



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

**DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA CALLE DEL
CEMENTERIO, ALDEA LA ESMERALDA, JEREZ, JUTIAPA**

Robin Steve López

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, marzo de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA CALLE DEL
CEMENTERIO, ALDEA LA ESMERALDA JEREZ, JUTIAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ROBIN STEVE LÓPEZ

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA MARZO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Luis Manuel Sandoval Mendoza
EXAMINADOR	Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
EXAMINADOR	Ing. Crecencio Benjamín Cifuentes Velásquez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA CALLE DEL CEMENTERIO, ALDEA LA ESMERALDA, JEREZ, JUTIAPA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha julio de 2011.

Robin Steve López



Guatemala, 15 de julio de 2014
Ref.EPS.DOC.752.07.14

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

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Robin Steve López** con carné No. **200217318**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA CALLE DEL CEMENTERIO, ALDEA LA ESMERALDA, MUNICIPIO DE JEREZ, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA.**

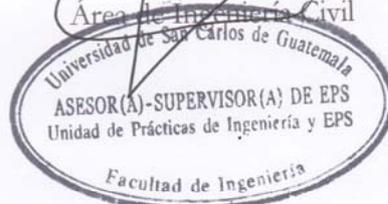
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
MAAO/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,
18 de agosto de 2014

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 DRENAJE SANITARIO PARA LA CALLE DEL CEMENTERIO, ALDEA LA ESMERALDA, MUNICIPIO DE JEREZ, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Robin Steve López, con Carnet No. 200217318, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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





Guatemala, Ref.EPS.D.450.08.14
26 de agosto de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

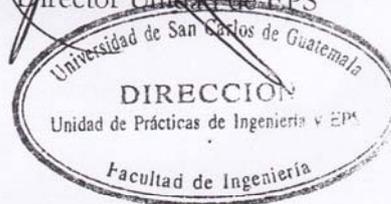
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA CALLE DEL CEMENTERIO, ALDEA LA ESMERALDA, MUNICIPIO DE JEREZ, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Robin Steve López, carné 200217318**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Robin Steve López, titulado **DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA CALLE DEL CEMENTERIO, ALDEA LA ESMERALDA, MUNICIPIO DE JEREZ, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Hugo Leonel Montenegro Franco
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, marzo 2015.

/bbdeb.

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





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA CALLE DEL CEMENTERIO, ALDEA LA ESMERALDA, JEREZ, JUTIAPA**, presentado por el estudiante universitario: **Robin Steve López**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, marzo 2015

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por brindarme lo necesario para salir adelante en la vida.
Mis abuelos	Margarita e Isidro López (q.e.p.d.), por formarme con su ejemplo como profesional.
Mis madres	Mirna y Sonia López, sin su apoyo mi vida no sería la misma.
Mi familia	Quienes fueron mis consejeros y me alentaron a seguir adelante en todo momento.
Mis hermanos	Alan y Fabiola López, por apoyarme a cumplir las metas que me propongo y enseñarme a luchar por ellas.
Mis amigos	Mario Mijangos, Gustavo Reyes, Carlos Lickez, Gary Corzo, Alvin Requena y Jeanny Sosa, por los buenos consejos y el apoyo que siempre me brindaron.

AGRADECIMIENTOS A:

Facultad de Ingeniería	De la que tanto he aprendido e impulsora de este gran paso de mi vida.
Ing. Manuel Arrivillaga	Por la orientación e interés mostrado no solo en la asesoría de este trabajo, sino en el Ejercicio Profesional Supervisado.
Municipalidad de Jerez	Por brindarme la oportunidad de desempeñar como profesional en el área de la ingeniería.
Familia Castillo	Por su valiosa amistad desinteresada y apoyo incondicional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE JEREZ.....	1
1.1. Aspectos históricos.....	1
1.2. Aspectos físicos.....	2
1.2.1. Ubicación geográfica	2
1.2.2. Límites y colindancias.....	2
1.2.3. Extensión territorial	2
1.2.4. Clima	3
1.2.5. Hidrografía	3
1.2.6. Orografía	4
1.2.7. Actividades socioeconómicas	4
1.3. Aspecto demográfico.....	5
1.3.1. Tamaño de población	5
1.3.2. Tasa de crecimiento	5
1.4. Servicios públicos e infraestructura	6
1.4.1. Servicios de salud.....	6
1.4.2. Servicios de energía eléctrica.....	6
1.4.3. Servicios de educación.....	7
1.4.4. Vías de acceso	8

1.5.	Condiciones sanitarias	9
1.5.1.	Sistema de agua potable.....	9
1.5.2.	Sistema de drenajes.....	9
1.5.3.	Sistema de recolección y disposición de basura	10
2.	DISEÑO DRENAJE SANITARIO	11
2.1.	Descripción del proyecto.....	11
2.2.	Topografía.....	12
2.2.1.	Levantamiento planímetro y altimétrico.....	12
2.3.	Estimación de la población futura	12
2.3.1.	Método de cálculo de población futura.....	13
2.4.	Diseño hidráulico.....	14
2.4.1.	Parámetros de diseño	14
2.4.2.	Determinación del caudal de diseño	14
2.4.2.1.	Dotación de agua potable y factor de retorno.....	15
2.4.2.2.	Caudal domiciliar.....	15
2.4.2.3.	Caudal de infiltración.....	15
2.4.2.4.	Caudal comercial.....	16
2.4.2.5.	Caudal conexiones ilícitas.....	16
2.4.2.6.	Caudal sanitario	16
2.4.2.7.	Factor caudal medio (FQM).....	16
2.4.2.8.	Factor de Harmond (FH)	16
2.4.2.9.	Caudal de diseño	17
2.4.3.	Relaciones hidráulicas	17
2.4.3.1.	Relación de velocidad	17
2.4.3.2.	Relación de tirante	18
2.4.4.	Diseño de pozos.....	18
2.4.4.1.	Parámetros de diseño de pozos.....	18

2.4.4.2.	Cotas invert.....	18
2.4.4.3.	Altura de pozos.....	19
2.4.5.	Volumen de trabajo de excavación y relleno	19
3.	TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS	21
3.1.	Propuesta del sistema de tratamiento	21
3.1.1.	Funciones de la fosa séptica y el pozo de absorción	22
3.2.	Mantenimiento de sistemas de tratamiento	23
3.3.	Diseño de fosa séptica y pozo de absorción	24
4.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	29
4.1.	Definiciones y normativas ambientales del proyecto	29
4.2.	Evaluación de Impacto Ambiental Inicial	31
4.3.	Medidas de mitigación.....	32
5.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	35
5.1.	Presupuesto	35
5.1.1.	Criterio para la integración del presupuesto	35
5.1.2.	Integración de precios unitarios.....	36
5.1.3.	Presupuesto general.....	36
5.2.	Indicadores de evaluación de proyectos	37
5.2.1.	Valor presente neto (VPN).....	37
5.2.2.	Tasa interna de retorno (TIR)	39
5.2.3.	Relación costo beneficio (B/C).....	40
	CONCLUSIONES	43
	RECOMENDACIONES.....	45
	BIBLIOGRAFÍA.....	47

APÉNDICES.....49

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ecuación de población futura	13
2.	Ecuación de caudal de infiltración	15
3.	Ecuación de caudal de diseño	17
4.	Ecuación de caudal de agua residual.....	24
5.	Fórmula de valor presente neto	38
6.	Tasa interna de retorno	39
7.	Relación beneficio/costo	40

TABLAS

I.	Datos de infraestructura e indicadores del municipio	7
II.	Indicadores de educación por nivel de escolaridad.....	8
III.	Capacidad de líquido de la fosa	25
IV.	Resultados de prueba de infiltración	28
V.	Matriz de evaluación ambiental	32
VI.	Indicadores de evaluación de proyectos	37
VII.	Ingresos y egresos para el sistema de drenajes	38

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Art	Artículo
QAR	Caudal de aguas residuales
Q diseño	Caudal de diseño
Q dom	Caudal domiciliar
Q inf	Caudal infiltración
cm	Centímetro
Dot	Dotación
FQM	Factor de caudal medio
FH	Factor de Harmond
fr	Factor de retorno
Gal/pie²-día	Galones por pie cuadrado por día
Km	Kilómetro
Km²	Kilómetro cuadrado
Km/hr	Kilómetro por hora
lt	Litro
lt/hab/día	Litro habitante por día
lt/día	Litro por día
lt/seg	Litro por segundo
m	Metro
m²	Metro cuadrado
msnm	Metro sobre el nivel del mar
m/seg	Metro sobre segundo
mm	Milímetros

min	Minutos
min/plg	Minutos por pulgada
n	Período de diseño
P	Población al tiempo
Pf	Población futura
PVC	Polivinilcloruro
''	Pulgadas
Q	Quetzales
B/C	Relación beneficio costo
d/D	Relación de diámetros
CA-1	Ruta Centro Americana 1
RD-JUT5	Ruta Departamental a Jutiapa 5
R	Tasa de crecimiento
i inferior	Tasa de descuento inferior
i superior	Tasa de descuento superior
q	Tasa de infiltración
t	Tiempo de infiltración

GLOSARIO

Anaeróbico	Término técnico que indica vida sin aire.
ADS	Agencia para el Desarrollo Internacional.
Candela	Instalación de tubería de poca altura diseñada para conexiones domiciliarias.
Caudal	Cantidad de fluido por unidad de tiempo.
Censo	Recuento de individuos que conforman una población.
CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
Compactación	Acción de compactar un suelo.
Conexión domiciliar	Es la unión por medio de tubería de la descarga de una casa al drenaje principal.
Cota invert	Nivel en el punto más bajo de una tubería.
Descarga	Lugar donde se vierte un afluente de aguas residuales.

Dotación	Cantidad de agua que se proporciona para consumo de un día.
Drenaje	Acción de drenar un fluido por medio de tubos o zanjas.
EIA	Estudio de Impacto Ambiental.
Factor de retorno	Es el porcentaje que se espera regrese de una dotación.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
Latitud	Proporciona la localización de un punto.
MINEDUC	Ministerio de Educación.
Movimiento de tierras	Trabajos que incluyen excavación y relleno de tierra.
Nivelación	Medición de desniveles a partir de una cota conocida.
OPS	Organización Panamericana de la Salud.
PEA	Población Económicamente Activa.

Pozo de visita	Estructura con tapadera móvil que se utiliza para inspección de tubería de drenaje.
SEGUEPLAN	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia.
TIR	Tasa interna de retorno.
Topografía	Ciencia que determina la ubicación de un punto sobre la superficie terrestre.
Tramo	Sección de tubería entre dos pozos de visita.
VAN	Valor actual neto.

RESUMEN

El desarrollo del presente trabajo surge por la evidente necesidad de crear un sistema de drenaje sanitario en la calle del cementerio de la aldea La Esmeralda, en el municipio de Jerez del departamento de Jutiapa. Para solucionar este problema se realizó un reconocimiento de la población, el levantamiento topográfico del área de drenaje, censo y pruebas de filtración. Con esta información se diseñó el sistema de drenaje sanitario utilizando un caudal de diseño para un período de 30 años, el cual tiene una descarga hacia una fosa séptica que conecta hacia pozos de absorción utilizando criterios de diseño de varias instituciones como las del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS) y Organización Panamericana de la Salud (OPS).

Después de terminada la fase de diseño se realizó un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el sistema, determinando un bajo impacto de contaminación ambiental. El análisis económico del proyecto incluye, en este documento, la integración de costos unitarios de los trabajos. Con este proyecto se espera beneficiar a 462 habitantes en la actualidad y mejorar la urbanización del lugar con un ambiente agradable y limpio.

OBJETIVOS

General

Desarrollar el diseño y planificación del sistema sanitario, para solucionar la descarga de aguas residuales de la población de la aldea La Esmeralda del municipio de Jerez Jutiapa, Guatemala.

Específicos

1. Definir las condiciones económicas, sociales, políticas y ambientales del municipio que sirvan de herramienta para un modelo de desarrollo municipal.
2. Contribuir con el desarrollo ambiental de la aldea La Esmeralda al presentar el diseño del sistema de drenaje sanitario.
3. Presentar una evaluación económica del proyecto incluyendo los recursos financieros.

INTRODUCCIÓN

El suelo y las aguas están expuestos a la contaminación, por lo que son responsables de una serie de enfermedades parasitarias. Las ciencias sanitarias indican que el saneamiento básico es un factor necesario para la prevención.

La responsabilidad del ingeniero civil en el diseño, cálculo, construcción y mantenimiento de sistemas de alcantarillados es importante y él debe estar consciente del papel que desempeña en este campo.

Desafortunadamente algunos funcionarios públicos y profesionales que intervienen y tienen poder de decisión en los servicios municipales de conglomerados, no consideran la importancia social de estos proyectos, posiblemente por falta de conocimientos en estas ramas del saneamiento.

Sin embargo, estas obras representan una inversión difícilmente cuantificable en beneficio a la salud del pueblo. Por eso es necesario llevarlas a cabo, pero buscando el mínimo costo y el máximo beneficio.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE JEREZ

1.1. Aspectos históricos

Jerez lleva el nombre en honor al general nicaragüense Máximo Jerez, de firmes ideas democráticas y unionistas. Anteriormente, a este municipio se le denominaba Chingo. Se cree que fue reducido a poblado en el último tercio del siglo XVIII o por la época de la independencia, al distribuirse los pueblos del Estado de Guatemala para la administración de justicia, conforme al decreto del 27 de agosto de 1836 citado por Pineda Mont. En la Recopilación de Leyes, Chingo aparece adscrito al Circuito de Mita, en el departamento del mismo.

Según el arzobispo doctor Pedro Cortés y Larraz, Chingo pertenecía a Chalchuapa, El Salvador. El 8 de mayo de 1852 se creó por decreto del Organismo Ejecutivo el departamento de Jutiapa y entre los poblados aparecía Chingo, cuyo nombre conservó hasta que por acuerdo gubernativo del 5 de octubre de 1892, se cambió por el actual. En el acuerdo del 21 de abril de 1909, modificado el 21 de julio de 1911, se repartió entre los vecinos un terreno y se les otorgó las respectivas escrituras.

Por Acuerdo Gubernativo del 13 de noviembre de 1950, se dispuso que la feria titular se celebre del 24 al 26 de marzo de cada año. El patrono del pueblo es San Nicolás Tolentino.

1.2. Aspectos físicos

El municipio de Jerez cuenta con características propias en hidrografía y orografía. Debido a que se encuentra ubicado en las faldas del volcán Chingo y rodeado de dos montañas y cinco cerros, se convierte en una región apta para la agricultura y ganadería.

1.2.1. Ubicación geográfica

El municipio de Jerez, se localiza al sur oriente de la cabecera departamental, a 39 kilómetros de esta por la carretera nacional 23 y a 160 km de la ciudad capital por Jutiapa y por la carretera departamental RD-JUT5 a San Cristóbal frontera se encuentra a 191 kilómetros aproximadamente.

Tiene una altura de 700 metros sobre el nivel del mar en promedio. Las coordenadas geográficas son latitud 14° 05´ 25” y longitud 89° 45´ 25” en relación con las coordenadas geográficas del meridiano de Greenwich.

1.2.2. Límites y colindancias

Limita en los rumbos al norte con los municipios de Yupiltepeque y Atescatempa del departamento de Jutiapa, al occidente con el municipio de Zapotitlán del departamento de Jutiapa, al oriente y sur con la República de El Salvador.

1.2.3. Extensión territorial

El municipio de Jerez posee una extensión territorial de 60 Kilómetros cuadrados. El territorio del municipio está integrado por 14 lugares poblados que

incluyen a Jerez como la cabecera municipal, 3 aldeas que son: La Esmeralda, Escarbaderos y el Resgate; 5 caseríos que son: San José Hueviapa, El Pinalito, El Saral, El Sitio y Hueviapa; además cuenta con 5 parajes en los que se encuentra: El Pinal de los Vásquez, Los Camarones, Los Tecomates, Los Magueyes y Los Cuervos.

1.2.4. Clima

Según la estación meteorológica del Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) más cercana, ubicada en Asunción Mita con latitud 14° 20´ 04”, longitud 89° 42´ 21”, altitud 478 msnm, el clima es generalmente cálido-húmedo; la temperatura media anual varía entre los 26,7 y 27,7 grados centígrados, la humedad relativa media anual oscila entre 56 % y 68 %, la velocidad del viento anual varía entre 1,8 y 8,5 km/hr, la dirección del viento Norte, la evaporación promedio anual es 4,9 y 6,2 mm, el promedio anual de precipitación pluvial oscila entre 1 100 y 1 300 mm durante los meses de julio a octubre, el punto de rocío anual oscila entre 20 a 24 grados centígrados.

1.2.5. Hidrografía

Ubicado en la región hidrológica sur oriental, pertenece a la cuenca de La Paz. Los recursos hidráulicos del municipio están conformados por los ríos: Estanzuela, Chingo, Esmeralda, Jerez, Los Cangrejos y Hueviapa; por los riachuelos El Chaparrón y Los Olmos, las quebradas: Camarones, El vertiente, Los Micos, Chupadera, El Palo de la Estrella, El Cementerio, Las Marías, El Limbo, Los Limones y La Pereza.

Entre los ríos del municipio se encuentra el río Chingo sobre el cual convergen los ríos Estanzuela, Esmeralda y Jerez; estos ríos forman el río

Hueviapa que sirve de límite fronterizo entre Guatemala y El Salvador, el cual desemboca en el océano Pacífico en el territorio de El Salvador.

El río Jerez nace a inmediaciones de la cabecera municipal y el nacimiento sirve para distribución por bombeo de agua potable a la mayor parte del municipio.

1.2.6. Orografía

Se encuentran dos montañas: El Limbo y el Pinal; cinco cerros: El Alto, Loma Larga, Loma Lisa y Matadero. Así como el volcán Chingo que es un cono bien formado, del que no se tienen registradas erupciones en siglos recientes, tiene una altura de 1 775 msnm. Es de mayor relevancia puesto que sirve de límite entre las dos repúblicas: Guatemala y El Salvador. Es una de las áreas protegidas del municipio, sirve como recurso paisajístico en diferentes zonas del municipio. El volcán no cuenta con accesibilidad por carretera, el ascenso del mismo es a través de veredas y en la cima hay un monumento que marca la frontera.

1.2.7. Actividades socioeconómicas

En la investigación de campo se estableció que la extensión de tierra destinada a las actividades agrícolas es de 2 518,3 manzanas y representa el 85 % del territorio. Al igual que la mayoría de los municipios de la república de Guatemala, Jerez es utilizado para fines agrícolas y pecuarias, clasificado en fincas: microfincas, subfamiliares, familiares y multifamiliares. Los productos principales de cosecha son: maíz, frijol, café y tomate.

En la producción pecuaria posee un total de 146 fincas de ganado, 1 054 cabezas de ganado bovino y una producción de 58 litros de leche; también 34 fincas de ganado porcino, 71 cabezas de ganado porcino y 66 fincas de aves con 11 098 aves; asimismo, en 484 viviendas cuentan con animales de traspatio y un total de 9 333 aves.

1.3. Aspecto demográfico

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE) la Población Económicamente Activa (PEA) del municipio de Jerez es de 1 671 personas de las cuales el 89,17 % es de género masculino y el 10,83 % de género femenino; y según el mapa de pobreza 2002, de SEGEPLAN-INE, en el territorio del municipio de Jerez, existe un 53,71 % de pobreza general y un 11,43 % de pobreza extrema, es considerable el porcentaje de pobreza en el territorio.

1.3.1. Tamaño de población

Según el último censo oficial realizado por el INE en el 2002. El municipio de Jerez cuenta con 5 143 habitantes de los cuales 2 504 son hombres y 2 639 mujeres, la densidad poblacional es de 86 habitantes por kilómetros cuadrados.

1.3.2. Tasa de crecimiento

Se deriva del método geométrico para el cálculo de la población futura. El método supone que la población aumenta constantemente en una cifra proporcional al volumen, al despejar la tasa de crecimiento de la ecuación se debe conocer al menos dos censos de población, el censo base el censo anterior.

La tasa de población calculada utilizando la información de los últimos dos censos oficiales según el INE para la población de Jerez es de 1,50 % anual.

1.4. Servicios públicos e infraestructura

Los servicios municipales que son prestados en Jerez son los básicos de un municipio, cuenta con puesto de salud, energía eléctrica, educación hasta diversificado y rutas de acceso en buenas condiciones.

1.4.1. Servicios de salud

El municipio cuenta con dos puestos de salud que pertenecen al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, uno se ubica en la cabecera municipal, el otro en la aldea La Esmeralda, los indicadores de salud se presentan en la tabla I.

Dentro de los programas de cobertura que se prestan en los puestos de salud se puede mencionar: salud materna, consultas generales, emergencias, educación para prevención de enfermedades.

1.4.2. Servicios de energía eléctrica

Es importante conocer si en la locación donde se ha de desarrollar el proyecto se cuenta con servicio de energía eléctrica. Este enfoque evaluativo se debe realizar porque la energía eléctrica es un factor limitante fundamental de toda acción humana; el 67,98 % del municipio cuenta con el servicio proporcionada por la empresa DEOCSA DEORSA la cual es la encargada de generación y distribución en este municipio.

Tabla I. **Datos de infraestructura e indicadores del municipio**

Infraestructura	
Puestos de salud	2
Edificios	2
Indicadores	
Total de nacimientos	148
Tasa de natalidad	28.78%
Total defunciones	32
Porcentaje de mortalidad	0.62%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, XI censo 1993.

1.4.3. Servicios de educación

Según los datos recopilados en campo, el municipio cuenta con educación en los niveles de párvulos, primaria, secundaria y diversificados; la infraestructura que posee es: una escuela de párvulos, ocho escuelas rurales y dos institutos. Según los datos del anuario estadístico 2005, del Ministerio de Educación (MINEDUC), el total de alumnos inscritos en todos los niveles es de 1 521, distribuidos así: 9,47 % en preprimaria, 67,19 % en primaria, 20,05 % en básico y 3,29 % en diversificado. Se dispone de 84 docentes y 18 establecimientos educativos funcionando en jornadas matutina, vespertina. La tabla II muestra un resumen de los indicadores del nivel de escolaridad.

Tabla II. **Indicadores de educación por nivel de escolaridad**

Nivel	Tasa neta de cobertura	Tasa de aprobación	Tasa de reprobación
Preprimaria	46.75%	-	-
Primaria	102.56%	91.26%	8.74%
Básico	52.58%	53.82%	46.18%
Diversificado	9.75%	59.18%	40.82%

Fuente: Ministerio de Educación anuario estadístico 2005. p. 123.

1.4.4. Vías de acceso

La ruta nacional 23 es la vía de comunicación entre la cabecera departamental de Jutiapa con el municipio de Jerez. La carretera se encuentra en su mayoría asfaltada y un tramo de terracería; esta misma ruta comunica a Jerez con la República de El Salvador distando aproximadamente dos kilómetros a la frontera El Coco.

Jerez se comunica con los municipios de Atescatempa y San Cristóbal Frontera a través de la ruta departamental 5 y entronca con la carretera Centroamericana CA-1.

Otra ruta de acceso fronteriza con la república de El Salvador hacia Jerez es un camino rural que comunica el caserío San José Hueviapa, la aldea Escarbaderos con la cabecera municipal.

1.5. Condiciones sanitarias

Entre los servicios sanitarios que presta la Municipalidad a la población se encuentran: agua potable, drenajes sanitarios, pluviales y recolección de basura, este último servicio solamente en el casco urbano.

1.5.1. Sistema de agua potable

La cabecera municipal cuenta con un sistema combinado de abastecimiento de agua proveniente de una captación de brote definido, que se conduce hacia el tanque de captación y distribución ubicado en la parte alta de la cabecera, lo que permite la distribución por medio de gravedad dentro del casco municipal; y un sistema de bombeo impulsado por un motor de diésel que distribuye a las aldeas de La Esmeralda, El Saral, El Sitio, Escarbaderos y se pretende cubrir los caseríos de El Resgate y Hueviapa.

Existen varios caseríos que no cuentan con una red de agua potable por lo que utilizan otros métodos de abastecimiento, como por ejemplo, la utilización de nacimientos de agua conocidos como ojos de agua y pozos artesanales.

1.5.2. Sistema de drenajes

La red de drenaje se encuentra en crecimiento, el municipio cuenta con cinco plantas de tratamiento que funcionan de manera aeróbica y están conectadas a los drenajes de mayor capacidad de descarga.

No existen industrias y rastros que incrementen el caudal de descarga. Las descargas pluviales se consideran únicamente dentro del casco urbano y aldeas

en crecimiento, ya que la topografía del lugar permite que se drene la mayor parte del agua superficial de manera natural hacia los ríos.

1.5.3. Sistema de recolección y disposición de basura

La Municipalidad ha encaminado los esfuerzos para solucionar el problema de la contaminación y lo ha logrado parcialmente implementando el tren de aseo que opera en la cabecera municipal y las aldeas La Esmeralda, El Saral y El Sitio. Este es un sistema simple de almacenamiento, recolección, transporte y disposición final de basura hacia el vertedero municipal ubicado en Escarbaderos.

En las aldeas, caseríos y parajes que no cubre el tren de aseo se acostumbra quemar la basura o enterrarla. La falta de un sistema apropiado de recolección de basura en estos lugares propicia el aumento de basureros clandestinos perjudicando el medio ambiente y los recursos naturales.

2. DISEÑO DRENAJE SANITARIO

2.1. Descripción del proyecto

El sistema de conducción de agua residual es un drenaje sanitario simple, que tiene como objetivos transportar las aguas residuales provenientes del manejo de agua en el hogar, letrinas y pilas de la comunidad que habita en la calle del cementerio de la aldea La Esmeralda del municipio de Jerez; y conducirla a través de un alcantarillado hacia una fosa séptica que se conecta a pozos de absorción. La proyección del diseño se calculó para un período de 30 años y se consideraron pozos de visita de tubería de concreto prefabricados y conexiones domiciliarias a través de candelas, la tubería de conducción es tipo Norma ASTM F2307 debido a la amplia distribución en el mercado es de fácil instalación y soporta cargas vehiculares.

Los parámetros de diseño fueron consultados en varias fuentes debido a que en Guatemala no se encuentra establecido, bajo normativa o ley, un criterio de diseño en casos de diseño de drenajes y sistemas de tratamientos de aguas residuales. En este trabajo los parámetros se consideraron de las *Normas generales para Diseño de Alcantarillados* del Instituto de Fomento Municipal (INFOM) del año 2001, el *Manual de fosas sépticas* de la Agencia de Desarrollo Internacional (ADS), las *Especificaciones para el diseño de zanjas y pozas de infiltración* de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias de Ambiente (CEPIS).

La implementación de este sistema aliviará los problemas de salud en los habitantes de esta zona y la erosión que sufre la calle debido al caudal de agua residual que circula sobre ella.

2.2. Topografía

El levantamiento topográfico se realizó delimitando el área de la calle del cementerio y trazando un alineamiento para enfocar el diseño simplemente a esta región. Se incluyó, como trabajos complementarios al levantamiento, la realización de un censo poblacional, determinación de densidad de viviendas, determinación de las características del subsuelo por medio de excavaciones de secciones para conocer la constitución del terreno y sondeo de sistemas de alcantarillado existentes.

2.2.1. Levantamiento planímetro y altimétrico

Al levantamiento planímetro se aplicó el método de conservación de azimut, tomando de referencia los accidentes topográficos relevantes del terreno y se ubicó en campo los pozos de vista. Sobre el mismo eje trazado se realizó el proceso taquimetría para tomar los datos de las elevaciones.

2.3. Estimación de la población futura

Se recopiló datos para la estimación de la población en campo como: densidad de vivienda, número de habitantes por vivienda, que serán indicadores de comparación de las fuentes básicas de información que serán los censos de población realizados.

2.3.1. Método de cálculo de población futura

La población futura debe pronosticarse con el objetivo de que el diseño se adecue a las condiciones de trabajo de la población que tributará caudales al sistema al final del período de diseño.

Los métodos para cálculo de población futura aceptados en el medio son los de incremento aritmético, geométrico, proyección gráfica y porcentaje decreciente.

El estudio seleccionado para este diseño se basó en el método geométrico tomando datos de los últimos censos realizados por el INE para el municipio de Jerez, el censo X realizado el 30 de abril de 1994 con 5 028 habitantes y el censo XI con 5 715 habitantes. El período de diseño se consideró para 30 años. Según modelo geométrico mostrado en figura 1.

Figura 1. Ecuación de población futura

$$P = P_1 (R + 1)^n$$

P_1 = población al tiempo t_1 (censo más antiguo).
 P = población al tiempo t .
 R = tasa de crecimiento geométrico.
 n = período de diseño.

Fuente: AGUILAR POLANCO, Pedro. *Apuntes de ingeniería sanitaria*. p. 42.

Utilizando las constantes de n y R se puede calcular la población futura conociendo la población inicial para cualquier tramo en el diseño, con los datos de censos se calcula el diferencial de tiempo y se despeja la tasa de crecimiento

geométrico de la fórmula de población futura. La tasa se calculó con los datos de población del censo X (30 abril del 1994) fueron 5 028 habitantes y IX (7 de septiembre del 2002) eran 5 715 habitantes tomados del INE.

2.4. Diseño hidráulico

La población de la calle del cementerio no cuenta con un sistema de drenaje anterior al que se está diseñando, este es un drenaje sanitario el cual excluye cualquier caudal de agua llovida proveniente de calles, techos u otras superficies, los componentes de este son el colector, pozos de visita, candelas para acometidas para conexiones domiciliarias, fosa séptica y pozo de absorción.

2.4.1. Parámetros de diseño

El municipio de Jerez se localiza al sur oriente lo que lo ubica en una zona cálida y según el mapa la intensidad de precipitación para Guatemala generado por el INSIVUMEH para intensidad de 60 minutos y un período de retorno de 30 años la precipitación será de 80 mm.

El período de diseño para el colector principal es de 30 años, para la fosa séptica y pozo de absorción es de 10 años.

2.4.2. Determinación del caudal de diseño

El caudal de diseño se encuentra en función del factor de caudal medio por la población y por el factor de Harmond que se calculan con los parámetros siguientes:

2.4.2.1. Dotación de agua potable y factor de retorno

El agua potable se distribuye a la comunidad con horario, debido a que la red funciona por bombeo la dotación diaria promedio es de 75 litros habitante día. Como el área es árida la población no cultiva y constantemente utiliza el agua para aseo personal o mantener animales de crianza, por esto se consideró un factor de retorno de 0,75 %.

2.4.2.2. Caudal domiciliar

Es también conocido como caudal doméstico, ya que es el agua que se desecha, producto de la actividad cotidiana en una vivienda. Este caudal es el resultado de la multiplicación de la dotación por el factor de retorno por los habitantes de la población presente y futura.

2.4.2.3. Caudal de infiltración

El caudal que se considera entra en el colector por el tipo de juntas usadas en la tubería o por la calidad de mano de obra que se contará en la construcción. Es un factor de seguridad cuando no se cuenta con una prueba de hermeticidad en la tubería, el factor de infiltración que se utiliza para diseño es de 1 500 litros por día por kilómetro, el valor del caudal se obtiene así:

Figura 2. **Ecuación de caudal de infiltración**

$$Q_{inf} = FR * 1500 * \frac{\logitud}{86400} \left(\frac{lt}{seg} \right)$$

Fuente: INFOM. *Normas generales para diseño de alcantarillados*. p. 25.

2.4.2.4. Caudal comercial

Caudal que generan los comercios como restaurantes, hoteles, etc. En el diseño se considera una dotación para cada tipo de comercio y el cálculo es similar al del caudal domiciliar.

2.4.2.5. Caudal conexiones ilícitas

Este caudal se considera un porcentaje de agua de lluvia que cae dentro del área en donde pasa el drenaje, debido a que los usuarios pueden conectar ilícitamente tuberías de sistema pluvial al sistema sanitario y se puede calcular utilizando el método racional o en este caso se estimó que el valor de las conexiones es un 10 % del caudal domiciliar.

2.4.2.6. Caudal sanitario

Este caudal se genera de la sumatoria del caudal domiciliar, infiltración, comercial, conexiones ilícitas, o cualquier otro que aporte hacia la red.

2.4.2.7. Factor caudal medio (FQM)

Este caudal resulta de la relación entre el caudal sanitario dividido el número de habitantes, este factor es directamente proporcional a la población.

2.4.2.8. Factor de Harmond (FH)

Es un factor máximo de probabilidad que se calcula en función de la población que utilizará el servicio, pretende reflejar un escenario crítico para el sistema de drenaje que presenta cuando todos los usuarios conectados aporten

al mismo tiempo. El cálculo se realiza mediante la fórmula de Harmond la que está en función de la población en miles de habitantes.

2.4.2.9. Caudal de diseño

Es el caudal con el que se realizará el diseño hidráulico, el valor debe ser acumulativo y se calcula para todos los tramos con la siguiente ecuación:

Figura 3. **Ecuación de caudal de diseño**

$$Q_{\text{diseño}} = FQM * FH * Población \left(\frac{lt}{seg} \right)$$

Donde FQM = Factor de Caudal Medio

FH = Factor de Harmond

Población = numero de habitantes por tramo

Fuente: INFOM. *Normas generales para diseño de alcantarillados*. p. 28.

2.4.3. Relaciones hidráulicas

El diseño de este sistema de drenaje se realiza con tubería circular que funciona como canal abierto y nunca a sección llena, lo que significa que no funcionaría como una tubería de presión.

2.4.3.1. Relación de velocidad

La relación que se presenta en una sección parcialmente llena y una sección llena v/V . Esta velocidad surge aplicando la fórmula de Mannig para secciones circulares, para el tipo de tubería Norma ASTM F2307 el coeficiente de rugosidad es de 0,09, esta tubería resiste velocidades de 0,4 hasta 5 m/seg.

Según los parámetros de diseño la velocidad del flujo máxima será de 3 m/seg y la velocidad mínima será de 0,6 m/seg.

2.4.3.2. Relación de tirante

Para los drenajes sanitarios la relación de diámetros de diseño d/D debe mantenerse dentro del rango de 0,1 a 0,75 y el diámetro mínimo a colocar será de 6" para tubería Norma ASTM F2307.

2.4.4. Diseño de pozos

Las consideraciones para diseñar que se utilizaron en este cálculo se tomaron de las consideraciones de INFOM.

2.4.4.1. Parámetros de diseño de pozos

El criterio de diseño de pozos de visita considera para la ubicación que se coloquen en cambios de diámetro de tubería, en cambios de pendiente, en cambios de dirección horizontal para diámetros menores a 24", en intersecciones de dos o más tuberías, a distancias no mayores de 100 m en línea recta para tubería menores de 24" y en los extremos superiores de ramales iniciales.

2.4.4.2. Cotas Invert

La cota invert es la cota de la parte inferior de la tubería, puede ser de entrada o salida al pozo. Las consideraciones de diseño para el cálculo de estas cotas son:

- La diferencia de cota invert entre la tubería que entra y la que sale de un pozo de visita será como mínimo de 0,03 m.
- Cuando el diámetro interior de la tubería que entra a un pozo de visita sea menor que el diámetro interior de la que sale, la diferencia de cotas invert, será como mínimo la diferencia de dichos diámetros.
- Cuando ingresen más de dos tuberías de diferente diámetro hacia el pozo de visita y la tubería de salida tenga un diámetro distinto a las de ingreso se tomará como cota invert de salida la diferencia mayor de entre diámetro de salida y entrada.

2.4.4.3. Altura de pozos

La profundidad mínima del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno deberá de ser de 1,20 m para casos donde se utilizará tubería PVC o de concreto aunque esta altura puede variar para la tubería Norma ASTM F2307 que está diseñada para soportar carga vehicular con una altura del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno de 0,70 m, pero siendo conservador se define para este diseño una altura de pozo mínima de 1,20 m.

2.4.5. Volumen de trabajo de excavación y relleno

Al realizar trabajos de excavación de zanjas, área de pozos y fosa séptica se genera volúmenes de trabajo grandes que, junto con el tipo de terreno a excavar, deben ser considerados para definir si el trabajo se realizará con maquinaria pesada o con una cuadrilla de trabajo, esta decisión repercutirá financieramente y en el tiempo de ejecución de la obra. Para la integración del

presupuesto de este diseño se consideró trabajar el movimiento de tierras con una excavadora. Otro factor a tener en cuenta es el factor de expansión del suelo, ya que el material de excavación en algunas ocasiones no presenta características para rellenar las zanjas y debe ser transportado a un botadero.

El tipo de suelo en el área de la calle del cementerio se puede clasificar como limo arcilloso. El factor de expansión para este tipo de suelo es de 1,4.

3. TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS

3.1. Propuesta del sistema de tratamiento

El sistema de tratamiento para aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que se utilizan para eliminar los contaminantes presentes en el agua que provienen del consumo humano. Existen varios sistemas para el tratamiento de aguas residuales, entre las más comunes están: la fosa séptica, plantas de tratamiento aeróbicas, anaeróbicas entre otros. El objetivo de estos sistemas es proteger los cuerpos receptores de agua reduciendo la contaminación de las aguas negras.

El Acuerdo Gubernativo Núm. 236-2006 que creó el reglamento de las descargas de aguas residuales y la disposición de lodos, obliga a cualquier entidad a cumplir con los criterios físicos y químicos establecidos para la descarga de aguas residuales hacia cualquier vertiente. Considerando esto para el diseño del drenaje se propone implementar una fosa y pozos de absorción para la adecuada descarga.

Otra consideración para elegir este sistema de tratamiento se debe a que el terreno municipal es lo suficientemente grande para acomodar la fosa y el sistema de absorción. También, al realizar una exploración del terreno no queda cerca de algún tipo de plantación o vivienda a la cual perjudicar.

3.1.1. Funciones de la fosa séptica y el pozo de absorción

Los residuos del hogar no tratados atascan rápidamente las formaciones porosas de grava, la fosa condiciona al agua negra para que pueda filtrarse más fácilmente en el subsuelo. Por tanto, la función más importante de una fosa séptica es proporcionar protección a la capacidad absorbente del suelo.

Los procesos que ocurren dentro de una fosa séptica son: eliminación de sólidos, debido a que esta sirve como desarenador o decantador y sedimenta los residuos sólidos flotantes, a esta acumulación se le llama cieno. Tratamiento biológico al que son sometidos los líquidos o sólidos por procesos naturales y bacteriológicos, las bacterias presentes son de la variedad llamada anaerobia que prosperan en la ausencia de oxígeno libre a esta condición se le llama séptica. Almacenamiento de natas, debido a que estas no son digeridas con rapidez y junto con el cieno se estancan, por más eficiente que sea el proceso, y debe haber espacio de almacenamiento de residuo durante el intervalo de limpieza.

Los pozos de absorción son el complemento a una fosa séptica porque el agua tratada que sale de la fosa es enviada hacia estos pozos que aprovechan la absorción del suelo. Las pequeñas partículas que se filtran en la matriz del suelo y los materiales orgánicos son digeridos por microorganismos, por esta razón los pozos de absorción son los más adecuados para terrenos de asentamiento rurales o periurbanos y alejados de vertientes.

Es importante que el pozo de absorción se localice a una distancia segura de fuente de agua potable al menos 30 m.

3.2. Mantenimiento de sistemas de tratamiento

Las fosas sépticas deben de limpiarse antes de que se acumule demasiado cieno o natas, ya que si estas se acercan demasiado al fondo del dispositivo de salida, las partículas serán arrastradas hacia el pozo de absorción y puede causar un colapso del sistema.

La fosas deben limpiarse cuando el fondo del conjunto de natas este a menos de 7,5 cm del borde inferior de la cota invert de salida o que el cieno llegue a limites mayores de la mitad del tanque. En la mayor parte de comunidades hay compañías que se dedican a la limpieza de fosas debido al peligro que ocasiona el manejo de lodos activos generados de la fosa. Cabe mencionar que posterior a la limpieza de la fosa es necesario dejar cieno o lodo activo para la inoculación. Debido a la capacidad de la fosa séptica diseñada para este sistema es recomendable realizar una limpieza cada año.

Un pozo de absorción de buen tamaño debe durar entre 3 y 5 años sin mantenimiento. Para extender la vida de este, se debe tener cuidado de asegurar que el efluente ha sido clarificado y/o filtrado para evitar la acumulación excesiva de sólidos. El pozo de absorción debe mantenerse lejos de las áreas de mucho tráfico de manera que el terreno por encima y alrededor del pozo no esté compactado. Cuando el desempeño del pozo de absorción se deteriora, el material dentro del pozo puede ser excavado y rellenado. Para permitir futuros accesos se debe usar una tapa removible (preferentemente de concreto) para sellar el pozo hasta que requiera mantenimiento.

Las partículas y la biomasa tapan eventualmente el pozo y este requerirá ser limpiado o movido.

3.3. Diseño de fosa séptica y pozo de absorción

La metodología empleada se basa en la sugerida por el Centro de Ingeniería Sanitaria Robert A. Taft de Estados Unidos, contenida en los Manuales convencionales de fosas sépticas y enseñadas por la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Es de hacer notar que en Guatemala no existe norma estandarizada para el cálculo y diseño de dicho sistema de tratamiento; no obstante, el referido método se considera representativo de acuerdo con la experiencia en el campo.

El método consiste en proyectar el caudal de agua a ser generado por el uso de los servicios sanitarios de las instalaciones con el propósito de determinar la capacidad del sistema de tratamiento a implementarse y las dimensiones respectivas, con base en parámetros establecidos indicados a continuación:

Figura 4. **Ecuación de caudal de agua residual**

$$QAR = Dot * fr * Pf$$

Donde Dot = Dotacion Diaria

fr = Factor de retorno

Población = poblacion futura

Fuente: INFOM. *Normas generales para diseño de alcantarillados*. p. 30.

Se calcula el volumen útil de almacenamiento según el rango en el que se encuentre el caudal de agua residual, mediante la tabla III.

Tabla III. **Capacidad de líquido de la fosa**

Qdiseño AR (lt/día)	Volumen(lt)
0 – 1890	2840
1890 – 5680	1.5*Qdiseño AR
5680 – 54882	4260+(0.75*Qdiseño AR)
54882 – mayor	No Aplica

Fuente: Agencia para el desarrollo internacional. *Manual de Fosas sépticas*
 tabla 12. p. 32.

Conociendo el volumen útil, se propone un predimensionamiento adecuando el volumen necesario a las dimensiones del terreno, aunque se recomienda utilizar la relación longitud / ancho 3:1, el dimensionamiento es el útil o interno de la fosa. Para obtener el dimensionamiento total hay que agregarle el espesor de muros.

El tiempo de retención hidráulica es el tiempo teórico que permanecen las partículas del líquido en un proceso de tratamiento, surge de la relación entre el volumen útil y el caudal de aguas residuales. El rango permisible de retención es de 1 a 3 días.

La línea de líquido hacia la superficie de la losa tiene que tener no menos del 20,00 % de altura útil de la fosa séptica, esto para dejar espacio a la comulación de espuma.

La altura adicional por la pendiente se calcula multiplicando el largo por 2,00 %. Con este dato se procede a calcular la altura útil de la fosa que se

considera debajo de la línea de líquido y la dimensión es la sumatoria de la altura del predimensionamiento más la altura adicional por la pendiente.

La prolongación debajo de la línea de líquido de los dispositivos de entrada debe ser mínimo de 0,15 m, la prolongación del dispositivo de salida de 0,32 m.

El diámetro mínimo de tubería de entrada debe ser de 4", los vértices de internos se deben eliminar y el recubrimiento de los muros debe ser liso para evitar adherencia de lodo.

Para la ubicación de pozos de absorción se considera que: el pozo se encuentre aguas abajo que puntos de toma de agua, la distancia mínima entre el fondo y el nivel de freático sea de 1,50 m, la distancia mínima de tuberías de abastecimiento de agua o a ríos sea 15,00 m, la distancia mínima del límite de propiedad de lote sea 3,00 m y la distancia mínima de árboles de 5,00 m.

Los pozos de absorción se consideran cuando no se dispone de área suficiente para zanjas de absorción o cuando el estrato es muy impermeable en el estrato superior. El área efectiva es el área lateral del pozo sin incluir el área del fondo.

El diámetro mínimo para un pozo de infiltración es de 1,00 m. La distancia entre las circunferencias de los pozos de absorción no debe ser menor que 3 veces su diámetro o 6,00 m para pozos mayores de 6,00 m de diámetro. Las paredes verticales pueden ser de mampostería sobre puesta y con juntas espaciadas no más de 0,10 m para asegurar área de infiltración. El espaciamiento entre las paredes y el terreno natural será mínimo 0,10 m y se rellenará con grava de diámetro 0,25 a 0,5 m. El fondo del pozo será cubierto con una capa de 0,15

m con grava de diámetro entre 0,25 a 0,25 m, debajo con una capa de piedra de cantera o piedra bola.

El método consiste en determinar el caudal de agua que acepta un sustrato de suelo, por unidad de área; con el propósito de determinar la capacidad de absorción del suelo.

La capacidad de absorción del suelo, también denominada tasa de infiltración se expresa en unidades de volumen, por unidad de área por tiempo comúnmente suele reportarse como: gal/pie²-día.

Se seleccionaron dos puntos representativos del terreno para el área donde se dispondrá, a través de pozos de absorción, el agua tratada del sistema sanitario. En total se perforaron a mano 6 pozos o agujeros de observación, con las características siguientes:

- Área: 1,0 m²
- Profundidad: hasta encontrar capas arenosas (pues regularmente presentan la máxima capacidad de infiltración), la mayoría de ellas a menos de 1,00 m de profundidad.

El espaciamiento o separación entre cada pozo por sector fue de aproximadamente 8,0 m, para evitar interferencias entre sectores, fue de más de 30,0 m, de acuerdo con las áreas propuestas indicadas en planos para los pozos de absorción; seguidamente, y como lo establece la metodología, en el fondo de cada pozo de observación se excavó un segundo agujero de 30 cm x 30 cm x 30 cm y se procedió a simular el período nocturno de expansión. Se le agregó a cada uno de los agujeros agua limpia mínimo durante cuatro horas, a nivel

constante, para luego proceder a las pruebas de infiltración respectivas, midiendo en las pruebas los descensos de agua dentro de los agujeros por un período de tiempo predeterminado.

A continuación en la tabla IV se presentan los resultados obtenidos de las pruebas de campo realizadas y descritas con anterioridad.

Tabla IV. Resultados de prueba de infiltración

Número de prueba	Tiempo de prueba	Descenso promedio (plg)	Tasa de descenso (min/plg)
1	30	22	1,36
2	30	25	1,2
3	30	30	1,00
4	30	24	1,15

Fuente: elaboración propia.

Del promedio de las pruebas realizadas se obtiene la tasa de descenso, a continuación se realiza el cálculo de la tasa de infiltración expresada en galones/pie²-día con la siguiente ecuación $q = 5 / \text{raíz}(t)$ donde q es el caudal de infiltración en galones/pie²-día y t el tiempo de infiltración, en minutos por pulgada.

Con los resultados se calcula el área de absorción que es la relación del caudal de agua residual Q_{AR} en litros/día entre la tasa de infiltración q en litros/m²-día. Conociendo el área se predimensiona el diámetro del pozo para saber la altura del pozo y si el número de pozos que dispondrá el sistema. En el anexo se incluye el cálculo de la fosa séptica y el pozo de absorción.

4. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

4.1. Definiciones y normativas ambientales del proyecto

El impacto ambiental es cualquier alteración significativa, positiva o negativa de uno o más componentes del ambiente, provocada por acción del hombre o fenómenos naturales en un área de influencia definida. Genera consecuencias muchas veces irreversibles hacia el ecosistema. Debido a esto se vuelve obligación del diseñador realizar un Estudio de Impacto Ambiental Inicial con el objetivo de asegurar que el proyecto opere dentro de las normas legales, técnicas y ambientales exigidas.

Las normativas en vigencia para la república de Guatemala se encuentran en la *Constitución Política* de 1985:

Artículo 97. Medio Ambiente y equilibrio ecológico. El estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.

Artículo 119. Obligaciones del Estado. Son obligaciones fundamentales del Estado, inciso c) Adoptar las medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma eficiente.

Decreto 68-89 Artículo 8 de la ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente: para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por las características pueda 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, será necesario previamente al desarrollo un estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la comisión del medio ambiente.

Reformado por Artículo 1 del Decreto 1-93: este se refiere a las multas que se aplicaran y cita así: “El funcionario que omitiere exigir el Estudio del Impacto Ambiental de conformidad con este artículo será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho Estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa de Q. 5,000.00 a Q. 10,000.00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.”

Acuerdo gubernativo No. 23 -2003: este reglamento norma los procedimientos para el proceso de evaluación, control y seguimiento ambiental, de acuerdo a lo establecido en la ley de la materia. Se 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 dichos procesos.

Acuerdo gubernativo No. 236-2006: este acuerdo establece el reglamento de las descargas y reuso del agua residual y de las disposiciones de lodos. Este reglamento pretende proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana, recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutrofización, y promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada. Y establece los parámetros físicos, químicos de las aguas residuales.

Código Penal, Artículo 347 “A”, Decreto 33-96 Reformas al Código Penal. Contaminación. Será sancionado con prisión de uno a dos años y multa de trescientos a cinco mil quetzales, el que contamine el aire, el suelo o las aguas mediante emanaciones tóxicas, ruidos excesivos, vertiendo sustancias peligrosas o desechando productos que puedan perjudicar a las personas, a los animales, bosques o plantaciones. Si la contaminación se produce en forma culposa, se impondrá multa de doscientos a mil quetzales.

4.2. Evaluación de Impacto Ambiental Inicial

La siguiente evaluación pretende establecer el efecto que generaría el proyecto de drenaje para la calle del cementerio en el ecosistema. Se utilizarán los parámetros para el EIA inicial establecidos por el del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. En síntesis, el proyecto conlleva las siguientes actividades de las que se derivan impactos ambientales:

Fase de construcción: el movimiento de tierra, la excavación en este proceso se realizará con una excavadora la cual genera ruido, esmog y el suelo que se deposita a la par de la zanja si es muy fino pueden trasladarse por medio del aire debido a las partículas más pequeñas. El material para relleno de zanjas se acarrea con camiones de volteo, estos generan ruido, esmog y posible limitación de circulación de vehículos sobre la calle del cementerio. En el proceso relleno de zanjas la compactación que se realiza con compactadoras manuales genera ruido. A continuación se presenta en la tabla V el resumen de los aspectos ambientales considerados en este estudio.

Fase de operación: los principales impactos asociados a esta etapa serían los lodos activos provenientes de la fosa séptica los cuales deben ser tratados bajo medidas de seguridad, ya que es materia contaminada. Existen compañías que se dedican a la limpieza de fosas sépticas y cuentan con equipo para transporte de lodos, estos residuos deben ser tratados y no se permite la descarga directa hacia cualquier vertiente.

Tabla V. **Matriz de evaluación ambiental**

Nº.	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar que se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario
1	Aire	Gase o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxido de azufre, etc)	Polvo, lodo y esmog	En la calle del Cementerio	Controlar el proceso de zanjeado y relleno por medio de agua para evitar la propagación del polvo, además evitar realizar trabajos en época de lluvia para no generar lodo
		Ruido	Si	En la calle del Cementerio	
		Vibraciones	No		
		Olores	No se generarán olores		
2	Agua	Abastecimiento de agua	Domiciliar	No hay impacto	
		Aguas residuales ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	No	No hay impacto	
		Aguas residuales especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	No	Descarga en el riachuelo Hueviapita	
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad:	Descarga en el riachuelo Hueviapita	
		Agua de lluvia	Cantidad: captación no aplica porque solo es alcantarillado de aguas domesticas	No hay impacto	
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad: 100 lb	En el proceso del proyecto	Se recolectara todas las bolsas de basura de fabricación de papel, producto de los sacos de concreto y basura generada en el proceso
		Desechos peligrosos (con una o mas de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfectiosos)	Cantidad:	Disposición:	
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)			
		Modificación del relieve o topografía del área	Se descargaran a la fosa séptica y pozos de absorción		
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	No se hará ninguna modificación, estará tal y como dicen los planos		
		Fauna (animales)	No aplica		
		Ecosistema	No se dañara la fauna		
4	Visual	Modificación del paisaje	No afectará porque es una construcción de alcantarillado		
5	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales incluyendo monumentos arqueológicos			
6	Otros				

Fuente: elaboración propia.

4.3. Medidas de mitigación

El sistema de drenaje sanitario no produce mayor contaminación sobre el ambiente debido a que son un medio de alivio de aguas residuales y si la descarga se realiza por medio de un sistema de tratamiento ya sea primario o secundario el impacto se reduce sobre el afluente a verter.

Los resultados obtenidos de la evaluación indican que se generarán agentes de contaminación en el aire debido a la migración de finos por lo que se recomienda en la etapa de construcción humedecer el producto de la excavación y taparlo con lonas. El esmog que genera la maquinaria y los camiones se puede prevenir requiriendo equipo en buen estado que no genere emisiones de gases mayores a los permitidos. Con la construcción de la fosa séptica y pozos de absorción se planea contener el mayor número de agentes contaminantes en las aguas negras de lo que generaría una descarga directa.

El producto de desechos sólidos durante la etapa de ejecución debe ser recolectado y transportado hacia un vertedero controlado.

5. EVALUACIÓN ECONÓMICA

5.1. Presupuesto

El presupuesto que se utilizó es de costo, debido a que no se consideraron factores de utilidad por ser trabajo municipal y con fines no lucrativos.

5.1.1. Criterio para la integración del presupuesto

El sistema de construcción para la elaboración del presupuesto es el criterio más importante debido a que la ejecución de los trabajos influye en los resultados del precio. Para los trabajos de movimiento de tierras se consideró utilizar maquinaria pesada, ya que es más eficiente y reduce tiempo de ejecución. La tubería que se presupuestó fue según la Norma ASTM F2307 en comparación con la tubería PVC puesto que es más económica y para la instalación no es necesario contar con accesorios, y en comparación con la tubería de concreto es más flexible y fácil de instalar debido a que pesa menos.

Los pozos en lugar de realizarlos con mampostería como un pozo tradicional, serán de tubería de concreto prefabricada; esto ahorra tiempo de ejecución aunque la instalación es delicada debido a que se requiere maquinaria para colocar la tubería en forma vertical una sobre otra.

El traslado de los materiales es un factor que se considera dentro del precio unitario, debido a que en lugares alejados del casco urbano no se cuenta con negocios de ferreterías o distribuidoras de materiales.

Los acarreos de agregados (arena, pedrín, selecto) también influye en el incremento o decremento del precio unitario, ya que se deberá cotizar la compra en el lugar más cercano a la construcción para reducir costos.

5.1.2. Integración de precios unitarios

Los precios unitarios se integran a cada elemento o tarea que compone un proyecto, y está a la vez formado por elementos unitarios de mano de obra, materiales, maquinaria y/o otros costos unitarios. En el anexo se presenta las cédulas de integración del presupuesto.

Cuando se definen los grupos de costos unitarios deben de alguna manera representar el proceso constructivo. Esta clasificación es importante ya que posteriormente servirá para poder entregar el presupuesto por rubros y tener la posibilidad de hacer evaluaciones parciales durante el desarrollo de la obra. La idea básica es que al terminar cada grupo de costos unitarios se pueda evaluar si el costo final o real es el presupuestado y dependiendo de los resultados hacer correcciones durante el desarrollo de la construcción faltante.

5.1.3. Presupuesto general

Se tomó de base precios de materiales en el área y de mano de obra que maneja el Departamento Municipal de Planificación. El precio total del presupuesto asciende a quinientos veinte mil seis cientos setenta quetzales con veintiocho centavos Q 520 670,28. Ver detalle de integración en el apéndice.

5.2. Indicadores de evaluación de proyectos

El proceso de evaluación consiste en un ejercicio de análisis de la pertinencia, eficacia, eficiencia e impacto del proyecto. La evaluación provee información detallada y rigurosa para la toma de decisiones con respecto a la inversión.

La evaluación financiera analiza el proyecto desde el punto de vista de rentabilidad financiera, con base en relaciones económicas calculadas de valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR) y la relación beneficio costo (B/C), se puede realizar la evaluación por medio de los siguientes parámetros:

Tabla VI. **Indicadores de evaluación de proyectos**

	Aceptado	Postergado	Rechazado
VAN	>1	0	<0
TIR	>1	1	<1
B/C	>1	1	<1

Fuente: elaboración propia.

5.2.1. Valor presente neto (VPN)

El valor actual neto (VAN), también llamado valor presente neto (VPN) se define como el valor actualizado de los beneficios menos los costos generales, descontados a una tasa convenida, que refleje el costo de oportunidad de los recursos invertidos. La fórmula con la que se calcula el VPN es la que se muestra en la figura 5.

Figura 5. **Fórmula de valor presente neto**

$$VAN = -i_o + \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+t)^i}$$

Fuente: BLANK LELAN. *Ingeniería económica*. p. 190.

En donde:

i_o = inversión inicial

f_i = flujo neto actual

t = tasa de actualización

n = año del período de diseño

El VAN para este proyecto se calculó utilizando los valores que muestra la tabla VI, el resultado del VAN es de Q 190 385,28 lo que significa que hay más egresos que ingresos.

Tabla VII. **Ingresos y egresos para el sistema de drenajes**

INGRESOS ESTIMADOS DEL SERVICIO		
COSTO TARIFA	Q 37,00	MENSUAL
COSTO CONEXIÓN	Q 60,00	CONEXIÓN
ESTIMACION DE GASTOS DEL PROYECTO PARA SU PERIODO DE DISEÑO		
INVERSION INICIAL	Q 52 0670,28	
OPERADOR	Q 2 300,00	MENSUAL
EQUIPO OPERACIÓN	Q 200,00	MENSUAL
ADMINISTRACIÓN	Q 400,00	MENSUAL
MATERIALES	Q 4 000,00	AÑO
GASTOS POR CONEXIÓN	Q 290,00	CONEXIÓN
MANTENIMIENTO MAYOR	Q 15 000,00	CADA 10 AÑOS

Fuente: elaboración propia.

5.2.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Se define como aquella tasa que hace que el valor actual neto sea igual a cero. La interpretación de la TIR debe ser comparada con la tasa de descuento utilizada; entre más se aleje el resultado obtenido de dicha tasa mayor será la rentabilidad del proyecto. La TIR representa la rentabilidad mínima exigida por el inversionista.

Figura 6. Tasa interna de retorno

$$TIR = \frac{i_{inferior} + (i_{superior} + i_{inferior}) * VAN_{inferior}}{(VAN_{inferior} - VAN_{superior})}$$

En donde:

$i_{inferior}$ = tasa descuento inferior

$i_{superior}$ = tasa descuento superior

$VAN_{inferior}$ = VAN resultante de la tasa descuento inferior

$VAN_{superior}$ = VAN resultante de la tasa descuento superior

Fuente: BLANK LELAN. *Ingeniería económica*. p. 207.

La tasa de descuento inferior o superior es la utilizada para descontar los flujos futuros de efectivo mediante la técnica del VAN, es una variable y la determinación varía según el tipo de proyecto a analizar. En este caso se propuso una tasa de descuento inferior del 12 % y una superior del 21 % lo que dió como resultado una TIR de 14,86 %.

5.2.3. Relación costo beneficio (B/C)

Contrario al VAN, cuyos resultados están expresados en términos absolutos, este indicador financiero expresa la rentabilidad en términos relativos. La interpretación de tales resultados es en centavos por cada quetzal o dólar que se ha invertido. Para el cálculo de la relación beneficio costo (B/C) también se requiere de la existencia de una tasa de descuento para el cálculo.

En la relación de beneficio/costo se establecen por separado los valores actuales de los ingresos y los egresos, luego se divide la suma de los valores actuales de los costos e ingresos.

Figura 7. Relación beneficio/costo

$$B/C = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{V_i}{(1+i)^n}}{\sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+i)^n}}$$

Dónde:

B/C = Relación Beneficio / Costo

V_i = Valor de la producción (beneficio bruto)

C_i = Egresos (i = 0, 2, 3,4...n)

i = Tasa de descuento

Fuente: <http://www.aulafacil.com/proyectos/curso/Lecc-22.htm>.

Consulta: 15 de febrero de 2014.

El valor resultante de B/C = 1,10 para este análisis. En el apéndice se muestra los datos de donde se obtuvieron los resultados.

Al evaluar el proyecto se obtuvo que el VAN para una tasa de descuento del 12 % es de Q 88 714,23 y para una tasa de descuento de 21 % de Q 200 643,18 lo que indica que el proyecto genera mayores egresos que ingresos. La TIR es de 12,46 % esto es 0,1246 que es menor que 1, lo que indica que para un período no se recuperará la inversión. Por último la relación B/C = 1,10 indica que para el período de 30 años se recuperará Q 0,10 por cada Q 1,00 invertido, aunque conjugando los resultados se obtiene que el proyecto no es viable financieramente este tipo de proyectos favorece en forma global al desarrollo del país y este aporte es invaluable.

CONCLUSIONES

1. El proyecto de drenaje sanitario, según el estudio económico, mostró que el costo del proyecto es Q 520 670,28 e interpretando los resultados la tasa interna de retorno (TIR) demuestra que el proyecto cuenta con un valor menor al 100 % para 30 años. Debido a que la inversión la realiza la Municipalidad mediante fondos de desarrollo rural, el estudio también concluye que la relación costo beneficio es mayor al 100 %, por lo que la rentabilidad de esta inversión no se verá comprometida, ya que es un medio para generar desarrollo en el área y es un valor agregado no cuantificable para la Municipalidad.
2. Con la construcción del sistema de drenaje sanitario se beneficiará a 462 vecinos que actualmente residen en la aldea y se contribuye a la disminución de contaminación con la correcta evacuación y tratamiento de aguas negras, que son el origen de algunas enfermedades y deterioro ambiental.
3. El Estudio de Impacto Ambiental Inicial demostró que el proyecto es de bajo impacto, pero las medidas de mitigación deberán llevarse a cabo para la ejecución de normas de limpieza, seguridad y tratamiento del agua residual en la descarga del drenaje.
4. Es necesario estandarizar una normativa de diseño de drenajes y sistemas de descarga como fosas sépticas, pozos, zanjas de absorción, y plantas de tratamiento, debido a que se cuentan con normas funcionales de varios tipos pero no se adecuan al medio.

RECOMENDACIONES

1. Contar con equipo y personal especializado para el mantenimiento de la fosa séptica al menos una vez por mes en época de verano y tres veces al mes en invierno.
2. Concientizar a la comunidad, con cursos impartidos en la Municipalidad, que utilice adecuadamente el sistema de drenaje sanitario y no vierta desechos sólidos, químicos fuertes y grasas sin haber pasado por una caja trampa grasas.
3. Debido a los sólidos que no capta la fosa séptica y pasan al pozo de absorción, es aconsejable mantener una supervisión eventual para evitar asolvamiento de sólidos y prever el colapso del pozo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia para el Desarrollo Internacional. *Manual de fosas sépticas*. México: ADI, 1992. 84 p.
2. AGUILAR POLANCO, Ruiz. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 196 p.
3. Asamblea Nacional Constituyente. *Constitución de la República de Guatemala* 1986. 76 p.
4. Aula Fácil. *Relación costo benéfico*. [en línea]. <http://www.aulafacil.com/proyectos/curso/Lecc-22.htm>. [Consulta: 23 de agosto 2013].
5. Congreso de Guatemala. Acuerdo Gubernativo Núm: 236-2006. *Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y disposición de lodos*. 24 p.
6. _____. Acuerdo Gubernativo Núm: 23 -2003. *Norma los procedimientos para el proceso de evaluación, control y seguimiento ambiental País*. 18 p.
7. _____. Decreto 68-89. *Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente*. 24 p.

8. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2001. 30 p.
9. LELAND, Blank; TARQUIN, Anthony. *Ingeniería económica*. Gladis Megia (Trad.) 4a ed. Colombia: McGrall-Hill, 2000. 742 p.
10. LEOPOLD LUNA, Frank Clarke. *Procedure for evaluating environmental impacts. US Geological Survey Circular*. Washington, D.C. 1971. 36 p.
11. Mexichem S. A. *Manual de tubo sistemas para alcantarillado sanitario y pluvial Novafort*. 2002. 12 p.

APÉNDICES

MEMORIA DE CÁLCULO

PARAMETROS DE DISEÑO

PARAMETROS DEMOGRAFICOS

Periodo de Diseño (n)	30 Años	40 según INFOM
Tasa de crecimiento (r)	1.50%	Calculo por Metodo geometrico
Densidad de población	7 Hab/Casa	Censo de Campo

PARAMETROS HIDRAULICOS

Dotación domiciliar	75 L/Hab/Dia	
Escuela	350 Alumnos	
Factor de Retorno	0.75	
Factor de infiltración	15000	
Coef de rugosidad de M_k	0.009	Tuberia Novafort

PARAMETROS CONSTRUCTIVOS

Altura minima de pozo	1.2 m	
Ancho de Zanja	0.7 m	
Factor de Expansion del	1.4	Suelo tipo A-2 (Limo Arcilloso) según clasificacion AASHTO
Pendiente minima	1%	

PARAMETROS DE FOSA SEPTICA

VOLUMEN DEBAJO DE LA LINEA DE FLUJO

Qdiseño AR (lt/día)	Volumen(Lt)
0 - 1890	2840
1890 - 5680	$1.5 * Q_{\text{diseño AR}}$
5680 - 54882	$260 + (0.75 * Q_{\text{diseño AR}})$
54882 - mayor	No Aplica

TRH entra en el rango de: 1-3 día

Fuente: elaboración propia.

DISEÑO DE FOSA SEPTICA Y POZO DE ABSORCIÓN

FOSA SEPTICA

Q diseño AR	40837.50 Lt/dia 40.84 m3/dia	
Vol diseño AR	34888.13 Lt	
Vol diseño AR	34.89 m ³	
Dimensiones Propuestas		
Altura	1.85 m	
Ancho	3.2 m	
Largo	7 m	
Volumen real	41.44 m ³	
Tiempo de Retension hidraulica (TRH)	1.01 Día	Chequea tiempo de Reposo
Espacio libre sobre linea de flujo	0.37	
Altura adicional por pendiente	0.14 m	
Vol triangulo	1.568 m ³	
Altura util a la entrada	1.99 m	
Prolongación de los dispositivos de entrada (min)		0.15 m
Prolongación de los dispositivos de salida (min)		0.32 m
Dist de los dispositivos in-out a las pared		0.05 m
Luz libre para ventilación		0.05 m
Diametro de entrada y salida		6 "

POZO DE ABSORCIÓN

Q diseño AR	40837.50 Lt/dia
Tasa de Desenso	1.2 min/plg
tasa de infiltracion	4.56 gal/(dia*pie2) 185.86 Lt/(dia*m2)
Area de Absorcion	219.72 m2
Ancho de Pozo	1.21 m
Altura Util de Pozo	57.80 m
Numero de Pozos	3 Unidad
Altura final de pozo	19.3 m

MEMORIA DE CALCULO DRENAJE SANITARIO

Calle del cementerio municipio de Jerez, departamenteo de Jutiapa

TRAMO								POBLACION			CAUDAL DE DISEÑO															
COTAS TERRENO								Q domiciliar (lt/seg)			Q conexiones ilicitas		Q sanitario		FACTOR HARMOND		FQM		QDIS PARCIAL		Q DIS TOTAL					
No.	CONDICION	DE PV	A PV	INICIAL	FINAL	LONGITUD	S TERRENO(%)	No. DE CASAS	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	Q infiltración	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	
A	1	Inicial	1	2	1000	999.4	44	1.36%	7	49	77	0.03190	0.05013	0.00319	0.00501	0.00764	0.04273	0.06278	4.31647	4.27295	0.001	0.001	0.21151	0.32902	0.21151	0.32902
	2	Acumulado	2	3	999.4	998.78	44	1.41%	3	21	33	0.01367	0.02148	0.00137	0.00215	0.00764	0.02268	0.03127	4.37763	4.34795	0.002	0.001	0.18386	0.14348	0.39537	0.47250
	3	Acumulado	3	4	998.78	995.4	78	4.33%	12	84	132	0.05469	0.08594	0.00547	0.00859	0.01354	0.07370	0.10807	4.26353	4.20857	0.001	0.001	0.35814	0.55553	0.75350	1.02803
	4	Acumulado	4	5	995.4	995.17	57	0.40%	3	21	33	0.01367	0.02148	0.00137	0.00215	0.00990	0.02493	0.03353	4.37763	4.34795	0.002	0.002	0.18386	0.28696	0.93737	1.31500
	5	Acumulado	5	6	995.17	994	78	1.50%	6	42	66	0.02734	0.04297	0.00273	0.00430	0.01354	0.04362	0.06081	4.32942	4.28877	0.002	0.001	0.36367	0.28306	1.30104	1.59805
	6	Acumulado	6	7	994	994	76	0.00%	0	0	0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01319	0.01319	0.01319	4.50000	4.50000	0.000	0.000	0.00000	0.00000	1.30104	1.59805
	7	Acumulado	7	8	994	990.7	68	4.85%	3	21	33	0.01367	0.02148	0.00137	0.00215	0.01181	0.02684	0.03544	4.37763	4.34795	0.002	0.002	0.18386	0.28696	1.48490	1.88502
B	8	Inicial	24	25	996.44	995.3	19.6	5.82%	4	28	44	0.01823	0.02865	0.00182	0.00286	0.00340	0.02345	0.03491	4.35946	4.32560	0.001	0.001	0.12206	0.19033	0.12206	0.19033
	9	Acumulado	25	26	995.3	993.8	30	5.00%	1	7	11	0.00456	0.00716	0.00046	0.00072	0.00521	0.01022	0.01309	4.42829	4.41057	0.002	0.002	0.06200	0.09703	0.18406	0.28736
	10	Acumulado	26	27	993.8	991.8	54	3.70%	4	28	44	0.01823	0.02865	0.00182	0.00286	0.00938	0.02943	0.04089	4.35946	4.32560	0.002	0.001	0.24413	0.19033	0.42819	0.47769
	11	Acumulado	27	28	991.8	989.68	54	3.93%	0	0	0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00938	0.00938	0.00938	4.50000	4.50000	0.000	0.000	0.00000	0.00000	0.42819	0.47769
	12	Acumulado	28	29	989.68	989.68	66	0.00%	1	7	11	0.00456	0.00716	0.00046	0.00072	0.01146	0.01647	0.01934	4.42829	4.41057	0.003	0.002	0.09299	0.09703	0.52119	0.57472
	13	Acumulado	29	30	989.68	989.87	58	-0.33%	2	14	22	0.00911	0.01432	0.00091	0.00143	0.01007	0.02010	0.02582	4.39944	4.37486	0.002	0.002	0.12318	0.19249	0.64437	0.76721
	14	Acumulado	30	31	989.87	989.97	58	-0.17%	3	21	33	0.01367	0.02148	0.00137	0.00215	0.01007	0.02511	0.03370	4.37763	4.34795	0.002	0.002	0.18386	0.28696	0.82823	1.05418
	15	Acumulado	31	8	989.97	990.7	55	-1.33%	0	0	0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00955	0.00955	0.00955	4.50000	4.50000	0.000	0.000	0.00000	0.00000	0.82823	1.05418
	16	Intersec	8	9	990.7	990.57	32.5	0.40%	0	0	0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00564	0.00564	0.00564	4.50000	4.50000	0.000	0.000	0.00000	0.00000	2.31313	2.93920
	17	Acumulado	9	10	990.57	990.27	32.7	0.92%	1	7	11	0.00456	0.00716	0.00046	0.00072	0.00568	0.01069	0.01355	4.42829	4.41057	0.002	0.002	0.06200	0.09703	2.37512	3.03623
	18	Acumulado	10	11	990.27	988.18	52	4.02%	0	0	0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00903	0.00903	0.00903	4.50000	4.50000	0.000	0.000	0.00000	0.00000	2.37512	3.03623
	19	Acumulado	11	12	988.18	983.7	66	6.79%	2	14	22	0.00911	0.01432	0.00091	0.00143	0.01146	0.02148	0.02721	4.39944	4.37486	0.002	0.002	0.12318	0.19249	2.49831	3.22872
	20	Acumulado	12	13	983.7	982.83	45.01	1.93%	2	14	22	0.00911	0.01432	0.00091	0.00143	0.00781	0.01784	0.02357	4.39944	4.37486	0.002	0.002	0.12318	0.19249	2.62149	3.42122
21	Acumulado	13	14	982.83	981.83	27.5	3.64%	0	0	0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00477	0.00477	0.00477	4.50000	4.50000	0.000	0.000	0.00000	0.00000	2.62149	3.42122	
22	Acumulado	14	15	981.83	981.2	67.68	0.93%	2	14	22	0.00911	0.01432	0.00091	0.00143	0.01175	0.02178	0.02751	4.39944	4.37486	0.002	0.002	0.12318	0.19249	2.74468	3.61371	
C	23	Acumulado	15	16	981.2	982.23	84.13	-1.22%	2	14	22	0.00911	0.01432	0.00091	0.00143	0.01461	0.02463	0.03036	4.39944	4.37486	0.002	0.002	0.12318	0.19249	2.86786	3.80620
	24	Acumulado	16	17	982.23	981.95	82.43	0.34%	2	14	22	0.00911	0.01432	0.00091	0.00143	0.01431	0.02434	0.03007	4.39944	4.37486	0.002	0.002	0.12318	0.19249	2.99105	3.99870
	25	Acumulado	17	18	981.95	981	67	1.42%	2	14	22	0.00911	0.01432	0.00091	0.00143	0.01163	0.02166	0.02739	4.39944	4.37486	0.002	0.002	0.12318	0.19249	3.11423	4.19119
	26	Acumulado	18	19	981	978.8	67	3.28%	0	0	0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01163	0.01163	0.01163	4.50000	4.50000	0.000	0.000	0.00000	0.00000	3.11423	4.19119
	27	Acumulado	19	20	978.8	973.97	92	5.25%	1	7	11	0.00456	0.00716	0.00046	0.00072	0.01597	0.02099	0.02385	4.42829	4.41057	0.003	0.003	0.09299	0.14555	3.20722	4.33674
	28	Acumulado	20	21	973.97	974.77	70	-1.14%	1	7	11	0.00456	0.00716	0.00046	0.00072	0.01215	0.01717	0.02003	4.42829	4.41057	0.003	0.002	0.09299	0.09703	3.30022	4.43377
	29	Acumulado	21	22	974.77	971.79	60	4.97%	2	14	22	0.00911	0.01432	0.00091	0.00143	0.01042	0.02044	0.02617	4.39944	4.37486	0.002	0.002	0.12318	0.19249	3.42340	4.62627
	30	Acumulado	22	23	971.79	970.82	33	2.94%	0	0	0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00573	0.00573	0.00573	4.50000	4.50000	0.000	0.000	0.00000	0.00000	3.42340	4.62627

MEMORIA DE CALCULO DRENAJE SANITARIO

Calle del cementerio municipio de Jerez, departamenteo de Jutiapa

TRAMO		CAUDAL DE DISEÑO		DISEÑO HIDRAULICO														POZOS DE VISITA				
COTAS TERRENO		Q DIS TOTAL		DISEÑO		SECCION LLENA		q/Q		v/v		d/D		v		COTAS INVERT		ALTURA DE POZOS				
DE PV	A PV	INICIAL	FINAL	ACTUAL	FUTURO	φ TUBERIA (")	S TUBERIA(%)	V	Q	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ENTRADA	SALIDA	INICIO	FINAL	
A	1	2	1000	999.4	0.21151	0.32902	6	1.36%	1.46711	2.67622	0.07903	0.12294	0.59653	0.67781	0.19	0.236	0.875	0.994	N/E	998.8	1.20	1.20
	2	3	999.4	998.78	0.39537	0.47250	6	1.41%	1.49383	2.72497	0.14509	0.17340	0.71180	0.74854	0.257	0.281	1.063	1.118	998.20	998.17	1.20	1.23
	3	4	998.78	995.4	0.75350	1.02803	6	4.33%	2.61780	4.77525	0.15779	0.21528	0.72891	0.79704	0.268	0.315	1.908	2.086	997.55	997.52	1.23	1.26
	4	5	995.4	995.17	0.93737	1.31500	6	1.00%	1.25803	2.29484	0.40847	0.57302	0.94945	1.03344	0.445	0.542	1.194	1.300	994.14	994.11	1.26	1.29
	5	6	995.17	994	1.30104	1.59805	6	1.50%	1.54077	2.81059	0.46290	0.56858	0.98071	1.03195	0.478	0.54	1.511	1.590	993.54	993.51	1.63	1.66
	6	7	994	994	1.30104	1.59805	6	1.00%	1.25803	2.29484	0.56694	0.69637	1.03120	1.08058	0.539	0.614	1.297	1.359	992.34	992.31	1.66	1.69
	7	8	994	990.7	1.48490	1.88502	6	4.85%	2.77053	5.05386	0.29381	0.37299	0.86873	0.92702	0.371	0.423	2.407	2.568	991.55	991.52	2.45	2.48
B	24	25	996.44	995.3	0.12206	0.19033	6	5.82%	3.03497	5.53623	0.02205	0.03438	0.40622	0.46389	0.102	0.126	1.233	1.408	N/E	995.24	1.20	1.20
	25	26	995.3	993.8	0.18406	0.28736	6	4.80%	2.75622	5.02774	0.03661	0.05715	0.47301	0.54173	0.13	0.162	1.304	1.493	994.10	994.07	1.20	1.23
	26	27	993.8	991.8	0.42819	0.47769	6	3.70%	2.41988	4.41421	0.09700	0.10822	0.63309	0.65411	0.21	0.222	1.532	1.583	992.63	992.60	1.17	1.20
	27	28	991.8	989.68	0.42819	0.47769	6	3.93%	2.49396	4.54934	0.09412	0.10500	0.62774	0.64718	0.207	0.218	1.566	1.614	990.60	990.57	1.20	1.23
	28	29	989.68	989.68	0.52119	0.57472	6	1.00%	1.25803	2.29484	0.22711	0.25044	0.80923	0.83153	0.324	0.341	1.018	1.046	988.45	988.42	1.23	1.26
	29	30	989.68	989.87	0.64437	0.76721	6	1.00%	1.25803	2.29484	0.28079	0.33432	0.85758	0.89994	0.362	0.398	1.079	1.132	987.76	987.73	1.92	1.95
	30	31	989.87	989.97	0.82823	1.05418	6	1.00%	1.25803	2.29484	0.36091	0.45937	0.91854	0.97799	0.415	0.475	1.156	1.230	987.15	987.12	2.72	2.75
	31	8	989.97	990.7	0.82823	1.05418	6	1.00%	1.25803	2.29484	0.36091	0.45937	0.91854	0.97799	0.415	0.475	1.156	1.230	986.54	986.51	3.43	3.46
	8	9	990.7	990.57	2.31313	2.93920	8	1.00%	1.52400	4.94222	0.46803	0.59471	0.98342	1.04290	0.481	0.555	1.499	1.589	985.96	985.91	4.74	4.79
	9	10	990.57	990.27	2.37512	3.03623	8	1.00%	1.52400	4.94222	0.48058	0.61434	0.98963	1.05058	0.488	0.566	1.508	1.601	985.58	985.55	4.99	5.02
	10	11	990.27	988.18	2.37512	3.03623	8	1.00%	1.52400	4.94222	0.48058	0.61434	0.98963	1.05058	0.488	0.566	1.508	1.601	985.23	985.20	5.04	5.07
	11	12	988.18	983.7	2.49831	3.22872	8	3.00%	2.63965	8.56018	0.29185	0.37718	0.86753	0.92911	0.37	0.425	2.290	2.453	984.68	984.65	3.50	3.53
	12	13	983.7	982.83	2.62149	3.42122	8	1.00%	1.52400	4.94222	0.53043	0.69224	1.01407	1.07887	0.517	0.611	1.545	1.644	982.67	982.64	1.03	1.20
	13	14	982.83	981.83	2.62149	3.42122	8	3.00%	2.63965	8.56018	0.30624	0.39967	0.87819	0.94346	0.379	0.439	2.318	2.490	982.19	982.16	0.64	1.20
	14	15	981.83	981.2	2.74468	3.61371	8	1.00%	1.52400	4.94222	0.55535	0.73119	1.02588	1.09139	0.532	0.634	1.563	1.663	981.33	981.30	0.50	1.20
C	15	16	981.2	982.23	2.86786	3.80620	8	1.00%	1.52400	4.94222	0.58028	0.77014	1.03640	1.10301	0.546	0.657	1.579	1.681	980.62	980.59	0.58	1.20
	16	17	982.23	981.95	2.99105	3.99870	8	1.00%	1.52400	4.94222	0.60520	0.80909	1.04713	1.11316	0.561	0.682	1.596	1.696	979.75	979.72	2.48	2.51
	17	18	981.95	981	3.11423	4.19119	8	1.00%	1.52400	4.94222	0.63013	0.84804	1.05664	1.12179	0.575	0.706	1.610	1.710	978.90	978.87	3.05	3.08
	18	19	981	978.8	3.11423	4.19119	8	2.50%	2.40966	7.81434	0.39853	0.53635	0.94246	1.01727	0.438	0.521	2.271	2.451	978.20	978.17	2.80	2.83
	19	20	978.8	973.97	3.20722	4.33674	8	3.00%	2.63965	8.56018	0.37467	0.50662	0.92807	1.00254	0.424	0.503	2.450	2.646	976.49	976.46	2.31	2.34
	20	21	973.97	974.77	3.30022	4.43377	8	1.00%	1.52400	4.94222	0.66776	0.89712	1.07051	1.13107	0.597	0.739	1.631	1.724	973.70	973.67	0.27	1.20
	21	22	974.77	971.79	3.42340	4.62627	8	3.50%	2.85114	9.24605	0.37026	0.50035	0.92492	1.00000	0.421	0.5	2.637	2.851	972.97	972.94	1.80	1.83
	22	23	971.79	970.82	3.42340	4.62627	8	1.50%	1.86651	6.05296	0.56557	0.76430	1.03045	1.10118	0.538	0.654	1.923	2.055	970.84	970.81	0.95	1.20

PRESUPUESTO GENERAL

Proyecto Drenaje Sanitario
Ubicación Calle del Cementerio, aldela La Esmeralda
Municipio Jerez
Departamento Jutiapa



Renglón	Actividad a realizar	Cantidad	Unidad	P. U.		Total
1	Topografía	10.00	Día	Q	600.00	Q 6,000.00
2	Excavación de zanjas	2,517.30	m³	Q	22.56	Q 56,799.29
3	Relleno en zanjas con material del lugar	22.90	m³	Q	32.92	Q 753.81
4	Relleno en zanjas con material selecto	15.27	m³	Q	77.72	Q 1,186.53
5	Suministro y colocación de tubería de 6" (ASTM F2307)	839.60	ml	Q	68.48	Q 57,497.86
6	Suministro y colocación de tubería de 8" (ASTM F2307)	878.95	ml	Q	115.68	Q 101,677.11
7	Pozos de visita de hasta 2 m con tubo de 30"	20.00	Unidad	Q	2,903.33	Q 58,066.68
8	Pozos de visita de hasta 3 m con tubo de 30"	5.00	Unidad	Q	3,624.57	Q 18,122.87
9	Pozos de visita de hasta 4 m con tubo de 30"	3.00	Unidad	Q	4,445.81	Q 13,337.44
10	Pozos de visita de hasta 5.5 m con tubo de 30"	3.00	Unidad	Q	5,078.91	Q 15,236.72
11	Candelas 16"	38.00	Unidad	Q	630.05	Q 23,941.87
12	Fosa Septica	1.00	Unidad	Q	21,109.39	Q 21,109.39
13	Pozos de Infiltracion	4.00	Unidad	Q	36,703.11	Q 146,812.46
Total general del presupuesto						Q 520,542.03

Proyecto Drenaje Sanitario
Ubicación Calle del Cementerio, aldela La Esmeralda
Municipio Jerez
Departamento Jutiapa



1 Topografía

Unidad: Día
Cantidad: 10.00

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal Total
Topografía	Día	1.00	Q 600.00	Q 6,000.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				Q 6,000.00
PRECIO UNITARIO			Día	Q 600.00

Proyecto Drenaje Sanitario
Ubicación Calle del Cementerio, aldela La Esmeralda
Municipio Jerez
Departamento Jutiapa



2 Excavacion de Zanjas

Unidad: m3
Cantidad: 2517.30

	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Costo Excavadora	Horas maquina	71.92	350.00	25,173.00
Diesel	Galón	395.58	34.00	13,449.57
				38,622.57
Excavacion Manual por afinacion de corte	M3	87.80	35.00	Q 3,072.91
ACARREO	M3	1.50	4.00	Q 15,103.80
Total costo directo				Q 56,799.29
PRECIO UNITARIO			m3	Q22.56

Proyecto Drenaje Sanitario
Ubicación Calle del Cementerio, aldea La Esmeralda
Municipio Jerez
Departamento Jutiapa



3 Relleno de Zanjas con material del lugar

Unidad: m3
Cantidad: 22.90

	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Vibrocompactadora manual	Hora	1.53	Q 100.00	Q 152.68
Gasolina	Galón	0.38	Q 36.00	Q 13.74
Autolub	Litro	0.12	Q 29.00	Q 3.41
				Q 169.82
Costo Relleno	m3	1.00	Q 22.00	Q 503.83
Carga y acarreo	M3	1.40	Q 2.50	Q 80.15
Total de costos			Q	753.81
Precio Unitario			m3 Q	32.92

Proyecto Drenaje Sanitario
Ubicación Calle del Cementerio, aldela La Esmeralda
Municipio Jerez
Departamento Jutiapa



4 Relleno de Zanjas con material Selecto

Unidad: m3
Cantidad: 15.27

	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Vibrocompactadora manual	costo	1.02	Q 100.00	Q 101.78
Gasolina	Galón	0.25	Q 36.00	Q 9.16
Autolub	Litro	0.08	Q 29.00	Q 2.27
				Q 113.22
Costo Relleno	m3	1.00	Q 22.00	Q 335.89
				Q 335.89
Acarreo	m3	1.40	Q 2.00	Q 42.75
Material selecto	m3	1.40	Q 30.00	Q 641.24
Carga del material	m3	1.40	Q 2.50	Q 53.44
				Q 737.43
Total de costos				Q 1,186.53
Precio Unitario			m3	Q77.72

Proyecto Drenaje Sanitario
Ubicación Calle del Cementerio, aldela La Esmeralda
Municipio Jerez
Departamento Jutiapa



5 Instalacion Novafort 6"

Unidad: ml
Cantidad: 839.60

	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Tubo ASTM F2307 6"	ml.	1.05	Q 47.00	Q 41,434.26
Manteca Vegetal	ml.	0.20	Q 9,400.00	Q 1,880.00
Flete de tubería	ml.	0.75	Q 1,000.00	Q 750.00
				Q 44,064.26
MANO DE OBRA				
Nivelación	ml.	0.50	Q 2.00	Q 839.60
Colocación	ml.	1.00	Q 15.00	Q 12,594.00
				Q 13,433.60
Total de costos				Q 57,497.86
Precio Unitario	ml			Q68.48

Proyecto Drenaje Sanitario
Ubicación Calle del Cementerio, aldela La Esmeralda
Municipio Jerez
Departamento Jutiapa



6 Instalacion Novafort 8"

			Unidad:	ml	
			Cantidad:	878.95	
	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	
Tubo ASTM F2307 de 8"	ml.	1.05	Q 76.00	Q 70,140.21	
Manteca Vegetal	ml.	0.50	Q 19,200.00	Q 9,600.00	
Flete de tubería	ml.	1.00	Q 2,600.00	Q 2,600.00	
				Q 82,340.21	
Nivelación	ml.	1.00	Q 3.00	Q 2,636.85	
Colocación	ml.	1.00	Q 19.00	Q 16,700.05	
				Q 19,336.90	
Total de costos				Q 101,677.11	
Precio Unitario				ml Q 115.68	

Proyecto
Ubicación
Municipio
Departamento

Drenaje Sanitario
Calle del Cementerio, aldela La Esmeralda
Jerez
Jutiapa



7 Poso de 30" de h= 2m

Unidad:
Cantidad:

Unidad
20.00

			Unidad	Cantidad	Precio Unitario		Precio Total
Tubo concreto 30"	2.00	m.	Unidades	2.00	Q 290.00	Q	11,600.00
Flete de tubo			Global	1.00	Q 150.00	Q	3,000.00
Piso concreto			m3	0.25	Q 820.00	Q	4,100.00
Electromalla 6*6 6/6			Planchas	0.17	Q 197.46	Q	671.36
Hierro No. 5 para escalones			Vanillas	0.75	Q 68.96	Q	1,034.40
Hierro No. 3 para brocal y losa			Vanillas	1.70	Q 24.88	Q	845.92
Concreto para losa y anillos			m3	0.35	Q 820.00	Q	5,740.00
Formaleta			m2	1.70	Q 20.00	Q	1,360.00
Tabloncillo 1 1/2" x 12" x 10'			U	1.00	Q 71.25	Q	1,425.00
Alambre de amarre			Lb	0.50	Q 4.50	Q	45.00
clavo			Lb	0.50	Q 4.50	Q	45.00
sikadur Hi-Mud hel 32			kg	0.75	Q 80.00	Q	1,200.00
						Q	31,066.68
MANO DE OBRA x ml.							
Excavacion	2.00	ml.	ml	0.70	Q 125.00	Q	3,500.00
Colocación de tubo de concreto			ml	1.00	Q 250.00	Q	10,000.00
Brocal			Unidad	1.00	Q 275.00	Q	5,500.00
Piso concreto			Unidad	1.00	Q 150.00	Q	3,000.00
Colocación de escalones			ml	1.00	Q 125.00	Q	5,000.00
						Q	27,000.00
Total de costos						Q	58,066.68
Precio Unitario						Unidad	Q2,903.33

Proyecto
Ubicación
Municipio
Departamento

Drenaje Sanitario
Calle del Cementerio, aldela La Esmeralda
Jerez
Jutiapa



8 Poso de 30" de h= 3m

		Unidad:		Unidad	
		Cantidad:		5.00	
		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Tubo concreto 30"	3.00	m.	Unidades	3.00 Q	290.00 Q 4,350.00
Flete de tubo			Global	1.00 Q	105.00 Q 525.00
Piso concreto			m3	0.25 Q	820.00 Q 1,025.00
Electromalla 6*6 6/6			Planchas	0.17 Q	197.46 Q 167.84
Hierro No. 5 para escalones			Vanillas	1.00 Q	68.96 Q 344.80
Hierro No. 3 para brocal y losa			Vanillas	1.70 Q	24.88 Q 211.48
Concreto para losa y anillos			m3	0.35 Q	820.00 Q 1,435.00
Formaleta			m2	1.70 Q	20.00 Q 510.00
Tabloncillo 1 1/2**12**10'			U	1.00 Q	71.25 Q 356.25
Alambre de amarre			Lbs.	0.50 Q	4.50 Q 11.25
clavo			Lbs.	0.50 Q	4.50 Q 11.25
sikadur Hi-Mud hel 32			kg	0.75 Q	80.00 Q 300.00
					Q 9,247.87
Excavacion	3.00	ml.	ml.	0.60 Q	125.00 Q 1,125.00
Colocación de tubo de concreto			ml.	1.00 Q	250.00 Q 3,750.00
Brocal			Unidad	1.00 Q	275.00 Q 1,375.00
Piso concreto			Unidad	1.00 Q	150.00 Q 750.00
Colocación de escalones			ml.	1.00 Q	125.00 Q 1,875.00
					Q 8,875.00
Total de costos					Q 18,122.87
Precio Unitario				Unidad	Q3,624.57

Proyecto
Ubicación
Municipio
Departamento

Drenaje Sanitario
Calle del Cementerio, aldela La Esmeralda
Jerez
Jutiapa



9 Poso de 30" de h= 4m

Unidad:
Cantidad:

Unidad
3.00

			Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Tubo concreto 30"	4.00	m.	Unidades	4.00 Q	290.00 Q	3,480.00
Flete de tubo			Glb.	1.00 Q	135.00 Q	405.00
Piso concreto			m3	0.25 Q	820.00 Q	615.00
Electromalla 6*6 6/6			Planchas	0.17 Q	197.46 Q	100.70
Hierro No. 5 para escalones			Vanillas	1.25 Q	68.96 Q	258.60
Hierro No. 3 para brocal y losa			Vanillas	1.70 Q	24.88 Q	126.89
Concreto para losa y anillos			m3	0.35 Q	820.00 Q	861.00
Formaleta			m2	1.70 Q	20.00 Q	408.00
Tabloncillo 1 1/2**12**10'			U	1.00 Q	71.25 Q	213.75
Alambre de amarre			Lbs.	0.50 Q	4.50 Q	6.75
clavo			Lbs.	0.50 Q	4.50 Q	6.75
sikadur Hi-Mud hel 32			kg	0.75 Q	80.00 Q	180.00
						Q 6,662.44
Excavacion	4.00	ml.	ml.	0.60 Q	125.00 Q	900.00
Colocación de tubo de concreto			ml.	1.00 Q	250.00 Q	3,000.00
Brocal			Unidad	1.00 Q	275.00 Q	825.00
Piso concreto			Unidad	1.00 Q	150.00 Q	450.00
Colocación de escalones			ml.	1.00 Q	125.00 Q	1,500.00
						Q 6,675.00
Total de costos						Q 13,337.44
Precio Unitario					Unidad	Q4,445.81

Proyecto
Ubicación
Municipio
Departamento

Drenaje Sanitario
Calle del Cementerio, aldea La Esmeralda
Jerez
Jutiapa



10 Poso de 30" de h= 5m

Unidad:
Cantidad:

Unidad
3.00

			Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Tubo concreto 30"	5.00	m	Unidades	4.50 Q	290.00 Q	3,915.00
Flete de tubo			Global	1.00 Q	135.00 Q	405.00
Piso concreto			m3	0.25 Q	820.00 Q	615.00
Electromalla 6*6 6/6			Planchas	0.17 Q	197.46 Q	100.70
Hierro No. 5 para escalones			Vanillas	1.40 Q	68.96 Q	289.63
Hierro No. 3 para brocal y losa			Vanillas	1.70 Q	24.88 Q	126.89
Concreto para losa y anillos			m3	0.35 Q	820.00 Q	861.00
Formaleta			m2	1.70 Q	20.00 Q	510.00
Tabloncillo 1 1/2" x 1 1/2" x 10'			U	1.00 Q	71.25 Q	213.75
Alambre de amarre			Lb	0.50 Q	4.50 Q	6.75
clavo			Lb	0.50 Q	4.50 Q	6.75
sikadur Hi-Mud hel 32				0.75 Q	80.00 Q	180.00
					Q	7,230.47
Excavacion	5.00	ml	ml	0.59 Q	125.00 Q	1,106.25
Colocación de tubo de concreto			ml	1.00 Q	250.00 Q	3,750.00
Brocal			Unidad	1.00 Q	275.00 Q	825.00
Piso concreto			Unidad	1.00 Q	150.00 Q	450.00
Colocación de escalones			ml	1.00 Q	125.00 Q	1,875.00
					Q	8,006.25
Total de costos					Q	15,236.72
Precio Unitario					Unidad	Q5,078.91

Proyecto
Ubicación
Municipio
Departamento

Drenaje Sanitario
Calle del Cementerio, aldela La Esmeralda
Jerez
Jutiapa



11 Candela domiciliar 16"

		Unidad:	Unidad		
		Cantidad:	38.00		
	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	
Tubo de concreto standard 16"	Unidad	1.50 Q	68.00 Q	3,876.00	
Flete de tubo	Unidad	0.75 Q	30.00 Q	855.00	
Hierro No. 3 Para Tap y Borde	Varilla	1.00 Q	24.88 Q	945.44	
Piso concreto 3,003 PSI	m3	0.07 Q	820.00 Q	2,181.20	
Electromalla 6 x 6 G/G	planchas	0.02 Q	197.46 Q	150.07	
Concreto para tapadera y ajuste	m3	0.05 Q	820.00 Q	1,589.16	
				Q 9,596.87	
Excavacion	m3	1.00 Q	40.00 Q	1,520.00	
Colocación tubo	ml	1.50 Q	105.00 Q	5,985.00	
Tapadera	Unidad	1.00 Q	80.00 Q	3,040.00	
Piso concreto	Unidad	1.00 Q	100.00 Q	3,800.00	
				Q 14,345.00	
Total de costos				Q 23,941.87	
Precio Unitario			Unidad	Q630.05	

Proyecto
Ubicación
Municipio
Departamento

Drenaje Sanitario
Calle del Cementerio, aldela La Esmeralda
Jerez
Jutiapa



12 Fosa Septica (vol= 35.5 m3)

				Unidad:	Unidad		
				Cantidad:	1.00		
				Unidad	Cantidad	Precio	Precio Total
						Unitario	
CONCRETERA							
Tipo de maquina	Concretera 1.5 Sacos						
Rendimiento	0.6 m3/hora						
Cant. Horas Trab.	15.44						
		Costos de Maquinana					
		de Maquinana	hora	15.44	Q	7.50	Q 115.76
Consumo de Combustible	1	de combustible	galón	15.44	Q	34.00	Q 524.79
Consumo de Aceite	0	de Aceite	litro	15.44	Q	30.00	Q 463.05
Consumo de Grasa	0	de Grasa	libra	15.44	Q	16.00	Q 246.96
Consumo de Autolub	0	de Autolub	litro	15.44	Q	29.00	Q 447.62
Horas Extras Operador	1	de Operador	hora	15.44	Q	-	Q -
Horas Extras Ayudante	1	de Ayudante	hora	15.44	Q	10.00	Q 154.35
Cantidad de Fletes	1	de Transporte	viaje	1.00	Q	1,100.00	Q 1,100.00
							3,052.53
Cemento UGC			m3	78.72		67.00	5,274.14
Arena lavada			m3	6.02		120.00	722.36
Piedrn de 3/8"			m3	6.48		180.00	1,166.89
Acero N.3 Grado 40			vanilla	114.00		27.75	3,163.50
Tabla de 1" X 12" X 10'			unidad	16.00		71.50	1,144.00
Clavo			Lb.	4.00		5.00	20.00
Alambre de Amarre			Lb.	5.00		5.00	25.00
Accesorios Hidraulicos			Global	1.00		2,000.00	2,000.00
							13,515.88
Armadura			Global	1.00		1,000.00	1,000.00
Elaboracion de Concreto, Colocacion de concreto			Global	1.00		2,000.00	2,000.00
Formaleteado			m2	72.13		5.00	360.65
Desencofrado			m2	72.13		2.50	180.33
Instalacion de Accesorios Hidraulicos			Global	1.00		1,000.00	1,000.00
							4,540.98
Total de costos							Q 21,109.39
Precio Unitario						Unidad	Q21,109.39

Proyecto
Ubicación
Municipio
Departamento

Drenaje Sanitario
Calle del Cementerio, aldela La Esmeralda
Jerez
Jutiapa



13 Poso Absorción 48" de h=20m

			Unidad:	Unidad	
			Cantidad:	1.00	
	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	
Cemento UGC	Saco	6.81	Q 70.00	Q 476.84	
Arena lavada	m3	0.52	Q 120.00	Q 62.51	
Piedrin de 3/4"	m3	0.56	Q 180.00	Q 100.98	
Piedrin de 1/2"	m3	3.98	Q 165.00	Q 655.88	
Tuberia de concreto 48" Perforado	Unidad	2.00	Q 1,200.14	Q 2,400.28	
Tuberia de concreto 48"	Unidad	15.00	Q 986.00	Q 14,790.00	
Tuberia de concreto 30"	Unidad	2.00	Q 290.00	Q 580.00	
Piedra Bola	m3	5.09	Q 125.00	Q 636.63	
Flete Tuberia	Global	1.00	Q 5,000.00	Q 5,000.00	
				Q 24,703.11	
Perforacion y construccion de pozo	ml	20.00	Q 600.00	Q 12,000.00	
Total de costos				Q 36,703.11	
Precio Unitario			Unidad	Q36,703.11	

ANALISIS ECONOMICO

INGRESOS ESTIMADOS DEL SERVICIO			
COSTO TARIFA		Q37.00	MENSUAL
COSTO CONEXIÓN		Q600.00	CONEXIÓN

ESTIMACION DE GASTOS DEL PROYECTO PARA SU PERIODO DE DISEÑO			
INVERSION INICIAL		Q 520.670.28	
OPERADOR		Q 2,300.00	MENSUAL
EQUIPO OPERACION		Q 200.00	MENSUAL
ADMINISTRACION		Q 400.00	MENSUAL
MATERIALES		Q 4,000.00	ANO
GASTOS POR CONEX		Q 290.00	CONEXIÓN
MANTENIMIENTO MAYOR		Q 15,000.00	CADA 10 ANOS

PERIODO DE DISEÑO	AÑO	POBLACION SERVIDA		INGRESOS O BENEFICIOS GENERADOS			EGRESOS O COSTOS DE INVERSION				FLUJO NETO DE FONDOS ACTUALIZADOS				RELACION BENEFICIO COSTO			
		VIVIENDA	ACUM VIVIENDA	INGRESO POR CONEXIÓN ANUAL	INGRESO POR TARIFA ANUAL	TOTAL INGRESOS ANUALES	GASTOS POR CONEXION ANUAL	GASTOS OP Y MANTENIMIENTO ANUAL	GASTOS ADMINISTRACION ANUAL	TOTAL GASTOS ANUALES	FLUJO NETO DE FONDOS	FACTOR DE ACTUALIZACIÓN AL 12%	FLUJO NETO DE FONDOS ACTUALIZADO AL 12%	FACTOR DE ACTUALIZACIÓN AL 21%	FLUJO NETO DE FONDOS ACTUALIZADO AL 21%	INGRESOS POR PERIODO	COSTO POR PERIODO	
0	2012	0	0	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q -	Q -	Q -	Q 520.670.28	-Q520.670.28	1.000000	-Q520.670.28	1.000000	-Q520.670.28	Q0.00	Q520.670.28	
1	2013	187	187	Q112,200.00	Q83,028.00	Q195,228.00	Q 54,230.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 93,030.00	Q102,198.00	0.892857	Q91,248.21	0.826446	Q84,461.16	Q174,310.71	Q83,062.50	
2	2014	6	193	Q3,600.00	Q85,692.00	Q89,292.00	Q 1,740.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 40,540.00	Q48,752.00	0.797194	Q38,864.80	0.683013	Q33,298.27	Q71,183.04	Q32,318.24	
3	2015	6	199	Q3,600.00	Q88,356.00	Q91,956.00	Q 1,740.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 40,540.00	Q51,416.00	0.711780	Q36,596.89	0.564474	Q29,022.99	Q65,452.46	Q28,855.57	
4	2016	6	205	Q3,600.00	Q91,020.00	Q94,620.00	Q 1,740.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 40,540.00	Q54,080.00	0.635518	Q34,368.82	0.466507	Q25,228.72	Q60,132.72	Q25,763.90	
5	2017	6	211	Q3,600.00	Q93,684.00	Q97,284.00	Q 1,740.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 40,540.00	Q56,744.00	0.567427	Q32,198.07	0.385543	Q21,877.27	Q55,201.55	Q23,003.48	
6	2018	7	218	Q4,200.00	Q96,792.00	Q100,992.00	Q 2,030.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 40,830.00	Q60,162.00	0.506631	Q30,479.94	0.318631	Q19,169.47	Q51,165.69	Q20,685.75	
7	2019	7	225	Q4,200.00	Q99,900.00	Q104,100.00	Q 2,030.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 40,830.00	Q63,270.00	0.452349	Q28,620.13	0.263331	Q16,660.97	Q47,089.55	Q18,469.42	
8	2020	7	232	Q4,200.00	Q103,008.00	Q107,208.00	Q 2,030.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 40,830.00	Q66,378.00	0.403883	Q26,808.96	0.217629	Q14,445.79	Q43,299.51	Q16,490.55	
9	2021	7	239	Q4,200.00	Q106,116.00	Q110,316.00	Q 2,030.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 40,830.00	Q69,486.00	0.360610	Q25,057.35	0.179859	Q12,497.67	Q39,781.06	Q14,723.71	
10	2022	7	246	Q4,200.00	Q109,224.00	Q113,424.00	Q 2,030.00	Q 49,000.00	Q 4,800.00	Q 55,830.00	Q57,594.00	0.321973	Q18,543.73	0.148644	Q8,560.98	Q36,519.49	Q17,975.77	
11	2023	8	254	Q4,800.00	Q112,776.00	Q117,576.00	Q 2,320.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 41,120.00	Q76,456.00	0.287476	Q21,979.27	0.122846	Q9,392.31	Q33,800.29	Q11,821.02	
12	2024	8	262	Q4,800.00	Q116,328.00	Q121,128.00	Q 2,320.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 41,120.00	Q80,008.00	0.256675	Q20,536.06	0.101526	Q8,122.86	Q31,090.54	Q10,554.48	
13	2025	8	270	Q4,800.00	Q119,880.00	Q124,680.00	Q 2,320.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 41,120.00	Q83,560.00	0.229174	Q19,149.80	0.083905	Q7,011.14	Q28,573.44	Q9,423.64	
14	2026	8	278	Q4,800.00	Q123,432.00	Q128,232.00	Q 2,320.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 41,120.00	Q87,112.00	0.204620	Q17,824.84	0.069343	Q6,040.64	Q26,238.81	Q8,413.97	
15	2027	9	287	Q5,400.00	Q127,428.00	Q132,828.00	Q 2,610.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 41,410.00	Q91,418.00	0.182696	Q16,701.73	0.057309	Q5,239.03	Q24,267.18	Q7,565.45	
16	2028	9	296	Q5,400.00	Q131,424.00	Q136,824.00	Q 2,610.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 41,410.00	Q95,414.00	0.163122	Q15,564.09	0.047362	Q4,519.04	Q22,318.96	Q6,754.87	
17	2029	9	305	Q5,400.00	Q135,420.00	Q140,820.00	Q 2,610.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 41,410.00	Q99,410.00	0.145644	Q14,478.50	0.039143	Q3,891.16	Q20,509.64	Q6,031.13	
18	2030	9	314	Q5,400.00	Q139,416.00	Q144,816.00	Q 2,610.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 41,410.00	Q103,406.00	0.130040	Q13,446.87	0.032349	Q3,345.10	Q18,831.81	Q5,384.94	
19	2031	10	324	Q6,000.00	Q143,856.00	Q149,856.00	Q 2,900.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 41,700.00	Q108,156.00	0.116107	Q12,557.64	0.026735	Q2,891.54	Q17,399.30	Q4,841.65	
20	2032	10	334	Q6,000.00	Q148,296.00	Q154,296.00	Q 2,900.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 41,700.00	Q112,596.00	0.103667	Q11,672.46	0.022095	Q2,487.80	Q15,995.37	Q4,322.90	
21	2033	10	344	Q6,000.00	Q152,736.00	Q158,736.00	Q 2,900.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 41,700.00	Q117,036.00	0.092560	Q10,832.81	0.018260	Q2,137.11	Q14,692.54	Q3,859.74	
22	2034	10	354	Q6,000.00	Q157,176.00	Q163,176.00	Q 2,900.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 41,700.00	Q121,476.00	0.082643	Q10,039.08	0.015091	Q1,833.21	Q13,485.27	Q3,446.19	
23	2035	10	364	Q6,000.00	Q161,616.00	Q167,616.00	Q 2,900.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 41,700.00	Q125,916.00	0.073788	Q9,291.08	0.012472	Q1,570.43	Q12,368.04	Q3,076.96	
24	2036	10	374	Q6,000.00	Q166,056.00	Q172,056.00	Q 2,900.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 41,700.00	Q130,356.00	0.065882	Q8,588.13	0.010307	Q1,343.64	Q11,335.41	Q2,747.28	
25	2037	10	384	Q6,000.00	Q170,496.00	Q176,496.00	Q 2,900.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 41,700.00	Q134,796.00	0.058823	Q7,929.15	0.008519	Q1,148.27	Q10,382.08	Q2,452.93	
26	2038	10	394	Q6,000.00	Q174,936.00	Q180,936.00	Q 2,900.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 41,700.00	Q139,236.00	0.052521	Q7,312.79	0.007040	Q980.24	Q9,502.91	Q2,190.12	
27	2039	10	404	Q6,000.00	Q179,376.00	Q185,376.00	Q 2,900.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 41,700.00	Q143,676.00	0.046894	Q6,737.48	0.005818	Q835.95	Q8,692.94	Q1,955.46	
28	2040	10	414	Q6,000.00	Q183,816.00	Q189,816.00	Q 2,900.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 41,700.00	Q148,116.00	0.041869	Q6,201.51	0.004809	Q712.22	Q7,947.46	Q1,745.95	
29	2041	10	424	Q6,000.00	Q188,256.00	Q194,256.00	Q 2,900.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 41,700.00	Q152,556.00	0.037383	Q5,703.04	0.003974	Q606.25	Q7,261.93	Q1,558.88	
30	2042	10	434	Q6,000.00	Q192,696.00	Q198,696.00	Q 2,900.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 41,700.00	Q156,996.00	0.033378	Q5,240.20	0.003284	Q515.62	Q6,632.06	Q1,391.86	
31	2043	10	444	Q6,000.00	Q197,136.00	Q203,136.00	Q 2,900.00	Q 34,000.00	Q 4,800.00	Q 41,700.00	Q161,436.00	0.029802	Q4,811.07	0.002714	Q438.18	Q6,053.80	Q1,242.73	
													Q88,714.23			-Q190,385.28	Q991,515.56	Q902,801.33

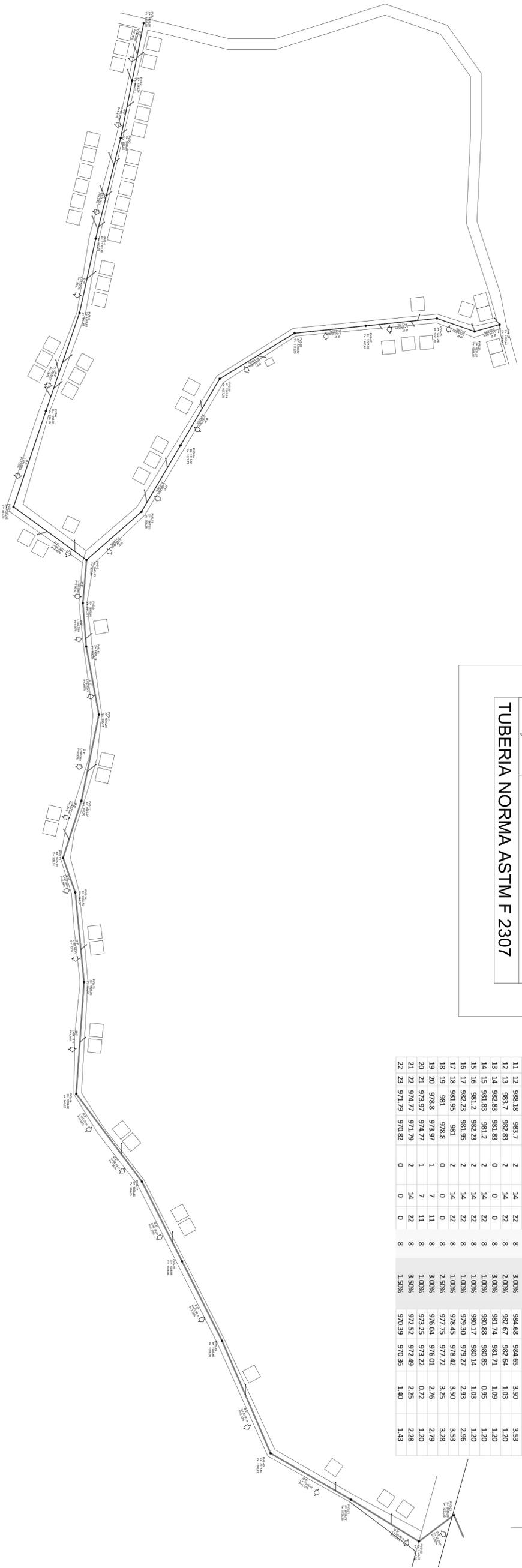
TIR= 14.86% RECHAZAR PROYECTO

/AC (12%) Q88,714.23

/AC (21%) -Q190,385.28

B/C 109.83% ACEPTAR RPROYECTO

TASA DE DESCUENTO
12% INFERIOR
21% SUPERIOR



PERFIL . PVS-1 AL PVS 7.
 DRENAJE SANITARIO C/DE EXAMENED, JEREZ JUTIPA
 ESC. VERT: 11700

DRENAJE SANITARIO

≡	TUBERIA EN RED PRINCIPAL DE DRENAJE SANITARIO
≡	TUBERIA DE CANDELA A POZO O RED PRINCIPAL DE DIAMETRO 6"
●	POZO DE VISITA
●	CANDELA DOMICILIAR 16"
⇩	INDICA DIRECCION DEL FLUJO

TUBERIA NORMA ASTM F 2307

TRAMO	COTAS TERRENO		POBLACION		DISEÑO HIDRAULICO	POZOS DE VISITA					
	DE PV	A FINAL	No. de CASAS ACTUAL	FUTURO		STUBERMAN	ENTRADA	SALIDA	ALTURA DE POZOS		
1	1000	999.4	7	49	77	6	1.36%	N/E	998.8	1.20	1.20
2	999.4	998.78	3	21	33	6	1.41%	998.20	998.17	1.20	1.23
3	998.78	995.4	12	84	132	6	4.33%	997.55	997.52	1.23	1.26
4	995.4	995.17	3	21	33	6	1.00%	994.14	994.11	1.26	1.29
5	995.17	994	6	42	66	6	1.50%	993.54	993.51	1.63	1.66
6	994	994	0	0	0	6	1.00%	992.34	992.31	1.66	1.69
7	994	990.7	4	28	44	6	4.85%	991.55	991.52	2.45	2.48
24	996.44	995.3	1	28	44	6	4.80%	N/E	995.24	1.20	1.20
25	996.44	993.8	1	7	11	6	4.80%	994.10	994.07	1.20	1.23
26	993.8	991.8	4	28	44	6	3.70%	992.63	992.60	1.17	1.20
27	993.8	992.68	0	0	0	6	3.95%	990.60	990.57	1.20	1.23
28	993.8	989.68	0	0	0	6	1.00%	988.45	988.42	1.23	1.26
29	989.68	989.87	2	14	22	6	1.00%	987.76	987.73	1.92	1.95
30	989.87	989.97	3	21	33	6	1.00%	987.15	987.12	2.72	2.75
31	989.97	990.7	0	0	0	6	1.00%	986.54	986.51	3.43	3.46
8	990.7	990.57	0	0	0	8	1.00%	985.96	985.91	4.74	4.79
9	990.57	990.27	1	7	11	8	1.00%	985.58	985.55	4.99	5.02
10	990.27	988.18	0	0	0	8	1.00%	985.23	985.20	5.04	5.07
11	988.18	983.7	2	14	22	8	3.00%	984.68	984.65	3.50	3.53
12	983.7	983.83	2	14	22	8	2.00%	982.67	982.64	1.03	1.20
13	983.83	981.83	0	0	0	8	1.00%	981.74	981.71	1.09	1.20
14	981.83	981.2	2	14	22	8	1.00%	980.88	980.85	0.95	1.20
15	981.2	982.23	2	14	22	8	1.00%	980.17	980.14	1.03	1.20
16	982.23	984.95	2	14	22	8	1.00%	979.30	979.27	2.93	2.96
17	984.95	981	2	14	22	8	1.00%	978.45	978.42	3.50	3.53
18	981	978.8	0	0	0	8	2.50%	977.75	977.72	3.25	3.28
19	978.8	973.97	0	0	0	8	3.00%	976.04	976.01	2.76	2.79
20	973.97	974.79	1	7	11	8	1.00%	973.25	973.22	0.72	1.20
21	974.79	971.79	1	14	22	8	3.50%	972.52	972.49	2.25	2.28
22	971.79	970.82	0	0	0	8	1.50%	970.39	970.36	1.40	1.43



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUJETIVADO

PROYECTO: DISEÑO Y PLANEACION DE DRENAJE SANITARIO EN CALLE DEL COMARCADO
 EJECUCION: MUNICIPIO DE EL JEREZ, JUTIPA

CONTENIDO: PLANTA DRENAJE SANITARIO

PROYECTANTE: ROBIN STEVE LOPEZ

FECHA: 2002 - 17316

ESCALA: 2/10

FECHA: ABRIL 2013

REVISOR: ROBIN STEVE LOPEZ

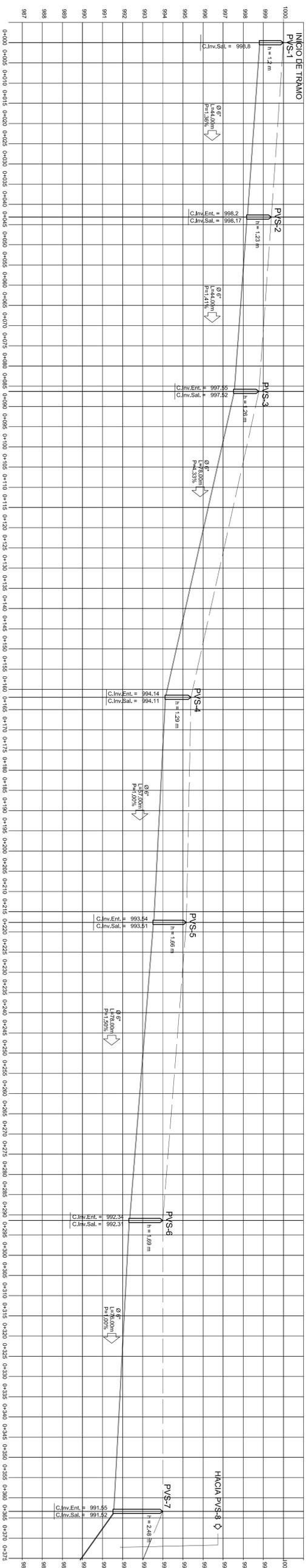
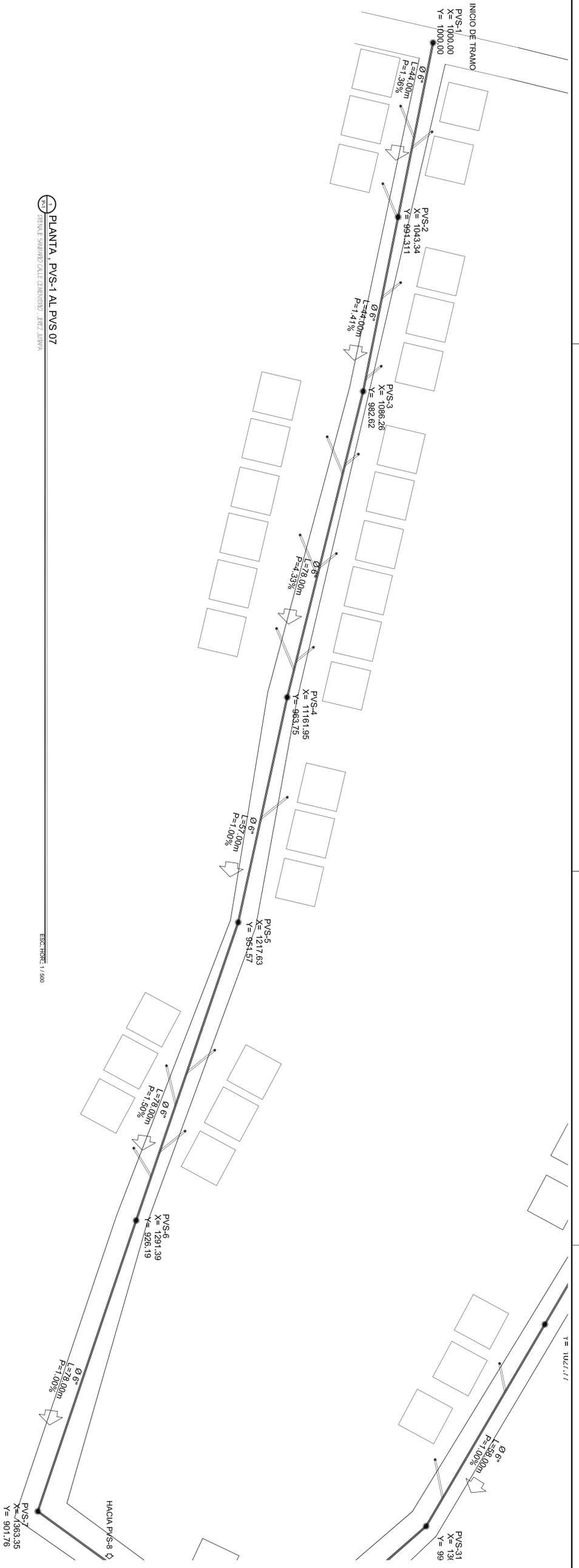
FECHA: 2002 - 17316

ESCALA: 2/10

FECHA: ABRIL 2013

PLANTA, PVS-1 AL PVS 07

ESC: HOR: 1 / 100



PLANTA, PVS-1 AL PVS 07

ESC: HOR: 1 / 100



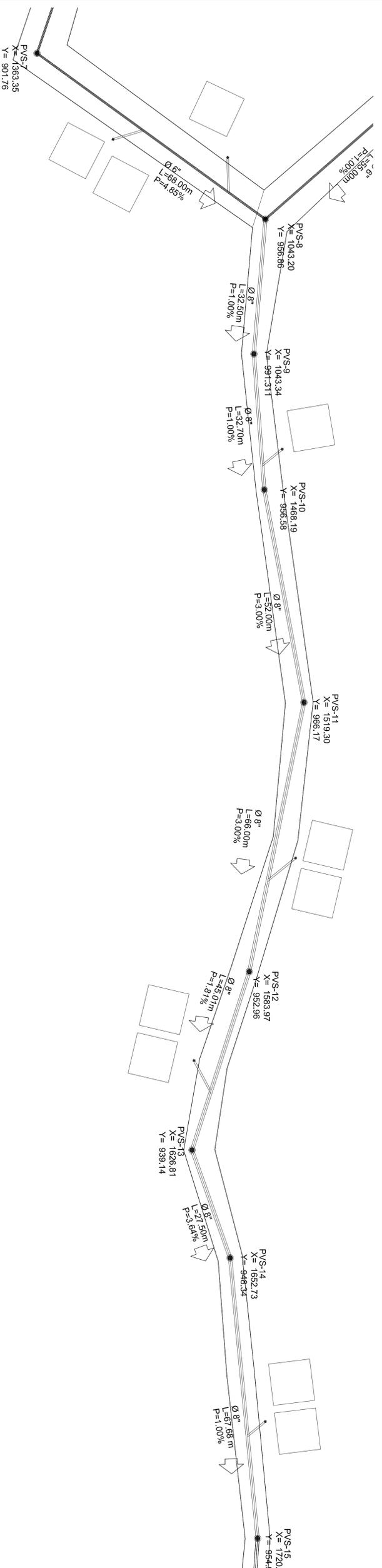
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPLENISADO

PROYECTO: DISEÑO Y PLANEACION DE DRENAJE SANITARIO EN CALLE DEL COMERCIO
UBICACION: MUNICIPIO DE EL JEREZ, JUTUPA

CONTENIDO: PLANTA DRENAJE SANITARIO + PERFIL

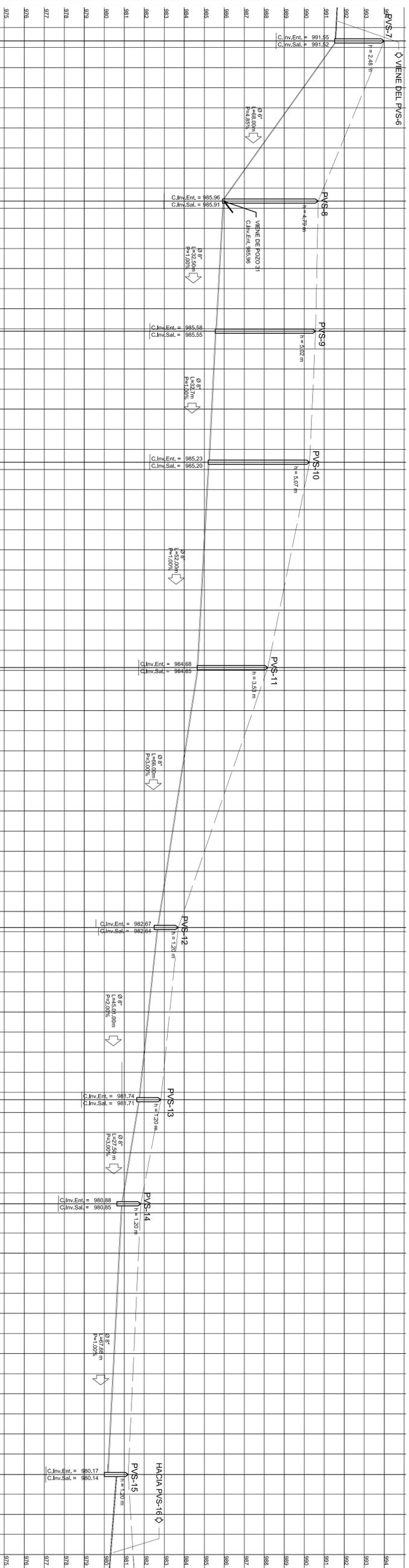
PROFESOR:	ROBIN STEVE LOPEZ	CONTENIDO:	2002 - 17316
PROFESOR:	ROBIN STEVE LOPEZ	HOJA:	3 / 10
PROFESOR:	ROBIN STEVE LOPEZ	FECHA:	AGOSTO 2013

PROFESOR:	ROBIN STEVE LOPEZ
PROFESOR:	ROBIN STEVE LOPEZ
PROFESOR:	ROBIN STEVE LOPEZ



PLANTA, PVS-07 AL PVS 15

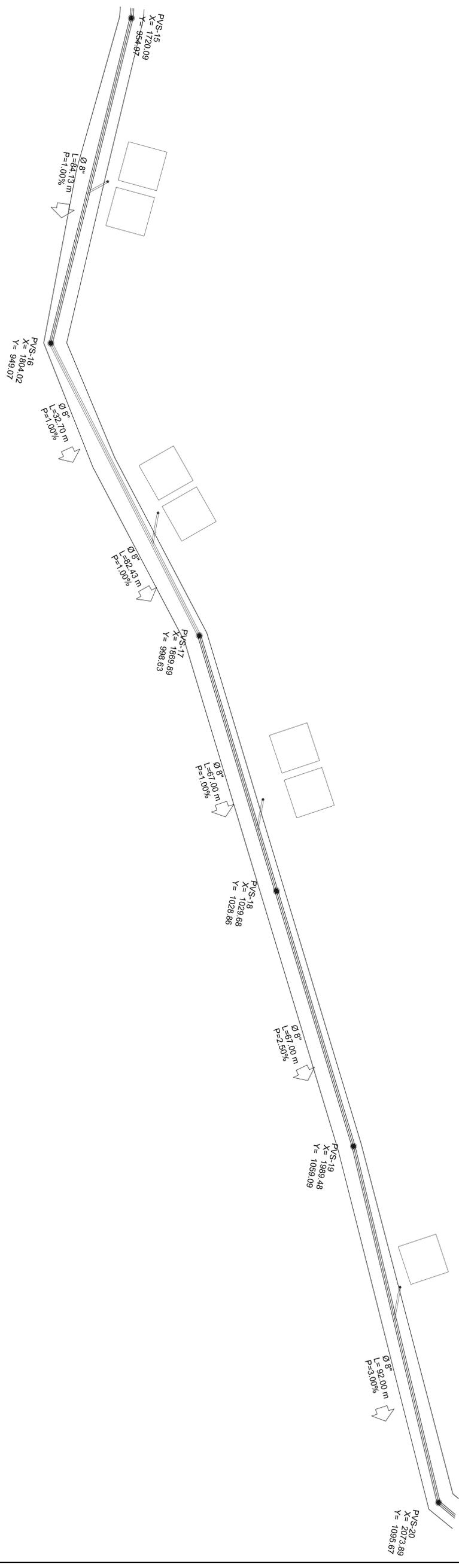
ESC. HORZ: 1/400



PERFIL, PVS-07 AL PVS 15

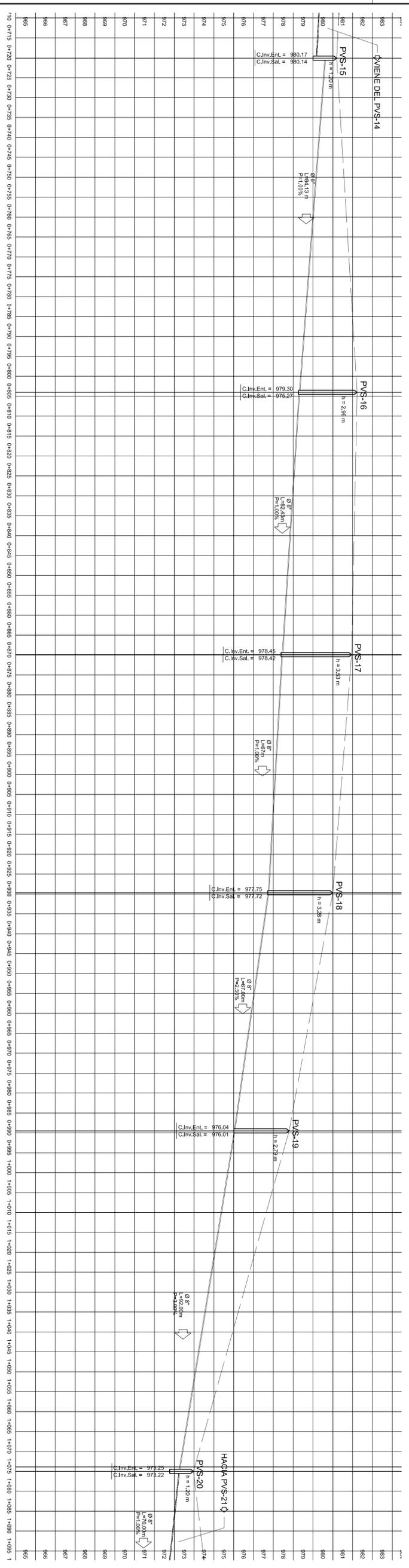
ESC. VERT: 1/100

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPLENIDO	
		PROYECTO: DISEÑO Y PLANEACION DE DRENAJE SANITARIO EN CALLE DEL COMERCIO MUNICIPIO DE EL JEREZ, JUTUPA	
CONTENIDO: PLANTA DRENAJE SANITARIO + PERFIL		FECHA: 2002 - 17316 HOJA: 4 / 10 ESCALA: 1:100	
DISEÑADO: ROBIN STEVE LOPEZ		DISEÑADO: ROBIN STEVE LOPEZ	
REVISADO: ROBIN STEVE LOPEZ		REVISADO: ROBIN STEVE LOPEZ	
APROBADO: ROBIN STEVE LOPEZ		APROBADO: ROBIN STEVE LOPEZ	
DISEÑADO: ROBIN STEVE LOPEZ		DISEÑADO: ROBIN STEVE LOPEZ	



PERFIL . PVS-15 AL PVS 20

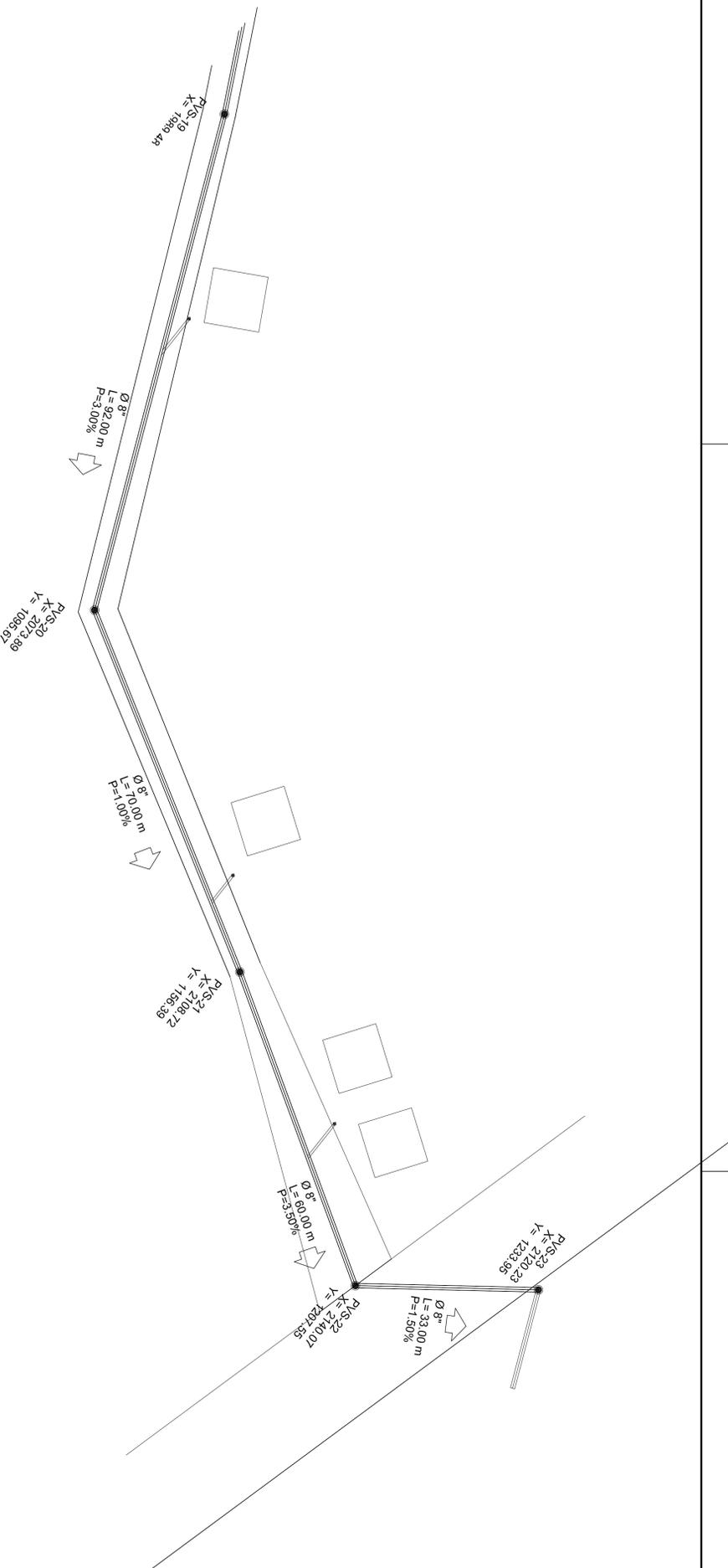
ESCALA: 1/500
ESC. VERT.: 1/100



PERFIL . PVS-15 AL PVS 20

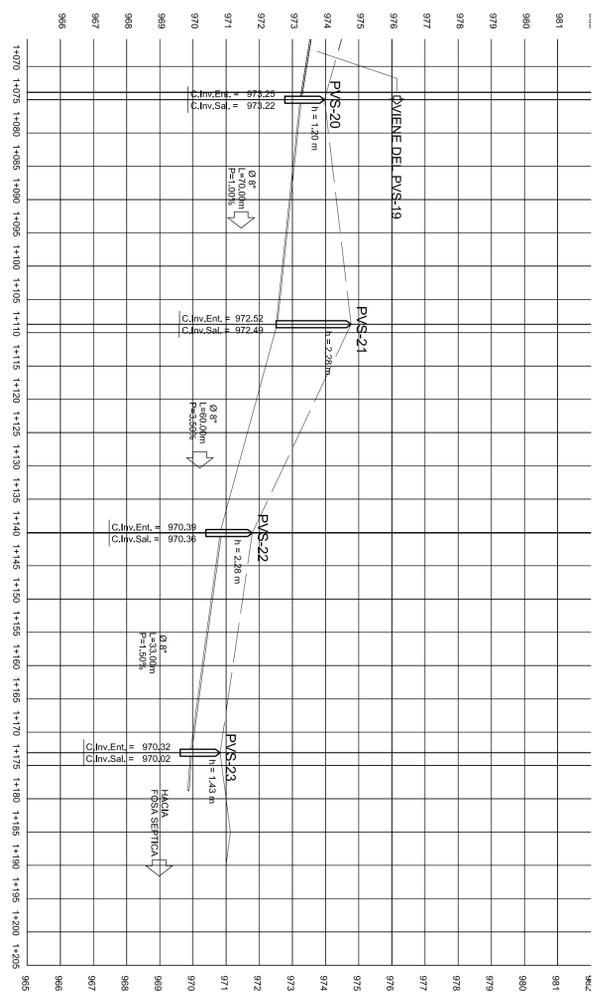
ESCALA: 1/500
ESC. VERT.: 1/100

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPLENISADO	
		INSTITUTO DE DISEÑO Y PLANEACION DE DRENAJE SANITARIO EN CALLE DEL COMERCIO MUNICIPIO DE EL JEREZ, JUTUPA	
CONTENIDO: PLANTA DRENAJE SANITARIO + PERFIL		DISEÑO: ROBIN STEVE LOPEZ	
DISEÑO: ROBIN STEVE LOPEZ		COMITÉ: 2002 - 17318	
DISEÑO: ROBIN STEVE LOPEZ		HOJA: 5 / 10	
DISEÑO: ROBIN STEVE LOPEZ		FECHA: ABRIL 2013	



PERFIL . PVS-20 AL PVS 23
DRENAJE SANITARIO CALLE EMERSON, JEREZ JUTIPA

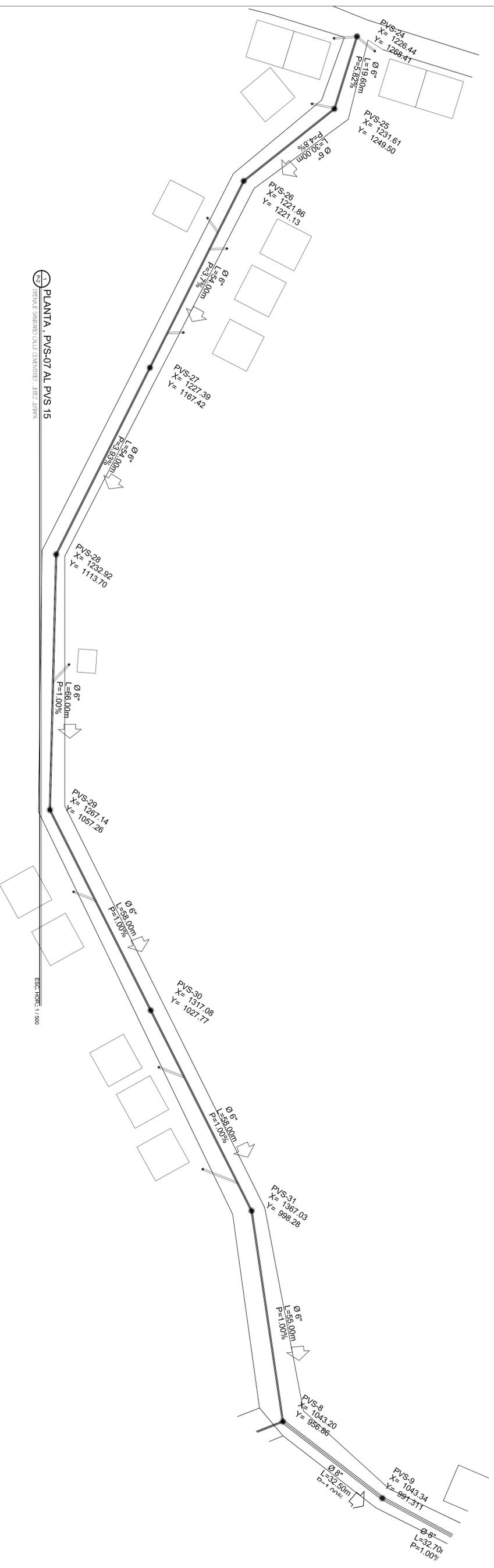
ESCALA: 1 / 100
ESC. VERT.: 1 / 100



PERFIL . PVS-20 AL PVS 23
DRENAJE SANITARIO CALLE EMERSON, JEREZ JUTIPA

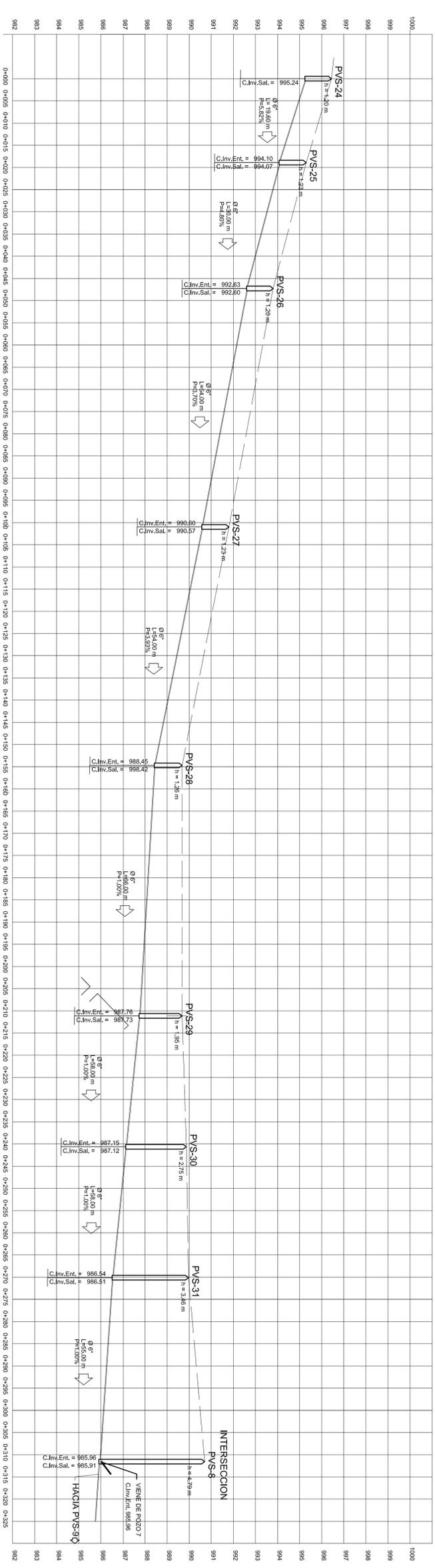
ESCALA: 1 / 100
ESC. VERT.: 1 / 100

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
		PROYECTO: DISEÑO Y PLANEACION DE DRENAJE SANITARIO EN CALLE DEL COMERCIO MUNICIPIO DE EL JEREZ, JUTIPA	
CONTENIDO: PLANTA DRENAJE SANITARIO + PERFIL		DISEÑO: ROBIN STEVE LOPEZ CORRECCION: ROBIN STEVE LOPEZ APROBACION: ROBIN STEVE LOPEZ FECHA: ABRIL 2013	
TITULO: PLAN DE DRENAJE SANITARIO + PERFIL AÑO: 2002 - 1731 B		HOJA: 6 / 10	
DISEÑADOR: ROBIN STEVE LOPEZ REVISOR: ROBIN STEVE LOPEZ APROBADO: ROBIN STEVE LOPEZ FECHA: ABRIL 2013		DISEÑADOR: ROBIN STEVE LOPEZ REVISOR: ROBIN STEVE LOPEZ APROBADO: ROBIN STEVE LOPEZ FECHA: ABRIL 2013	



PLANTA, PVS-07 AL PVS 15

ESC: HOJE: 1 / 900



PERFIL, PVS-07 AL PVS 15

ESC: HOJE: 1 / 900



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPLENIDO

PROYECTO: DISEÑO Y PLANEACION DE DRENAJE SANITARIO EN CALLE DEL COMARCADO
 EJECUTOR: MUNICIPIO DE EL JEREZ, JUTIAPA

CONTENIDO:
 PLANTA DRENAJE SANITARIO + PERFIL

DISEÑO:
 ROBIN STEVE LOPEZ

FECHA:
 ROBIN STEVE LOPEZ

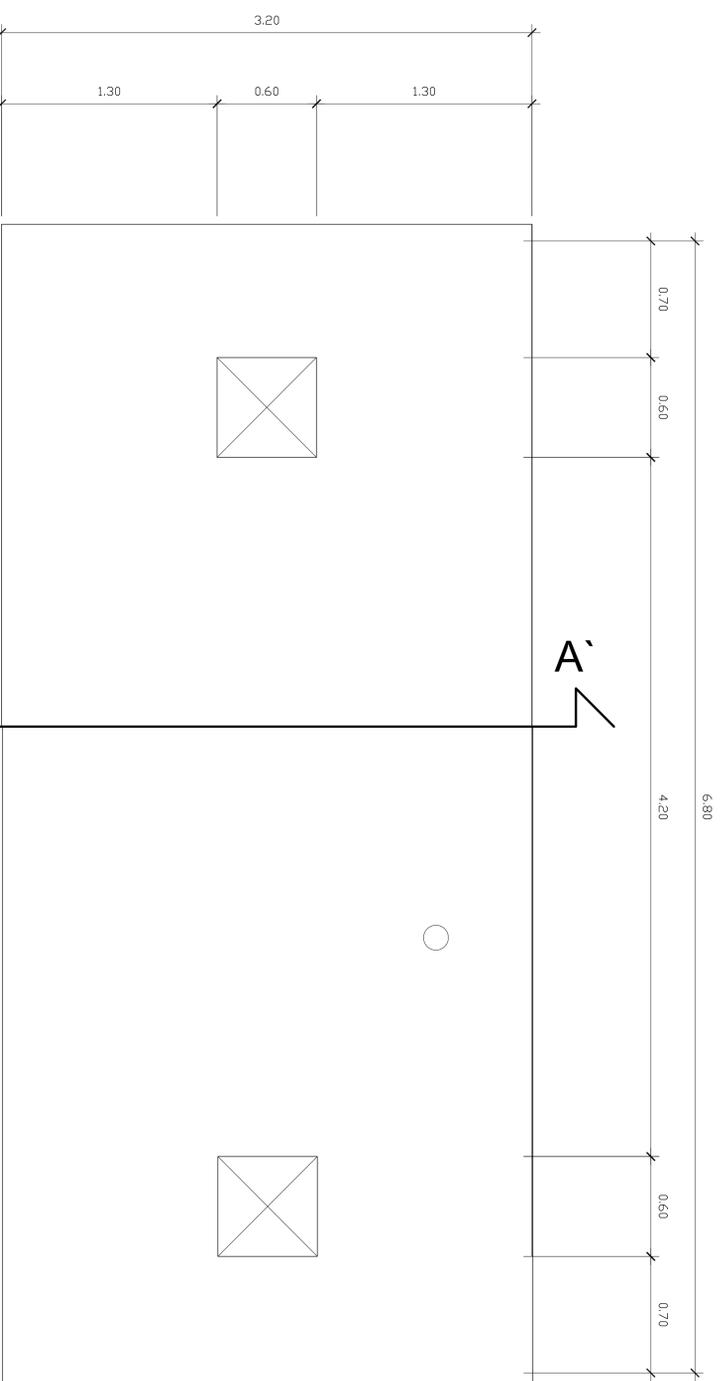
GOBIERNO:
 ROBIN STEVE LOPEZ

NO. DE PLAN: 2002 - 17318

FECHA:
 ABRIL 2013

PROYECTO: DISEÑO Y PLANEACION DE DRENAJE SANITARIO EN CALLE DEL COMARCADO

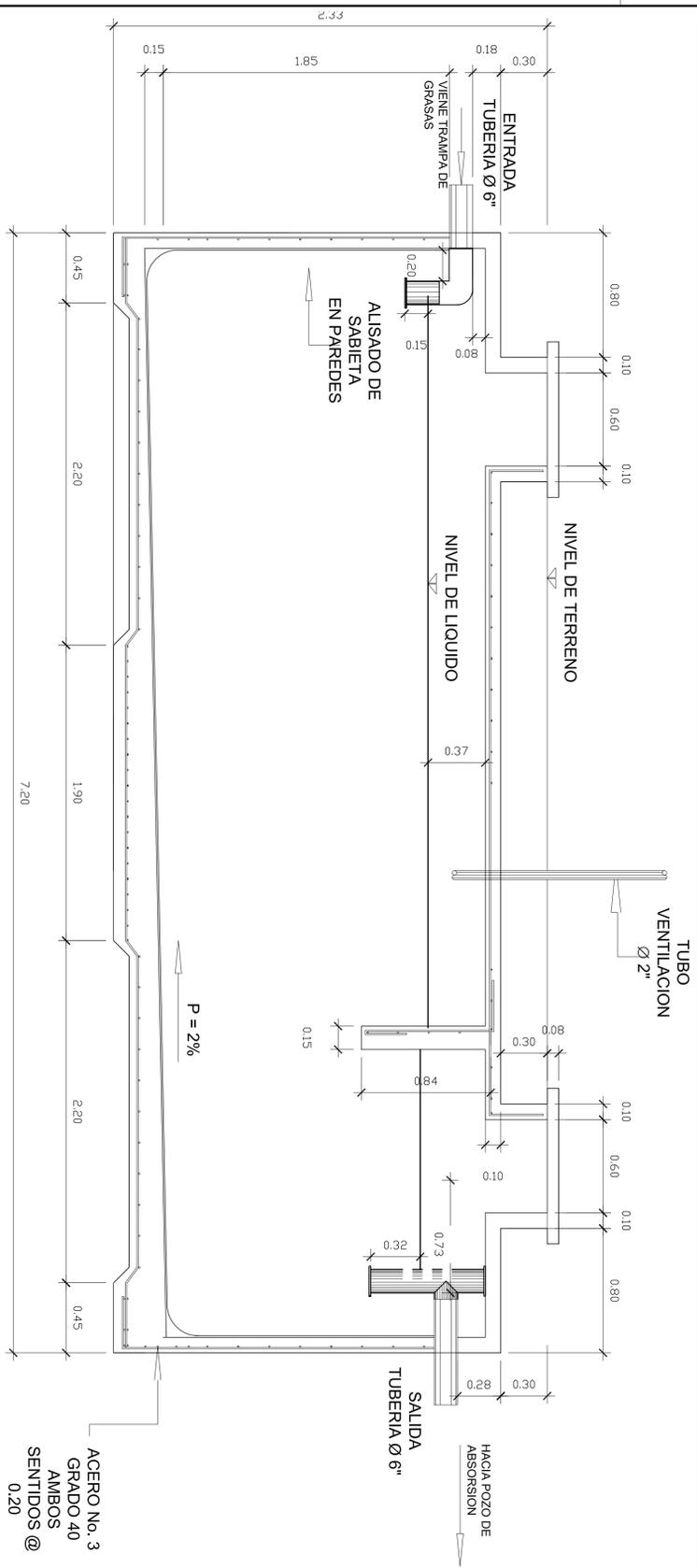
FECHA:
 ABRIL 2013



PLANTA

REVISE: ANIBERO CALLE CARRETERO, JEFERZ JUTUPA

ESCALA: 1:25

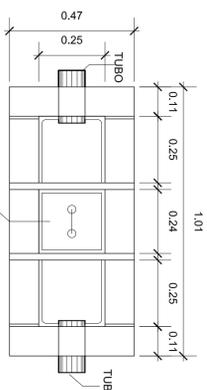


SECCION A-A'

REVISE: ANIBERO CALLE CARRETERO, JEFERZ JUTUPA

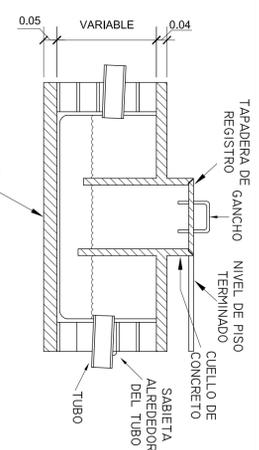
ESCALA: 1:25

ACERO No. 3
GRADO 40
AMBOS
SENTIDOS @
0.20



PLANTA CAJA TRAMPA DE GRASAS

ESCALA: 1:25



SECCION CAJA TRAMPA DE GRASAS

ESCALA: 1:25

Especificaciones:
El concreto debera ser impermeable y debera considerarse la siguiente proporcion.

Mezcla		Relaciones		Eficiencia		Cantidad por m ³ de concreto	
Cemento (Sacos)	Arena Rio (m ³)	Piedra (m ³)	Agua (lit)	Cemento (sacos)	Arena Rio (m ³)	Piedra (m ³)	Agua (lit)
1	2.8	2.8	24	0.65	8.763	0.645	0.645
Concreto f _c = 210 Kg/cm ²						210.311	
(3000 psi) (normale UCI)						2.809	

Volumen Fosa Septica = 41.44 m³
 Doblacion = 75 lit/hab-dia
 Poblacion = 726 personas
 Periodo de retencion = 24 horas
 Periodo de mantenimiento = 1 año



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPLENISADO

PROYECTO: DISEÑO Y FABRICACION DE BARRIO DE SANEAMIENTO EN CALLE DEL COMARCADO
 EJECUCION: MUNICIPIO DE EL JEFERZ, JUTUPA

CONTENIDO: FOSA SEPTICA

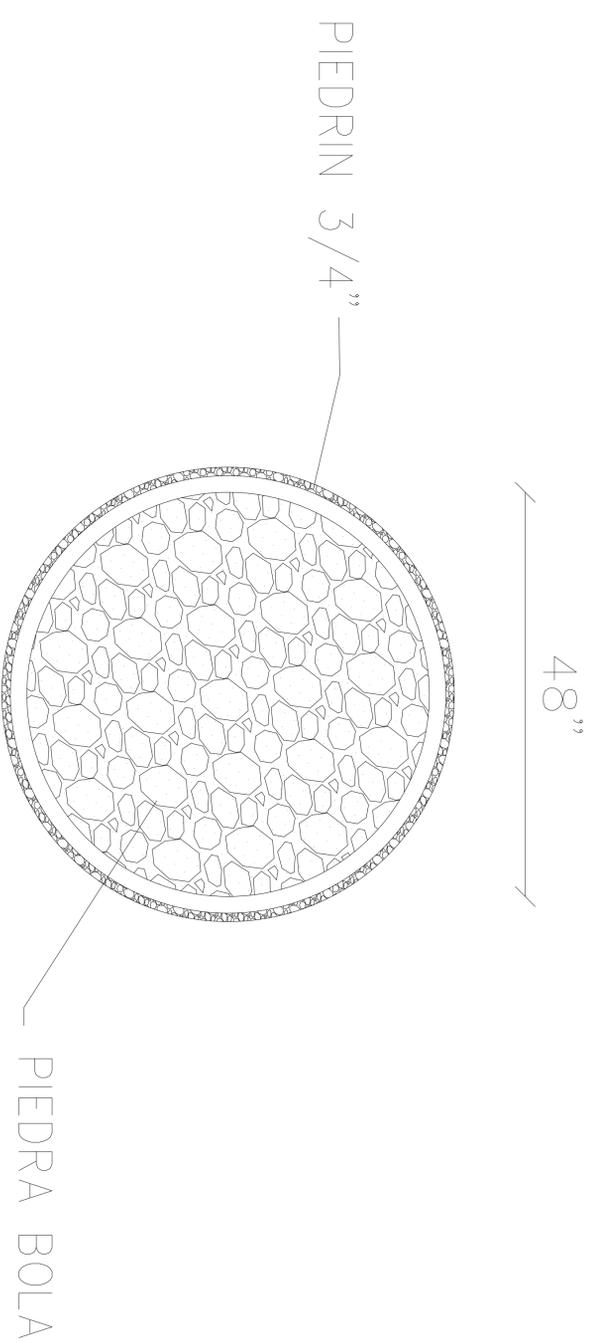
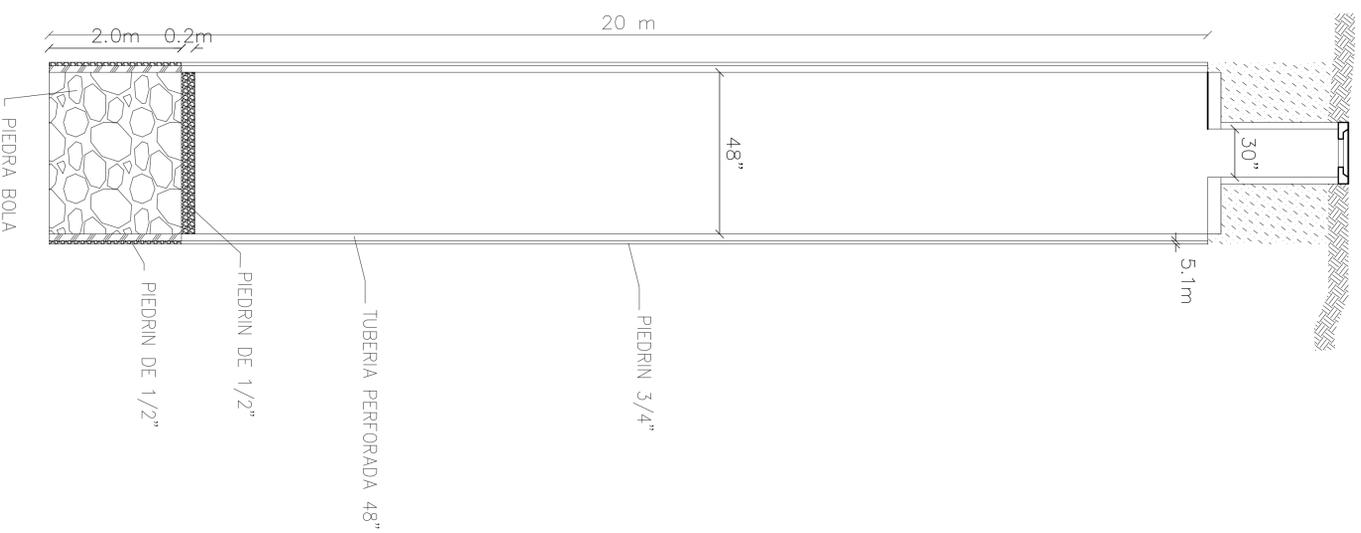
COMITE: 2002 - 17318

PROFESOR: ROBIN STEVE LOPEZ

ESCUELA: INGENIERIA CIVIL

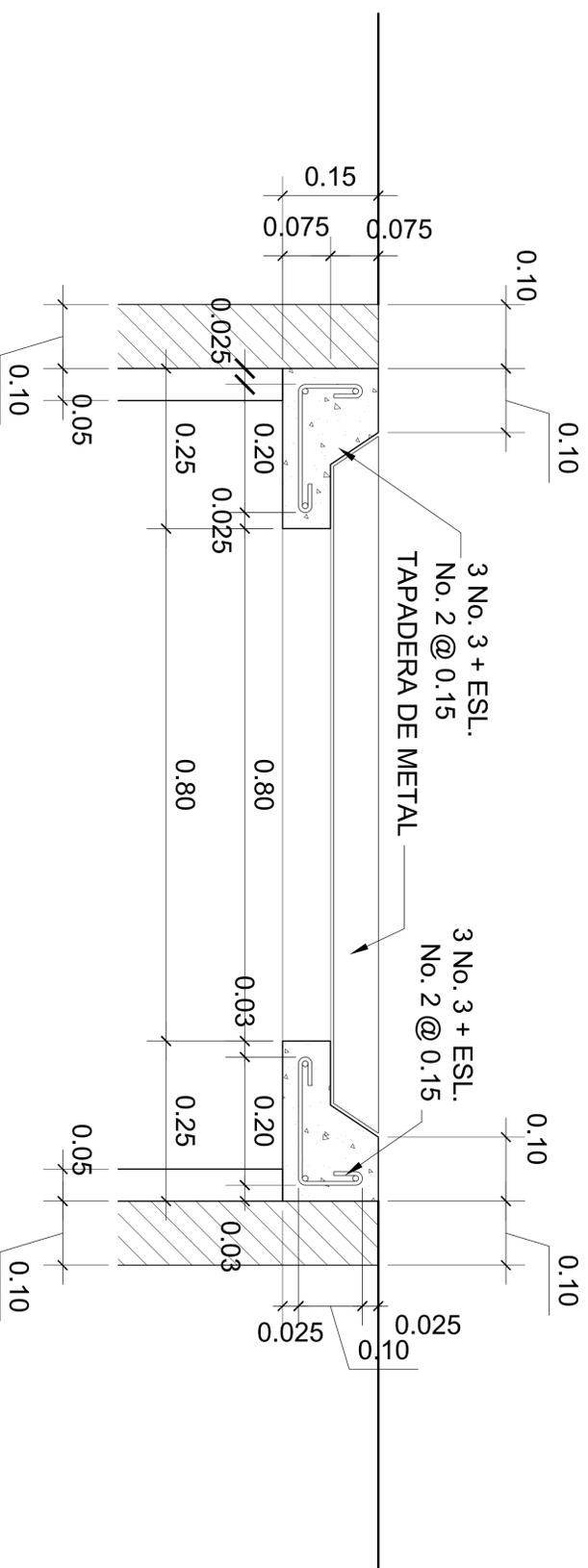
ALUMNO: ROBIN STEVE LOPEZ

FECHA: ABRIL 2013



PLANTA DE POZO DE ABSORCION

ESCALA 1/10



DETALLE DE BROCAL POZO DE VISITA

ESCALA 1/5

DETALLE DE POZO DE ABSORCION

PROFESOR: SANDRO GARCIA GUERRERO, INGENIERO CIVIL

ESCALA 1/10

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPLENISADO	
PROYECTO: DISEÑO Y FABRICACION DE BROCAL, SANEAMIENTO EN CALLE DEL COMANTENGO		MUNICIPIO DE EL JEFERZ, JUTUPA	
CONTENIDO: POZO DE ABSORCION			
PROFESOR:	ROBIN STEVE LOPEZ	COMITE:	2002 - 17318
ALUMNO:	ROBIN STEVE LOPEZ	HOJA:	10 / 10
FECHA:	ROBIN STEVE LOPEZ	ESCALA:	1/10
FECHA:	ROBIN STEVE LOPEZ	FECHA:	2002-2013