es como mínimo de 12 horas
- Lodos acumulados por habitante y por período de limpieza es de 30 a 60 lts/hab/año.
- Relación largo-ancho de la fosa L/A; de 2/1 a 4/1

Nomenclatura y fórmulas

$$T = V/Q \quad \Rightarrow \quad V=QT \quad \text{y,} \quad Q = q*N$$

Donde:

T = período de retención

V = volumen en litros

Q = caudal L/día

N = número de personas servidas

Q = gasto de aguas negras L/hab/día

q = caudal domiciliar

2.1.24.3. Cálculo de volumen

Para el cálculo del volumen se asume una altura (H), que es la altura útil, es decir, el fondo de la fosa al nivel de agua, se toma una relación L/A dentro de los límites recomendados, queda el volumen como:

$$V = A \times L \times H$$

Donde:

A = ancho de la fosa

L = largo de la fosa

H = altura útil.

Conociendo la relación L/A, se sustituye una de las dos, en la fórmula de V, y se determina el valor de la otra magnitud.

Por ejemplo si L/A es igual a 2 entonces $L = 2^a$, al sustituir L en la fórmula se tiene:

$$V = 2^2 \cdot A^2 \cdot H \text{ de donde se obtiene el valor del ancho de la fosa}$$

2.1.24.4. Cálculo de las fosas para el proyecto

En la siguiente tabla se describen los datos del cálculo de fosas.

Tabla IV. **Datos para el cálculo de fosas**

Periodo de retención	24 horas
Dotación de agua	125 l/han/día
Número de habitantes	2 110 habitantes (440 viviendas)
Lodos	40 l/hab/año
Relación largo/ancho	2/1
Periodo de limpieza	3 años

Fuente: elaboración propia.

Bases de diseño:

- Caudales de diseño del sistema de drenaje sanitario
- Acuerdo gubernativo No. 66-2005-02-22, reglamento de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores.
- Criterios de diseño internacionales para procesos de tratamiento de aguas servidas o residuales , por no existir esta normativa en Guatemala.
- Plano topográfico con curvas de nivel y rasantes de calles
- Especificaciones de construcción y de materiales requeridos para estructuras de block de pómez reforzado, manual de la ACI 318-97 y de los fabricantes de materiales específicos y tuberías.

Análisis de población:

La población es de 2 110 habitantes, distribuidos en 440 viviendas.

Dotación y caudal de diseño:

La comunidad, por las características socioeconómicas previstas se ha diseñado con una dotación de agua potable de 125 l/h/d y se aplicará el método del factor de retorno a las aguas residuales, adoptando un factor de 0,90, entonces la dotación de aguas residuales se considera en

$$125 \text{ l/h/d} * 0.90 = 112.50 \text{ l/h/ para un caudal medio de 2.2 l/s.}$$

Donde:

T = período de retención

V = volumen en litros

Q = caudal l/día

N = número de personas servidas

q = caudal domiciliar.

Cálculo del caudal total:

$$Q = qN = 112.50 \text{ l/h/d} * 2110 \text{ h}$$

$$Q = 237,375 \text{ l/día}$$

$$Q = 237.37 \text{ m}^3/\text{día}$$

Cálculo del caudal medio:

$$Q_{\text{medio}} = Q_{\text{me}} = (\text{DAP} * P) / 86400 = 112.50 \text{ l/h/d} * 2110 \text{ h} * 0.80 = 189,900 \text{ l} / * 1 \text{ día} / 86400 \text{ seg.} = 2.2 \text{ lps.}$$

$$189,900 \text{ l/d} = 189.90 \text{ m}^3/\text{d}$$

Caudal medio del drenaje sanitario: $2.2 \text{ l/s} = 189.90 \text{ m}^3/\text{d}$

Caudal máximo instantáneo:

Factor de flujo de 3 = $2.2 * 3 = 6.6 \text{ l/s} = 570.24 \text{ m}^3/\text{d}$

Rendimiento esperado con el tratamiento propuesto:

El rendimiento esperado con el tratamiento proyectado respecto a la eficiencia de purificación de las aguas residuales es el siguiente:

Se toma como parámetro para el cálculo de la eficiencia la demanda bioquímica de oxígeno medida a 5 días, por ser uno de los indicadores principales de contaminación relacionado con la materia orgánica de los drenajes domésticos.

Los requerimientos del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales es que debe tomarse una carga de demanda bioquímica de oxígeno, DBO, de 300 mg/l de aguas residuales, esto equivale, para este caso, en particular con un caudal medio diario a tratar de $2,2 \text{ l/s}$ o sea de $189,90 \text{ m}^3/\text{d}$, que equivale a $56,86 \text{ kd/d}$ de DBO.

Como el tratamiento primario del reactor se estima en 60% , pasan $22,74 \text{ kg}$ de DBO al tratamiento secundario. Se estima una eficiencia promedio del filtro del 60% , entonces pasan $9,1 \text{ kg}$ de DBO. Resultando una descarga al cuerpo receptor de 81 mg/l la cuál es más baja que los límites requeridos.

Se aplicará tratamiento terciario con fines de reducir microorganismos, por lo cual se empleará desinfección por medio de hipoclorito de calcio, para reducir los coniformes fecales al valor normado.

Cálculo del volumen:

$$V = QT = 189\,900 \text{ l/d} * 12 \text{ horas} * 1 \text{ d/24 horas}$$

$$V = 94\,950 \text{ l}$$

$$V = 94,95 \text{ m}^3$$

Cálculo de volumen para lodos:

$$V = N \text{ gasto de lodos}$$

$$V = 2\,110 \text{ h} * 40 \text{ l/hab/año}$$

$$V = 84\,400 \text{ l}$$

$$V = 84,40 \text{ m}^3$$

$$V = 84,40 * 3 \text{ años (período de limpieza)}$$

$$V = 253,20 \text{ m}^3; \text{ para período de limpieza de 3 años}$$

$$\text{Volumen total: } 179.35 \text{ m}^3 + 253.20 \text{ m}^3 = 432.55 \text{ m}^3$$

Se dividirá el volumen total entre 3 fosas paralelas por área y diseño de construcción, por lo tanto;

$$432.55 \text{ m}^3 / 3 \text{ unid} = 144.18 \text{ m}^3 \text{ por fosa para los 3 años}$$

Cálculo para el volumen a tratar a diario en el proyecto:

Se realiza con base en el caudal medio que produce un volúmen de 189.90 m³ a diario y como se diseña de forma rectangular se tiene que

$$V = ALH$$

Donde:

V = volúmen

A = ancho

L = largo

H = altura

Como $L/A = 2$ entonces $L = 2A$ al sustituir L en la ecuación de V

$$V = 2 \cdot A^2 \cdot H$$

Se asume $H = 2,35$

$$A^2 = V/2H$$

$$A^2 = 189.90 \text{ m}^3 / (2 \times 2.35 \text{ m}) = 40,40 \text{ m}^2$$

$$A = 6,35 \text{ m}$$

$$\text{Como } L = 2 \times A = (2 \times 6.35) = 12,70 \text{ m}$$

Entonces:

$$A = 6,35 \text{ m}$$

$$L = 12,70 \text{ m}$$

$$H = 2,35 \text{ m}$$

$$\text{Volumen} = (6.35 \times 12.70 \times 2.35) = 189.50 \text{ m}^3$$

Que da el volumen bastante similar al calculado con el volumen de trabajo de la fosa y el volumen de lodos (189,90 m³).

2.1.24.5. Pozo de absorción

Es un proceso de oxidación el cual se usa en las plantas de tratamiento, pero en este caso no se puede utilizar debido a que el manto freático se encuentra a 4mts, el afluente se verterá en un río de aguas negras que pasa por el lugar

2.1.25. Programa de operación y mantenimiento

La inspección y limpieza de una fosa séptica requiere de ciertos procedimientos y técnicas, para que posteriormente funcione en forma adecuada. Por ello, se sugiere aplicar los pasos siguientes:

Inspección:

- Localizar perfectamente el lugar en donde se encuentra la fosa séptica, el cual se podrá hacer por medio de los planos de construcción.
- Una vez identificado el lugar, se procederá a excavar (preferiblemente con una pala, evitando el uso de la piocha, que puede dañar la cubierta de la fosa), tomando en cuenta que estos dispositivos hidráulicos suelen encontrarse a poca profundidad del nivel del suelo. Resulta innecesario descubrir toda la superficie de la fosa séptica, por lo que se deberá hacer en los lugares en donde se encuentren las tapas de registro.
- Descubiertas las tapas de registro se pueden golpear suave, pero firmemente en los bordes con el cabo de la pala, a fin que se aflojen; así podrán levantarse más fácilmente. Primero se levanta la que se encuentra sobre el deflector de salida, cuidando a la vez de no aspirar los gases que puedan emanar de la fosa séptica, ya que pueden ser tóxicos

(se prefiere levantar primero esta tapa, ya que se supone hay menos gases acumulados en este lado de la fosa séptica).

- Levantadas las tapas de registro, es conveniente dejar que la fosa séptica se ventile previamente durante unos cinco minutos, para que escapen los gases tóxicos e inflamables que se generan en el interior, estos pueden ser peligrosos.
- Es bueno efectuar una inspección en el tubo de entrada, donde previamente se ha removido la tapa de registro. Deberá verificarse que no hayan natas acumuladas entre la pared de la fosa séptica y el tabique difusor de entrada, si lo hubiere.

Limpieza:

Una vez efectuados los pasos de inspección descritos con anterioridad se procede a la limpieza, si se determinó la necesidad. Para ello, se puede operar de la siguiente forma:

- Si se cuenta con equipos como bomba de succión y camión cisterna se introduce la manguera de la bomba en la superficie en donde están las natas, con el fin de ir las extrayendo y depositándolas en la cisterna.
- Si no se cuenta con el equipo mencionado, el contenido de la fosa puede extraerse por medio de cubetas de mangos largos (atados al asa de la cubeta), e irlo depositando en carretillas. Al llegar a los lodos, deberá recordarse que se ha de dejar un pequeño residuo de estos, para propósito de inoculación de bacterias.
- Una vez vaciada la fosa séptica deberán revisarse las bocas de entrada y salida, verificando que se encuentren completamente libres. Es necesario introducirse en ella, la persona que lo haga deberá llevar atada a la cintura una cuerda, con el fin de ser extraído si llegara a desfallecer por la

acción de algún gas remanente. En todo caso, es bueno usar mascarillas al momento de efectuar la limpieza.

- Las fosas sépticas no deben lavarse ni desinfectarse después de la limpieza (ya sea por bombeo, con cubetas o cualquier otro procedimiento).
- Una vez vaciada la fosa séptica, deberán colocarse nuevamente las tapas de registro, cuidando que queden bien instaladas, para evitar posibles fugas de olores o gases. Se procederá entonces a rellenar sobre las tapas, y de ser posible se debe colocar una marca sobre estas (una estaca o alguna planta pequeña ornamental), con el fin de facilitar la localización en futuras operaciones.
- El material retirado de una fosa séptica puede enterrarse en lugares deshabilitados (preferiblemente fuera del perímetro urbano), en zanjas que tengan un mínimo de 60 centímetros de profundidad. Las natas, líquidos y lodos extraídos de una fosa séptica suelen contener partes sin digerir, que siguen siendo nocivas, pudiendo ser peligrosas para la salud. Por tanto, estos fangos, si se utilizaran como fertilizantes no se podrían aprovechar de inmediato, por lo que se deberán mezclar convenientemente con otros residuos orgánicos (basuras, hierba cortada, etc.). El material líquido retirado, no deberá vaciarse en sistemas de aguas pluviales o en corriente de agua (ríos), por el evidente peligro de contaminación.

Mantenimiento:

Efectuar la inspección periódica y realizar la limpieza cuando sea necesario en una fosa séptica, implica darle mantenimiento. Sin embargo, este no es solo cumplir con las operaciones sugeridas anteriormente, sino también

tener presente que la fosa séptica es un dispositivo hidráulicosanitario que requiere cuidado, por el proceso anaeróbicobiológico que en ella se desarrolla.

Por tanto, debe observarse con sumo cuidado el uso de desinfectantes u otras sustancias químicas que se usan en artefactos sanitarios o domésticos y que posteriormente llegan a ella.

Desinfectantes:

Como regla general, no es aconsejable agregar desinfectantes o sustancias químicas a una fosa séptica, ya que no mejorará en modo alguno el funcionamiento. Ciertos productos patentados en el mercado, que aparentemente limpian las fosas sépticas, provocan, posteriormente y en plazos relativamente muy cortos, el aumento de los lodos con gran incremento de la alcalinidad, ya que contienen hidróxido de potasio como agente activo, que altera el proceso digestivo de hongos y bacterias.

Más bien, estos productos son usados para destapar desagües o tuberías obstruidas, por las altas concentraciones y poder químico. El efluente resultante puede dañar el suelo en forma peligrosa, saturándolo rápidamente, aunque se note un alivio momentáneo una vez que ha sido aplicado el producto. No obstante, si estos productos químicos son aplicados en pequeñas dosis delante de la fosa séptica, pueden evitar olores, sin causar efectos posteriores.

Precauciones:

La aplicación inmoderada de jabones, blanqueadores, detergentes, destapadores de desagües y otros productos afectan tanto al suelo como los organismos esenciales, por lo que debe tenerse cuidado en el uso de ellos.

Aproximadamente hay a la venta 1 000 productos (muchos incluso contienen enzimas) para ser aplicados en fosas sépticas, de lo que hasta ahora, ninguno ha demostrado ser efectivo en pruebas supervisadas. Debe consultarse previamente a organismos o empresas calificadas en cuanto a la aplicación de sustancias químicas improvisadas o hechas en casa, que en muchos casos se usan en los artefactos domésticos y sanitarios, con el fin de evitar daños futuros tanto en la red de drenajes como en la fosa séptica.

2.1.26. Planos

El diseño y detalle de los planos se encuentra en los anexos.

2.1.27. Presupuesto

El detalle del presupuesto necesario para la realización del proyecto que detalla en la tabla V.

Tabla V. Presupuesto del proyecto

PRESUPUESTO PROYECTO ALCANTARILLADO					
ALDEA CEIBA AMELIA					
ITEM	RUBRO	Unidad	Cantidad	Pu [Q]	COSTO TOTAL ITEMS Q.
INVERSIONES FIJAS					
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ml	6,350.00	3.50	22,225.00
2	Excavación	m ³	15,250.00	65.00	991,250.00
3	Relleno	m ³	11,250.00	45.50	511,875.00
4	Retiro de Material Sobrante	m ³	4,000.00	65.00	260,000.00
5	Tubería PVC 6" norma 3034	ml	4,756.00	202.50	963,090.00
6	Tubería PVC 8" norma 3034	ml	2,150.00	305.78	657,427.00
7	Pozo de visita	Unidad	72.00	17,708.00	1,274,976.00
8	conexiones domiciliarias	Unidad	440.00	950.00	418,000.00
9	Planta de tratamiento	Unidad	1.00	500,000.00	500,000.00
10	Maquinaria	global	1.00	250,000.00	250,000.00
	Herramienta y Equipo	global	1.00	25,000.00	25,000.00
			TOTAL		5,873,843.00

Fuente: elaboración propia.

2.1.28. Evaluación de Impacto Ambiental

Se llama Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) al procedimiento administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en la entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo.

Es un procedimiento jurídico administrativo que inicia con la presentación de la memoria resumen por parte del promotor, sigue con la realización de consultas previas a personas e instituciones por parte del órgano ambiental, continúa con la realización del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) a cargo del promotor y la presentación al órgano sustantivo. Se prolonga en un proceso de

participación pública y se concluye con la emisión de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) por parte del Órgano Ambiental.

La EIA se ha vuelto preceptiva en muchas legislaciones. La legislación y el rigor con que esta se aplique, pudiendo ser desde la paralización definitiva del proyecto hasta la ignorancia completa. El concepto apareció primero en la legislación de Estados Unidos y se ha extendido a la de otros países.

La Unión Europea, la introdujo en la legislación en 1985, habiendo sufrido, la normativa, enmiendas en varias ocasiones posteriores. El EIA se refiere siempre a un proyecto específico, el cual debe definir las particularidades, tales como: tipo de obra, materiales a ser usados, procedimientos constructivos, trabajos de mantenimiento en la fase operativa, tecnologías utilizadas, insumos, etc.

Entidades involucradas en el Estudio de Impacto Ambiental

El examen de estudios de impacto ambiental generalmente es llevado a cabo por comisiones, consejos o juntas locales.

Los estudios deben evaluarse con los mismos criterios usados para proyectos mayores. Es decir, estos deben asegurar que sean: completos, adecuados y meritorios. Algunos gobiernos cuentan con comisiones de voluntarios (llamadas comisiones ambientales, comisiones de conservación, o consejos de administración ambiental) que actúan como examinadores independientes para el gobierno local, informando, al encargado de las decisiones, comentarios y recomendaciones sobre los informes y estudios de impacto ambiental.

Algunos gobiernos emplean planificadores y/o personal de planificación a tiempo completo, los cuales pueden presentar comentarios y exámenes de expertos durante las distintas etapas del diseño de los proyectos.

En mayoría los gobiernos, o las juntas de planificación, organizan audiencias públicas sobre los proyectos que necesitan la aprobación. Durante estas audiencias, los que preparan el estudio de impacto ambiental para el proyecto menor pueden ofrecer testimonios y se piden los comentarios de los ciudadanos. En general, los proyectos menores evaluados al nivel local cuentan con gran participación y escrutinio públicos.

Así mismo, la negociación jugará un papel más importante a nivel local en el diseño final de proyectos porque los fines de la comunidad se expresan durante el proceso de audiencias públicas. En la actualidad, la Dirección General de Gestión Ambiental (DIGARN) es la encargada del sistema de evaluación ambiental de Guatemala.

Proceso de EIA

El artículo 4 del Acuerdo Gubernativo 431-2007 establece el Sistema de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental como el conjunto de entidades, procedimientos e instrumentos técnicos y operativos cuya organización permite el desarrollo de los procesos de evaluación, control y seguimiento ambiental de los proyectos, obras, industrias o actividades que, por las características, pueden producir deterioro a los recursos naturales, renovables o no, al ambiente o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional.

El sistema define una serie de instrumentos de evaluación ambiental entre ellos:

- Evaluación Ambiental Estratégica: es la evaluación aplicable a planes y programas de trascendencia nacional, binacional y regional.
- Evaluación Ambiental Inicial: es el instrumento que permite determinar si un proyecto requiere una evaluación más profunda.
- Autoevaluación Ambiental: es un instrumento de simplificación del procedimiento para los proyectos de menor impacto.
- Estudio de Evaluación del Impacto Ambiental: el documento técnico que permite identificar y predecir con mayor profundidad de análisis los efectos de un proyecto.
- Diagnóstico Ambiental: es el instrumento de evaluación utilizado para una actividad existente.
- Evaluación de Efectos Acumulativos: es el instrumento que evalúa de manera sistémica los cambios ambientales combinados originados por la suma de los efectos de proyectos, obras, industrias o actividades, desarrolladas en un área geográfica definida.

Estos instrumentos se distribuyen de acuerdo con la caracterización de las actividades, obras o proyectos según la distribución taxativa señalada en la sección siguiente. Una vez categorizada la obra o proyecto, le corresponde seguir el procedimiento establecido en esta normativa, detallado en la sección posterior.

Categorización

El procedimiento administrativo de evaluación ambiental empieza con la evaluación ambiental inicial (para proyectos nuevos). La DIGARN utilizará este

instrumento para asignar los términos de referencia que han de regir el instrumento de evaluación ambiental que se requiera realizar. La categorización de las actividades o proyectos se hace mediante la lista taxativa aprobada en el Acuerdo Gubernativo 134-2005. Este Acuerdo Gubernativo identifica cuatro categorías para los proyectos que varían según el grado de impacto: la categoría A, para aquellos de mayor impacto y riesgo ambiental; las categorías B1 y B2, para los de moderado impacto; y la categoría C, para los de bajo impacto. Según el tipo de actividad, por ejemplo agrícola, industrial, turística, el Acuerdo Gubernativo señala expresamente lo que se considera alto, medio y bajo impacto.

Impacto ambiental negativo

Este proyecto no tendrá un impacto ambiental negativo permanente. El daño que sufrirá el terreno no ocasionará mayores consecuencias ya que sólo sucederá en el proceso de construcción debido a la excavación.

Impacto ambiental positivo

El impacto ambiental positivo que ofrece este proyecto se debe a la eliminación de aguas servidas y todo lo que esto conlleva: eliminación de fuentes de proliferación de enfermedades y protección del nivel freático. Esto reflejará un mejoramiento en el nivel de vida de la población de aldea Ceiba Amelia.

2.1.29. Evaluación socioeconómica

La evaluación socioeconómica de proyectos persigue medir la verdadera contribución de los proyectos al crecimiento económico del país. Esta

información, debe ser tomada en cuenta por los encargados de tomar decisiones para así poder programar las inversiones de una manera que la inversión tenga mayor impacto en el producto nacional. Sin embargo, debido a que la evaluación económica no podrá medir todos los costos y beneficios de los proyectos, la decisión final dependerá también de otras consideraciones económicas, políticas, y sociales.

Existirán proyectos con altas rentabilidades sociales medidas, que a la vez generan otros beneficios que no han sido posible medir (tales como distribución personal del ingreso más deseable, mejor defensa de las fronteras, etc.); estos proyectos obviamente deberán realizarse.

Se tendrán otros que tengan rentabilidades sociales medidas negativas y que también generan costos sociales intangibles y otros que teniendo rentabilidades medias negativas inducen beneficios sociales intangibles. En estos últimos casos es donde la evaluación socioeconómica del proyecto tiene una gran utilidad, puesto que ella ofrece la información que es la más pertinente para la toma de decisiones.

La evaluación total de proyectos es muy útil para el caso de tomar decisiones respecto de proyectos que significan un drenaje al presupuesto nacional; de proyectos que tiene rentabilidad privada negativa y que, por lo tanto, requieren de subsidios para operar. Por otra parte, la evaluación socioeconómica de proyectos es útil, también, para el diseño de políticas económicas que incentiven o desincentiven la inversión privada.

La evaluación socioeconómica puede actuar como un sustituto de lo que se podría llamar el *market-test* o mecanismo de incentivo o de control para la

inversión pública. El mercado es el que guía la inversión privada a través de premios y castigos a quienes invierten.

El presente proyecto no puede ser catalogado como un proyecto de inversión debido a que el dinero invertido no será recuperado económicamente, sino que, contribuirá en el crecimiento económico de la población.

2.1.29.1. Valor Presente Neto

El VPN (Valor Presente Neto) es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo.

El VPN permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: maximizar la inversión. Determinando si dicha inversión puede incrementar o reducir el valor de las PyMES (pequeña y mediana empresa).

Ese cambio en el valor estimado puede ser positivo, negativo o continuar igual; si es positivo, significará que el valor de la firma tendrá un incremento equivalente al monto del VPN; si es negativo quiere decir que la firma reducirá la riqueza en el valor que arroje el VPN. Si el resultado del VPN es cero, la empresa no modificará el monto del valor.

Es importante tener en cuenta que el valor del VPN depende de las siguientes variables:

La inversión inicial previa, las inversiones durante la operación, los flujos netos de efectivo, la tasa de descuento y el número de períodos que dure el proyecto.

Costo total del proyecto = Q5 873 843,00

Entonces el Valor Presente Neto queda de la siguiente manera:

VPN = ingresos - egresos

VPN = 0 – Q5 873 843,00

VPN = - Q5 873 843,00

El valor encontrado para el VPN es un número negativo, por lo tanto es un proyecto que no presenta ingresos económicos debido a que es un proyecto de carácter social sin envargo la inversion esta justificada.

2.1.29.2. Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno o Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el Valor Actual Neto o Valor Presente Neto (VAN o VPN) es igual a cero. El VAN o VPN es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente. Es un indicador de la rentabilidad de un proyecto, a mayor TIR, mayor rentabilidad.

Se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para ello, la TIR se compara con una tasa mínima o tasa de corte, el costo de oportunidad de la inversión; si la inversión no tiene riesgo, el costo de oportunidad utilizado para comparar la TIR será la tasa de rentabilidad libre de riesgo; si la tasa de rendimiento del proyecto (expresada por la TIR) supera la tasa de corte, se acepta la inversión; en caso contrario, se rechaza.

Existen varios métodos para calcular la TIR:

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

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

Para cualquiera de los incisos anteriores es necesario tener un ingreso.

Este proyecto por ser de carácter social no prevé ningún ingreso, por lo cual no puede ser utilizada ninguna de las fórmulas anteriores para el cálculo de la TIR. Debido a esto se toma un valor de 4,5 % para la TIR, el cual es el costo que debe aportar el Estado para la ejecución de dicho proyecto.

CONCLUSIONES

1. Para la realización del diseño del alcantarillado sanitario se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: población a servir, características socioeconómicas, dotación asignada, uso del agua, topografía, clima y otros; los cuales determinaron los parámetros para que este proyecto sea técnica y económicamente funcional, para terminar con un sistema de alcantarillado que componen 72 pozos de visita, 7 194 metros de tubería de 4" para conexiones domiciliarias, 6" para los ejes sentrales, 8" para llegar a la fosa séptica y concluir con el desfogue al sanjón cercano a este proyecto.
2. Con la construcción del alcantarillado se eliminarán los focos de contaminación, proliferación de enfermedades y contribuirá al crecimiento social de la población; beneficiando así a 2 110 pobladores de la aldea Ceiba Amelia, La Gomera, Escuintla a un costo de Q5 873 843,00.
3. El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) es favorable para el desarrollo de las capacidades prácticas de un futuro profesional de la ingeniería, ya que confronta la teoría con la práctica, en la búsqueda de soluciones técnicas, económicas y adecuadas a problemas reales, que padecen las comunidades del interior de la República.

RECOMENDACIONES

Al Gobierno de la República de Guatemala:

Que busque mecanismos que faciliten el desarrollo de las comunidades rurales, que en la actualidad se encuentran abandonadas, como es el caso de las aldeas del municipio de La Gomera, departamento de Escuintla.

A la Municipalidad de La Gomera

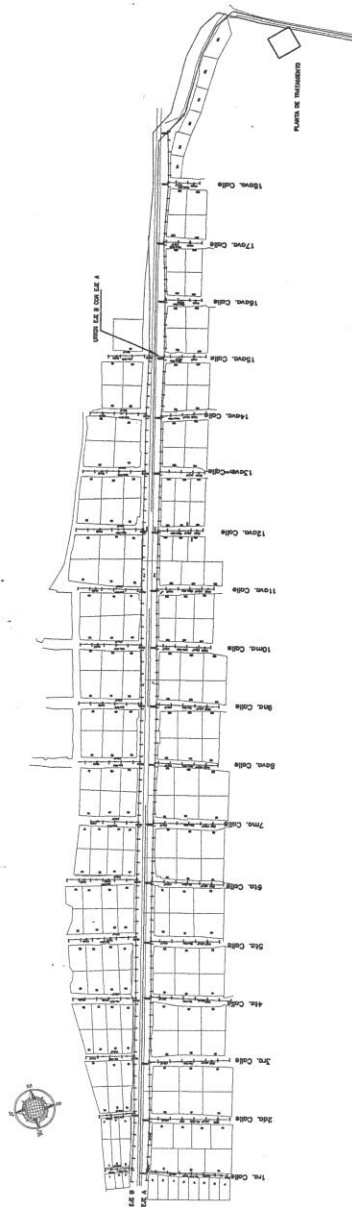
- Promover la participación de los pobladores beneficiados de los proyectos, en la construcción, operación y mantenimiento de los mismos, para que estos puedan ser autosostenibles.
- Gestionar la consecución de la asesoría profesional necesaria en los aspectos técnicos, económicos y legales, al momento de realizar las cotizaciones y contrataciones de los proyectos, con el propósito de obtener los mejores resultados.
- Realizar una supervisión constante en la ejecución de los trabajos, de manera, que estos se realicen correctamente, respetando la planificación y las especificaciones establecidas, buscando con ello que se cuente con la calidad necesaria que garantice un óptimo funcionamiento del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 CABRERA RIEPELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de ingeniería sanitaria*
2. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1989. 121 p.
- 2 GUEVARA GONZÁLEZ, Elmer Augusto. *Diseño de la red de drenaje sanitario para la aldea La Campana, Municipio de Monjas, Departamento de Jalapa.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2001. 143 p.
- 3 Instituto de Fomento Municipal. *Especificaciones generales y técnicas de construcción.* Guatemala: INFOM, 1999. 35 p.
- 4 OROZCO GONZÁLEZ, Juan Adolfo. *Diseño de drenaje sanitario de la Aldea San Pedro Petz, Municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1999. 148 p.
- 5 ORTIZ MENDOZA, Jorge Luis. *Diseño de un edificio de mampostería reforzada.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1998. 189 p.

- 6 SANDOVAL, Juan Jose. *Estudio sobre el análisis y diseño de tanques rectangulares enterrados y superficiales de concreto reforzado*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería.1981. 110 p.

APENDICES



PLANTA CONJUNTO

ESC. 1:1000

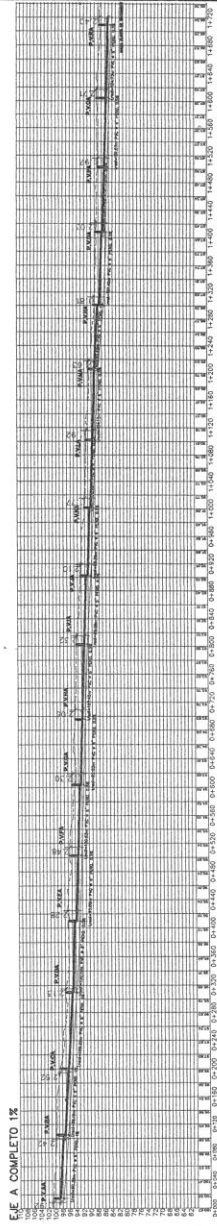
PROYECTO: **DRENAJE SANITARIO**

DIRECCION: **CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA**

CONTENIDO: **PLANTA DE CONJUNTO**

USAC





ESC. H: 1:5000 ESC. V: 1:1000

PERFIL EJE A HASTA PLANTA DE TRATAMIENTO

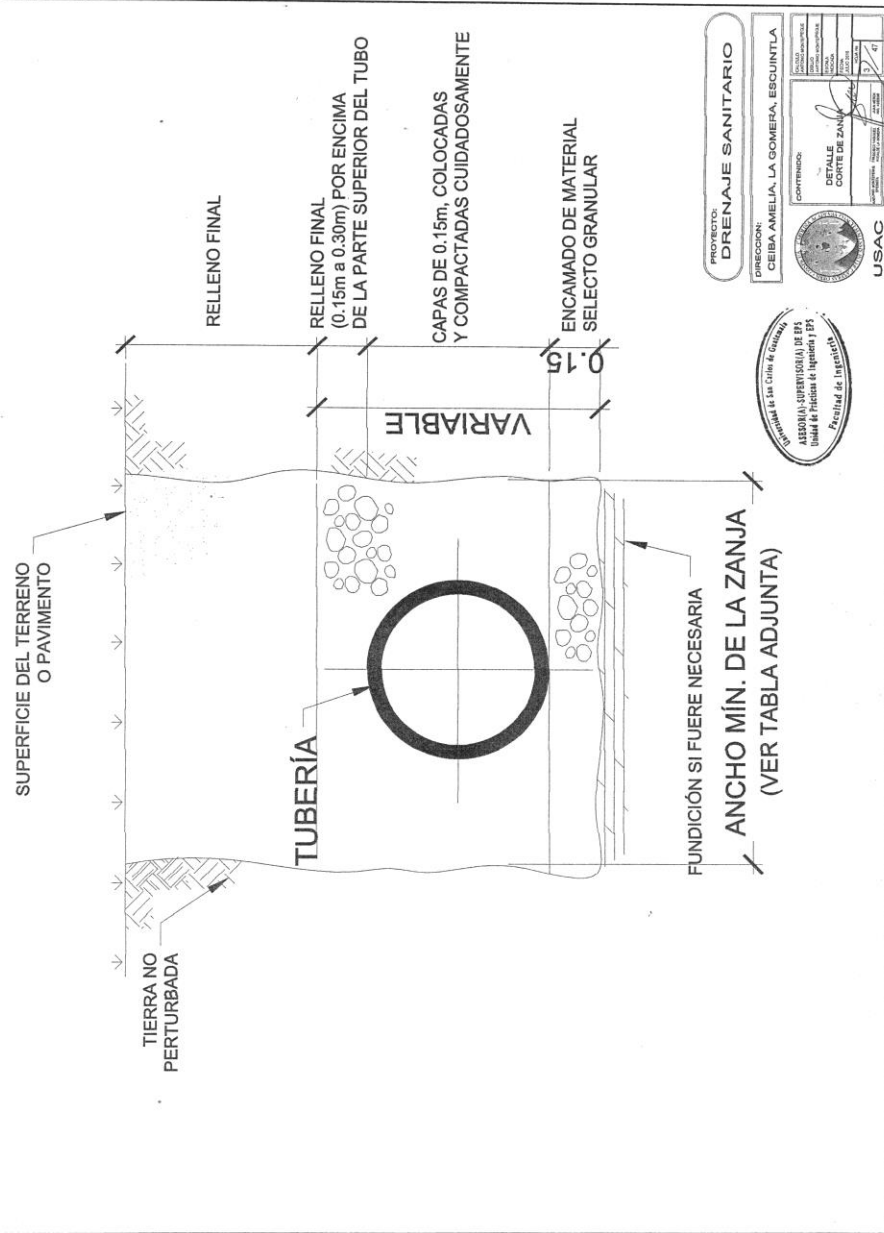
PROYECTO: **DRENAJE SANITARIO**

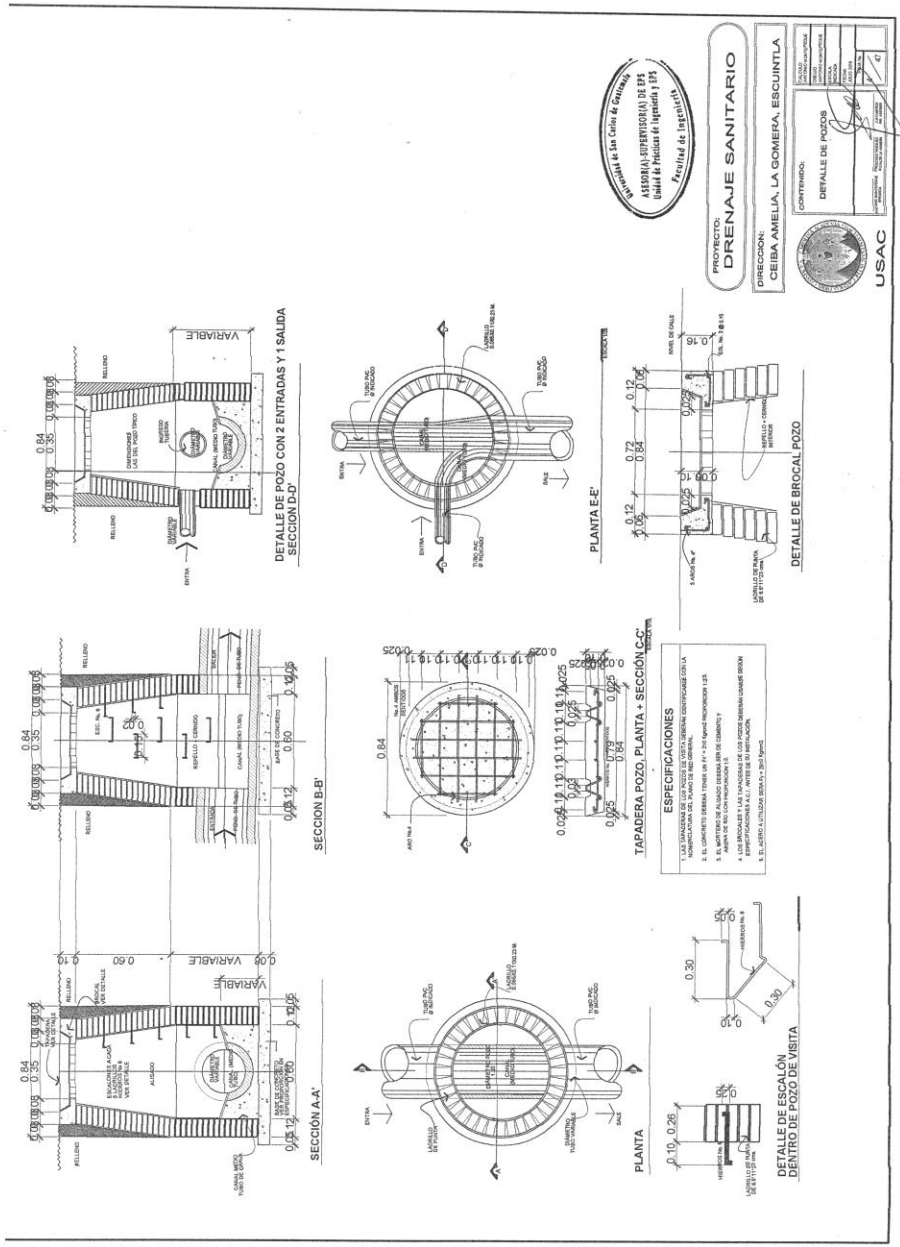
DIRECCION: **CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA**

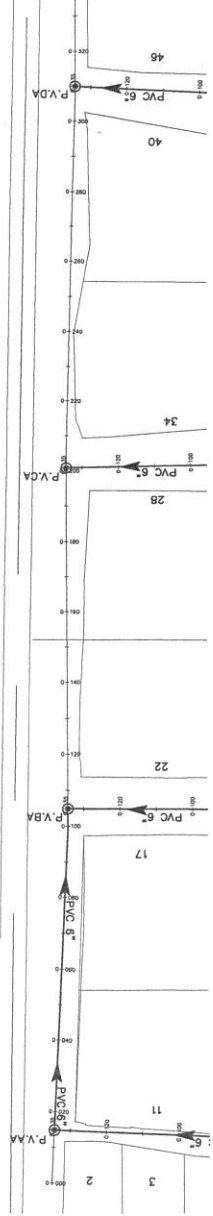
CONTENIDO: **PERFIL COMPLETO RED GENERAL**

USAC









PIANTA EJE A 0+000 A 0+330

ESC. 1:200

PROYECTO: **DRENAJE SANITARIO**

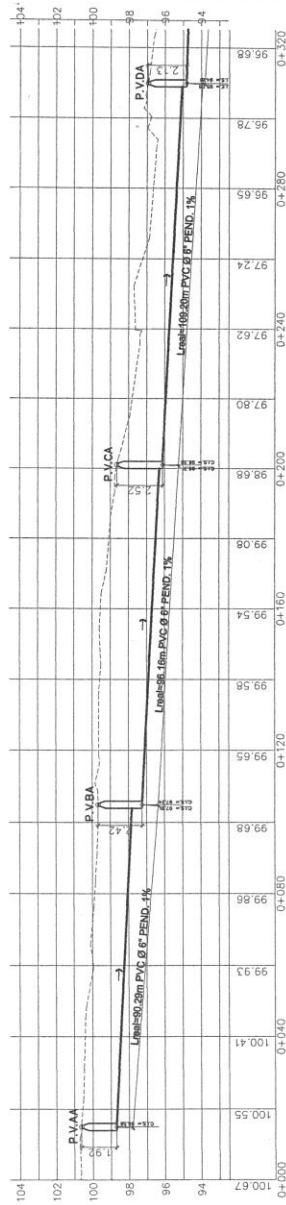
DIRECCION: **CEIBA AMELIA, LA OCMERA, ESCUINTLA**

Contenido:
Planos
Cálculos
Especificaciones
Memoria descriptiva
Presupuesto
Folleto de obra
Folleto de seguridad



USAC





PERFIL EJE A 0+000 A 0+330

ESC. H: 1:500 ESC. V: 1:200

PROYECTO: **DRENAJE SANITARIO**

DIRECCION: **CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA**

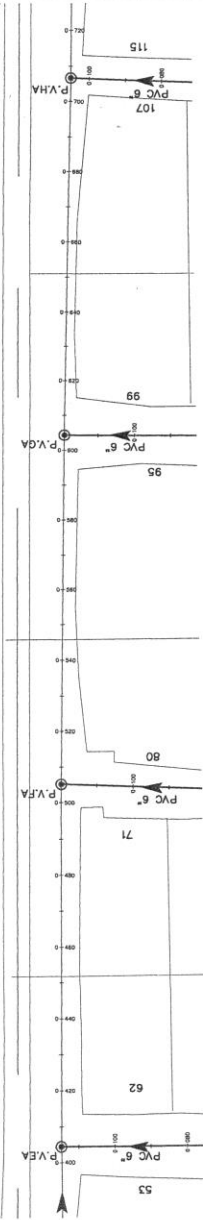
CONTENIDO: **PERFIL EJE A 0+000 A 0+330**

USAC



INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE Y SALUD
UNIDAD DE HIGIENE DE INGENIERIA Y DISEÑO
Reservados los derechos

Elaborado por:	FECHA:
Revisado por:	FECHA:
Aprobado por:	FECHA:
Caratula:	FECHA:



ESG. 1:800

PLANTA EJE A 0+400 A 0+720

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO

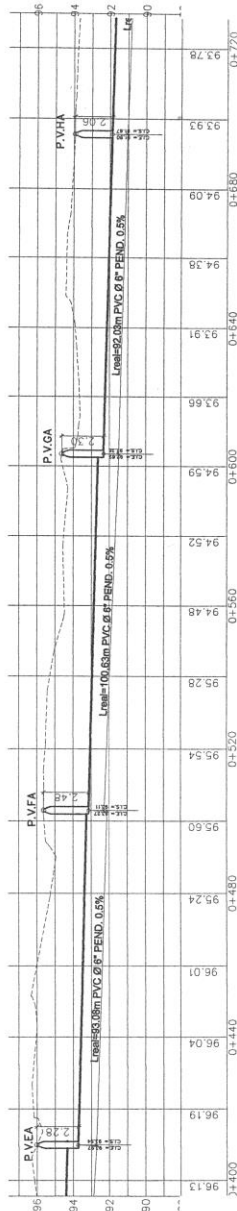
DIRECCION: CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA

CONTRATO:	PLANTA
PROYECTO:	ESG A 0+400 A 0+720
FECHA:	15/05/2018
PROYECTISTA:	[Signature]
PROYECTISTA:	[Signature]
PROYECTISTA:	[Signature]



USAC





PERFIL EJE A 0+400 A 0+720 ESC. H: 1:800 ESC. V: 1:200

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO

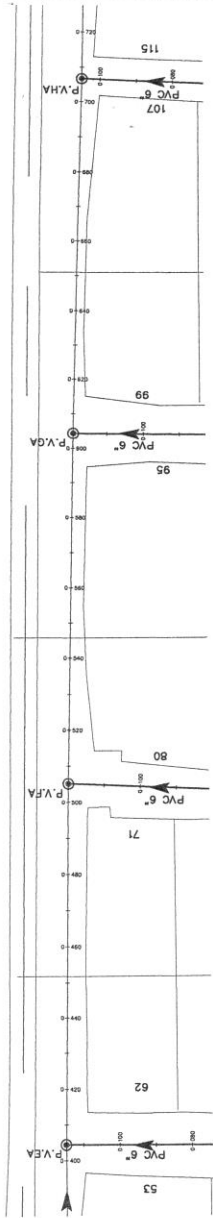
DIRECCION: CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA

CONTRIBUCION: EJE A 0+400 A 0+720

USAC



Nombre	
Apellido	
Cédula Profesional	
Matrícula	
Fecha	
Escuela	
Profesión	



PLANTA EJE A 0+400 A 0+720

ESCALA: 1:500

PROYECTO:
DRENAJE SANITARIO

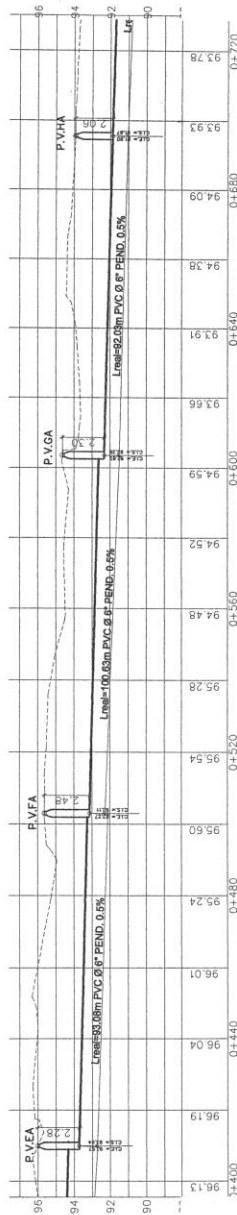
DIRECCION:
CEIBA AMELA, LA GOMERA, ESCUINTLA

CONTENIDO:
PLAN DE DRENAJE
EJE A 0+400 A 0+720



USAC





PERFIL EJE A 0+400 A 0+720 ESC. H 1:900 ESC. V 1:200

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO

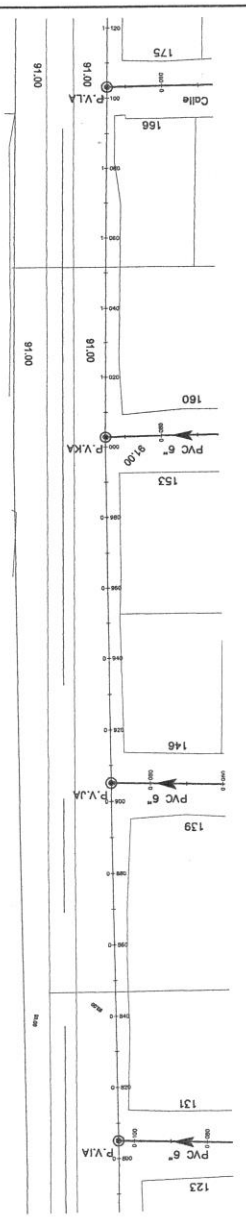
DIRECCION: CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ECUINTLA

COMITADO: MUNICIPIO DE CEIBA AMELIA

CONTRATO: BUE A 0+400 A 0+720

USAC





PLANTA EJE A 0+800 A 1+120

ESS: 1:500

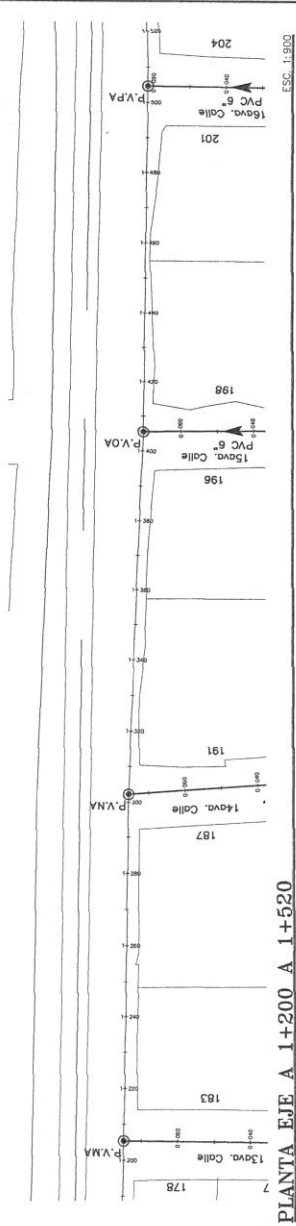
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO

DIRECCION: CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA

CONTRATADO: PLANTA EJE A 0+800 A 1+120

USAC





PLANTA EJE A 1+200 A 1+520

ESC. 1:500

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO

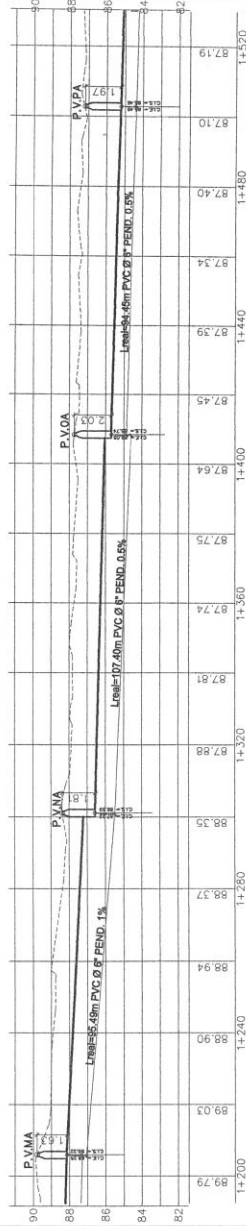
DIRECCION: CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA

CONTRATO: PLANTA EJE A 1+200 A 1+520

USAC



FECHA DE EMISIÓN	17/04/2011
FECHA DE REVISIÓN	
FECHA DE APROBACIÓN	
FECHA DE CANCELACIÓN	



PERFIL EJE A 1+200 A 1+520

ESC. H: 1:500 ESC. V: 1:200

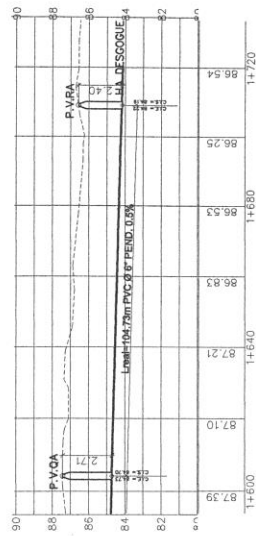
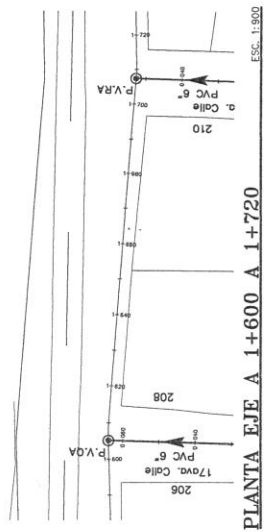
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO

DIRECCION: CEIBA AMELIA, LA OCOMERA, ESCUINTLA

CONTENIDO:
 PERFIL
 EJE A 1+200 A 1+520

USAC





PROYECTO: DRENAJE SANITARIO

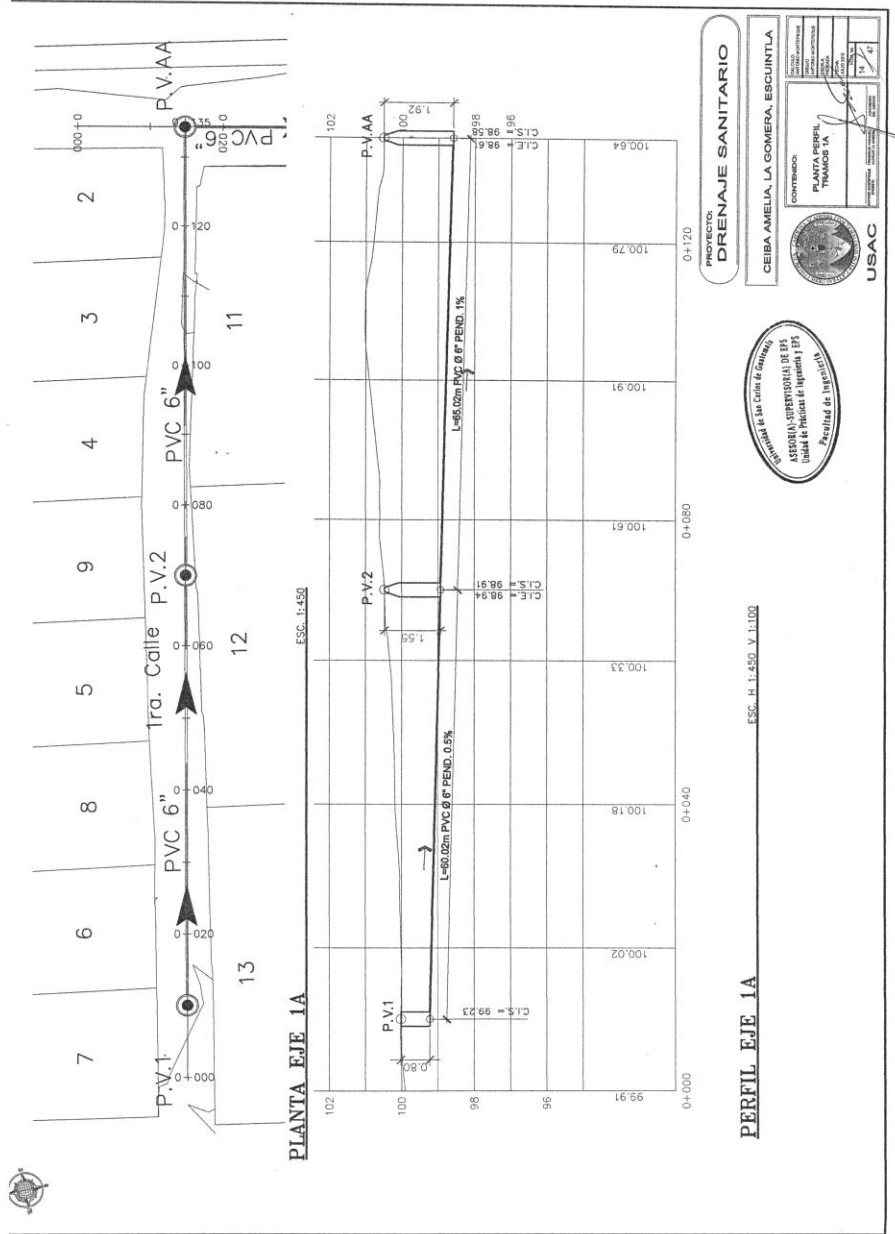
DIRECCION: CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA

CONTENIDO:
PLANTA PERFIL
EJE A 1+600 A 1+720



USAC





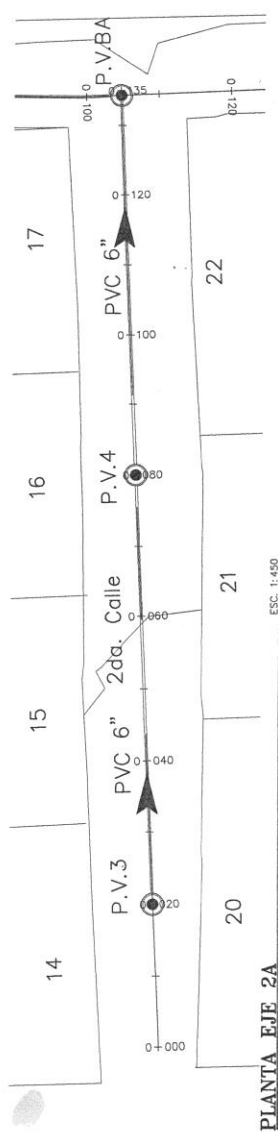
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO

CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA

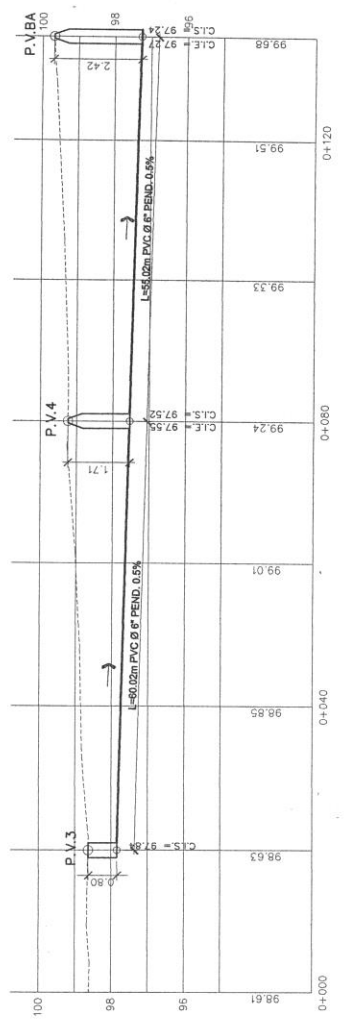
CONTRATADO: PLANTA PERFIL EJE 1A

USAC





PIANTA EJE 2A
ESC. 1:450



PERFIL EJE 2A
ESC. H 1:450, V 1:100

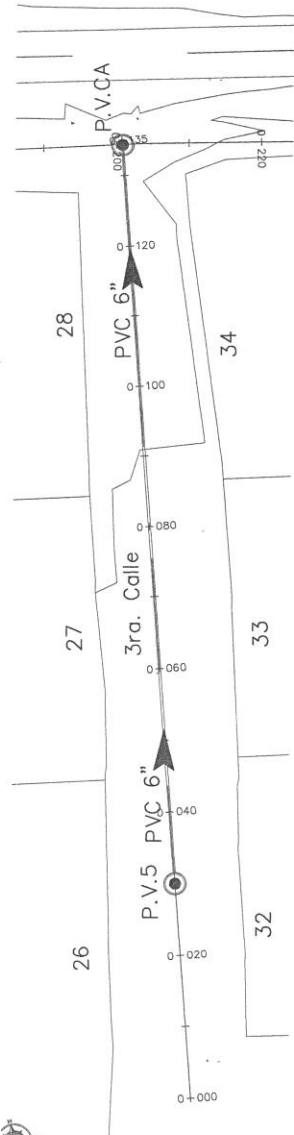
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO

CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA

CONTENIDO:
PLANTA PERFIL
TOMOS 2A

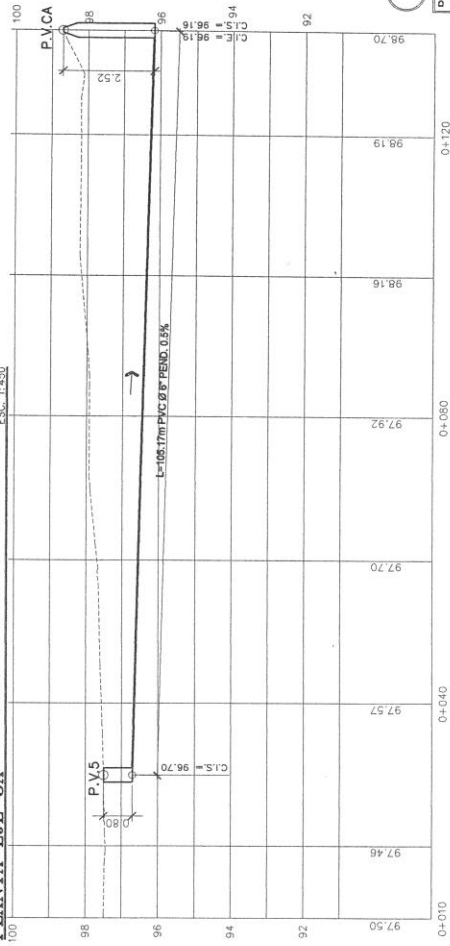
USAC





PLANTA EJE 3A

ESC. 1:1,450



PERFIL EJE 3A

ESC. 1:1,450 V. 1:100



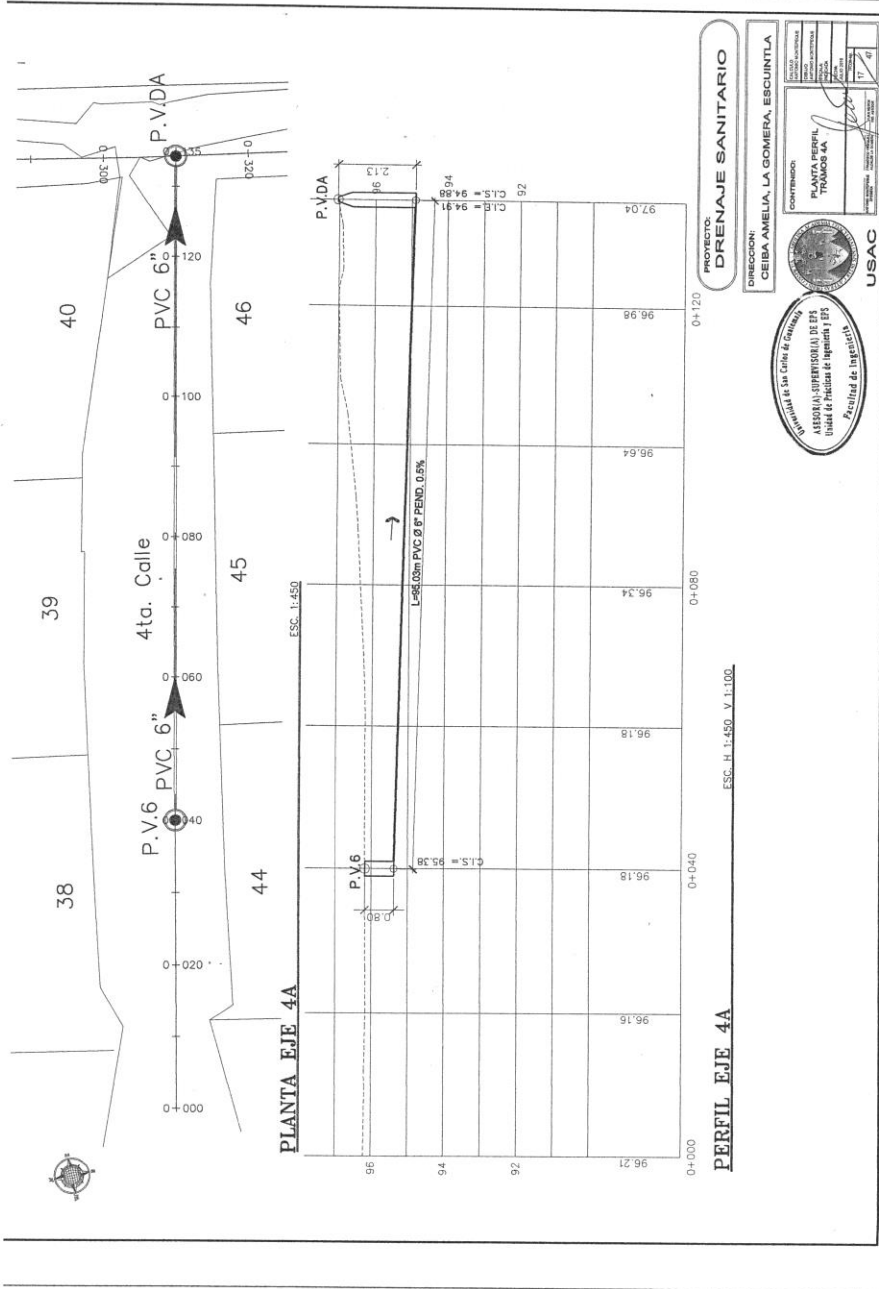
PROYECTO: **DRENAJE SANITARIO**
 DIRECCION: **CEIBA AMIELLA, LA GOMERA, ESCUINTLA**

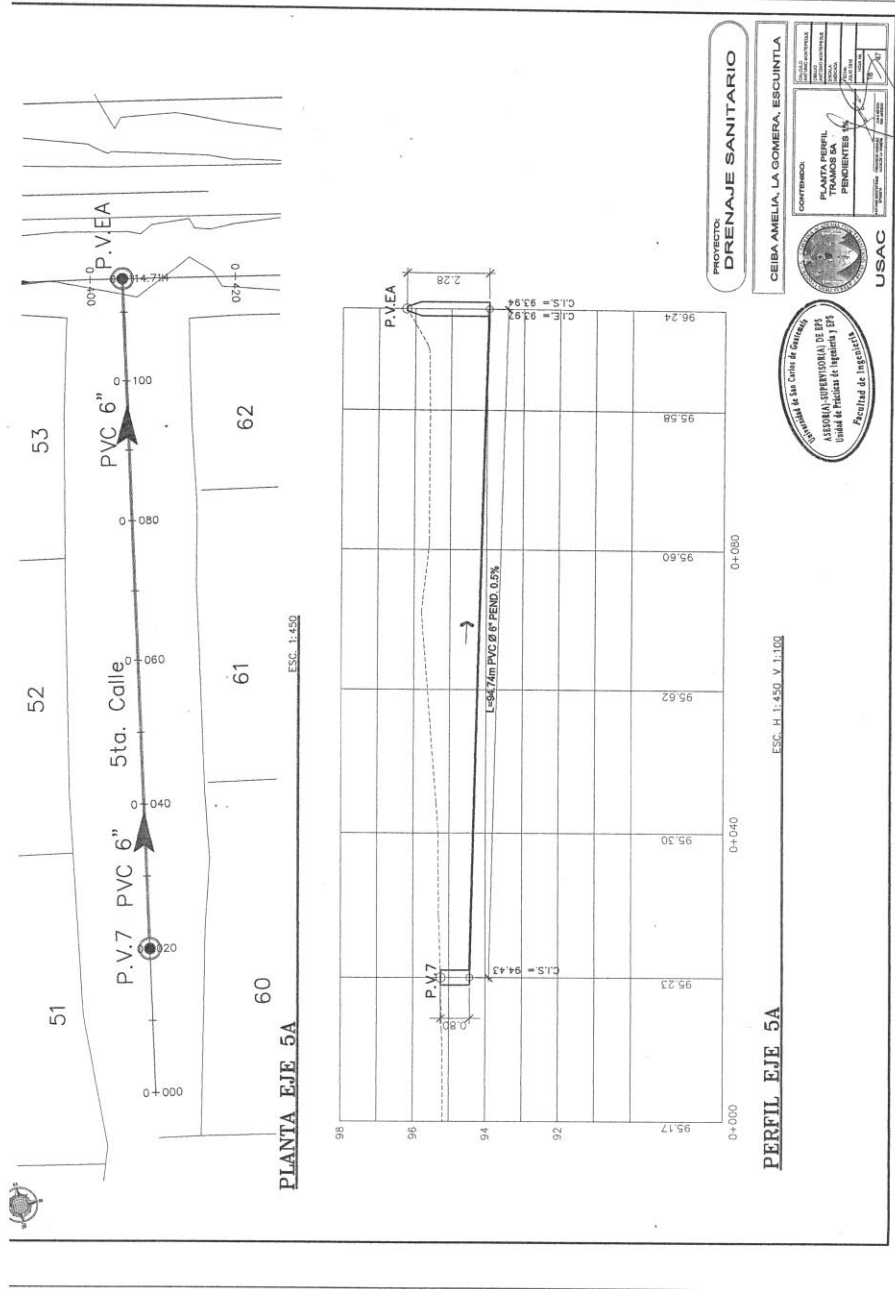
CONTENIDO:

PLANTA GENERAL	1
PLANTA PERFILES	2
TRAMOS 3A	3
TRAMOS 3B	4
TRAMOS 3C	5
TRAMOS 3D	6
TRAMOS 3E	7
TRAMOS 3F	8
TRAMOS 3G	9
TRAMOS 3H	10
TRAMOS 3I	11
TRAMOS 3J	12
TRAMOS 3K	13
TRAMOS 3L	14
TRAMOS 3M	15
TRAMOS 3N	16
TRAMOS 3O	17
TRAMOS 3P	18
TRAMOS 3Q	19
TRAMOS 3R	20
TRAMOS 3S	21
TRAMOS 3T	22
TRAMOS 3U	23
TRAMOS 3V	24
TRAMOS 3W	25
TRAMOS 3X	26
TRAMOS 3Y	27
TRAMOS 3Z	28
TRAMOS 3AA	29
TRAMOS 3AB	30
TRAMOS 3AC	31
TRAMOS 3AD	32
TRAMOS 3AE	33
TRAMOS 3AF	34
TRAMOS 3AG	35
TRAMOS 3AH	36
TRAMOS 3AI	37
TRAMOS 3AJ	38
TRAMOS 3AK	39
TRAMOS 3AL	40
TRAMOS 3AM	41
TRAMOS 3AN	42
TRAMOS 3AO	43
TRAMOS 3AP	44
TRAMOS 3AQ	45
TRAMOS 3AR	46
TRAMOS 3AS	47
TRAMOS 3AT	48
TRAMOS 3AU	49
TRAMOS 3AV	50
TRAMOS 3AW	51
TRAMOS 3AX	52
TRAMOS 3AY	53
TRAMOS 3AZ	54
TRAMOS 3BA	55
TRAMOS 3BB	56
TRAMOS 3BC	57
TRAMOS 3BD	58
TRAMOS 3BE	59
TRAMOS 3BF	60
TRAMOS 3BG	61
TRAMOS 3BH	62
TRAMOS 3BI	63
TRAMOS 3BJ	64
TRAMOS 3BK	65
TRAMOS 3BL	66
TRAMOS 3BM	67
TRAMOS 3BN	68
TRAMOS 3BO	69
TRAMOS 3BP	70
TRAMOS 3BQ	71
TRAMOS 3BR	72
TRAMOS 3BS	73
TRAMOS 3BT	74
TRAMOS 3BU	75
TRAMOS 3BV	76
TRAMOS 3BW	77
TRAMOS 3BX	78
TRAMOS 3BY	79
TRAMOS 3BZ	80
TRAMOS 3CA	81
TRAMOS 3CB	82
TRAMOS 3CC	83
TRAMOS 3CD	84
TRAMOS 3CE	85
TRAMOS 3CF	86
TRAMOS 3CG	87
TRAMOS 3CH	88
TRAMOS 3CI	89
TRAMOS 3CJ	90
TRAMOS 3CK	91
TRAMOS 3CL	92
TRAMOS 3CM	93
TRAMOS 3CN	94
TRAMOS 3CO	95
TRAMOS 3CP	96
TRAMOS 3CQ	97
TRAMOS 3CR	98
TRAMOS 3CS	99
TRAMOS 3CT	100



USAC





PROYECTO: DRENAJE SANITARIO

CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA

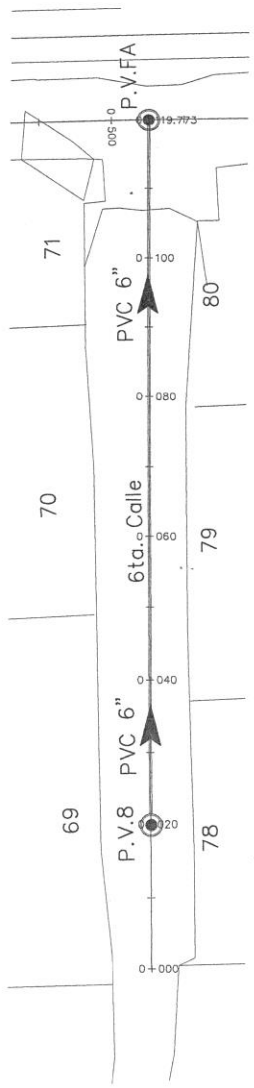
USAC

CONTENIDO:
 PLANTA PERFIL
 TUBAJOS SA
 PENDIENTES SA

Elaborado por: [Signature]
 Revisado por: [Signature]
 Aprobado por: [Signature]

Fecha: [Date]





PLANTA EJE 6A



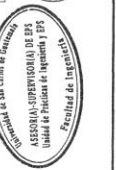
PERFIL EJE 6A

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO

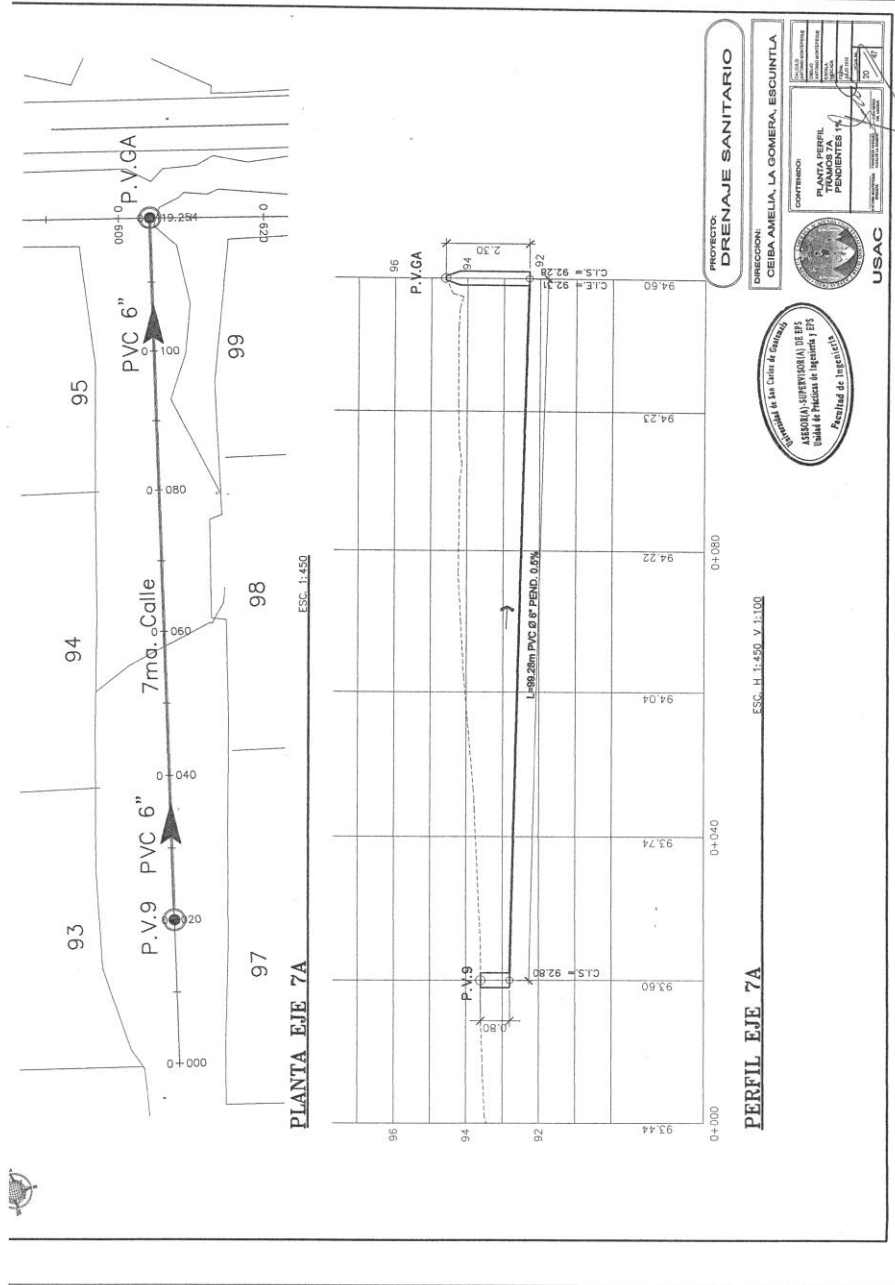
CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA

CONTENIDO:

PLANTA PERFIL
TRAMOS 0A,
1A, 2A, 3A,
4A, 5A, 6A,
7A, 8A,
9A, 10A,
11A, 12A,
13A, 14A,
15A, 16A,
17A, 18A,
19A, 20A,
21A, 22A,
23A, 24A,
25A, 26A,
27A, 28A,
29A, 30A,
31A, 32A,
33A, 34A,
35A, 36A,
37A, 38A,
39A, 40A,
41A, 42A,
43A, 44A,
45A, 46A,
47A, 48A,
49A, 50A,
51A, 52A,
53A, 54A,
55A, 56A,
57A, 58A,
59A, 60A,
61A, 62A,
63A, 64A,
65A, 66A,
67A, 68A,
69A, 70A,
71A, 72A,
73A, 74A,
75A, 76A,
77A, 78A,
79A, 80A,
81A, 82A,
83A, 84A,
85A, 86A,
87A, 88A,
89A, 90A,
91A, 92A,
93A, 94A,
95A, 96A,
97A, 98A,
99A, 100A



ESC. H. 1:400 V. 1:100

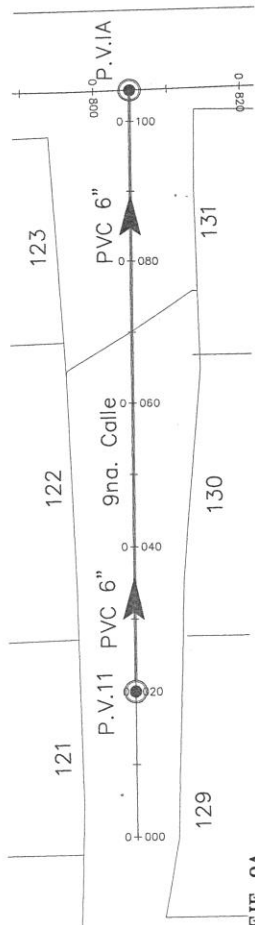


PROYECTO: **DRENAJE SANITARIO**
 DIRECCION: **CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA**
 CONTENIDO:
 PLANTA PERFIL
 Y
 PENDIENTES 1%
 USAC

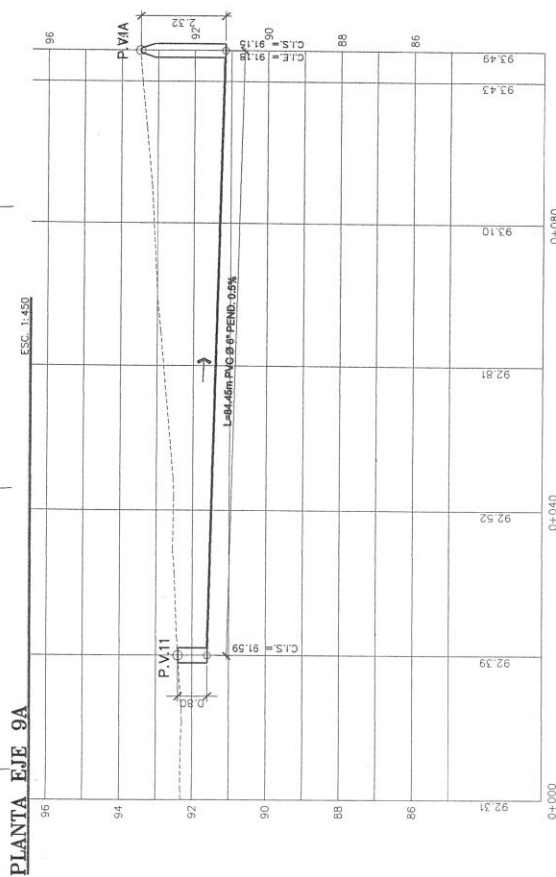


PLANTA EJE 7A

PERFIL EJE 7A



PIANTA EJE 9A



PERFIL EJE 9A



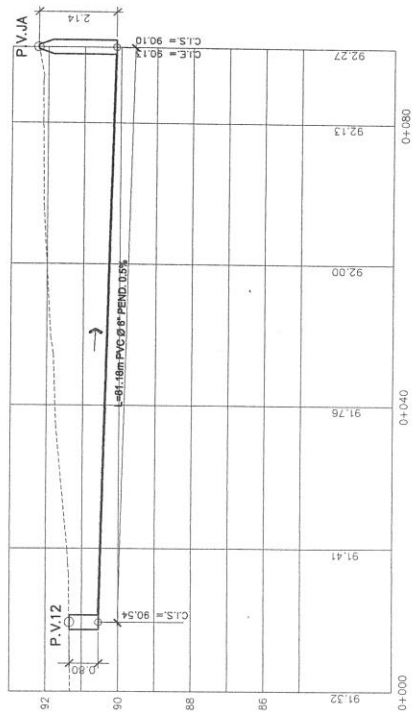
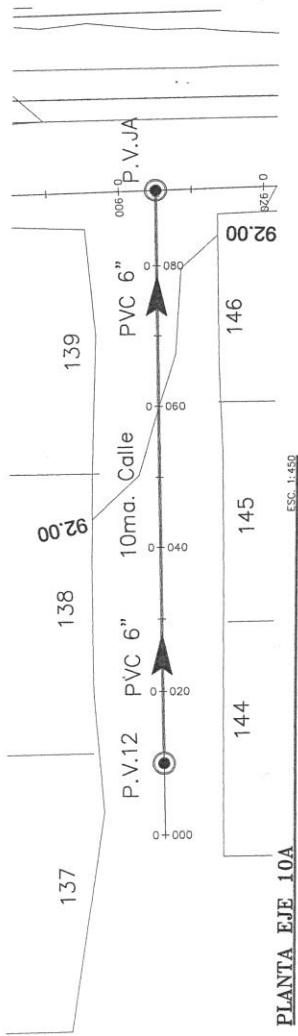
PROYECTO: **DRENAJE SANITARIO**
 DIRECCION: **CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA**

CONTENIDO:

PLANTA PERFILES	12
PERFILES	13
PLANOS	14
OTROS	15
TOTAL	32

USAC

ESC. H: 1:450 - V: 1:100



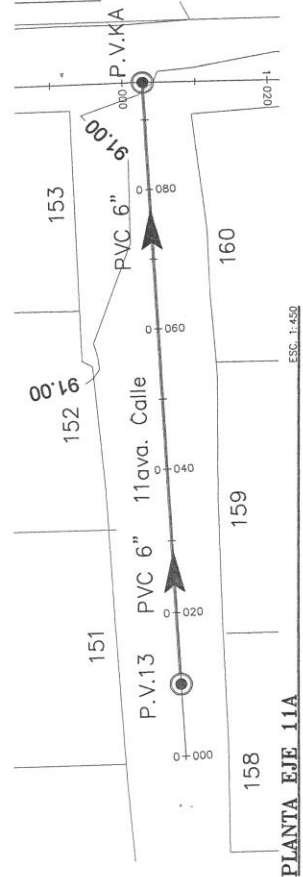
PROYECTO: **DRENAJE SANITARIO**

CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA

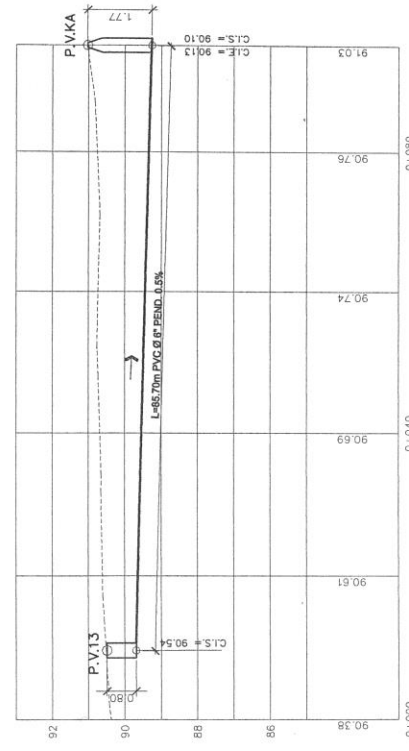
CONTRATO:

PLANTA PERFIL	13
PROYECTO	47
FECHA	13
HOJA	47





PLANTA EJE 11A
ESC. 1:450



PERFIL EJE 11A
ESC. H. 1:450 - V. 1:100

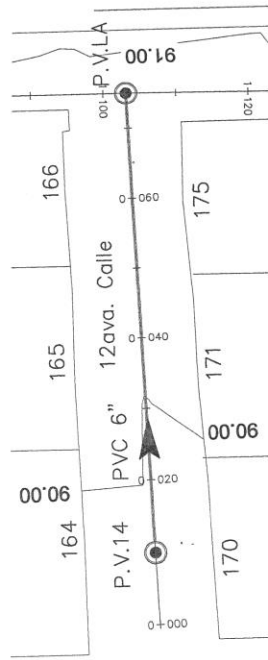


PROYECTO: **DRENAJE SANITARIO**

CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA

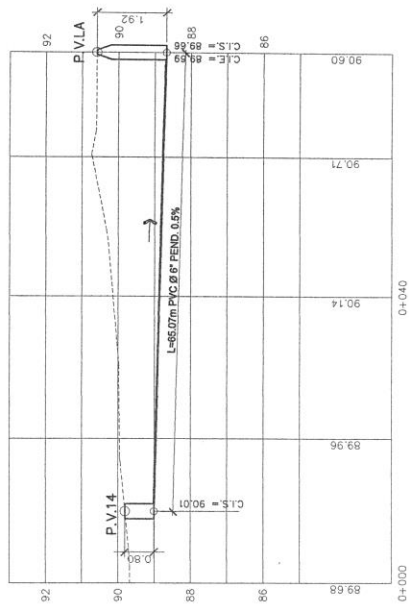
CONTRATO: **PLAN DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LOS TRAMOS 11A PENDIENTES**

USAC



PLANTA EJE 12A

ESC. 1:450



PERFIL EJE 12A

ESC. H. 1:450 V. 1:100



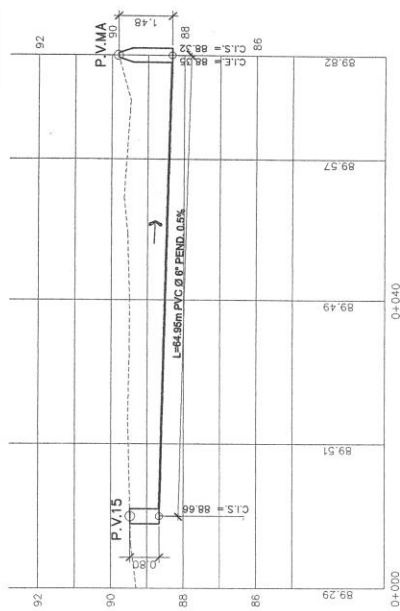
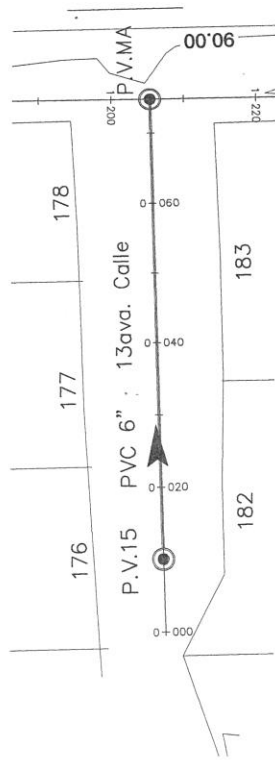
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO

DIRECCION: CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA

CONTENIDO:

PLANTA PERFIL	1
PERFILES	1
...	...



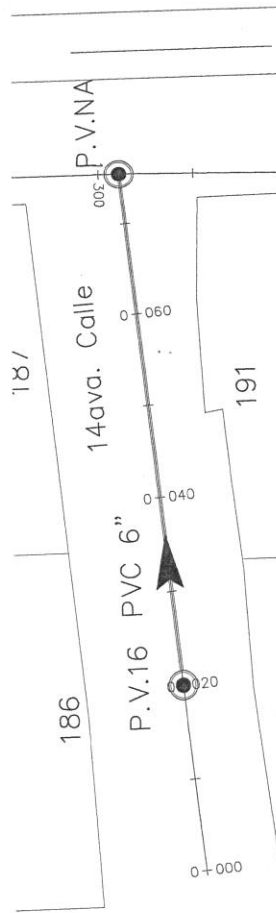


PROYECTO: DRENAJE SANITARIO

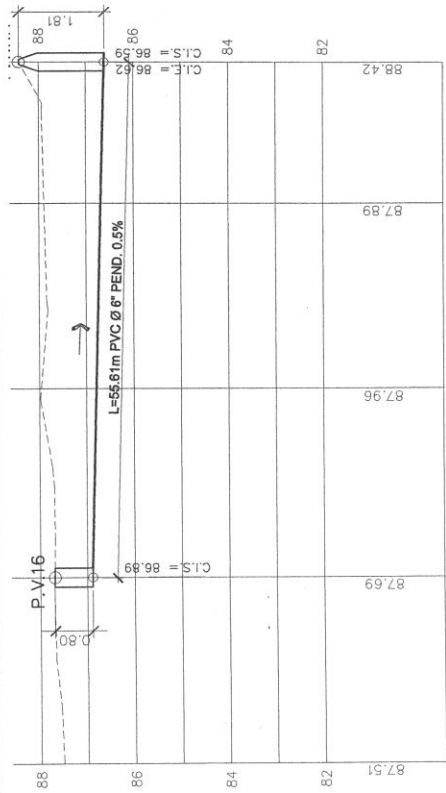
DIRECCION: CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA

CONTENIDO	
PLANTA EJE 13A	1
PERFIL EJE 13A	1
PENDIENTES	1





PLANTA EJE 14A ESC. 1:350



PERFIL EJE 14A ESC. H 1:350 V 1:75



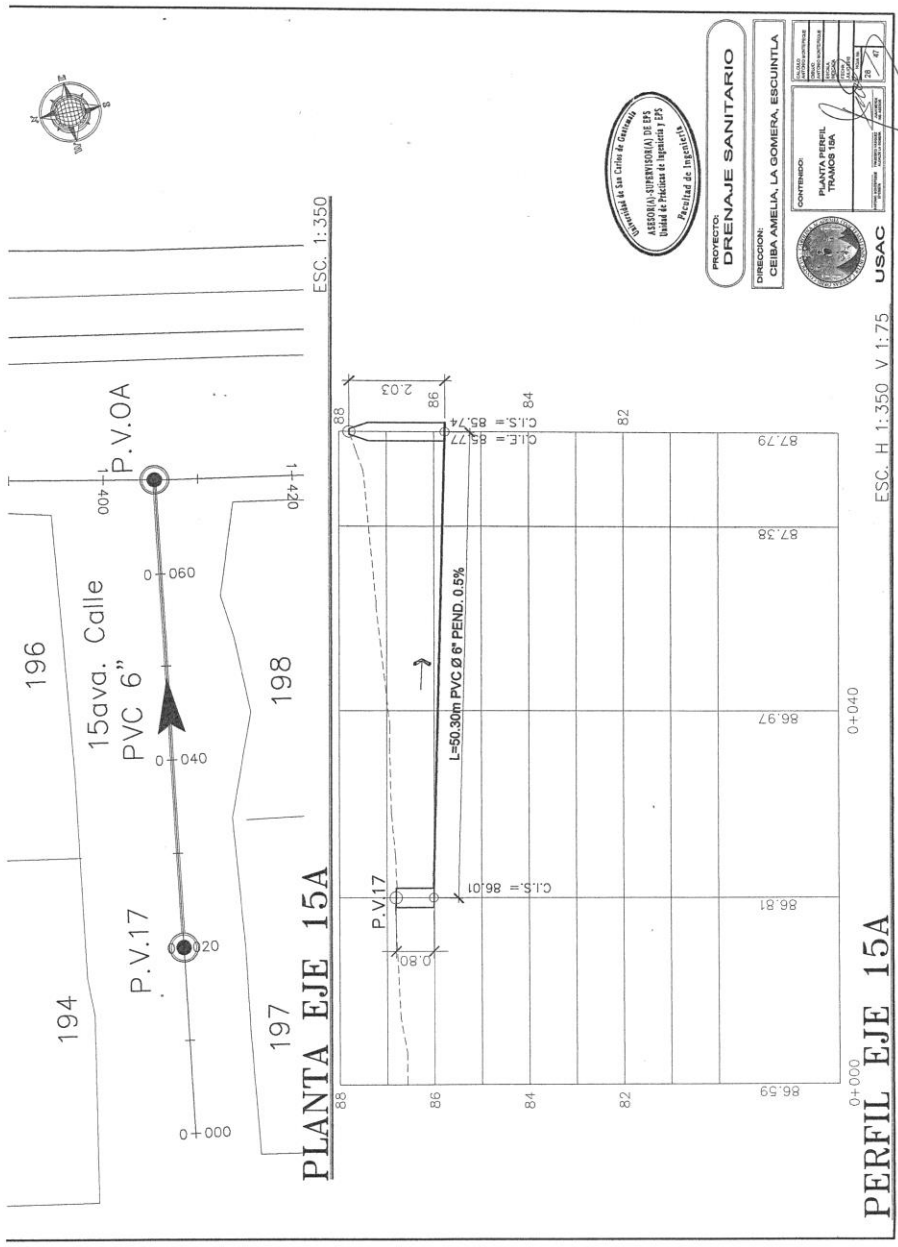
PROYECTO: **DRENAJE SANITARIO**

DIRECCIÓN: **CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA**

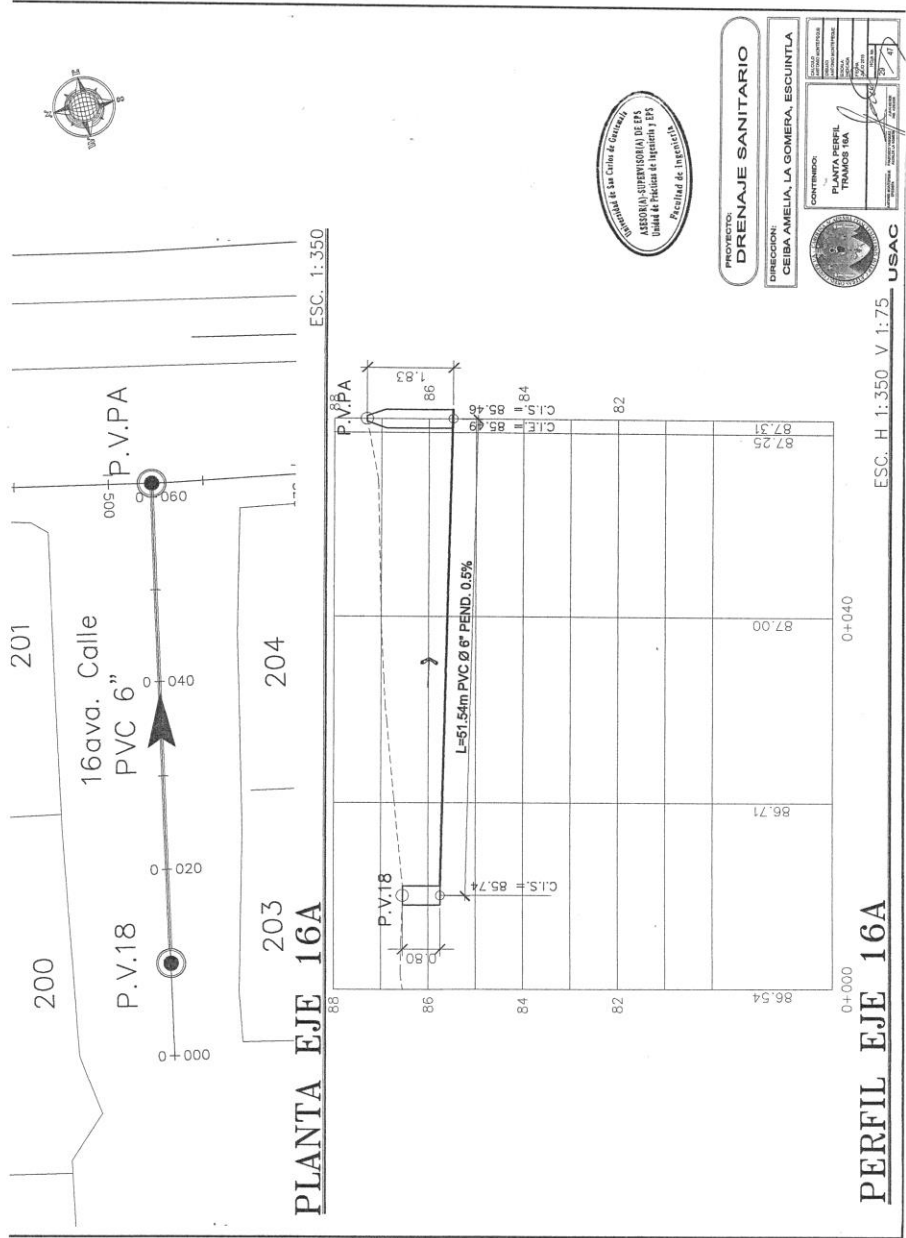
CONTENIDO:
 PLANTA GENERAL
 PLANOS DE
 TUBERÍAS
 MANEJO DE
 AGUAS
 RESIDUALES
 Y
 LÍQUIDAS
 Y
 SÓLIDAS



USAC



PROYECTO: DRENAJE SANITARIO
DIRECCION: CEBIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA
CONTRATADO: PLANTA PERFIL TRAMOS 15A
USAC



PROYECTO: **DRENAJE SANITARIO**

DIRECCION: **CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA**

CONTENIDO: **PLANTA PERFIL TRAMOS 16A**

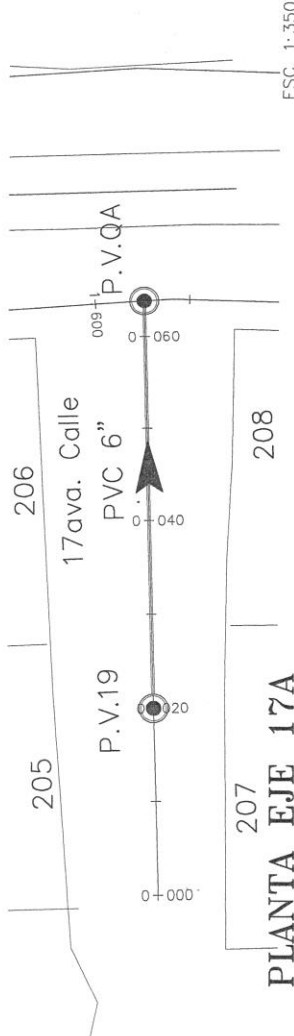
USAC

ESC. 1: 350

ESC. H 1: 350 V 1: 75

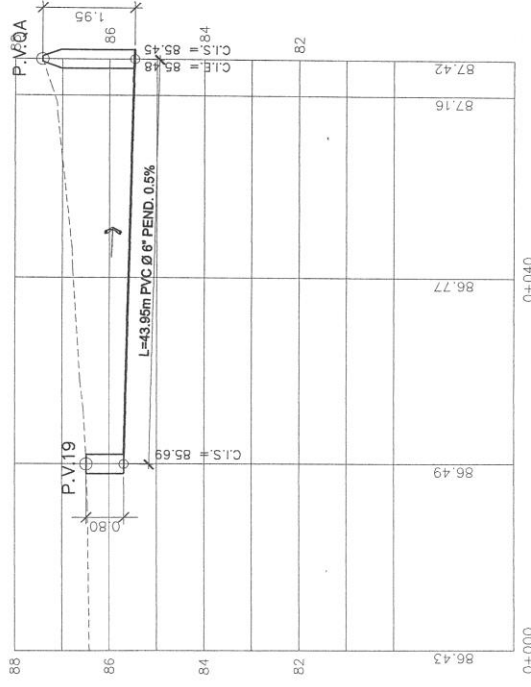
PLANTA EJE 16A

PERFIL EJE 16A



PLANTA EJE 17A

ESC. 1:350



PERFIL EJE 17A

ESC. H. 1:350 V. 1:75



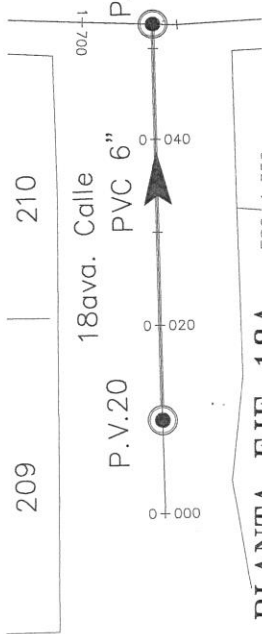
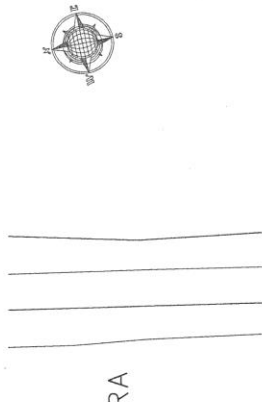
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO

DIRECCION: CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA

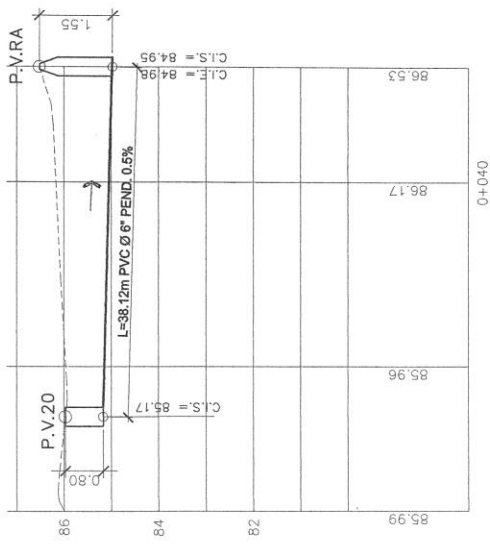
CONTENIDO:

PLANTA PERFIL	1
TRAMOS 17A	1
TOTAL	2

USAC



PLANTA EJE 18A ESC. 1:350



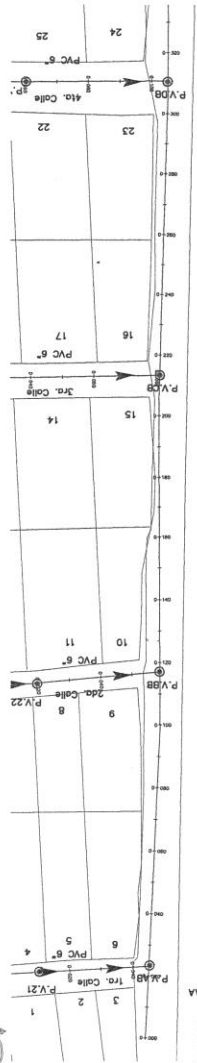
PERFIL EJE 18A ESC. H: 1:350



PROYECTO: **DRENAJE SANITARIO**
 DIRECCION: **CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA**

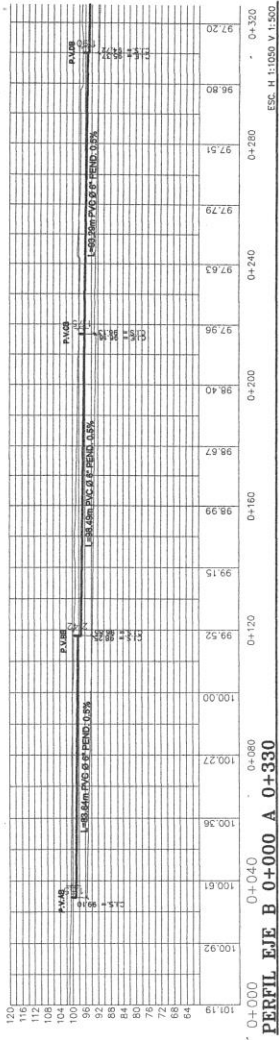
CONTRATADO:
PLANTA PERFIL
TOMO I (A)

USAC



PLANTA EJE B 0+000 A 0+330

ESC. 1:1000



PERFIL EJE B 0+000 A 0+330

ESC. H. 1:1000 V. 1:500

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO

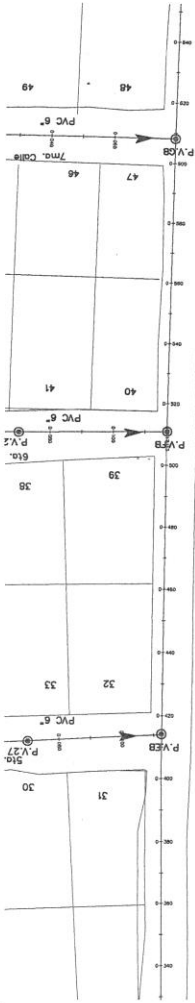
DIRECCION: CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA

CONTENIDO:

1	PLANO GENERAL
2	PERFIL GENERAL
3	PLANO DE DETALLE
4	PLANO DE DETALLE
5	PLANO DE DETALLE
6	PLANO DE DETALLE
7	PLANO DE DETALLE
8	PLANO DE DETALLE
9	PLANO DE DETALLE
10	PLANO DE DETALLE
11	PLANO DE DETALLE
12	PLANO DE DETALLE
13	PLANO DE DETALLE
14	PLANO DE DETALLE
15	PLANO DE DETALLE
16	PLANO DE DETALLE
17	PLANO DE DETALLE
18	PLANO DE DETALLE
19	PLANO DE DETALLE
20	PLANO DE DETALLE
21	PLANO DE DETALLE
22	PLANO DE DETALLE
23	PLANO DE DETALLE
24	PLANO DE DETALLE
25	PLANO DE DETALLE

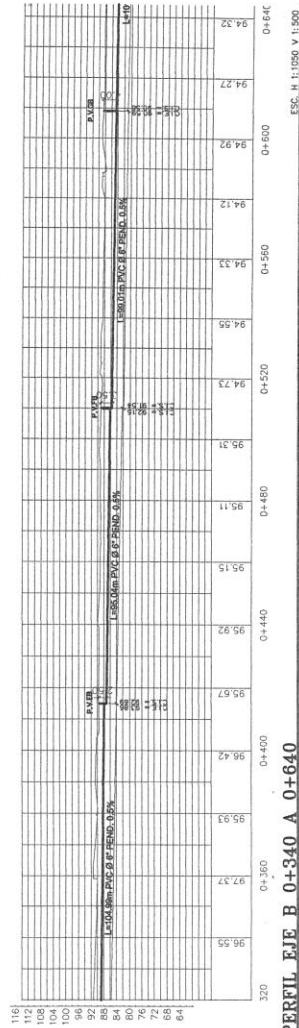


USAC



PLANTA EJE B 0+340 A 0+640

ESC. 1:1000



PERFIL EJE B 0+340 A 0+640

ESC. H. 1:1000. V. 1:500

PROYECTO: **DRENAJE SANITARIO**

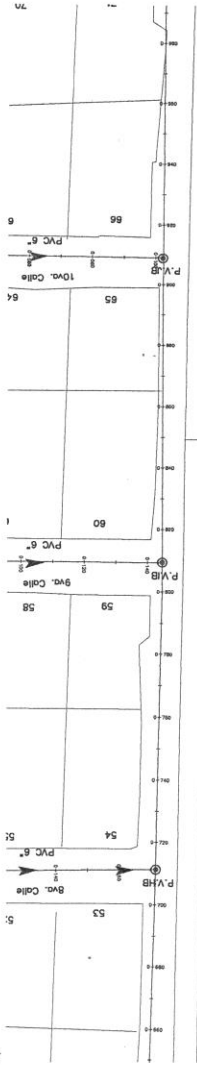
DIRECCION: **CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA**

CONTENIDO: **PLANTA PERFIL EJE B 0+340 A 0+640**

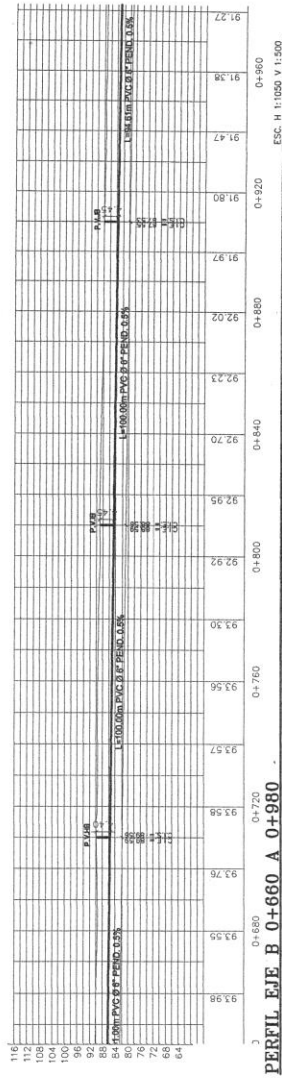
USAC

Asociación de las Ciudades Guatemaltecas
 ASOCIACIÓN GUATEMALTECA DE INGENIEROS DE OBRAS PÚBLICAS Y SERVICIOS
 INGENIERO DE OBRAS PÚBLICAS Y SERVICIOS

Esc. 1:1000



PLANTA EJE B 0+660 A 0+980 ESC. 1:1000



PERFIL EJE B 0+660 A 0+980 ESC. H 1:1000 V 1:500

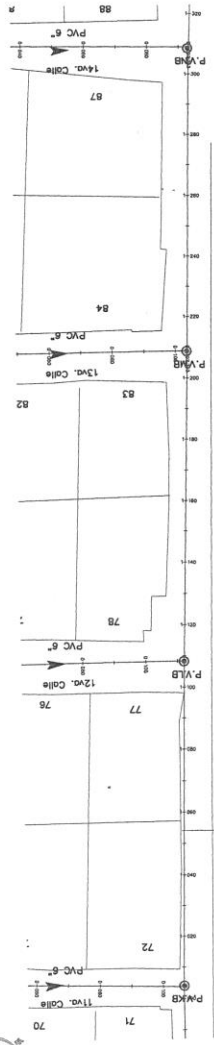
PROYECTO: **DRENAJE SANITARIO**

DIRECCION: **CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA**

CONTRATO: **PLANTA PERIFERICA EJE B 0+660 A 0+980**

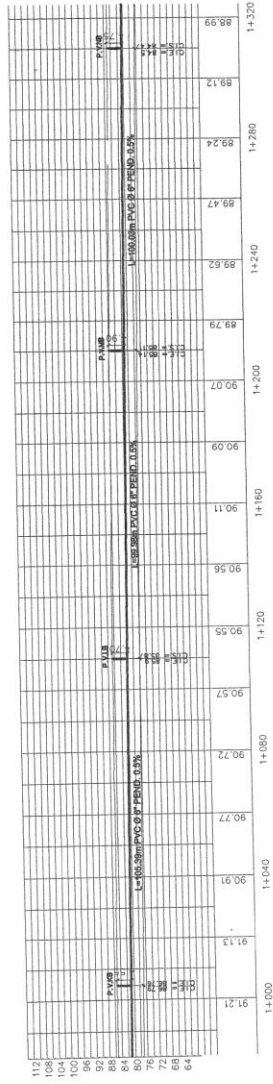
USAC





PLANTA EJE B 0+980 A 1+320

ESC. 1:1000



PERFIL EJE B 0+980 A 1+320

ESC. H. 1:1000 Y 1:500

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO

DIRECCION: CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA

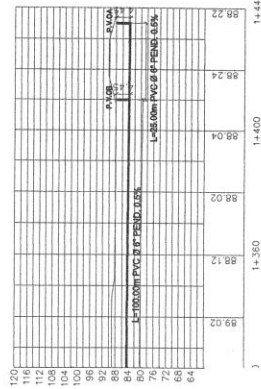
CONTRATO: PLANTA PERIF. EJE B 0+980 A 1+320

USAC





PLANTA EJE B 1+320 A 1+440 ESC. 1:1000



PERFIL EJE B 1+320 A 1+440 ESC. 1:1000 V.1:500

PROYECTO:
DRENAJE SANITARIO

DIRECCION:
CEIBA, AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA

CONTENIDO:

1. PLAN GENERAL	1:500
2. PLAN DE DRENAJE	1:500
3. PERFILES DE DRENAJE	1:500
4. PLAN DE OBRAS	1:500

USAC

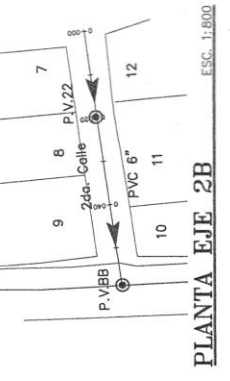




PLANTA EJE 1B ESC. 1:800

ESTACION	ALTIMETRIA	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO	INCLINACION
0+000	98.78	PVC	6"	0.00%
0+020	98.82	PVC	6"	0.05%
0+030	98.85	PVC	6"	0.05%
0+040	98.88	PVC	6"	0.05%

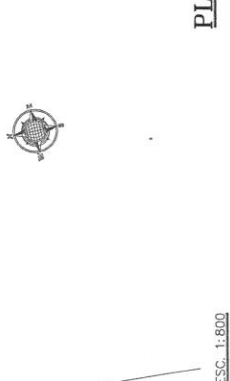
PERFIL EJE 1B ESC. H. 1:800 V. 1:400



PLANTA EJE 2B ESC. 1:800

ESTACION	ALTIMETRIA	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO	INCLINACION
0+010	97.09	PVC	6"	0.00%
0+020	97.22	PVC	6"	0.17%
0+030	97.80	PVC	6"	0.63%
0+040	98.15	PVC	6"	0.45%
0+050	98.37	PVC	6"	0.25%
0+060	98.59	PVC	6"	0.25%
0+070	98.81	PVC	6"	0.25%
0+080	99.01	PVC	6"	0.23%
0+090	99.07	PVC	6"	0.07%
0+100	98.97	PVC	6"	-0.10%

PERFIL EJE 2B ESC. H. 1:800 V. 1:400



PLANTA EJE 3B ESC. 1:800

ESTACION	ALTIMETRIA	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO	INCLINACION
0+000	98.60	PVC	6"	0.00%
0+010	98.47	PVC	6"	-0.13%
0+020	98.30	PVC	6"	-0.18%
0+030	98.24	PVC	6"	-0.07%
0+040	98.21	PVC	6"	-0.03%
0+050	98.16	PVC	6"	-0.05%
0+060	98.14	PVC	6"	-0.02%
0+070	98.13	PVC	6"	-0.01%
0+080	98.08	PVC	6"	-0.05%
0+090	98.02	PVC	6"	-0.06%
0+100	97.94	PVC	6"	-0.08%

PERFIL EJE 3B ESC. H. 1:800 V. 1:400



PROYECTO: DRENAJE SANITARIO

DIRECCION: CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA

CONTENIDO:

PLANTA Y PERFIL DE LAS TUBERIAS DE DRENAJE SANITARIO

USAC



PLANTA EJE 4B ESC. 1:800

Station	Profile	Profile	Profile
0+000	97.50	97.50	97.50
0+010	97.48	97.47	97.45
0+020	97.45	97.38	97.32
0+030	97.24	97.17	97.10
0+040	97.01	97.05	97.01
0+050	96.92	96.92	96.88
0+060	96.83	96.78	96.75
0+070	96.78	96.77	96.79
0+080	96.75	96.75	96.79
0+090	96.75	96.75	96.79
0+100	96.75	96.75	96.79

PERFIL EJE 4B ESC. H. 1:800 V. 1:400



PLANTA EJE 5B ESC. 1:800

Station	Profile	Profile	Profile
0+000	95.77	95.51	95.47
0+010	95.44	95.48	95.44
0+020	95.49	95.49	95.49
0+030	95.44	95.44	95.44
0+040	95.66	95.66	95.66
0+050	95.67	95.67	95.67
0+060	95.59	95.59	95.59
0+070	95.46	95.46	95.46
0+080	95.45	95.45	95.45
0+090	95.41	95.41	95.41
0+100	95.39	95.39	95.39
0+110	95.36	95.36	95.36
0+120	95.35	95.35	95.35

PERFIL EJE 5B ESC. H. 1:800 V. 1:400

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO

DIRECCION: CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA

CONTENIDO:

PLANTA PERFIL
TRAMOS 4B A 5B
DISEÑO EJECUTIVO

USAC

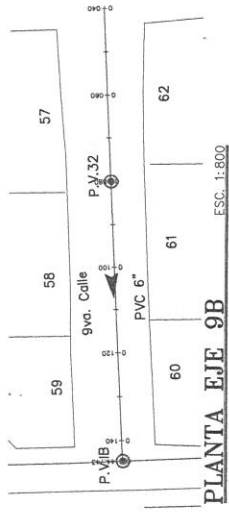




PLANTA EJE 8B ESC. 1:800

Estación	Altura (m)
0+070	93.17
0+080	93.20
0+090	93.24
0+100	93.26
0+110	93.29
0+120	93.31
0+130	93.34
0+140	93.36
0+150	93.38
0+160	93.44
0+170	93.55
0+180	93.60
0+190	93.61
0+200	93.62
0+210	93.63
0+220	93.67
0+230	93.70
0+240	93.75
0+250	93.88

PERFIL EJE 8B ESC. H 1:800 V 1:400



PLANTA EJE 9B ESC. 1:800

Estación	Altura (m)
0+040	92.68
0+050	92.75
0+060	92.74
0+070	92.71
0+080	92.67
0+090	92.67
0+100	92.64
0+110	92.64
0+120	92.63
0+130	92.64
0+140	92.64
0+150	92.69
0+160	92.73
0+170	92.76
0+180	92.74
0+190	92.72
0+200	92.70
0+210	92.70
0+220	92.76
0+230	92.82

PERFIL EJE 9B ESC. H 1:800 V 1:400

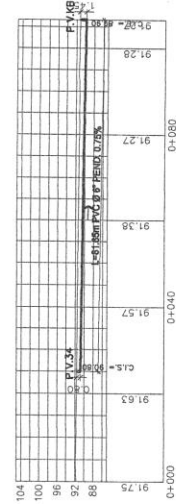
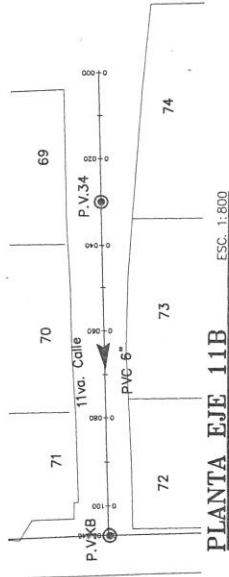
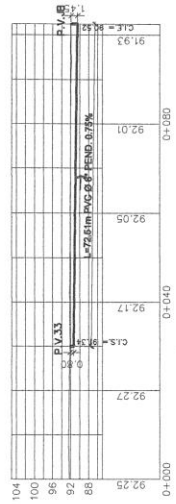


PROYECTO: **DRENAJE SANITARIO**

DIRECCION: **CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA**

Contratado: **PLANTA PERFIL DE DRENAJE SANITARIO**

USAC



PROYECTO: **DRENAJE SANITARIO**

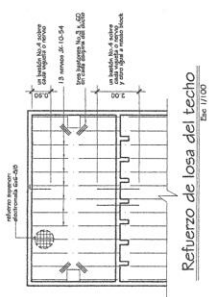
DIRECCION: **CEIBA AMELIA, LA GOMERA, ESCUINTLA**

CONTENIDO:

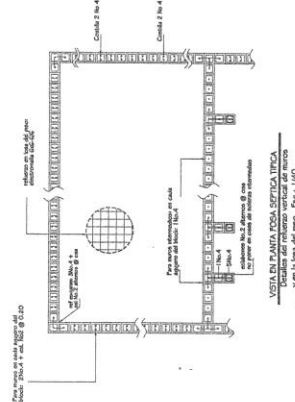
PLANTA PERFILES Y DRENAJE SANITARIO	1
PERFIL EJE 10B	1
PERFIL EJE 11B	1

USAC

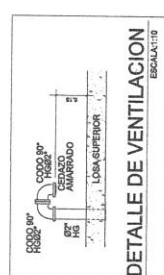




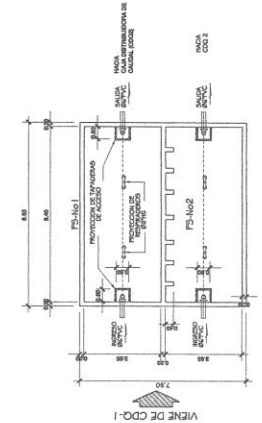
Reinforcement plan of the roof slab
Esc. 1/100



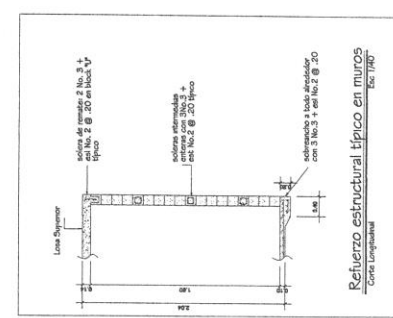
Vertical reinforcement view of the wall
Esc. 1/100



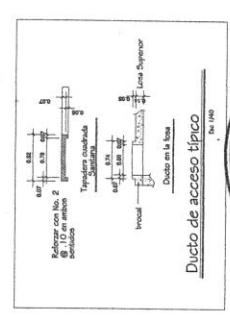
Detail of the ventilation duct
Esc. 1/10



Plan view of the central septic tank
Esc. 1/100



Structural reinforcement section of the wall
Esc. 1/100



Typical access duct
Esc. 1/100

ESPECIFICACIONES:
 acero de refuerzo: fy = 40 ksi
 concreto: fc = 3000 lb/pulg²
 block: fm = 80 lb/pulg²

Longitudinal section of each septic tank
Esc. 1/100



DRENAJE SANITARIO
 DIRECCION: CEIBA AMELIA, LA GOMEZA, ESCUINTLA

CONSTRUCCIONES LA GOMEZA, LA GOMEZA, ESCUINTLA
 CALLES Y AVENIDAS

USAC

