

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ASENTAMIENTO LA
PAZ, MUNICIPIO DE ESCUINTLA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR**

**JOSÉ ANTONIO BARRERA URÍZAR
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ASENTAMIENTO LA
PAZ, MUNICIPIO DE ESCUINTLA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
el 19 de mayo de 2009.

José Antonio Barrera Urizar



Guatemala 27 de julio de 2010.
Ref.EPS.DOC.875.07.10.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Antonio Barrera Urizar** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200413117**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ASENTAMIENTO LA PAZ, MUNICIPIO DE ESCUINTLA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA"**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



c.c. Archivo
JMC/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 27 de julio de 2010.
REF.EPS.D.551.07.2010

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


Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ASENTAMIENTO LA PAZ, MUNICIPIO DE ESCUINTLA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **José Antonio Barrera Urizar**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
11 de octubre de 2010

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ASENTAMIENTO LA PAZ, MUNICIPIO DE ESCUINTLA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Antonio Barrera Urizar, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

YO Y ENSEÑAD A TODOS

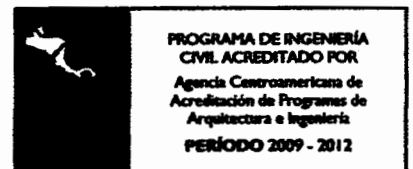
Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

Más de **130** Años de Trabajo Académico y Mejora Continua





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante José Antonio Barrera Urizar, titulado DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ASENTAMIENTO LA PAZ, MUNICIPIO DE ESCUINTLA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre de 2010

/bbdeb.

Más de 130^{Años} de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ASENTAMIENTO LA PAZ, MUNICIPIO DE ESCUINTLA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, presentado por el estudiante universitario **José Antonio Barrera Urizar**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 17 de noviembre de 2010

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la vida y bendecirme al alcanzar una meta más.
- Mis padres** José Antonio Barrera Túnchez (q.e.p.d.)
Edna Angélica Urizar Corzantes
Con amor y admiración, por ser mis pilares de valores, perseverancia y sueños.
- Mis hermanos** Edward; por los buenos momentos junto a vos y por aconsejarme.
Zury; por ser cómplice en las buenas y en las malas durante 23 años.
- Mi cuñada** Nancy; por sus buenos consejos, apoyo y palabras de aliento.
- Mis sobrinos** Hans, y Jose Javier; por recordarme el niño que todos llevamos dentro, los quiero.
- Mi ahijada y sobrina** Valeria; por siempre ser cariñosa y hacerme olvidar de mis preocupaciones, te quiero.

Mis abuelos	<p>Moises Urizar Cabrera Marta Eva Corzantes Escobar (q.e.p.d.) Por cuidar de mí.</p>
Mis tíos	<p>Alejandra Corzantes; por sus oraciones y cariño. Virmania Urizar; por su apoyo incondicional y cariño como una segunda madre. Alma Gómez; por su cariño, apoyo y buenos momentos juntos. Gildardo Gómez; por sus consejos y cariño.</p>
Mis primos	<p>Zoraida, Bere, Birmañita y Gil. Porque crecer junto a ustedes fue una bendición, gracias por sus oraciones y apoyo.</p>
Mis amigos	<p>Heber, Belcky, Karla C., Noe, Nayo, Ivan, Sharon, Adolfo, Karlita M., Jerany y Lucy. Por los buenos momentos compartidos en la Universidad y en el largo camino de la vida.</p>
Mi novia y amiga	<p>Mariela Barrios, por estar junto a mi y darme a conocer el amor.</p>
Mis catedráticos y amigos	<p>Inga. Dilma Mejicanos e Ing. Omar Medrano; por su apoyo, enseñanzas, aprecio y buenos momentos juntos.</p>
Facultad de Ingeniería -USAC-	<p>Por ser mi casa de estudios y formación profesional.</p>

AGRADECIMIENTOS A:

- Mis padres** Por apoyarme durante tantos años, y ayudarme a alcanzar éste triunfo tan anhelado.
- Mis hermanos** Por sus consejos, apoyo y amor incondicional.
- Ing. Juan Merck C.** Por su asesoría y toda la ayuda brindada ante las adversidades.
- Lucy Rosales** Por ser mi amiga y compañera durante el proceso de EPS en Escuintla.
- Arq. Juan Ernesto Cifuentes S.** Por su asesoría y apoyo incondicional brindado.
- Toda mi familia** Por su cariño y apoyo que siempre me han brindado.
- Mis amigos universitarios** Por compartir los buenos, malos y difíciles momentos que conlleva ésta carrera; especialmente a Karla Chavéz, Noemí Zacarias, Genaro Villeda y Heber De León.
- La OMP de Escuintla** Por su gran colaboración para la realización de mi EPS, especialmente a el Ing. Gabriel Urrutia, Abel Monterroso, Amarilis Zelada, Brenda y Pablo.

La Facultad de Ingeniería y la Universidad de San Carlos de Guatemala,
por hacerme todo un profesional y demostrarme su grandeza y humildad como
centro de estudios superiores.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Aspectos generales	1
1.1.1 Localización	1
1.1.2 Clima	2
1.1.3 Tipo de suelo	3
1.2 Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del asentamiento La Paz	6
1.2.1 Descripción de necesidades	6
1.2.2 Evaluación y priorización de necesidades	7
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario	9
2.1.1 Descripción general del proyecto	9
2.1.2 Levantamiento topográfico	10
2.1.2.1 Planimetría	10

2.1.2.2	Altimetría	10
2.1.3	Descripción del sistema por utilizar	11
2.1.4	Partes de un alcantarillado	12
2.1.4.1	Colector	12
2.1.4.2	Pozos de visita	12
2.1.4.3	Conexiones domiciliarias	14
2.1.5	Período de diseño	16
2.1.6	Población futura	17
2.1.7	Determinación de caudales	17
2.1.7.1	Población tributaria	18
2.1.7.2	Dotación	18
2.1.7.3	Factor de retorno al sistema	19
2.1.7.4	Caudal sanitario	19
2.1.7.4.1	Caudal domiciliar	19
2.1.7.4.2	Caudal industrial	21
2.1.7.4.3	Caudal comercial	22
2.1.7.4.4	Caudal por conexiones ilícitas	23
2.1.7.4.5	Caudal por infiltración	24
2.1.7.5	Caudal medio	25
2.1.7.6	Factor de caudal medio	26
2.1.7.7	Factor de Harmond	26
2.1.7.8	Caudal del diseño	27
2.1.8	Fundamentos hidráulicos	28
2.1.8.1	Ecuación de Manning para flujo de canales	29
2.1.8.2	Relaciones de diámetro y caudales	30
2.1.8.3	Relaciones hidráulicas	31
2.1.9	Parámetros de diseño hidráulico	31
2.1.9.1	Coefficiente de rugosidad	31
2.1.9.2	Sección llena y parcialmente llena	32

2.1.9.3	Velocidades máximas y mínimas	35
2.1.9.4	Diámetro del colector	35
2.1.9.5	Profundidad del colector	36
2.1.9.5.1	Profundidad mínima del colector	36
2.1.9.5.2	Ancho de zanja	37
2.1.9.5.3	Volumen de excavación	38
2.1.9.5.4	Cotas invert	39
2.1.10	Ubicación de pozos de visita	40
2.1.11	Profundidad de los pozos de visita	41
2.1.12	Características de las conexiones domiciliarias	44
2.1.13	Diseño hidráulico	45
2.1.14	Ejemplo de diseño de un tramo	47
2.1.15	Desfogue	54
2.1.15.1	Ubicación	54
2.1.15.2	Propuesta de tratamiento	55
2.1.15.2.1	Fosas sépticas	57
2.1.15.2.2	Diseño de fosas sépticas	58
2.1.15.2.2.1	Cálculo de las dimensiones	59
2.1.15.2.2.2	Cálculo del número de fosas	63
2.1.15.2.2.3	Diseño estructural de las fosas	64
2.1.15.2.2.3.1	Losa superior	65
2.1.15.2.2.3.2	Vigas de soporte	76
2.1.15.2.2.3.3	Muros	88
2.1.16	Administración, operación y mantenimiento	97
2.1.16.1	Técnicas de inspección	97
2.1.16.2	Técnicas de limpieza	99
2.1.17	Elaboración de planos	102

2.1.18	Elaboración de presupuesto	102
2.1.18.1	Desglose del proyecto por renglones de trabajo	102
2.1.18.2	Cuantificación de los renglones de trabajo	103
2.1.18.3	Precio unitario	103
2.1.18.3.1	Costo directo	103
2.1.18.3.2	Costo indirecto	104
2.1.18.4	Costo total por renglón	104
2.1.18.5	Costo total del proyecto	104
2.1.19	Evaluación socioeconómica	106
2.1.19.1	Valor presente neto	106
2.1.19.1.1	Ingresos	107
2.1.19.1.2	Egresos	108
2.1.19.2	Análisis costo/beneficio	111
2.1.20	Evaluación de impacto ambiental	113
2.2	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable	115
2.2.1	Descripción general del proyecto	115
2.2.2	Aforos, dotación y tipo de servicio	116
2.2.3	Tasa de crecimiento poblacional	117
2.2.4	Período de diseño, población futura	118
2.2.5	Factores de consumo y caudales	118
2.2.5.1	Factor de día máximo (<i>FDM</i>)	119
2.2.5.2	Factor de hora máximo (<i>FHM</i>)	119
2.2.5.3	Caudal medio diario	120
2.2.5.4	Caudal máximo diario	121
2.2.5.5	Caudal máximo horario	122
2.2.6	Calidad del agua y sus normas	122

2.2.6.1	Análisis físico-químico	123
2.2.6.2	Análisis bacteriológico	124
2.2.7	Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías	125
2.2.8	Presiones y velocidades	126
2.2.8.1	Presión estática	126
2.2.8.2	Presión dinámica	127
2.2.8.3	Velocidades	128
2.2.9	Levantamiento topográfico	129
2.2.9.1	Planimetría	129
2.2.9.2	Altimetría	129
2.2.10	Diseño hidráulico del sistema	130
2.2.10.1	Red de distribución	131
2.2.10.2	Ejemplo de diseño de un tramo	131
2.2.10.3	Conexiones domiciliarias	137
2.2.11	Propuesta de tarifa	138
2.2.11.1	Costo de operación	138
2.2.11.2	Costo de mantenimiento	139
2.2.11.3	Costo de tratamiento	140
2.2.11.4	Costo de administración	141
2.2.11.5	Costo de reserva	141
2.2.11.6	Cálculo de tarifa propuesta	141
2.2.12	Elaboración de planos	142
2.2.13	Elaboración de presupuesto	142
2.2.14	Evaluación socio-económica	144
2.2.14.1	Valor presente neto	144
2.2.14.1.1	Ingresos	144
2.2.14.1.2	Egresos	145
2.2.14.2	Análisis costo/beneficio	146
2.2.15	Evaluación de impacto ambiental	147

CONCLUSIONES	149
RECOMENDACIONES	151
BIBLIOGRAFÍA	153
APÉNDICE A (Libretas topográficas)	155
APÉNDICE B (Cálculos hidráulicos)	161
APÉNDICE C (Planos constructivos)	167
APÉNDICE D (Formatos de EAI)	213
APÉNDICE E (Análisis bacteriológico y físico-químico de agua)	229

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Mapa de localización	2
2	Mapa del departamento de Escuintla, mostrando la localización de los diferentes grupos de suelo	4
3	Pozo de visita	14
4	Conexión domiciliar	16
5	Sección parcialmente llena	33
6	Dimensiones del tanque (planta)	64
7	Dimensiones del muro (perfil)	65
8	Diagrama de momentos últimos	71
9	Diagrama de momentos balanceados	72
10	Planta de armado de losa	76
11	Área tributaria sobre vigas	77
12	Diagrama de fuerzas cortantes	86
13	Diagrama de fuerzas actuantes sobre el muro	89
14	Plano, planta de densidad de vivienda, alcantarillado	169
15	Plano, planta general de la red de distribución, alcantarillado	171
16	Plano, planta-perfil tramo A - B, alcantarillado	173
17	Plano, planta-perfil tramo C, B, D - E, alcantarillado	175
18	Plano, planta-perfil tramo F, G, D - H, alcantarillado	177
19	Plano, planta-perfil tramo I - J y tramo K, J - G, alcantarillado	179
20	Plano, planta-perfil tramo L, H - M, alcantarillado	181

21	Plano, planta-perfil tramo N, P - Q y tramo Ñ - P, alcantarillado	183
22	Plano, planta-perfil tramo Q - S, alcantarillado	185
23	Plano, planta-perfil tramo M, S - T y tramo R - Q, alcantarillado	187
24	Plano, planta-perfil tramo T - U, alcantarillado	189
25	Plano, detalles de fosa séptica, alcantarillado	191
26	Plano, detalles de pozos de visita, alcantarillado	193
27	Plano, conexión domiciliar, alcantarillado	195
28	Plano, planta de densidad de vivienda, abastecimiento	197
29	Plano, planta general de la red de distribución, abastecimiento	199
30	Plano, planta - perfil tramos: E0 - E3, E2 - E4, E1 - E6, Y E5 - E7, abastecimiento	201
31	Plano, planta - perfil tramos: E1 - E10, E9 - E12, Y E11 - E13, abastecimiento	203
32	Plano, planta - perfil tramos: E8 - E15, E14 - E22, Y E20 - E21, abastecimiento	205
33	Plano, planta - perfil tramos: E16 - E18, E17 - E19, Y E8 - E24, abastecimiento	207
34	Plano, planta - perfil tramo E23 - E25, abastecimiento	209
35	Plano, detalles de acometida y toma domiciliar, abastecimiento	211
36	Análisis físico-químico de agua	231
37	Análisis bacteriológico de agua	232

TABLAS

I	Posición fisiográfica, material madre y características del perfil de la serie Escuintla	5
II	Diámetros de pozo según diámetros de colector	13
III	Coefficientes de rugosidad	32
IV	Profundidad mínima del colector para tubería de concreto (cm)	37
V	Profundidad mínima del colector para tubería de PVC (cm)	37
VI	Anchos de zanja	38
VII	Bases generales de diseño, alcantarillado sanitario	46
VIII	Métodos de limpieza para alcantarillado sanitario	100
IX	Presupuesto proyecto de alcantarillado sanitario	105
X	Bases generales de diseño, abastecimiento de agua potable	130
XI	Resumen de cálculos hidráulicos, abastecimiento de agua potable	137
XII	Presupuesto proyecto de abastecimiento de agua potable	143
XIII	Libreta topográfica, alcantarillado sanitario	157
XIV	Libreta topográfica, abastecimiento de agua potable	159
XV	Cálculos hidráulicos, alcantarillado sanitario	163
XVI	Cálculos hidráulicos, abastecimiento de agua potable	165

LISTA DE SÍMBOLOS

"	Pulgada
°	Grados
Ø	Diámetro
γ	Peso específico
ρ_b	Cuantía balanceada de acero
ρ_{pob}	Densidad de población
ℓ	Litro
f'_c	Resistencia a la compresión del concreto
f_y	Resistencia a la tensión del acero
ACI	American Concrete Institute
ASTM	American Society for Testing Materials
C	Coefficiente de rugosidad
cm	Centímetro
CM	Carga Muerta
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas
CU	Carga Última
CV	Carga Viva
Dot	Dotación
FDM	Factor de día máximo
FH	Factor de Harmond
FHM	Factor de hora máxima
h	Hora
hab	Habitante
hf	Pérdida de carga

INFOM	Instituto de Fomento Municipal
kg	Kilógramo
km	Kilómetro
m	Metro
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
mca	Metro columna de agua
mm	Milímetro
n	Período de diseño
NGO	Norma Guatemalteca Obligatoria
OMP	Oficina Municipal de Planificación
plg	Pulgada
psi	Libra sobre pulgada cuadrada
PVC	Polyvinyl Chloride (Cloruro de polivinilo)
Q	Caudal
Q_{MD}	Caudal máximo diario
Q_{MH}	Caudal máximo horario
q_s	Valor soporte del suelo
r	Recubrimiento
s	Segundo
SC	Sobrecarga
Ton	Tonelada
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales
var	Varilla de acero
viv	Vivienda

GLOSARIO

Accesorios	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como; codos, niples, coplas, tees, válvulas, etc.
Acueducto	Serie de conductos, a través de los cuales se traslada agua de un punto hacia otro.
Aeróbico	Condición en la cual hay presencia de oxígeno.
Aforo	Operación que consiste en medir el caudal de una fuente.
Agua potable	Es aquella sanitariamente segura, además de ser inodora, incolora y agradable a los sentidos.
Aguas residuales	Son los desperdicios líquidos y sólidos transportados por agua procedentes de viviendas, establecimientos industriales y comerciales.
Anaeróbico	Condición en la cual no se encuentra la presencia del oxígeno.
Área	Espacio superficial de terreno comprendido entre ciertos límites.

Azimut	Ángulo horizontal referido a un norte magnético o arbitrario, su rango va desde 0° a 360°.
Bases de diseño	Son las bases técnicas adaptadas para el diseño del proyecto.
Biota	Conjunto de la fauna y la flora de una región.
Candela	Estructura que recibe las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce éstas mismas, al colector principal del sistema de alcantarillado sanitario.
Carga dinámica	Es la suma de las cargas de velocidad ($V^2/2g$) y de presión.
Carga estática	Es la diferencia de alturas que existe entre la superficie libre de una fuente de abastecimiento y un punto determinado del acueducto. Viene expresada en metros columna de agua.
Caudal	Es el volumen de agua que transita por unidad de tiempo, en un determinado punto de observación, en un instante dado.
Censo	Es el resultado de la información de campo sobre la cantidad de población o riqueza de una comunidad, en un período de tiempo determinado. La cual brinda y facilita una descripción de los cambios que ocurren con el paso del tiempo.

Colector	Conjunto de tuberías y accesorias que se utilizarán para la descarga de las aguas servidas o aguas de lluvia.
Compactación del suelo	Procedimiento que consiste en aplicar energía al suelo suelto para consolidarlo y eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y, en consecuencia, su capacidad para soporte de cargas.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda, hasta la candela.
Cota de terreno	Altura de terreno, desde una referencia de nivel determinada.
Cota Invert	Alturas o cota desde la parte inferior-interna de una tubería hasta la cota de terreno.
Desfogue	Salida del agua de desecho a un punto final y determinado.
Desinfección	Eliminación de bacterias patógenas que existen en el agua mediante procesos químicos.
Dotación	Es la cantidad de agua necesaria por día para consumo de una persona.
Especificaciones	Son normas generales y técnicas de construcción con disposiciones especiales o cualquier otro documento que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.

Nivelación	Procedimiento de campo que se realiza para determinar las elevaciones en puntos determinados, de acuerdo a un punto de referencia.
Pérdida de carga	Descendencia de presión dentro de la tubería, por motivo de la fricción.
Perfil	Sección de una determinada superficie terrestre representada en un plano vertical.
Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, o diámetro del colector; y para iniciar un tramo de tubería.
Tirante	Altura de las aguas residuales o pluviales dentro de una tubería o un canal abierto.
Topografía	Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales.
Tramo	Es el comprendido entre los centros de dos pozos de visita consecutivos.
Tramo inicial	Primer tramo a diseñar o construir en un drenaje.

RESUMEN

Este trabajo de graduación contiene los diseños de los sistemas de alcantarillado sanitario y abastecimiento de agua potable del asentamiento La Paz, del municipio de Escuintla. Con el fin de dar soluciones a dos problemas primordiales que afectan el desarrollo de la población, de acuerdo con una evaluación y priorización de necesidades.

El informe se encuentra dividido en dos fases, la fase de investigación y la de servicio técnico profesional. La primera, presenta un diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura del lugar; la segunda, presenta las bases técnicas y los parámetros considerados en el diseño, mediciones topográficas, presupuestos, y las evaluaciones socio-económicas y de impacto ambiental.

El proyecto de alcantarillado sanitario cuenta con 1 081,46 metros de longitud, 35 pozos de visita, 167 conexiones domiciliarias y la propuesta de un tratamiento primario por medio de fosas sépticas. Beneficiando a 167 viviendas actuales, con un período de diseño de 30 años, así mismo, fue diseñado con una población por saturación.

El proyecto de abastecimiento de agua potable es un sistema por gravedad, diseñado con una población por saturación; beneficiando a 173 viviendas actuales, con un período de diseño de 21 años. Cuenta con 1 092,75 metros de longitud de red de distribución y 173 conexiones domiciliarias, prestando un servicio de tipo domiciliario. El proyecto no cuenta con tanque de almacenamiento, ni sistema de desinfección, debido a que el líquido será tomado de la red existente del municipio de Escuintla.

Finalmente, el trabajo de graduación contiene los planos constructivos correspondientes a los diseños, los resultados de los análisis de laboratorio, y los cálculos hidráulicos. Todos los anteriores son presentados en los anexos del informe.

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar los sistemas de alcantarillado sanitario y abastecimiento de agua potable, para el asentamiento La Paz, municipio de Escuintla, departamento de Escuintla.

ESPECÍFICOS

1. Realizar un diagnóstico sobre necesidades de infraestructura y servicios básicos del asentamiento La Paz, municipio de Escuintla, departamento de Escuintla.
2. Capacitar a los miembros del COCODE del asentamiento La Paz, sobre aspectos de operación y mantenimiento del alcantarillado sanitario y el sistema de agua potable.

CONTENTS

Introduction	1
1. The Problem	1
2. The Method	1
3. The Results	1
4. The Discussion	1
5. The Conclusion	1
6. The Acknowledgments	1
7. The References	1
8. The Appendix	1
9. The Bibliography	1
10. The Index	1
11. The Glossary	1
12. The List of Figures	1
13. The List of Tables	1
14. The List of Equations	1
15. The List of Symbols	1
16. The List of Abbreviations	1
17. The List of Acronyms	1
18. The List of Initials	1
19. The List of Roman Numerals	1
20. The List of Greek Letters	1
21. The List of Chemical Symbols	1
22. The List of Mathematical Symbols	1
23. The List of Physical Symbols	1
24. The List of Biological Symbols	1
25. The List of Astronomical Symbols	1
26. The List of Musical Symbols	1
27. The List of Geographical Symbols	1
28. The List of Historical Symbols	1
29. The List of Literary Symbols	1
30. The List of Religious Symbols	1
31. The List of Political Symbols	1
32. The List of Social Symbols	1
33. The List of Economic Symbols	1
34. The List of Environmental Symbols	1
35. The List of Technological Symbols	1
36. The List of Scientific Symbols	1
37. The List of Medical Symbols	1
38. The List of Legal Symbols	1
39. The List of Educational Symbols	1
40. The List of Cultural Symbols	1
41. The List of Artistic Symbols	1
42. The List of Sports Symbols	1
43. The List of Entertainment Symbols	1
44. The List of Fashion Symbols	1
45. The List of Food Symbols	1
46. The List of Drink Symbols	1
47. The List of Travel Symbols	1
48. The List of Communication Symbols	1
49. The List of Information Symbols	1
50. The List of Energy Symbols	1
51. The List of Power Symbols	1
52. The List of Force Symbols	1
53. The List of Motion Symbols	1
54. The List of Time Symbols	1
55. The List of Space Symbols	1
56. The List of Matter Symbols	1
57. The List of Energy Symbols	1
58. The List of Power Symbols	1
59. The List of Force Symbols	1
60. The List of Motion Symbols	1
61. The List of Time Symbols	1
62. The List of Space Symbols	1
63. The List of Matter Symbols	1
64. The List of Energy Symbols	1
65. The List of Power Symbols	1
66. The List of Force Symbols	1
67. The List of Motion Symbols	1
68. The List of Time Symbols	1
69. The List of Space Symbols	1
70. The List of Matter Symbols	1
71. The List of Energy Symbols	1
72. The List of Power Symbols	1
73. The List of Force Symbols	1
74. The List of Motion Symbols	1
75. The List of Time Symbols	1
76. The List of Space Symbols	1
77. The List of Matter Symbols	1
78. The List of Energy Symbols	1
79. The List of Power Symbols	1
80. The List of Force Symbols	1
81. The List of Motion Symbols	1
82. The List of Time Symbols	1
83. The List of Space Symbols	1
84. The List of Matter Symbols	1
85. The List of Energy Symbols	1
86. The List of Power Symbols	1
87. The List of Force Symbols	1
88. The List of Motion Symbols	1
89. The List of Time Symbols	1
90. The List of Space Symbols	1
91. The List of Matter Symbols	1
92. The List of Energy Symbols	1
93. The List of Power Symbols	1
94. The List of Force Symbols	1
95. The List of Motion Symbols	1
96. The List of Time Symbols	1
97. The List of Space Symbols	1
98. The List of Matter Symbols	1
99. The List of Energy Symbols	1
100. The List of Power Symbols	1

INTRODUCCIÓN

Guatemala cuenta con un 51,0% de población en condiciones de pobreza, de los cuales un 15,2% se encuentra en extrema pobreza. Muchas de estas personas, viven en comunidades que no cuentan con servicios básicos e infraestructura necesaria para desarrollar y alcanzar niveles aceptables de salubridad; siendo en la mayoría de los casos, áreas rurales (con un 72% de pobreza), también hay ciertas áreas urbanas considerables (con un 28% de pobreza), que tampoco cuentan con los servicios e infraestructura necesarios.

Es de gran importancia que una comunidad cuente con un sistema de abastecimiento de agua potable, debido a la introducción del elemento vital como vía de desarrollo individual y colectivo. La falta de éste servicio provoca problemas en la salud de los habitantes, así como, la desesperada necesidad de conseguir el líquido.

Ligado a la necesidad de contar con un sistema de abastecimiento de agua potable, se encuentra la necesidad de tener una adecuada evacuación de las aguas servidas, con el fin de desaparecer todos los focos parasitarios que provocan enfermedades, y así, obtener la apariencia estética que una comunidad en desarrollo necesita; provocando el menor daño posible al medio ambiente, por medio del saneamiento básico.

Es por estas razones, que este trabajo de graduación está orientado a plantear una solución a necesidades de servicios básicos y saneamiento (alcantarillado sanitario y sistema de agua potable) para el asentamiento La Paz, municipio de Escuintla, departamento de Escuintla; seleccionados con base en una evaluación y priorización de necesidades, y presentados a continuación en el siguiente trabajo de graduación.

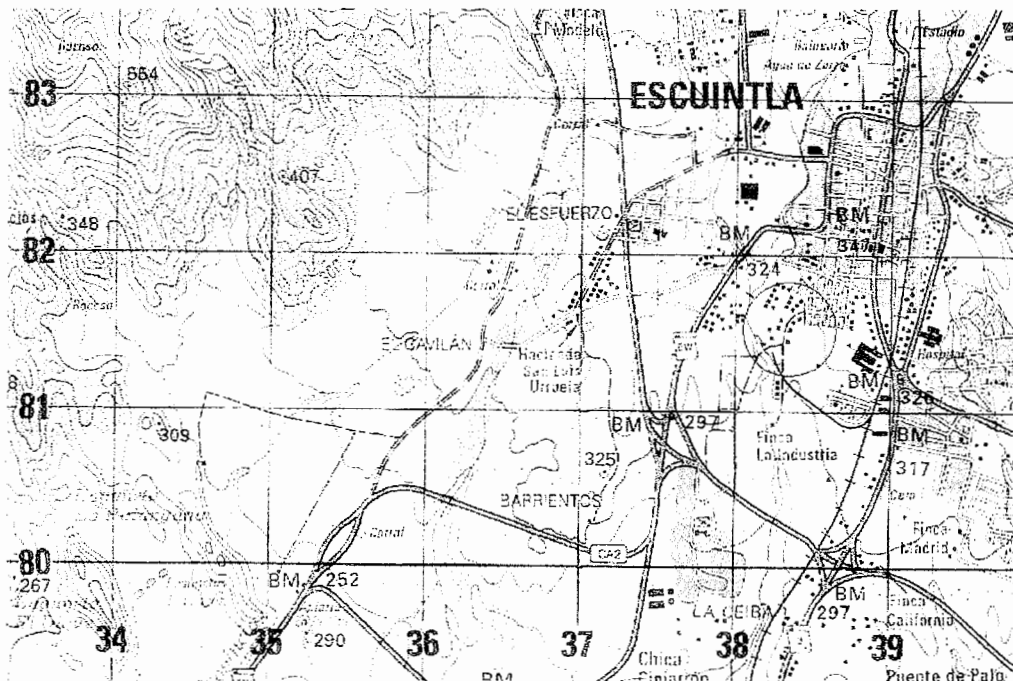
1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Aspectos generales

1.1.1 Localización

De acuerdo con la hoja 2 058 IV de la República de Guatemala, a escala 1:50 000, obtenida por medio del Instituto Geográfico Nacional -IGN-, el asentamiento La Paz se encuentra localizado entre las coordenadas cartesianas siguientes: para el eje "x", entre 738 000 m y 739 000 m; y para el eje "y", entre 1 581 000 m y 1 582 000 m. Sector que se encierra en el círculo.

Figura 1. Mapa de localización



1.1.2 Clima

Según el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología -INSIVUMEH-, el municipio de Escuintla tiene un clima cálido - tropical, y debido a sus altos porcentajes de humedad, origina hermosas selvas tupidas del tipo trópico. La temperatura media oscila alrededor de los 25 grados centígrados.

1.1.3 Tipo de suelo

El tipo de suelo se determinará de acuerdo con la investigación realizada por Charles Simmons, José Tarano y Humberto Pinto; publicado por el Instituto Agropecuario Nacional -IAN-, el Servicio Cooperativo Inter-Americano de Agricultura -SCIDA- y el Ministerio de Agricultura en 1959, titulado "Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala".

Según dicha clasificación, el suelo del municipio de Escuintla (al cual pertenece el asentamiento La Paz) se encuentra entre los *Suelos del Declive del Pacífico*, el cual, constituye menos de una tercera parte del área del departamento de Escuintla. Esta sección está caracterizada por sus pendientes inclinadas en la parte superior, y suaves en las partes inferior y baja.

Los Suelos del Declive del Pacífico se dividen en seis grupos, seguidamente, se subdividen en 28 series de suelo. Por lo tanto el municipio de Escuintla se encuentra clasificado entre el grupo *IE "Suelos profundos sobre materiales volcánicos mezclados"*, y en la serie denominada *Escuintla*; con un área de 12 426 hectáreas, que representa 2,83% de los suelos del declive del Pacífico. Lo anterior se puede apreciar ligeramente en la siguiente figura.

Figura 2. Mapa del departamento de Escuintla, mostrando la localización de los diferentes grupos de suelo

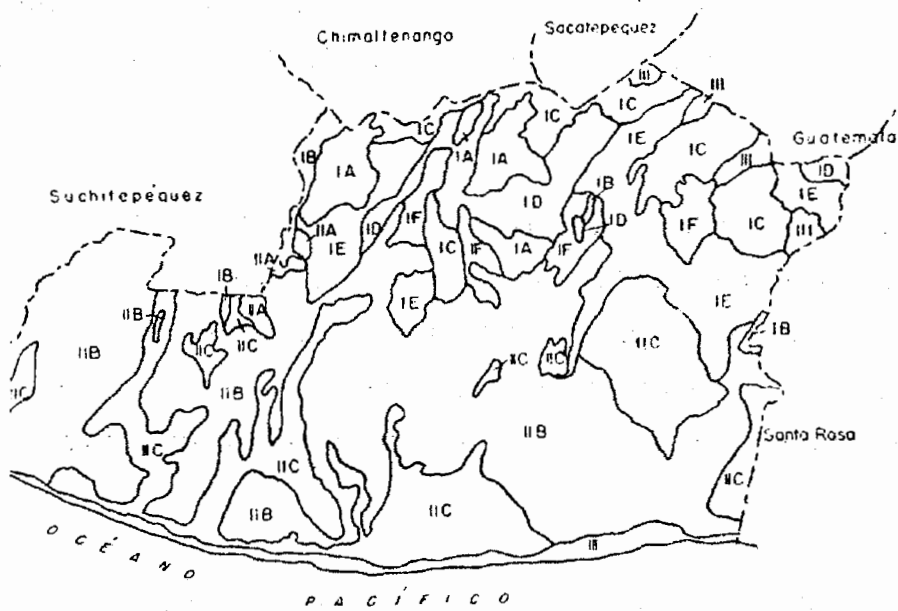


Tabla I. Posición fisiográfica, material madre y características del perfil de la serie *Escuintla*

Serie		Escuintla
Símbolo		Es
Material madre		Lahar pedregoso
Relieve		Suavemente inclinado a inclinado
Drenaje interno		Moderado
Suelo superficial	Color	Café muy oscuro
	Textura y consistencia	Franca; friable
	Espesor aproximado	40 – 50 cm
Subsuelo	Color	Café amarillento a café rojizo
	Consistencia	Friable
	Textura	Franco arcillosa
	Espesor aproximado	50 – 60 cm

Los suelos *Escuintla* son profundos, bien drenados; se han desarrollado sobre lodo volcánico (lahar) o en toba en un clima cálido, húmedo-seco. Ocupan pendientes poco inclinadas (en muchos lugares menos del 10%); y están desarrollados sobre materiales máficos y flujo lodoso.

1.2 Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del asentamiento La Paz

1.2.1 Descripción de necesidades

Por medio de encuestas realizadas a la población y entrevistas con los integrantes del COCODE del asentamiento, se determinan las siguientes necesidades:

- **Sistema de alcantarillado sanitario:** la carencia de un sistema apropiado, para la disposición de aguas servidas, crea alteraciones en la salud de los habitantes y otros problemas.
- **Pavimentación de callejones y calle principal:** debido a la inexistencia del mismo, la población se ve en problemas durante la época de invierno, provocando grandes flujos de agua pluvial, movimiento de piedras y erosión del suelo.
- **Sistema de abastecimiento de agua potable:** actualmente no cuentan con un sistema adecuado, eficiente y capaz de satisfacer las necesidades de toda la comunidad. Actualmente poseen un sistema de *llenacántaros*, ubicados en distintos puntos del asentamiento.

- **Salón comunal:** la población se ve afectada por la falta de un lugar apropiado, para el montaje de actividades socioculturales, entre ellas las reuniones realizadas por el COCODE.
- **Sistema de alcantarillado pluvial:** el asentamiento está rodeado en la parte oeste, por una quebrada, donde circula agua pluvial y aguas negras, el cual sirve también como basurero, provocando enfermedades de todo tipo.

1.2.2 Evaluación y priorización de necesidades

Considerando los criterios que la alcaldía municipal externó, así como de los miembros del comité, se definió el orden de prioridad para cada necesidad planteada.

1. Diseño y construcción del sistema de alcantarillado sanitario.
2. Diseño y construcción del sistema de abastecimiento de agua potable.
3. Diseño y construcción del sistema de alcantarillado pluvial.
4. Diseño y construcción de la pavimentación de los callejones y de la calle principal.
5. Diseño y construcción del salón comunal.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario

2.1.1 Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en una red de alcantarillado sanitario, el cual será diseñado según normas de diseño del INFOM. El diseño está calculado para un período de 30 años, tomando en cuenta una dotación diaria de 150 ℓ/hab/día, con un factor de retorno de 0,80. La cantidad actual de viviendas a servir es de 167, con una densidad poblacional de 6 habitantes por vivienda.

Es muy importante hacer énfasis en que el diseño está realizado con una población por saturación, y no por el método común de población actual y futura.

El sistema de alcantarillado sanitario está integrado de la siguiente manera; posee una longitud total de 1 081,46m, 35 pozos de visita de diversas profundidades, 167 conexiones domiciliarias, y la propuesta de un tratamiento primario.

2.1.2 Levantamiento topográfico

2.1.2.1 Planimetría

El levantamiento planimétrico sirve para localizar la red dentro de la urbanización, ubicar los pozos de visita y en general; ubicar todos aquellos puntos de importancia para obtener mejores referencias. Para el levantamiento planimétrico, se utilizan diferentes métodos, para este proyecto se aplicó el de conservación de azimut.

El equipo utilizado fue un teodolito Wild modelo T-16 (sexagesimal), un estadal de 4 m, 2 plomadas, una cinta métrica de 30 m, estacas, martillo, y un marcador color rojo.

2.1.2.2 Altimetría

El levantamiento altimétrico que se realizó en este caso, fue de primer orden; por tratarse de un proyecto de drenajes, donde la precisión de los datos es muy importante. La medición de altimetría sirve para conocer los cambios de alturas existentes entre cada pozo de visita, y en general para conocer que tan accidentado se encuentra el terreno.

El equipo utilizado fue un nivel de precisión Wild modelo NAK-2, un estadal de 4 m y una cinta métrica de 30 m.

Teniendo los datos de planimetría y altimetría, se procedió al trazo de la planta de las calles y de la red general de distribución, así como los perfiles de tramo a tramo, obteniendo así una representación gráfica de las elevaciones, pendientes y distancias que existen en el lugar.

2.1.3 Descripción del sistema por utilizar

De acuerdo con su finalidad existen tres tipos de alcantarillado. La selección de uno de estos sistemas dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos como funcionales, pero quizás el más importante es el económico.

- a) **Alcantarillado sanitario:** recoge las aguas servidas domiciliarias, como; baños, cocinas, lavados y servicios; las de residuos comerciales, como; restaurantes y lavados de carros; las de residuos industriales e infiltración.
- b) **Alcantarillado pluvial:** recoge únicamente las aguas de lluvia que concurren al sistema.

- c) Alcantarillado combinado: posee los caudales antes mencionados (sanitario y pluvial).

En este caso específico se diseñará un sistema de alcantarillado sanitario, porque sólo se recolectarán aguas servidas domiciliarias.

2.1.4 Partes de un alcantarillado

2.1.4.1 Colector

Es el conducto principal, se ubica generalmente en el centro de las calles. Transporta todas las aguas servidas provenientes de las edificaciones hasta su dispositivo final, ya sea hacia una planta de tratamiento, o a un cuerpo receptor. Generalmente son secciones circulares, de diámetros determinados en el diseño, de PVC o concreto. El trayecto, comúnmente obligatorio, es subterráneo. Para el presente diseño se utilizó tubería de PVC, la cual cumple con las especificaciones de la norma ASTM – 3 034.

2.1.4.2 Pozos de visita

Son dispositivos que permiten verificar el buen funcionamiento de la red del colector. Permite efectuar operaciones de limpieza y mantenimiento, accediendo a conectar distintos ramales de un sistema o iniciar un ramal.

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

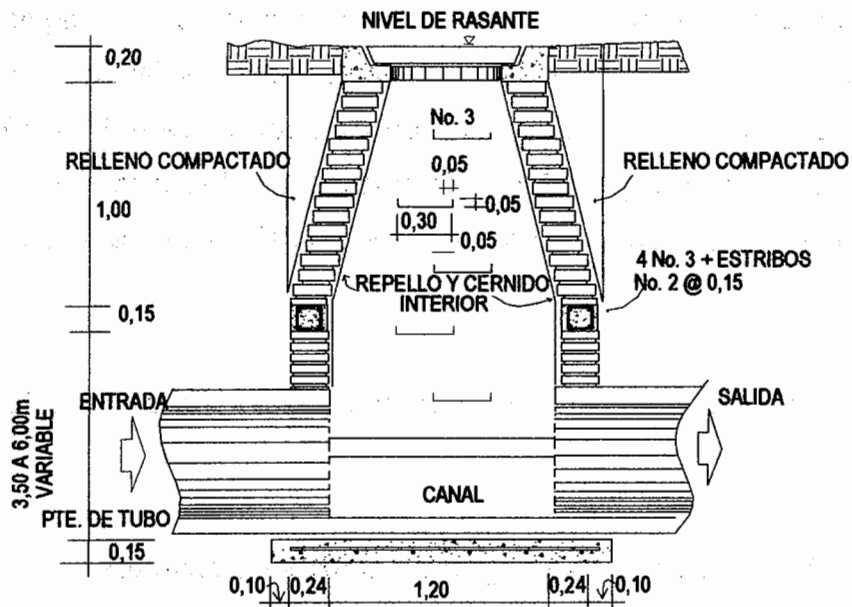
Su diámetro dependerá del diámetro del colector, de la siguiente manera:

Tabla II. Diámetros de pozo según diámetros de colector

Diámetro de pozo (m)	Diámetro de colector (plg)
1,20	$\emptyset_{COL} \leq 24$
1,50	$30 \leq \emptyset_{COL} \leq 42$
2,00	$48 \leq \emptyset_{COL} \leq 80$

De tal modo que 1,20 m es el diámetro mínimo. Generalmente son construidos de ladrillo o cualquier otro material que proporcione impermeabilidad y durabilidad dentro del período de diseño; sin embargo, las limitantes del lugar pueden ser una variable para su construcción, observándose diseños desde tubos de concreto de 32" hasta pozos fundidos de concreto ciclópeo.

Figura 3. Pozo de visita



2.1.4.3 Conexiones domiciliarias

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

a) Caja o candela

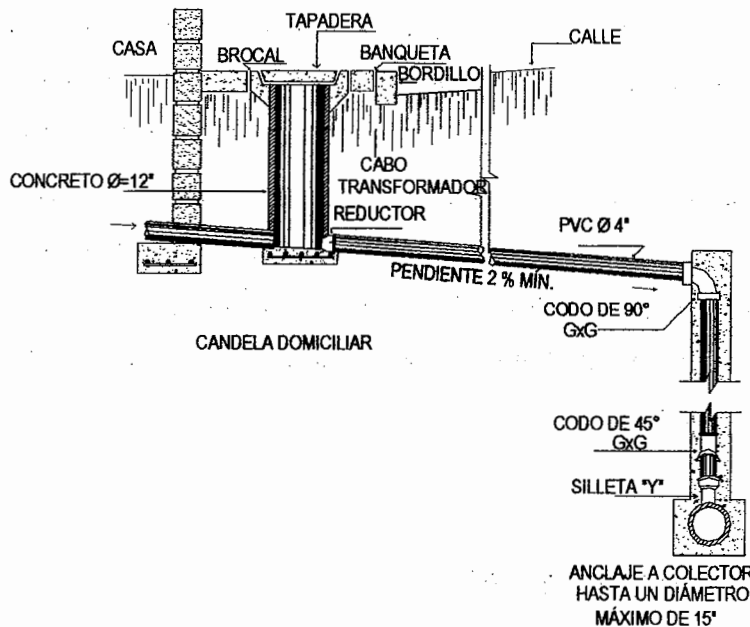
Es una estructura que permite la recolección de las aguas provenientes del interior de las edificaciones. Pueden construirse de diferentes formas, tales como: un tubo de concreto vertical no menor de 12" de diámetro, una caja de mampostería de lado no menor de 45 cm, impermeabilizado por dentro. Debe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

b) Tubería secundaria

Es la tubería que permite la conexión de la candela domiciliar con el colector principal, conduciendo las aguas residuales que la candela recibe del interior de las viviendas. Deberá utilizarse tubo PVC de 4", con pendiente mínima de 2% para evacuar adecuadamente las aguas residuales, considerando las profundidades de instalación.

Las conexiones con el colector principal se harán en el medio diámetro superior, a un ángulo de 45° aguas abajo.

Figura 4. Conexión domiciliar



2.1.5 Período de diseño

Es importante recordar que cuando se diseña una red de alcantarillado sanitario, se debe determinar el tiempo, en el cual el proyecto prestará eficazmente el servicio, pudiendo proyectarlo para realizar su función en un período de 20 a 40 años, a partir de la fecha que se realice el diseño, y tomando en cuenta las limitaciones económicas y la vida útil de los materiales, lo cual se puede determinar por normas del INFOM.

Para el diseño de la red de alcantarillado sanitario se tomó un período de 30 años, sabiendo que la obtención del financiamiento para la ejecución del proyecto se encuentra ya en proceso.

2.1.6 Población futura

El diseño de una red de alcantarillado sanitario, se debe adecuar a un funcionamiento eficaz, durante un período de diseño, realizando una proyección de la población futura que determinará el aporte de caudales al sistema, al final del período de diseño.

Como se mencionó con anterioridad, el proyecto está realizado con el método de población por saturación, debido a que no existe espacio físico para expansión de la población. Por lo tanto se utiliza la población actual como población por saturación.

2.1.7 Determinación de caudales

Para determinar el caudal o flujo de aguas negras del colector principal, se realizan diferentes cálculos de caudales y se aplican diferentes factores, como la dotación, la estimación de conexiones ilícitas, el caudal domiciliario, el caudal de infiltración, el caudal comercial y, principalmente, las condiciones socioeconómicas de los pobladores del lugar, para determinar el factor de retorno del sistema.

2.1.7.1 Población tributaria

En sistemas de alcantarillados sanitarios y combinados, la población que tributaría caudales al sistema, se calcula con los métodos de estimación de población futura, generalmente empleados en Ingeniería Sanitaria. La población tributaria por saturación de cada vivienda, se calcula con base al número de habitantes dividido entre el número total de casas a servir.

$$\textit{Habitantes por vivienda} = \frac{\textit{Número de habitantes}}{\textit{Número de viviendas}}$$

$$\textit{Habitantes por vivienda} = \frac{912}{167} = 5,46 \approx 6 \textit{ hab/viv}$$

2.1.7.2 Dotación

Los factores que se consideran en la dotación son: clima, nivel de vida, condiciones socioeconómicas, actividad productiva, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad del agua, medición, administración del sistema y presión del mismo.

Se aplicó la dotación de 150 l/hab/día, que la municipalidad tiene asignada al lugar, para diseñar este proyecto.

2.1.7.3 Factor de retorno al sistema

En las viviendas, el agua tiene diferentes usos. Todos esos usos han sido cuantificados por diferentes instituciones, como la Asociación Guatemalteca de Ingenieros Sanitarios y Ambientales, y la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos -ERIS-, las que han establecido datos en lo referente a factores de consumo de agua como: lavado de utensilios, baños, preparación de alimentos, lavado de ropa, bebidas, que se dirige directamente al sistema de alcantarillado.

Gracias a esto, se ha podido estimar que, del total de agua que se consume dentro de las viviendas, aproximadamente de un setenta a un noventa por ciento (70% – 90%) se descarga al drenaje, lo cual constituye el caudal domiciliar. En este proyecto se utilizará un valor de 80%, debido a las costumbres existentes entre los pobladores.

2.1.7.4 Caudal sanitario

2.1.7.4.1 Caudal domiciliar

Es la cantidad de agua que se desecha de las viviendas por consumo interno, hacia el colector principal, está relacionada directamente con el suministro de agua potable en cada hogar.

El agua utilizada en jardines, lavado de banquetas, lavado de vehículos, etcétera, no es introducida al sistema de alcantarillado, de tal manera que el valor del caudal domiciliar está afectando por un factor de retorno de 0,80 para el presente proyecto, como se mencionó anteriormente, quedando el caudal total, integrado a la siguiente manera:

$$Q_{dom} = \frac{Dot * FR * Hab}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{dom} = Caudal domiciliar (ℓ/s)

Hab = Número de habitantes por saturación

Dot = Dotación (ℓ/hab/día)

FR = Factor de Retorno

Sustituyendo valores:

$$Q_{dom} = \frac{150 \text{ ℓ/hab/día}(0,80)(912 \text{ hab})}{86\ 400 \text{ s/día}} = 1,27 \text{ ℓ/s}$$

2.1.7.4.2 Caudal industrial

Es el agua proveniente del interior de todas las industrias existentes en el lugar, como procesadoras de alimentos, fabricas de textiles, licoreras, ingenios, etc. Si no se cuenta con un dato de dotación de agua suministrada, se puede estimar entre 1 000 y 18 000 ℓ /industria/día, el cual dependerá del tipo de industria. La ecuación que determina el caudal industrial es la siguiente:

$$Q_{ind} = \frac{No. Ind * Dot}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{ind} = Caudal industrial (ℓ/s)

$No. Ind$ = Número de industrias en el área a servir

Dot = Dotación industrial para dicho sector ($\ell/ind/día$)

Dado que el asentamiento carece de industria, el valor del caudal industrial se contempla como nulo, por lo tanto:

$$Q_{ind} = 0$$

2.1.7.4.3 Caudal comercial

Conformado por las aguas negras resultantes de las actividades de los comercios, comedores, restaurantes, hoteles. La dotación comercial varía según el establecimiento que se considere, y puede estimarse entre 600 a 3 000 l/comercio/día. La ecuación que determina el caudal comercial es la siguiente:

$$Q_{com} = \frac{No. Com * Dot}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{com} = Caudal Comercial (l/s)

$No. Com$ = Número de comercios en el área a servir

Dot = Dotación comercial para dicho sector (l/com/día)

Como el asentamiento carece de comercios, el valor del caudal comercial se contempla como nulo, por lo tanto:

$$Q_{com} = 0$$

2.1.7.4.4 Caudal por conexiones ilícitas

Es la cantidad de agua de lluvia que se conduce al drenaje, proveniente principalmente porque algunos usuarios, conectan las bajadas de aguas pluviales al sistema.

Este caudal daña el sistema, por lo que debe evitarse para no causar posible destrucción del drenaje. Una de las formas de calcularlo es; en función del área de techos y patios, de su permeabilidad, y de la intensidad de lluvia. Lo cual es con la siguiente fórmula:

$$Q_{ilic} = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q_{ilic} = Caudal por conexiones ilícitas (m^3/s)

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de lluvia (mm/h)

A = Área tributaria (Ha)

El coeficiente de escorrentía dependerá de la superficie en cuestión, y claro está que para un área con un diferente factor de escorrentía, habrá un diferente caudal. Una segunda forma de calcular el caudal por conexiones ilícitas es, como un porcentaje de la precipitación.

Y finalmente una tercera forma es como un porcentaje del caudal domiciliar, método dado por el INFOM, el cual especifica que se tomará el 10% del caudal domiciliar, sin embargo en áreas donde no hay drenaje pluvial se podrá utilizar un valor más alto. Para realizar este diseño se utilizará dicho método, con un valor de 20%, quedando el caudal por conexiones ilícitas integrado de la siguiente manera:

$$Q_{ilic} = 20\% * Q_{dom} = 0,20(1,27 \text{ l/s}) = 0,25 \text{ l/s}$$

2.1.7.4.5 Caudal por infiltración

Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, el cual dependerá del nivel freático del agua, de la profundidad, tipo de tubería, de la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas, la calidad de mano de obra y la supervisión técnica.

Puede calcularse de dos formas: en litros por hectárea o en litros diarios por kilómetro de tubería; se incluye la longitud de la tubería de las conexiones domiciliarias, que estima un valor de 6 m por cada vivienda, cuya dotación de infiltración varía entre 12 000 y 18 000 l/km/día. La ecuación que determina el caudal por infiltración es la siguiente:

$$Q_{inf} = \frac{L + No.Viv*0,006}{86\ 400} * Dot$$

Donde:

Q_{inf} = Caudal por infiltración

L = Longitud total del colector

No. Viv = Número de viviendas a servir

Dot = Dotación de infiltración

Para este diseño se tomará un valor nulo, ya que en el mismo se utilizará tubería de PVC con juntas, y estos no permiten infiltración de agua. Por lo tanto:

$$Q_{inf} = 0$$

2.1.7.5 Caudal medio

Es la suma de todos los caudales provenientes de las industrias, comercios, viviendas, conexiones ilícitas y por infiltración, descartando todo aquel caudal que, dada la situación o propiedades de la red, no contribuya al sistema; se obtiene su valor de la siguiente ecuación:

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{ind} + Q_{com} + Q_{ilic} + Q_{inf}$$

$$Q_{med} = 1,27 \text{ l/s} + 0 + 0 + 0,25 \text{ l/s} + 0 = 1,52 \text{ l/s}$$

2.1.7.6 Factor de caudal medio

Este factor regula la aportación del caudal en la tubería. Se considera como la suma de los caudales; doméstico, de infiltración, por conexión ilícita, comercial e industrial (caudal medio), dividido entre el número de habitantes. Este factor según el INFOM debe estar entre los rangos de 0,002 a 0,005. Si da un valor menor se tomará 0,002, y si fuera mayor se tomará 0,005.

Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Fq_m = \frac{Q_{med}}{No. habitantes} = \frac{1,52 \text{ l/s}}{912 \text{ hab}} \approx 0,002 \text{ l/s/hab}$$

Este factor de caudal medio, se utilizará para todos los tramos.

2.1.7.7 Factor de Harmond

Conocido también como factor de flujo instantáneo, es el factor que se encarga de regular un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico, determinando la probabilidad del número de usuario que estará haciendo uso del servicio o la probabilidad que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas se estén usando simultáneamente. Su cálculo se determina mediante la fórmula de Harmond:

$$FH = 1 + \frac{14}{4 * \sqrt{\frac{P}{1000}}} = 1 + \frac{14}{4 * \sqrt{\frac{912}{1000}}} = 4,66$$

Donde: $P/1000$ es la población por saturación, expresada en miles.

Al igual que el factor de caudal medio, el valor del factor de Harmond, será utilizado para todos los tramos y es adimensional.

2.1.7.8 Caudal de diseño

También es conocido como caudal máximo, y es el que se determina para establecer, qué cantidad de caudal puede transportar el sistema en cualquier punto en todo el recorrido de la red, siendo este el que establecerá las condiciones hidráulicas sobre las que se realizará el diseño del alcantarillado.

Debe calcularse para cada tramo del sistema, calculado con la siguiente ecuación:

$$q_{diseño} = No.Hab * Fq_m * FH$$

Donde:

$q_{\text{diseño}}$ = Caudal de diseño (ℓ/s)

Fq_m = Factor de caudal medio (ℓ/s/hab)

FH = Factor de Harmond

$No.Hab$ = Número de habitantes contribuyentes al tramo

2.1.8 Fundamentos hidráulicos

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

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

2.1.8.1 Ecuación de Manning para flujo en canales

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

Por consiguiente, se buscan diferentes formas para calcular la velocidad en el conducto, donde se reduzcan las variaciones del coeficiente C.

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

La ecuación de Manning se define como la sustitución del valor de C, en función de la rugosidad, en la ecuación de Chezy, obteniendo lo siguiente:

$$V = \frac{R^{2/3} \cdot \sqrt{S}}{n}$$

Donde:

$V =$ Velocidad (m/s)

$R =$ Radio hidráulico (m)

$S =$ Pendiente de la tubería

$n =$ Coeficiente de rugosidad, propiedad del material

2.1.8.2 Relaciones de diámetro y caudal

Las relaciones de diámetros y caudales que se deben tomar en cuenta, en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario son: relación de tirante hidráulico y diámetro de tubería d/D debe ser mayor o igual a 0,10 y menor o igual a 0,75; y relación de caudales, donde el caudal de diseño tiene que ser menor al caudal, a sección llena en el colector, tomando en cuenta que estas relaciones se aplicarán solo para sistemas de alcantarillado sanitario. Lo anterior se expresa así:

Relación de tirante/diámetro: $0,10 \leq d/D \leq 0,75$

Relación de caudales: $q_{\text{diseño}} < Q_{\text{Sec llena}}$

2.1.8.3 Relaciones hidráulicas

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

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

2.1.9 Parámetros de diseño hidráulico

2.1.9.1 Coeficiente de rugosidad

Es un valor adimensional y experimental, que indica cuán lisa o rugosa es la superficie interna de la tubería que se va a utilizar. Este coeficiente varía de un material a otro y cambia con el tiempo.

Existen empresas que se encargan de la fabricación de tuberías, para la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario, teniendo que realizar pruebas que determinen un coeficiente de rugosidad. Manejando parámetros de rugosidad para diferentes materiales y diámetros, ya estipulados por instituciones que regulan la construcción de alcantarillados sanitarios.

A continuación se presentan los valores de coeficiente de rugosidad de algunas tuberías, las cuales son las más empleadas en nuestro medio:

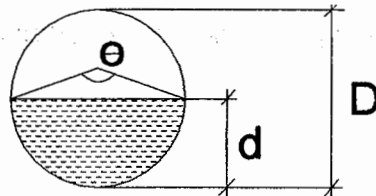
Tabla III. Coeficientes de rugosidad

Material	Coefficiente de rugosidad
Superficie de mortero de cemento	0,011 – 0,013
Mampostería	0,017 – 0,030
Concreto de $\varnothing < 24"$	0,011 – 0,016
Concreto de $\varnothing > 24"$	0,013 – 0,018
Asbesto cemento	0,009 – 0,011
PVC	0,006 – 0,011

2.1.9.2 Sección llena y parcialmente llena

El principio fundamental de un sistema de alcantarillado sanitario, como se mencionó con anterioridad, es que funcionan como canales abiertos (sección parcial) y nunca funcionan a sección llena. En consecuencia el caudal de diseño jamás será mayor que el caudal a sección llena.

Figura 5. Sección parcialmente llena



Para el cálculo de la velocidad se emplea la fórmula de Manning. Normalmente los diámetros nominales de la tubería son dados en pulgadas, y haciendo algunos arreglos algebraicos para minimizar trabajo, se creó la fórmula siguiente, la cual se aplica en este diseño:

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

Donde:

V = Velocidad (m/s)

ϕ = Diámetro de tubería (plg)

S = Pendiente de la tubería

n = Coeficiente de rugosidad, propiedad del material

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

$$Q = A * V$$

El área está determinada por la siguiente ecuación:

$$A = \frac{\pi}{4} \phi^2$$

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

$$A = 5,067 \times 10^{-4} \phi^2$$

Donde:

Q = Caudal a sección llena (m/s)

A = Área de la sección de la tubería (m²)

V = Velocidad a sección llena (m/s)

ϕ = Diámetro nominal de la tubería (plg)

π = Constante Pi

2.1.9.3 Velocidades máximas y mínimas

La velocidad de flujo se determina con factores como el diámetro, la pendiente de la tubería y el tipo de tubería que se utilizará. Se define por la fórmula de Manning y por las relaciones hidráulicas de v / V , donde v es la velocidad a sección parcialmente llena y V es la velocidad a sección llena.

Según las normas del INFOM, la velocidad a sección parcialmente llena (v) debe ser mayor o igual a 0,60 m/s, con esto se evita la sedimentación en la tubería y posteriormente un taponamiento; y menor o igual a 2,50 m/s, impidiendo con ello, erosión o desgaste por fricción. Tomando en cuenta que los datos anteriores son para tubería de concreto, se han aceptado, para tubería de PVC, velocidades entre 0,40 m/s a 5,00 m/s, según el fabricante, este tipo de tubería se instalará en este proyecto, por ser de fácil el manejo, colocación y durabilidad.

2.1.9.4 Diámetro del colector

El diámetro de la tubería es una de las partes a calcular, se deben seguir ciertas normas para evitar que la tubería se obstruya. Las normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal -INFOM-, indican que el diámetro mínimo a colocar será de 8", en el caso de tubería de concreto y de 6" para tubería de PVC, esto si el sistema de drenaje es sanitario.

Para las conexiones domiciliarias se puede utilizar un diámetro de 6" para tubería de concreto y 4" para tubería de PVC, formando ángulo de 45 grados en el sentido de la corriente del colector principal.

En este caso, como toda la tubería a colocar es de PVC, el diámetro mínimo para el colector principal es de 6", y para las conexiones domiciliarias es de 4".

2.1.9.5 Profundidad del colector

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

2.1.9.5.1 Profundidad mínima del colector

Según lo estipulado anteriormente y tomando en consideración que existen condiciones de tránsito liviano y pesado, y diferentes diámetros de tubería con los cuales se diseña un drenaje sanitario, se presenta una tabla con valores de la profundidad mínima para distintos diámetros de tuberías de concreto y PVC.

Tabla IV. Profundidad mínima del colector para tubería de concreto (cm)

Diámetro	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
Tránsito liviano	111	117	122	128	134	140	149	165
Tránsito pesado	131	137	142	148	154	160	169	185

Tabla V. Profundidad mínima del colector para tubería de PVC (cm)

Diámetro	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
Tránsito liviano	60	60	60	90	90	90	90	90
Tránsito pesado	90	90	90	110	110	120	120	120

2.1.9.5.2 Ancho de zanja

Para llegar a las profundidades mínimas del colector se deben hacer excavaciones de estación a estación (entre pozos de visita), en la dirección que se determinó en la topografía de la red general.

Se presenta a continuación una tabla que muestra anchos de zanja aconsejables, en función del diámetro y de las alturas a excavar.

Tabla VI. Anchos de zanja

Diámetro de colector (plg)	Ancho de zanja (m)		
	Para profundidades hasta 2,00 m	Para profundidades de 2,00 m a 4,00 m	Para profundidades de 4,00 m a 6,00 m
4	0,50	0,60	0,70
6	0,55	0,65	0,75
8	0,60	0,70	0,80
10	0,70	0,80	0,80
12	0,80	0,80	0,80
15	0,90	0,90	0,90
18	1,00	1,00	1,10
24	1,10	1,10	1,35

2.1.9.5.3 Volumen de excavación

La cantidad de suelo que se removerá para colocar la tubería, está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de zanja y la distancia efectiva entre pozos, siendo sus dimensionales m^3 .

$$V = \frac{H_1+H_2}{2} * DH_{efectiva} * Z$$

Donde:

- V = Volumen de excavación (m^3)
 H_1 = Profundidad del primer pozo (m)
 H_2 = Profundidad del segundo pozo (m)
 $DH_{efectiva}$ = Distancia horizontal efectiva entre pozos (m)
 Z = Ancho de la zanja (m)

2.1.9.5.4 Cotas invert

Es la cota de nivel que determina la localización de la parte interior inferior de la tubería, que conecta dos pozos de visita, desde el nivel del terreno. Las cotas del terreno, al igual que las cotas invert de entrada y salida de la tubería, en un tramo del alcantarillado, se calculan de la siguiente manera:

$$CT_f = CT_i - (DH * S_{Ter})$$

$$S_{Ter} = \left(\frac{CT_i - CT_f}{DH} \right) 100$$

$$CI_S = CT_i - (H_{min} + e_{tub} + \phi)$$

$$CI_E = CI_S - (DH * S_{Tub})$$

Las alturas de pozos se calculan mediante las cotas de terreno y cotas invert, de la siguiente manera:

$$H_{\text{Pozo Inicial}} = CT_i - CI_S$$

$$H_{\text{Pozo Final}} = CT_f - CI_E$$

Donde:

CT_f	=	Cota final del terreno
CT_i	=	Cota inicial del terreno
DH	=	Distancia horizontal
S_{Ter}	=	Pendiente del terreno
S_{Tub}	=	Pendiente de la tubería
CI_S	=	Cota Invert de salida
CI_E	=	Cota Invert de entrada
H_{min}	=	Profundidad mínima, de acuerdo al tráfico
e_{tub}	=	Espesor de la tubería
ϕ	=	Diámetro interior de la tubería
$H_{\text{Pozo Inicial}}$	=	Altura inicial del pozo
$H_{\text{Pozo Final}}$	=	Altura final del pozo

2.1.10 Ubicación de pozos de visita

Luego de determinar la ruta de la red de alcantarillado, se colocarán pozos de visita en los siguientes casos o combinación de ellos:

- a) Donde exista cambio de diámetro.
- b) En intersecciones de dos o más tuberías.
- c) En cambio de pendiente.
- d) En el inicio de cualquier ramal.
- e) En distancias no mayores de 100 m.
- f) En curvas no más de 30 m.

2.1.11 Profundidad de los pozos de visita

La profundidad de los pozos de visita al inicio del tramo, está definida por la cota invert de salida; es decir, está determinada por la siguiente ecuación:

$$H_{\text{Pozo Inicial}} = CT_i - CI_S$$

Entonces, al diseñar un sistema de alcantarillado sanitario para determinar las alturas de los pozos de visita, primero se debe determinar las cotas invert de salida, para lo cual, se deben tomar en cuenta las especificaciones que a continuación se mencionan:

- a) Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota invert de salida estará, como mínimo, 3 cm debajo de la cota invert de entrada.

Si $\phi_a = \phi_b$

Entonces $CI_S = CI_E - 0,03$

- b) Cuando a un pozo de visita, entra una tubería de diámetro y salga otro de diferente diámetro, la cota invert de salida estará, como mínimo, una distancia igual a la diferencia de los diámetros, debajo de de la cota invert de entrada.

Si $\phi_a < \phi_b$

Entonces $CI_S = CI_E - [(\phi_b - \phi_a) * 0,0254]$

- c) Cuando en un pozo de visita la tubería de salida es del mismo diámetro que las que ingresan a él, la cota Invert de salida estará 3 cm debajo de la cota más baja que entre.

Si $\phi_a = \phi_b = \phi_c$

Entonces $CI_S = CI_E$ (más baja) - 0,03

- d) Cuando en un pozo de visita, la tubería de salida es de diferente diámetro a las que ingresen en éste, la cota invert de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomará el valor menor, presentando diferentes casos.

1. Ingresa más de una tubería de igual diámetro y sale una de diferente diámetro, la cota invert de salida será la diferencia de los diámetros para cada una y se toma el valor menor.

Si $\phi_a = \phi_b$ $\phi_c > \phi_a, \phi_c > \phi_b$

Entonces $CI_S = CI_{E(a)} - [(\phi_c - \phi_a) * 0,0254]$

$CI_S = CI_{E(b)} - [(\phi_c - \phi_b) * 0,0254]$

2. Cuando ingresa más de una tubería de diferente diámetro y sale una de diámetro distinto, la cota invert de salida será la diferencia de los diámetros para cada una y se tomará el menor de los resultados.

Si $\phi_a \neq \phi_b$ $\phi_c > \phi_a, \phi_c > \phi_b$

Entonces $CI_S = CI_{E(a)} - [(\phi_c - \phi_a) * 0,0254]$

$CI_S = CI_{E(b)} - [(\phi_c - \phi_b) * 0,0254]$

3. Cuando ingresa más de una tubería de diferente diámetro, siendo una de ellas del diámetro de la tubería de salida, la cota invert de salida será, para cada una de ellas, la diferencia de los diámetros, y la otra tendrá como mínimo 3 cm por debajo de la cota invert de entrada. Se tomará el menor de los resultados.

Si $\phi_c = \phi_b$ $\phi_a \neq \phi_b, \phi_c > \phi_a$

Entonces $CI_S = CI_{E(b)} - 0,03$

$$CI_S = CI_{E(a)} - [(\phi_c - \phi_a) * 0,0254]$$

4. Cuando solo una tubería de las que sale es de seguimiento, las demás que salgan del pozo de visita deberá ser iniciales.

- La cota invert de salida de la tubería inicial deberá estar como mínimo a la profundidad del tránsito liviano o pesado, según se considere oportuno.
- La cota invert de salida de la tubería de seguimiento deberá cumplir con las especificaciones anteriormente descritas.

2.1.12 Características de las conexiones domiciliarias

La tubería será de un diámetro igual a 4", ya que el diseño es con tubería de PVC, presentando una pendiente que varía del 2% al 6%, que sale de la candela domiciliar hacia la línea principal, uniéndose a esta en un ángulo de 45 grados a favor de la corriente del caudal interno del colector.

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

2.1.13 Diseño hidráulico

El diseño de la red de alcantarillado sanitario, se elabora de acuerdo con las normas ASTM 3 034 y las que establece el Instituto de Fomento Municipal -INFOM-. Este proyecto beneficiará al 96% de las viviendas actuales del asentamiento, debido a que el 4% restante ya cuenta con éste servicio.

Con el objetivo de simplificar el cálculo se utilizó un programa, que consiste en una hoja electrónica, para el cual se presentan los datos generales de diseño en la siguiente tabla:

Tabla VII. Bases generales de diseño, alcantarillado sanitario

Datos generales	
Tipo de sistema	Alcantarillado Sanitario
Período de diseño	30 años
Viviendas actuales	167
Población por saturación	912 hab
Densidad de población	6 hab/viv
Dotación	150 l/hab/día
Factor de retorno	80%
Velocidad de diseño	$0,40 \text{ m/s} \leq V \leq 5,00 \text{ m/s}$
Evacuación	Por gravedad
Colector principal	
Material	PVC
Diámetro	6"
Coefficiente de rugosidad	0,010
Conexión domiciliar	
Tipo	PVC
Diámetro	4"
Pendiente	2% – 6%
Candela	Tubo de concreto, Ø=12"
Pozo de visita	
Altura de cono	0,50 m
Diámetro superior mínimo	0,75 m
Diámetro inferior mínimo	1,20 m
Material	Ladrillo tayuyo (6,5*11*23) cm

2.1.14 Ejemplo de diseño de un tramo

A continuación se presenta el diseño del tramo comprendido entre los pozos PV-15 y PV-16, este tramo no es inicial sino de continuidad; los datos necesarios para calcularlo son los siguientes:

– CT_i	= 330,90 m
– CT_f	= 329,61 m
– $CI_{E(PV-15)}$	= 328,98 m
– DH	= 60,75 m
– <i>No. viv locales</i>	= 11
– <i>No. viv acumuladas</i>	= 38
– ρ_{pob}	= 6 hab/viv
– Fq_m	= 0,002 l/s/hab
– FH	= 4,66
– n	= 0,010
– $H_{min\ pozo}$	= 1,00 m
– Z	= 0,55 m

Los datos fueron obtenidos a partir de la topografía y de acuerdo con especificaciones; otros con base en un censo en el asentamiento; y el resto fue calculado en este informe con anterioridad.

– **Pendiente de terreno**

$$S_{Ter} = \left(\frac{CT_i - CT_f}{DH} \right) 100$$
$$S_{Ter} = \left(\frac{330,90 - 329,61}{60,75} \right) 100 = 2,12\%$$

– **Habitantes a servir por saturación**

$$No.Hab = \rho_{pob} * No.viv acumuladas$$
$$No.Hab = 6 hab/viv * 38 viv = 228 hab$$

– **Caudal de diseño por saturación**

$$q_{diseño} = No.Hab * Fq_m * FH$$
$$q_{diseño} = 228 hab(0,002 \ell/s/hab)(4,66) = 2,12 \ell/s$$

– **Proponiendo diámetro y pendiente de tubería**

$$\phi = 6''$$
$$S_{Tub} = 0,60\%$$

– **Velocidad a sección llena**

$$V = \frac{0,03429 * \phi^{2/3} * S_{Tub}^{1/2}}{n}$$
$$V = \frac{0,03429 * (6)^{2/3} * (0,60/100)^{1/2}}{0,010} = 0,88 \text{ m/s}$$

– **Caudal a sección llena**

$$Q_{Sec \text{ llena}} = A * V$$

Donde:

$$A = 5,067x10^{-4} \phi^2$$

Entonces:

$$Q_{Sec \text{ llena}} = 5,067x10^{-4} * \phi^2 * V$$

$$Q_{Sec \text{ llena}} = 5,067x10^{-4} * (6)^2 * 0,88 = 0,01600 \text{ m}^3/\text{s} = 16,00 \text{ l/s}$$

– **Relación de caudales**

$$\frac{q_{\text{diseño}}}{Q_{\text{Sec llena}}} = \frac{2,12 \text{ l/s}}{16,00 \text{ l/s}} = 0,1328$$

– **Relación de velocidades**

$$v/V = 0,702$$

– **Relación de tirantes**

$$d/D = 0,2500$$

– **Velocidad a sección parcial**

$$v = 0,702 * V$$

$$v = 0,702 * 0,88 \text{ m/s} = 0,62 \text{ m/s}$$

– **Revisión de especificaciones hidráulicas**

a) Para caudales

$$q_{\text{diseño}} < Q_{\text{Sec llena}} \Rightarrow 2,12 \text{ l/s} < 16,00 \text{ l/s} \quad \checkmark \text{Cumple}$$

b) Para velocidad

$$0,40 \text{ m/s} \leq v \leq 5,00 \text{ m/s}$$

$$0,40 \text{ m/s} \leq 0,62 \leq 5,00 \text{ m/s} \quad \checkmark \text{Cumple}$$

c) Para relación de tirantes

$$0,10 \leq d/D \leq 0,75 \Rightarrow 0,10 \leq 0,25 \leq 0,75 \quad \checkmark \text{Cumple}$$

– **Distancia horizontal efectiva**

Diámetro de pozo: 1,20 m

Grosor de paredes: ladrillo tayuyo (6,50*12,50*21,00) cm

$$DH_{\text{efectiva}} = DH - \left(\frac{\phi_{PVI} + \text{Grosor Paredes}_{PVI}}{2} + \frac{\phi_{PV2} + \text{Grosor Paredes}_{PV2}}{2} \right)$$

$$DH_{\text{efectiva}} = 60,75 - \left(\frac{1,20 + 0,46}{2} + \frac{1,20 + 0,46}{2} \right) = 59,09 \text{ m}$$

- **Cota invert de salida (PV-15)**

$$CI_{S(PV-15)} = CI_{E(PV-15)} - 0,03$$
$$CI_{S(PV-15)} = 328,98 - 0,03 = 328,95 \text{ m}$$

- **Cota invert de entrada (PV-16)**

$$CI_{E(PV-16)} = CI_{S(PV-15)} - (DH * S_{Tub})$$
$$CI_{E(PV-16)} = 328,95 - \left(60,75 * \frac{0,60}{100}\right) = 328,58 \text{ m}$$

- **Altura de PV-15**

$$H_{\text{Pozo Inicial}} = CT_i - CI_S$$
$$H_{\text{Pozo Inicial}} = 330,90 \text{ m} - 328,95 \text{ m} = 1,95 \text{ m}$$

Como $H_{\text{Pozo Inicial}} > H_{\text{mín}} \quad \checkmark \text{Cumple}$

– **Altura de PV-16**

$$H_{\text{Pozo Final}} = CT_f - CI_E$$

$$H_{\text{Pozo Final}} = 329,61 \text{ m} - 328,58 \text{ m} = 1,03 \text{ m}$$

$$\text{Como } H_{\text{Pozo Final}} > H_{\text{min}} \quad \checkmark \text{Cumple}$$

– **Volumen de excavación de zanja**

$$V = \frac{H_1 + H_2}{2} * DH_{\text{efectiva}} * Z$$

$$V = \frac{1,95 \text{ m} + 1,03 \text{ m}}{2} * 59,09 \text{ m} * 0,55 \text{ m} = 48,42 \text{ m}^3$$

Los datos y resultados del cálculo hidráulico, para todos los ramales, realizado con el procedimiento anteriormente descrito, se presentan en el apéndice B.

2.1.15 Desfogue

Luego de que las aguas servidas, provenientes del colector principal, han pasado por un sistema de tratamiento, es necesario que tengan un desfogue hacia un cuerpo receptor hídrico; respetando las normas establecidas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN–, para disminuir los daños al ambiente y a las personas que habitan cerca de la región de desfogue.

Para el presente diseño, se contempló la propuesta de un tratamiento primario de las aguas servidas, para luego proceder a un adecuado desfogue, sin causar un alto impacto al ambiente.

2.1.15.1 Ubicación

El desfogue se realizará en una quebrada, ubicada en la parte sur del asentamiento La Paz, al finalizar el asentamiento La Paz II, seguidamente del terreno destinado para la planta de tratamiento. Esta quebrada sigue su rumbo hacia el oeste, hasta desembocar en el río Cusmajate.

2.1.15.2 Propuesta de tratamiento

En la mayoría de los casos, las aguas negras (provenientes de los sistemas de alcantarillado sanitario) en nuestro país se descargan en corrientes naturales. A pesar de que las aguas negras están constituidas, aproximadamente, por 99% de agua y 1% de sólidos, su vertido en una corriente produce un fuerte impacto en las características del agua que las recibe.

En esta forma los materiales que se depositan en el lecho impiden el crecimiento de plantas acuáticas; los de naturaleza orgánica se pudren robando oxígeno al agua, con producción de malos olores y sabores. Las materias tóxicas, compuestos metálicos, ácidos y álcalis afectan directa o indirectamente la vida acuática; las pequeñas partículas suspendidas (como fibras) pueden asfixiar a los peces por obstrucción de sus agallas; los aceites y grasas flotan en la superficie o se adhieren a las plantas, impidiendo su desarrollo. De esto se desprende la necesidad de reducir la descarga de aguas negras, en los afluentes naturales, a los límites de autopurificación en las aguas receptoras.

La autopurificación es el lineamiento principal para determinar los procesos de tratamiento, el grado de tratamiento dependerá de un lugar a otro, pero existen tres factores que determinan éste:

- a) Las características y la cantidad de sólidos acarreados por las aguas negras.
- b) Los objetivos que se propongan en el tratamiento.
- c) La capacidad o aptitud del terreno cuando se dispongan las aguas para irrigación; o la capacidad del agua receptora para verificar la autopurificación o dilución necesaria de los sólidos, de las aguas negras.

Para el efecto de este proyecto, se hace la recomendación de la construcción de una planta de tratamiento primario, ya que el objetivo de éstas unidades es la remoción de sólidos en suspensión, lo que se puede realizar por procesos físicos, por medio de la sedimentación, en los que se logra eliminar de un 40% a un 60% de sólidos, al agregar agentes químicos (coagulación y floculación) se eliminan entre un 80% a un 90% del total de los sólidos. Las unidades empleadas disminuyen la velocidad de las aguas negras para que se sedimenten los sólidos, los dispositivos más utilizados son:

- Tanques sépticos o fosas sépticas.
- Tanques Imhoff.
- Tanques de sedimentación simple con eliminación de los lodos.
- Reactores anaeróbicos de flujo ascendente (RAFA).

Para un tratamiento adecuado previo a la disposición de las aguas negras, hay que tener en cuenta factores como: espacio disponible para las instalaciones, topografía del terreno, costo de la construcción y mantenimiento requerido, para seleccionar las unidades adecuadas a la población.

Para este proyecto se propone la construcción de fosas sépticas, ya que el terreno existente al final de los asentamientos La Paz y La Paz II, es propiedad de la municipalidad de Escuintla, y presenta las condiciones adecuadas tales como: topografía, extensión y ubicación; además que el sistema de fosas sépticas presenta un relativo bajo costo.

2.1.15.2.1 Fosas sépticas

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

Las fosas pueden ser de uno o doble compartimiento. Estudios realizados demuestran que las de dos compartimientos, proporcionan una mejor eliminación de los sólidos en suspensión, lo que es un beneficio para una mayor protección del sistema de absorción o de la fuente receptora.

Están diseñadas para retirar de las aguas servidas los sólidos en suspensión orgánicos e inorgánicos sedimentables, mediante el proceso físico de la sedimentación. Las fosas sépticas están diseñadas para mantener el flujo de aguas negras a una velocidad muy baja y bajo condiciones anaeróbicas, por un período de 12 a 24 horas llamado período de retención.

El proceso de sedimentación se logra cuando el líquido está en reposo o fluye a una velocidad relativamente baja, durante el tiempo suficiente, que permita que se depositen en el fondo la mayor parte de los sólidos sedimentables, que son principalmente sólidos orgánicos, logrando así su separación de la corriente de aguas servidas.

De los sólidos suspendidos que llegan a la fosa, se decanta la mayor parte de la materia sedimentable, la cual entra en un proceso de digestión anaeróbica con disolución, licuación y volatilización de la materia orgánica, previamente a su estabilización. La materia orgánica se descompone en sustancias más simples por la acción de las bacterias anaeróbicas, que pueden realizar su metabolismo sin necesidad de oxígeno. Por esta razón es que la cantidad de lodo que se acumula en el tanque es pequeña, pero que con el tiempo constituye una cantidad que hace disminuir el volumen efectivo de la fosa y por consiguiente el período de retención.

2.1.15.2.2 Diseño de fosas sépticas

Para el diseño de las fosas sépticas debe tomarse en cuenta los siguientes parámetros:

- El período de retención es como mínimo de 12 horas.
- Relación largo-ancho de la fosa (l/a) de 2/1 a 4/1.
- La dotación de lodos acumulados por habitante y por período de limpieza en área rural, está entre 30 y 80 ℓ/hab/año.
- La capacidad máxima recomendable para que la fosa sea funcional, debe ser de 55 a 60 viviendas futuras por fosa séptica.

2.1.15.2.2.1 Cálculo de las dimensiones

1) Cálculo de volumen de líquidos

$$V_{Liq} = P * Dot * FR$$

Donde:

V_{Liq} = Volumen de líquidos

P = Población por saturación tributaria por cada fosa

Dot = Dotación domiciliar

FR = Factor de retorno

Sustituyendo valores:

$$V_{Liq} = 60 \text{ viv} * 6 \text{ hab/viv} (150 \text{ ℓ/hab/día})(0,80)$$

$$V_{Liq} = 43\,200 \text{ ℓ/día} = 43,20 \text{ m}^3 \text{ (en 24 h)}$$

El volumen de líquidos está dado en 24 horas, debido a que es el período que la fosa retendrá el líquido.

2) Cálculo de volumen de lodos

$$V_{Lodos} = P * Dot_{Lodos} * T$$

Donde:

V_{Lodos} = Volumen de lodos

P = Población por saturación tributaria por cada fosa

Dot_{Lodos} = Dotación de lodos en área rural

T = Período de retención de lodos (tiempo de limpieza)

Sustituyendo valores:

$$V_{Lodos} = 60 \text{ viv} * 6 \text{ hab/viv} (80 \text{ ℓ/hab/año})(5 \text{ años})$$

$$V_{Lodos} = 144\ 000 \text{ ℓ} = 144 \text{ m}^3$$

3) Cálculo de volumen total

Para el cálculo del volumen se asume una altura, que es la altura útil, es decir; la distancia del fondo de la fosa al nivel del agua, se multiplica por el largo y por el ancho de la fosa, tomando una relación largo-ancho dentro de los límites recomendados. El volumen también está dado como la sumatoria del volumen de lodos y el volumen líquido, por lo tanto, de lo anterior se tienen las siguientes tres ecuaciones:

$$V_T = l * a * h \qquad V_T = V_{Liq} + V_{Lodos}$$

$$\frac{l}{a} = 2$$

Donde:

V_T = Volumen total

l = largo

a = ancho

h = altura útil = 2.50m

V_{Liq} = Volumen de líquidos

V_{Lodos} = Volumen de lodos

$\frac{l}{a}$ = Relación largo - ancho

$$V_T = V_{Liq} + V_{Lodos}$$

$$V_T = 43,20 \text{ m}^3 + 144,00 \text{ m}^3 = 187,20 \text{ m}^3$$

Ahora, se procede a igualar las dos ecuaciones de volumen total, y de la relación l/a se despeja l , para luego sustituir el valor de l en la igualdad anterior. Por lo que se obtuvo:

$$\frac{l}{a} = 2 \Rightarrow l = 2a$$

Igualando ecuaciones:

$$V_T = V_T$$

$$l * a * h = V_{Liq} + V_{Lodos}$$

$$2a * a * h = V_{Liq} + V_{Lodos}$$

$$a^2 = \frac{V_{Liq} + V_{Lodos}}{2h}$$

$$a = \sqrt{\frac{V_{Liq} + V_{Lodos}}{2h}}$$

Sustituyendo valores en la ecuación anterior:

$$a = \sqrt{\frac{187,20 \text{ m}^3}{2(2,50 \text{ m})}} = 6,00 \text{ m}$$

Sustituyendo valores en la ecuación de l :

$$l = 2(6,00 \text{ m}) = 12,00 \text{ m}$$

Por lo tanto las dimensiones de la fosa son:

$$l = 12,00 \text{ m}$$

$$a = 6,00 \text{ m}$$

$$h = 2,50 \text{ m}$$

2.1.15.2.2.2 Cálculo del número de fosas

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{No. Fosas} = \frac{\text{No. Viviendas Total}}{\text{No. Viviendas/fosa}}$$

Sustituyendo valores:

$$\text{No. Fosas} = \frac{167 \text{ viv}}{60 \text{ viv/fosa}} = 2,78 \approx 3 \text{ fosas}$$

2.1.15.2.2.3 Diseño estructural de las fosas

Debido a las características del terreno y por los niveles freáticos del municipio de Escuintla, la fosa se diseñará con muros y fondo de concreto ciclópeo y cubierta de concreto reforzado, su condición será totalmente enterrada, presentando la condición crítica cuando ésta se encuentra completamente vacía.

Figura 6. Dimensiones del tanque (planta)

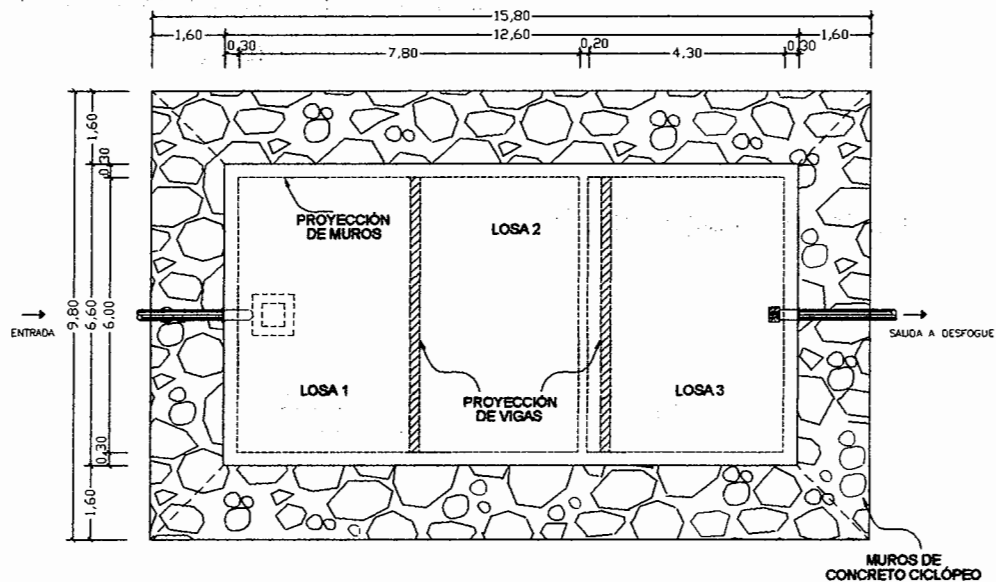
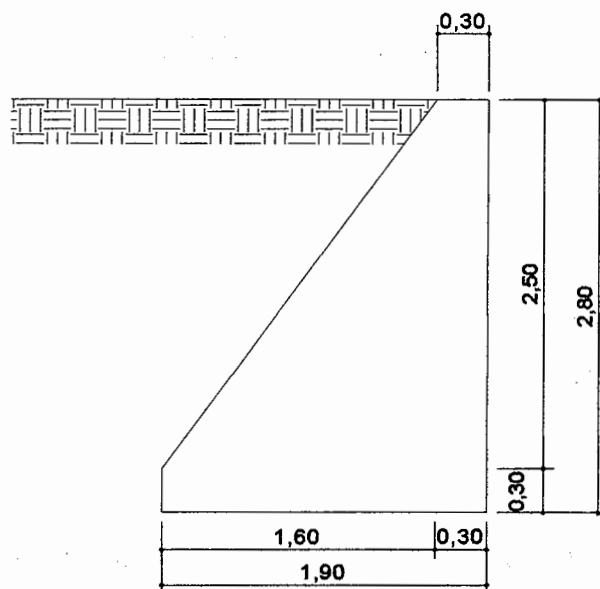


Figura 7. Dimensiones del muro (perfil)



2.1.15.2.2.3.1 Losa superior

Datos:

$$a = 4,20 \text{ m}$$

$$b = 6,60 \text{ m}$$

$$CV = 80 \text{ kg/m}^2$$

$$SC = 70 \text{ kg/m}^2$$

$$\gamma_{conc} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

1) Determinando como trabaja la losa

$$m = \frac{a}{b} = \frac{4,20 \text{ m}}{6,60 \text{ m}}$$

Donde:

$a =$ Lado más corto

$b =$ Lado más largo

$$m = 0,64 > 0,50 \quad \therefore \quad \text{Losas en 2 sentidos}$$

2) Cálculo de espesor de losa

$$t = \frac{P}{180} = \frac{2(a+b)}{180}$$

Donde:

$t =$ Espesor de losa (m)

$P =$ Perímetro (m)

$a =$ Lado más corto (m)

$b =$ Lado más largo (m)

$$t = \frac{2(4,20 \text{ m} + 6,60 \text{ m})}{180} = 0,12 \text{ m} \quad \text{Como } t \leq 0,12 \quad \checkmark \text{ok}$$

3) Integración de cargas últimas

Carga muerta:

$$\begin{aligned} CM &= P_p + SC \\ CM &= 2400 \text{ kg/m}^3 (0,12 \text{ m}) + 70 \text{ kg/m}^2 \\ CM &= 358 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Carga viva:

$$CV = 80 \text{ kg/m}^2$$

Carga última:

$$\begin{aligned} CU &= 1,2 CM + 1,6 CV \\ CU &= 1,2(358 \text{ kg/m}^2) + 1,6(80 \text{ kg/m}^2) \\ CU &= 429,60 \text{ kg/m}^2 + 128,00 \text{ kg/m}^2 \\ CU &= 557,60 \text{ kg/m}^2 (1,00 \text{ m}) \\ CU &= 557,60 \text{ kg/m} \quad \Rightarrow \quad \text{Por cada metro lineal} \end{aligned}$$

Donde:

$CM = \text{Carga muerta (kg/m}^2\text{)}$

$P_P = \text{Peso propio (kg/m}^2\text{)}$

$SC = \text{Sobrecarga (kg/m}^2\text{)}$

$CV = \text{Carga viva (kg/m}^2\text{)}$

$CU = \text{Carga última (kg/m}^2\text{)}$

4) Cálculo de momentos (según método 3 del ACI)

Losa 2 (caso 5)

$$m = \frac{a}{b} = 0,64 \approx 0,65$$

$$Ma_{(-)} = Ca_{(-)} * CU * a^2$$

$$Ma_{(-)} = 0,087(557,60 \text{ kg/m})(4,20 \text{ m})^2$$

$$Ma_{(-)} = 855,74 \text{ kg} - m$$

$$Ma_{(+)} = Ca_{LL(+)} * CV_U * a^2 + Ca_{CM(+)} * CM_U * a^2$$

$$Ma_{(+)} = 0,055(128,00 \text{ kg/m}^2)(4,20 \text{ m})^2 + 0,036(429,60 \text{ kg/m}^2)(4,20 \text{ m})^2$$

$$Ma_{(+)} = 397,00 \text{ kg} - m$$

$$Mb_{(+)} = Cb_{LL(+)} * CV_U * b^2 + Cb_{CM(+)} * CM_U * b^2$$

$$Mb_{(+)} = 0,009(128,00 \text{ kg/m}^2)(6,60 \text{ m})^2 + 0,004(429,60 \text{ kg/m}^2)(6,60 \text{ m})^2$$

$$Mb_{(+)} = 125,03 \text{ kg} - m$$

El momento negativo en b se calculará como 1/3 del momento al centro del claro, o sea del momento positivo, debido a que posee los extremos discontinuos de la losa. Por lo tanto, el momento queda así:

$$Mb_{(-)} = \frac{Mb_{(+)}}{3} = \frac{125,03 \text{ kg-m}}{3}$$

$$Mb_{(-)} = 41,68 \text{ kg-m}$$

Losas 1 y 3 (caso 6)

$$m = \frac{a}{b} = 0,64 \approx 0,65$$

Momento negativo en a para los lados continuos:

$$Ma_{(-)} = Ca_{(-)} * CU * a^2$$

$$Ma_{(-)} = 0,093(557,60 \text{ kg/m})(4,20 \text{ m})^2$$

$$Ma_{(-)} = 914,75 \text{ kg-m}$$

$$Ma_{(+)} = Ca_{LL(+)} * CVU * a^2 + Ca_{CM(+)} * CMU * a^2$$

$$Ma_{(+)} = 0,064(128,00 \text{ kg/m}^2)(4,20 \text{ m})^2 + 0,054(429,60 \text{ kg/m}^2)(4,20 \text{ m})^2$$

$$Ma_{(+)} = 553,73 \text{ kg-m}$$

Momento negativo en a para los lados discontinuos:

$$Ma_{(-)} = \frac{Ma_{(+)}}{3} = \frac{553,73 \text{ kg-m}}{3}$$

$$Ma_{(-)} = 184,58 \text{ kg-m}$$

$$Mb_{(+)} = Cb_{LL(+)} * CV_U * b^2 + Cb_{CM(+)} * CM_U * b^2$$

$$Mb_{(+)} = 0,010(128,00 \text{ kg/m}^2)(6,60 \text{ m})^2 + 0,007(429,60 \text{ kg/m}^2)(6,60 \text{ m})^2$$

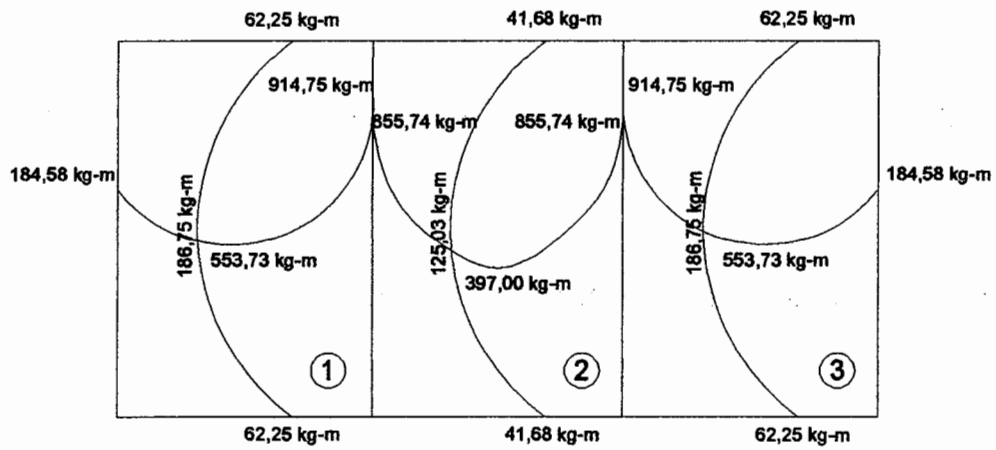
$$Mb_{(+)} = 186,75 \text{ kg-m}$$

Momento negativo en b para los lados discontinuos:

$$Mb_{(-)} = \frac{Mb_{(+)}}{3} = \frac{186,75 \text{ kg-m}}{3}$$

$$Mb_{(-)} = 62,25 \text{ kg-m}$$

Figura 8. Diagrama de momentos últimos



5) Balance de momentos

Se debe balancear los momentos entre las losas 1 y 2, y entre las losas 2 y 3.

Donde:

$$M_1 = 855,74 \text{ kg} - m$$

$$M_2 = 914,75 \text{ kg} - m$$

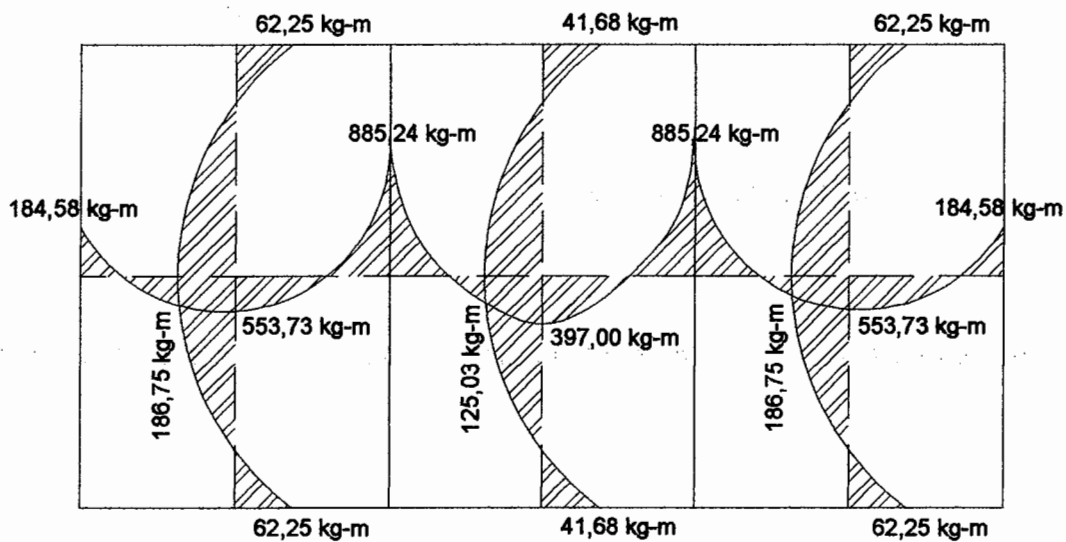
$$0,80M_2 = 0,80(914,75 \text{ kg} - m)$$

$$0,80M_2 = 731,80 \text{ kg} - m$$

Como $M_1 > 0,80M_2$
 $855,74 \text{ kg-m} > 731,80 \text{ kg-m}$ Entonces :

$$Ma_{1-2} = Ma_{2-3} = \frac{855,74 \text{ kg-m} + 914,75 \text{ kg-m}}{2} = 885,24 \text{ kg-m}$$

Figura 9. Diagrama de momentos balanceados



6) Cálculo de peralte de losa

$$d = t - r - \frac{\phi_{var}}{2}$$

Donde:

d = Peralte (cm)

t = Espesor de la losa (cm)

r = recubrimiento (cm) = 2 cm (mínimo)

ϕ_{var} = Diámetro de la varilla (plg)

$$\frac{\phi_{var}}{2} = \frac{3/8"}{2} = 0,1875" = 0,48 \text{ cm}$$

Sustituyendo valores:

$$d = 12 \text{ cm} - 2 \text{ cm} - 0,48 \text{ cm} = 9,52 \text{ cm}$$

7) Cálculo del área de acero mínimo

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} * b * d \quad \rho_{min} = \frac{14,1}{f_y}$$

Donde:

$A_{s_{min}}$ = Área de acero mínimo (cm²)

ρ_{min} = Cuantía de acero mínima

b = Base (cm)

d = Peralte (cm)

f_y = Resistencia máxima a la tensión del acero (kg/cm²)

Sustituyendo valores:

$$As_{min} = \frac{14,1}{7810}(100)(9,52) = 4,78 \text{ cm}^2$$

8) Cálculo del espaciamiento máximo

$$S_{m\acute{a}x} = 3t = 3(12 \text{ cm}) = 36 \text{ cm}$$

Donde:

$S_{m\acute{a}x}$ = Espaciamiento máximo (cm)

t = Espesor de la losa (cm)

9) Cálculo de espaciamiento (usando varilla No.3)

Por medio de una regla de tres, tenemos:

$$\begin{array}{lcl} 4,78 \text{ cm}^2 & \rightarrow & 100 \text{ cm} \\ 0,71 \text{ cm}^2 & \rightarrow & S \end{array}$$

$$S = \frac{0,71 \text{ cm}^2(100 \text{ cm})}{4,78 \text{ cm}^2} = 14,85 \text{ cm} \approx 14,00 \text{ cm} < S_{m\acute{a}x} \quad \checkmark \text{ok}$$

10) Cálculo del momento que resiste el área de acero mínimo

$$M_{(As_{\min})} = 0,90 \left[As_{\min} * fy \left(d - \frac{As_{\min} * fy}{1,70 f'c * b} \right) \right]$$

Donde:

$M_{(As_{\min})}$ = Momento que resiste el área de acero mínimo (kg – cm)

As_{\min} = Área de acero mínimo (cm²)

$f'c$ = Resistencia máxima a la compresión del concreto (kg/cm²)

fy = Resistencia máxima a la tensión del acero (kg/cm²)

b = Base (cm)

d = Peralte (cm)

Sustituyendo valores:

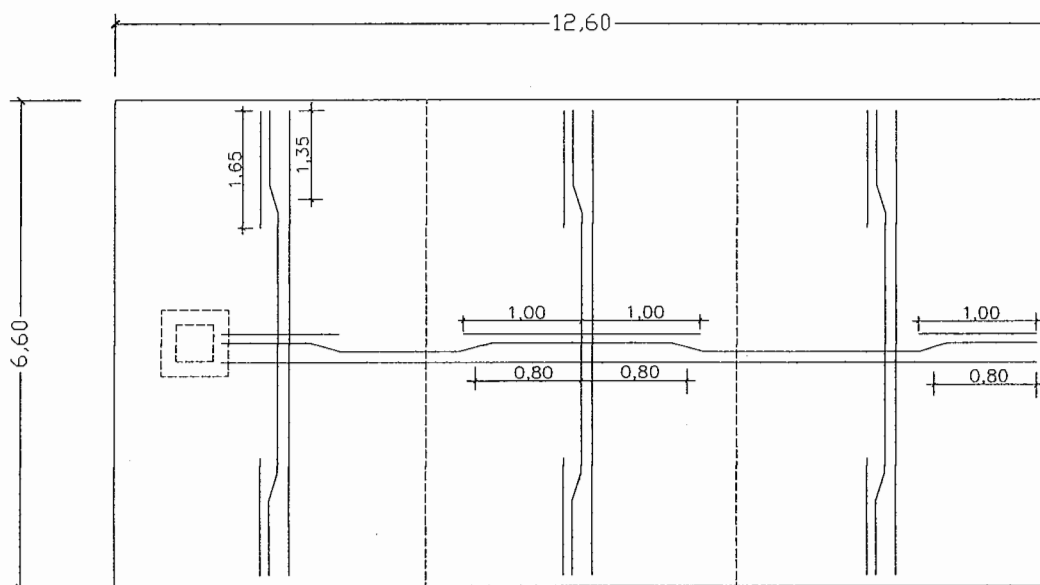
$$M_{(As_{\min})} = 0,90 \left[4,78 (2\ 810) \left(9,52 - \frac{4,78 (2\ 810)}{1,70 (210) (100)} \right) \right]$$

$$M_{(As_{\min})} = 110\ 535\ \text{kg} - \text{cm} = 1\ 105,36\ \text{kg} - \text{m}$$

Se puede apreciar que el área de acero mínimo, igual a 4,78 cm², cubre un momento mayor a los que hay en la losa. Por lo tanto, el armado de la losa queda así:

Usar varillas No.3 @ 0,14 m en ambos sentidos

Figura 10. Planta de armado de losa



2.1.15.2.2.3.2 Vigas de soporte

Por la forma geométrica de la fosa séptica, es necesario incorporar en su estructura dos vigas, las cuales servirán de soporte de las losas. En la figura 9 se detalla el área tributaria sobre las vigas.

Datos:

$$L = 6,60 \text{ m}$$

$$r = 4 \text{ cm}$$

$$t_{Losa} = 12 \text{ cm}$$

$$SC = 70 \text{ kg/m}^2$$

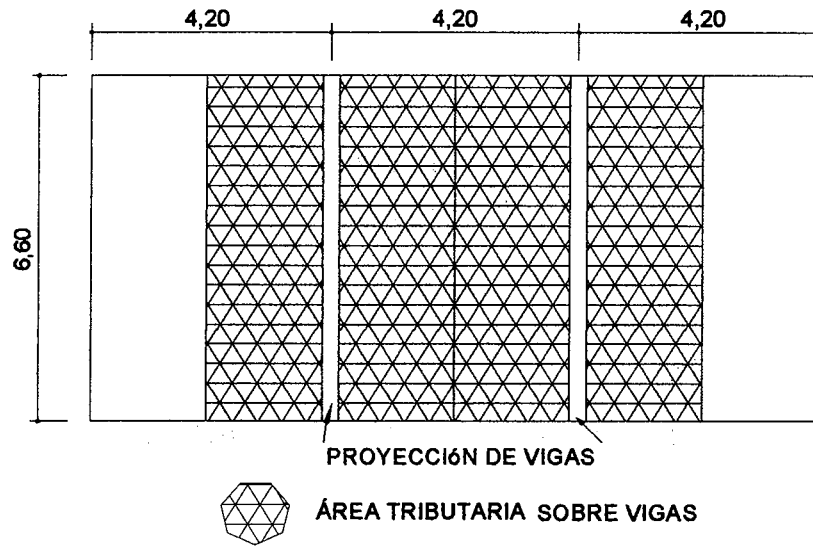
$$CV = 80 \text{ kg/m}^2$$

$$\gamma_{conc} = 2\,400 \text{ kg/m}^3$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 2\,810 \text{ kg/cm}^2$$

Figura 11. Área tributaria sobre vigas



1) Dimensiones de viga

$$h = \frac{L}{16} = \frac{6,60 \text{ m}}{16} = 0,41 \text{ m} \approx 40 \text{ cm}$$

$$b = \frac{h}{2} = \frac{40 \text{ cm}}{2} = 20 \text{ cm}$$

Donde:

h = Altura (cm)

b = Base (cm)

L = Luz horizontal (cm)

Al utilizar una altura de 40 cm, el área de acero para el momento positivo es mayor que el área de acero máximo, por lo tanto se debe aumentar la altura en 5 cm. Entonces, las dimensiones quedan así:

$$h = 45 \text{ cm}$$

$$h = 20 \text{ cm}$$

Cálculo del peralte:

$$d = 45 \text{ cm} - 4 \text{ cm} - 0,50 \text{ cm} = 40,50 \text{ cm}$$

Comprobando la relación base sobre peralte:

$$\frac{b}{d} = \frac{20 \text{ cm}}{40,50 \text{ cm}} = 0,49 \quad \text{Como} \quad 0,25 < \frac{b}{d} < 0,65 \quad \checkmark \text{ok}$$

2) Cálculo de área tributaria

$$A_T = 2(2,10 \text{ m})(6,60 \text{ m}) = 27,72 \text{ m}^2$$

3) Integración de cargas (por metro lineal)

Del cálculo anterior de la losa se tiene que:

$$CM_{Losa} = 358,00 \text{ kg/m}^2$$

Calculando carga última sobre la viga:

$$CM_{Viga} = CM_T + P_P$$

$$CM_{Viga} = \frac{358,00 \text{ kg/m}^2 (27,72 \text{ m}^2)}{6,60 \text{ m}} + 0,20 \text{ m} (0,45 \text{ m}) (2\,400 \text{ kg/m}^3)$$

$$CM_{Viga} = 1\,719,60 \text{ kg/m}$$

$$CV = \frac{80 \text{ kg/m}^2 (27,72 \text{ m}^2)}{6,60 \text{ m}} = 336,00 \text{ kg/m}$$

$$CU = 1,2 (1\,719,60 \text{ kg/m}) + 1,6 (336,00 \text{ kg/m}) = 2\,601,12 \text{ kg/m}$$

4) Cálculo de momentos

$$M_{(-)} = \frac{CU * L^2}{14} = \frac{2\,601,12 \text{ kg/m} (6,60 \text{ m})^2}{14} = 8\,093,20 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{(+)} = \frac{CU * L^2}{10} = \frac{2\,601,12 \text{ kg/m} (6,60 \text{ m})^2}{10} = 11\,330,50 \text{ kg} - \text{m}$$

5) Cálculo de áreas de acero

Para los momentos negativos:

$$As_{(-)} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 f'c}} \right] \frac{0,85 f'c}{fy}$$

Donde:

$As_{(-)}$ = Área de acero para el momento negativo (cm^2)

Mu = Momento último ($kg - cm$)

$f'c$ = Resistencia máxima a la compresión del concreto (kg/cm^2)

fy = Resistencia máxima a la tensión del acero (kg/cm^2)

b = Base (cm)

d = Peralte (cm)

Sustituyendo valores:

$$As_{(-)} = \left[20(40,5) - \sqrt{(20 * 40,5)^2 - \frac{8\ 093,20(20)}{0,003825(210)}} \right] \frac{0,85(210)}{2\ 810} = 8,62\ cm^2$$

Para el momento positivo:

$$As_{(+)} = \left[20(40,5) - \sqrt{(20 * 40,5)^2 - \frac{11\ 330,50(20)}{0,003825(210)}} \right] \frac{0,85(210)}{2\ 810} = 12,61\ cm^2$$

Área de acero mínimo:

$$As_{\min} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

Donde:

As_{\min} = Área de acero mínimo (cm^2)

b = Base (cm)

d = Peralte (cm)

f_y = Resistencia máxima a la tensión del acero (kg/cm^2)

Sustituyendo valores:

$$As_{\min} = \frac{14,1}{2\ 810} (20)(40,5) = 4,06\ cm^2$$

Área de acero máximo:

$$As_{\max} = 0,5\rho_b * b * d$$

$$\rho_b = 0,85\beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{6\ 090}{f_y+6\ 090} \quad \text{donde } \beta_1 = 0,85 \text{ si } 0 < f'_c \leq 280\ kg/m^2$$

$$\rho_b = 0,85(0,85) * \frac{210}{2\ 810} * \frac{6\ 090}{2\ 810+6\ 090} = 0,036947$$

Donde:

$As_{m\acute{a}x}$ = \acute{A}rea de acero m\acute{a}ximo (cm^2)

ρ_b = Cuantía de acero balanceada

b = Base (cm)

d = Peralte (cm)

$f'c$ = Resistencia m\acute{a}xima a la compresi3n del concreto (kg/cm^2)

fy = Resistencia m\acute{a}xima a la tensi3n del acero (kg/cm^2)

Sustituyendo valores:

$$As_{m\acute{a}x} = 0,5(0,036947)(20)(40,5) = 14,96 \text{ cm}^2$$

Comprobando par\acute{a}metros:

$$As_{m\acute{i}n} < As_{(-)} < As_{m\acute{a}x} \quad \checkmark ok$$

$$As_{m\acute{i}n} < As_{(+)} < As_{m\acute{a}x} \quad \checkmark ok$$

6) Dise\~nando armado longitudinal

Luego de calcular las \acute{areas de acero correspondientes, se procede a indicar la cantidad de varillas de acero que cubrir\~an las \acute{areas determinadas. Tomando en cuenta los siguientes requisitos s\~smicos, seg\~un ACI 318:

Para la cama superior, donde act\~uan los momentos negativos, se debe colocar como m\~nimo, dos varillas corridas de acero, tomando el mayor de los siguientes valores:

- a) $As_{min} = 4,06 \text{ cm}^2 \quad \checkmark ok$
- b) $33\% As_{(-)} = 0,33(8,62 \text{ cm}^2) = 2,84 \text{ cm}^2$

\therefore Usar 2 varillas corridas No.6 = $5,70 \text{ cm}^2$

Proponiendo cantidad de bastones para cubrir el área de acero restante:

$$As_{(Restante)} = 8,62 \text{ cm}^2 - 5,70 \text{ cm}^2 = 2,92 \text{ cm}^2$$

\therefore Usar 1 bastón No.4 y 1 bastón No.5

Para la cama inferior, donde actúa el momento positivo, se debe colocar como mínimo, dos varillas corridas de acero, tomando el mayor de los siguientes valores:

- a) $As_{min} = 4,06 \text{ cm}^2$
- b) $50\% As_{(-)} = 0,50(8,62 \text{ cm}^2) = 4,31 \text{ cm}^2$
- c) $50\% As_{(+)} = 0,50(12,61 \text{ cm}^2) = 6,30 \text{ cm}^2 \quad \checkmark ok$

\therefore Usar 2 varillas corridas No.7 = $7,76 \text{ cm}^2$

Proponiendo cantidad de bastones para cubrir el área de acero restante:

$$A_{S(Resistente)} = 12,61 \text{ cm}^2 - 7,76 \text{ cm}^2 = 4,85 \text{ cm}^2$$

\therefore Usar 1 bastón No.8

7) Diseñando armado transversal

Los objetivos de colocar acero transversal son: mantener el refuerzo longitudinal en la posición deseada, y para contrarrestar los esfuerzos de corte; este último en caso de que la sección de concreto no fuera suficiente para cumplir esta función. El procedimiento para el diseño de estribos es el siguiente:

Calculando el corte último:

$$V_u = \frac{CU * L}{2} = \frac{2\,601,12 \text{ kg/m}(6,60 \text{ m})}{2} = 8\,583,70 \text{ kg}$$

Donde:

V_u = Corte último (kg)

CU = Carga última (kg/m)

L = Luz horizontal (m)

Calculando el corte que resiste el concreto:

$$V_c = \phi * 0,53 \sqrt{f'c} * b * d$$

Donde:

V_c = Corte que resiste el concreto (kg)

ϕ = Factor de reducción a corte = 0,85

$f'c$ = Resistencia máxima a la compresión del concreto (kg/cm²)

b = Base (cm)

d = Peralte (cm)

Sustituyendo valores:

$$V_c = 0,85(0,53) \sqrt{210} (20)(40,5) = 5\,287,98 \text{ kg}$$

Como $V_u > V_c \quad \therefore$ Colocar estribos por corte

Cálculo de zona de confinamiento, por relación de triángulos semejantes:

∴ Colocar estribos No.3 @ 0,18 m y en extremos a 0,10 m

En el resto de la viga, colocar estribos:

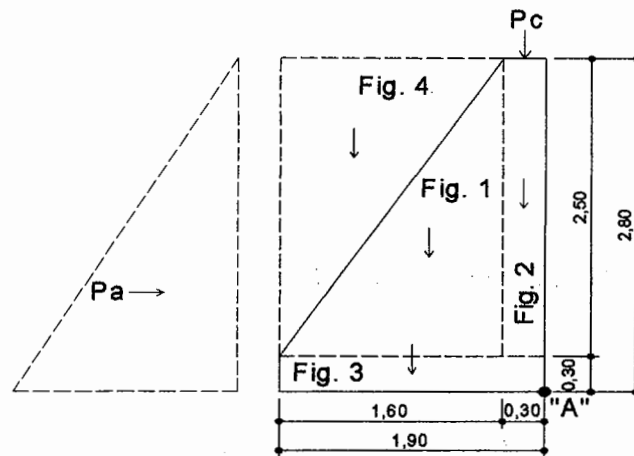
No.3 @ 0,20 m

2.1.15.2.2.3.3 Muros

Datos:

Ángulo de fricción interna	ϕ	=	30°
Peso específico del suelo	γ_s	=	1,60 Ton/m ³
Peso específico del concreto	γ_{con}	=	2,40 Ton/m ³
Peso específico del concreto ciclópeo	γ_{cc}	=	2,00 Ton/m ³
Valor soporte del suelo	q_s	=	15,0 Ton/m ²

Figura 13. Diagrama de fuerzas actuantes sobre el muro



1) Cálculo de la base:

$$B = (0,40 \sim 0,70) * H$$

Donde:

$B = \text{Base (m)}$

$H = \text{Altura total (m)}$

Sustituyendo valores:

$$B = 0,68 * H$$

$$B = 0,68(2,80 \text{ m}) = 1,90 \text{ m}$$

2) Cálculo de la constante de presión activa (Teoría de Rankine):

$$k_a = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi} = \frac{1 - \text{sen}30^\circ}{1 + \text{sen}30^\circ} = 0,33$$

3) Cálculo de la presión activa:

$$P_a = \frac{1}{2}k_a * \gamma_s * H^2$$

Donde:

P_a = Presión activa (Ton/m)

k_a = Contante de presión activa

γ_s = Peso específico del suelo (Ton/m³)

H = Altura total (m)

Sustituyendo valores:

$$P_a = \frac{1}{2}(0,33)(1,60 \text{ Ton/m}^3)(2,80 \text{ m})^2 = 2,07 \text{ Ton/m}(1,00 \text{ m})$$

El resultado se multiplica por 1 metro lineal del muro:

$$P_a = 2,07 \text{ Ton}$$

4) Cálculo del peso del muro y del momento resultante en el punto "A":

Porción	Brazo	(m)	Carga	(Ton)	Momento
1	$0,30 + \frac{1,60}{3}$	0,83	$\frac{1,60(2,50)2}{2}$	4,00	3,32
2	$\frac{0,30}{2}$	0,15	$0,30(2,50)2$	1,50	0,22
3	$\frac{1,90}{2}$	0,95	$1,90(0,30)2$	1,14	1,08
4	$0,30 + \frac{2(1,60)}{3}$	1,37	$\frac{1,60(2,50)1,60}{2}$	3,20	4,38
Σ				$W = 9,84$	$M_R = 9,00$

5) Cálculo del peso y el momento tributario de losa + vigas:

El área tributaria sobre el muro queda así:

$$A_T = \frac{1}{2}(12,60 \text{ m})(3,30 \text{ m}) = 20,79 \text{ m}^2$$

$$W_{\text{Losa + viga}} = \frac{557,60 \text{ kg/m}^2(20,79 \text{ m}^2)}{12,60 \text{ m}} + 1,2(2400 \text{ kg/m}^3)(0,20 \text{ m})(0,45 \text{ m})$$

$$W_{\text{Losa + viga}} = 1179,24 \text{ kg/m} = 1,18 \text{ Ton/m}$$

Como se está diseñando para 1m lineal, la carga puntual sobre el muro y su momento en el punto "A" son:

$$W_{\text{Losas + viga}} = 1,18 \text{ Ton/m}(1,00 \text{ m}) = 1,18 \text{ Ton} = P_C \text{ (Carga puntual)}$$

$$M_C = 1,18 \text{ Ton} \left[\frac{1}{2} (0,30 \text{ m}) \right] = 0,18 \text{ Ton} - m$$

6) Cálculo del peso total del muro y del momento resultante total:

$$W_T = W + P_C = 9,84 \text{ Ton} + 1,18 \text{ Ton} = 11,02 \text{ Ton}$$

$$M_{RT} = M_R + M_C = 9,00 \text{ Ton} - m + 0,18 \text{ Ton} - m = 9,18 \text{ Ton} - m$$

Donde:

W_T = Peso total del muro (Ton)

W = Peso parcial del muro (Ton)

P_C = Carga puntual (Ton)

M_{RT} = Momento resultante total (Ton - m)

M_R = Momento resultante en el punto "A" (Ton - m)

M_C = Momento debido a la carga puntual en "A" (Ton - m)

7) Chequeo de la estabilidad contra el volteo:

Para verificar que el muro es estable contra el volteo, el factor contra volteo debe cumplirse así: $F_{SV} > 1,50$.

Cálculo del momento por volteo en el punto "A":

$$M_V = \frac{1}{3} P_a * H = \frac{1}{3} (2,07 \text{ Ton}) (2,80 \text{ m}) = 1,93 \text{ Ton} - m$$

$$F_{SV} = \frac{M_{RT}}{M_V} = \frac{9,18 \text{ Ton-m}}{1,93 \text{ Ton-m}} = 4,76 > 1,50 \quad \checkmark ok$$

Donde:

M_V = Momento por volteo en "A" (Ton - m)

P_a = Presión activa (Ton)

H = Altura total (m)

F_{SV} = Factor contra volteo

M_{RT} = Momento resultante total (Ton - m)

8) Chequeo de la estabilidad contra el deslizamiento:

Para verificar que el muro es estable contra el deslizamiento, el factor contra deslizamiento debe cumplirse así: $F_{SD} > 1,50$.

Cálculo del coeficiente de fricción y la fuerza de fricción:

$$C_f = 0,90 \tan \phi = 0,90 \tan(30^\circ) = 0,52$$

$$F_f = W_T * C_f = 11,02 \text{ Ton}(0,52) = 5,73 \text{ Ton}$$

$$F_{SD} = \frac{F_f}{P_a} = \frac{5,73 \text{ Ton}}{2,07 \text{ Ton}} = 2,77 > 1,50 \quad \checkmark ok$$

Donde:

C_f = *Coeficiente de fricción*

ϕ = *Ángulo de fricción interna (°)*

F_f = *Fuerza de fricción (Ton)*

W_T = *Peso total del muro (Ton)*

F_{SD} = *Factor contra deslizamiento*

P_a = *Presión activa (Ton)*

9) Chequeo de la capacidad soporte del suelo:

Para verificar que el muro no se hunda debido a la poca capacidad soporte del suelo, se debe cumplir con los siguientes parámetros:

$$q_{m\acute{a}x} < q_s$$

$$q_{m\acute{i}n} > 0$$

Cálculo del brazo, para todos los momentos:

$$x = \frac{M_{RT} - M_V}{W_T} = \frac{9,18 \text{ Ton-m} - 1,93 \text{ Ton-m}}{11,02 \text{ Ton}} = 0,66 \text{ m}$$

Cálculo de la distancia total de la presión positiva:

$$3x = 3(0,66 \text{ m}) = 1,98 \text{ m} \quad B = 1,90 \text{ m}$$

$$\text{Verificando : } 3x > B \quad \Rightarrow \quad 1,98 \text{ m} > 1,90 \text{ m}$$

Debido a que la distancia total de la presión positiva es mayor a la base del muro, no hay presiones negativas debajo del muro.

Cálculo de la excentricidad:

$$e = \left| x - \frac{B}{2} \right|$$

$$e = \left| 0,66 \text{ m} - \frac{1,90 \text{ m}}{2} \right| = 0,29 \text{ m}$$

Chequeando la capacidad soporte del suelo:

$$q = \frac{W_T}{B \cdot L} \left[1 \pm \frac{6e}{B} \right]$$

Donde:

q = Capacidad soporte del suelo según diseño (Ton/m^2)

W_T = Peso total del muro (Ton)

B = Base (m)

L = Largo (m)

e = Excentricidad (m)

Sustituyendo valores:

$$q = \frac{11,02 \text{ Ton}}{1,90 \text{ m} (1,00 \text{ m})} \left[1 \pm \frac{6(0,29 \text{ m})}{1,90 \text{ m}} \right]$$

↓

$$q_{\text{máx}} = 5,80 + 5,31 = 11,11 \text{ Ton}/\text{m}^2 < 15,00 \text{ Ton}/\text{m}^2 \quad \checkmark \text{ok}$$

$$q_{\text{mín}} = 5,80 - 5,31 = 0,49 \text{ Ton}/\text{m}^2 > 0 \quad \checkmark \text{ok}$$

Los detalles constructivos se muestran en los planos en el apéndice C.

2.1.16 Administración, operación y mantenimiento

El paso inicial es la creación de un comité en el asentamiento, el cual estaría, encargado de administrar correctamente las actividades de operación y mantenimiento del sistema, para poder así disminuir los costos de estas actividades. Este comité deberá ser electo anualmente o como la población lo decida, para así involucrar a toda la población en estas actividades.

A medida que se produce el envejecimiento de los sistemas de alcantarillado sanitario, el riesgo de deterioro, obstrucción y derrumbes se convierten en consideraciones muy importantes. Por esta razón la municipalidad debe hacer un mayor esfuerzo para mejorar de antemano el nivel de desempeño de sus sistemas de alcantarillado. La limpieza y la inspección de los colectores de agua residual son fundamentales, para el mantenimiento y funcionamiento correcto del sistema, y además extienden la inversión de la comunidad en su infraestructura de alcantarillado.

2.1.16.1 Técnicas de inspección

Se requieren programas de inspección, para determinar la condición actual del alcantarillado y para ayudar a la planificación de una estrategia de mantenimiento. Idealmente las inspecciones del alcantarillado deben realizarse en condiciones de bajo caudal, para lo cual pueden efectuarse taponamientos temporales del colector para reducir el caudal. La mayoría de los colectores son inspeccionados, utilizando uno de los métodos siguientes:

- Circuito cerrado de televisión (CCTV).
- Cámaras.
- Inspección visual.
- Inspección por iluminación con lámparas.

Las inspecciones por televisión y cámaras son las usadas con mayor frecuencia en los países desarrollados, indudablemente son las más eficientes a largo plazo en términos de costos y las más eficaces para documentar la condición interna del alcantarillado.

Las inspecciones visuales, el cual es una de las que se propone para este proyecto, debido a su bajo costo y comprobaciones directas, son vitales para tener un conocimiento completo de la condición de los alcantarillados, inspeccionando pozos de visita y tuberías. Los operadores deben prestar atención a zonas colapsadas, en el suelo sobre las tuberías y terreno con acumulación de agua. Las inspecciones deben también examinar en detalle la condición física de los cruces de arroyos, las condiciones de los brocales y de las tapas de los pozos de visita o de cualquier superficie de ladrillo expuesta, y la visibilidad de los pozos y otras estructuras. Para colectores grandes se recomienda una inspección interna o una visita a pie dentro de la tubería. Esta inspección requiere que el operador entre al pozo de visita y luego a la tubería, examinando la condición del brocal, la tapa y las paredes de los pozos, así como las paredes de la tubería encima del nivel de flujo.

La inspección por iluminación con lámpara, se utiliza para tuberías de diámetros pequeños y proyectos cuyos recursos financieros son extremadamente limitados. En esta técnica se baja una lámpara dentro del pozo de mantenimiento y se coloca en el centro del cruce del brocal del pozo y la tubería, verificando así el estado del colector. Este método también es recomendable para este proyecto, por su bajo costo.

Por lo tanto para este proyecto se tomará una combinación de las inspecciones por iluminación con lámpara y la visual; esto quiere decir, que el operador deberá ingresar al pozo y realizar una inspección visual, seguidamente verificar el estado de los colectores, por medio de la iluminación con lámpara, para obtener mejores resultados.

2.1.16.2 Técnicas de limpieza

El sistema de alcantarillado sanitario requiere de un programa de limpieza, para mantener su funcionamiento apropiado. Existen varias técnicas que son usadas tradicionalmente para eliminar obstrucciones y como herramientas de mantenimiento preventivo. La tabla siguiente resume algunos de los métodos de limpieza de alcantarillado sanitario comúnmente utilizados.

Tabla VIII. Métodos de limpieza para alcantarillado sanitario

TECNOLOGÍA	USOS Y APLICACIONES
Remoción mecánica	
Método de raspado	<ul style="list-style-type: none"> • Usa un motor y un eje de soporte con barras de raspado o en sección. • A medida que rotan las barras estas deshacen los depósitos de grasas, cortan las raíces y remueven basura. • Las máquinas de raspado también ayudan a colocar los cables que se usan para inspecciones televisadas y las máquinas de baldes. • Es más efectivo en tuberías hasta de 300 mm (12") de diámetro.
Máquina de baldes	<ul style="list-style-type: none"> • Aparato cilíndrico, cerrado en un extremo y con dos mandíbulas opuestas de bisagra al otro extremo. • Las mandíbulas se abren, y raspan los materiales para depositarlos en el balde. • Remueve parcialmente depósitos grandes de lodo, arena, grava y otros tipos de residuos sólidos.
Remoción hidráulica	
Máquina de esfera	<ul style="list-style-type: none"> • Una esfera de limpieza de caucho con estrías gira y limpia el interior de la tubería a medida que aumenta el flujo en la línea de alcantarillado. • Remueve depósito de material inorgánico sedimentado y acumulación de grasa. • Es de mayor eficiencia en tuberías de diámetro de 13 cm a 60 cm (5" a 24").
Chorro a presión	<ul style="list-style-type: none"> • Dirige un chorro de agua de alta velocidad a la tubería desde un pozo de visita. • Remueve la acumulación de basura y grasas, remueve las obstrucciones y corta raíces en tuberías de diámetro pequeño. • Es eficiente para la limpieza rutinaria de tuberías de diámetro pequeño y con flujo reducido.

Carretilla	<ul style="list-style-type: none"> • Escudo metálico circular con borde de caucho y articulación de bisagra montada sobre una carretilla de acero con ruedas pequeñas. El escudo funciona como un tapón para inducir una acumulación de agua. • Restriega la pared interna de la tubería. • Eficaz en la eliminación de escombros pesados y la limpieza de grasas en la línea.
Método de vaciado	<ul style="list-style-type: none"> • Introduce un flujo fuerte de agua a la línea desde un pozo de visita. • Remueve materiales flotantes y en cierta medida arena y grava. • Es de mayor eficacia cuando se usa en combinación con otras operaciones mecánicas como por ejemplo, limpieza con máquina de baldes.
Cometas, bolsas y "poly pigs"	<ul style="list-style-type: none"> • Similar en función a la máquina de esfera. • Los bordes rígidos de la bolsa y la cometa inducen una acción de restregado. • Es eficaz para remover la acumulación de desechos en descomposición y las grasas, y luego movilizarlos aguas abajo.

Fuente: Water Pollution Control Federación, 1989

Si bien todos estos métodos han sido eficaces, en el mantenimiento de sistemas de alcantarillado, el método ideal para reducir y controlar los materiales que se encuentran en las líneas de alcantarillado son los programas de educación y prevención de la contaminación. El público debe ser informado sobre que sustancias comunes de uso doméstico como las grasas y aceites deben desecharse en la basura, usando recipientes cerrados, no en el alcantarillado. Este método no sólo ayudaría a minimizar problemas de plomería a los dueños de viviendas, sino que también ayudaría a mantener limpios los colectores del alcantarillado y a minimizar el impacto ambiental.

2.1.17 Elaboración de planos

Los planos constructivos para el sistema de alcantarillado sanitario se presentan en el apéndice C, están conformados por las plantas de densidad de vivienda y general de la red de alcantarillado sanitario; plantas y perfiles de todos los tramos del alcantarillado; detalles de fosa séptica, caja distribuidora de caudales, pozo de visita y conexión domiciliar.

2.1.18 Elaboración de presupuesto

El presupuesto es un documento que debe incluirse en el diseño de todo proyecto de ingeniería, ya que da a conocer al propietario, si el mismo es rentable, posible y conveniente en su ejecución. Existen varias formas de realizar un presupuesto, que varían de acuerdo al uso que se le dé. Para el efecto de éste proyecto, se elaboró un presupuesto desglosado por renglones de trabajo.

2.1.18.1 Desglose del proyecto por renglones de trabajo

En esta parte se separa cada uno de los componentes del proyecto por unidades de ejecución y se enumeran por renglones. Se ordenan según la secuencia lógica de ejecución.

Estos renglones son: replanteo topográfico, excavación, colector principal, relleno y compactado, acarreo de desperdicio, pozos de visita, conexiones domiciliarias, caja distribuidora de caudales, fosa séptica y tubería de desfogue.

2.1.18.2 Cuantificación de los renglones de trabajo

Ya desglosado el proyecto, se procede a asignarle a cada renglón una unidad de medida, luego se calculan todas las cantidades de material, mano de obra y herramientas para cada renglón.

2.1.18.3 Precio unitario

Es el precio por unidad de medida o unidad de pago. Se obtiene por medio de la integración del costo directo y el costo indirecto, para calcular cada uno de estos costos se hace lo siguiente:

2.1.18.3.1 Costo directo

En este costo se incluyen los precios de los materiales y herramientas, más la mano de obra necesarios en cada unidad de ejecución, precios que gobiernan la región de ejecución del proyecto.

2.1.18.3.2 Costo indirecto

El costo indirecto se valoriza como un porcentaje del costo directo, porcentaje que se basa en la experiencia en obras similares, y cuyo valor oscila entre el 30% y el 45% según el renglón considerado. Para el efecto de este proyecto, se utilizó el 32%, estipulado por la municipalidad de Escuintla.

2.1.18.4 Costo total por renglón

El costo total de cada renglón se obtiene al multiplicar los valores obtenidos en los incisos anteriores, es decir, se multiplica la cantidad de trabajo por el precio unitario en cada renglón.

2.1.18.5 Costo total del proyecto

Para este costo se hace la sumatoria de los costos totales de los renglones del proyecto.

El resultado del proceso descrito anteriormente, aparece de forma sintetizada a continuación:

Tabla IX. Presupuesto proyecto de alcantarillado sanitario

PRESUPUESTO					
No.	Renglón	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo por renglón
1	Replanteo topográfico	m	1 201,50	Q1,50	Q1 802,25
2	Excavación	m³	923,06	Q21,75	Q20 076,56
3	Colector principal				
3,1	Tubo PVC (6"x6 m ASTM-3 034)	m	1 068,00	Q177,80	Q189 887,15
4	Relleno y compactación	m³	847,97	Q8,45	Q7 165,35
5	Acarreo de desperdicio	m³	305,85	Q3,00	Q917,55
6	Pozos de visita				
6,1	Pozos de 0,80 - 2,00 m	Unidad	27,00	Q3 900,25	Q105 306,75
6,2	Pozos de 2,01 - 3,00 m	Unidad	5,00	Q6 471,65	Q32 358,25
6,3	Pozos de 3,01 - 4,11 m	Unidad	3,00	Q8 840,00	Q26 520,00
6,4	Tubería (caídas mayores a 0,70 m)	Global	1,00	Q7 539,04	Q7 539,04
7	Conexiones domiciliarias	Unidad	167,00	Q2 709,21	Q452 437,35
8	Caja distribuidora de caudales	Unidad	1,00	Q15 297,28	Q15 297,28
9	Fosa séptica	Unidad	3,00	Q343 622,60	Q1 030 867,81
10	Tubería para desfogue	m	120,00	Q206,84	Q24 821,11
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q1 914 996,44

El costo total del proyecto es de un millón novecientos catorce mil novecientos noventa y seis quetzales con cuarenta y cuatro centavos.

2.1.19 Evaluación socioeconómica

En su mayoría este tipo de proyectos, no son un atractivo económico, lo cual lleva a plantear un mecanismo para hacer viable el proyecto con subsidios, transferencias, impuestos, donaciones, etcétera. Sin embargo, es indispensable realizar un análisis financiero y determinar la viabilidad del proyecto. Para ello se utilizarán dos métodos: valor presente neto y análisis costo/beneficio.

2.1.19.1 Valor presente neto

El valor presente neto es el valor actual de los flujos de caja netos menos la inversión inicial. Para el presente proyecto se determinó el VPN con una tasa de interés igual a la tasa de interés líder, que en el mercado actual es de 4,50%.

Debido a la característica del proyecto, la inversión inicial o costo de ejecución no es recuperable y deberá ser proporcionada por alguna institución, sea o no gubernamental. Por lo tanto, para el análisis del VPN, este rubro no se considerará debido a que se analiza si el proyecto es auto sostenible.

Entonces, el valor presente neto estará dado por la suma de ingresos menos los egresos, que se realizaron durante el período de funcionamiento del sistema. El procedimiento a realizar es el siguiente:

2.1.19.1.1 Ingresos

a) Pago de conexión domiciliar (CCD):

Consiste en un pago único de Q.300,00 por cada vivienda, pago que la municipalidad tiene establecido por la instalación de acometida domiciliar en el primer año. El costo total por conexiones domiciliarias es de:

$$CCD = Q\ 300,00 /viv (167\ viv) = Q\ 50\ 100,00$$

Éste se convierte a un valor presente por medio del factor de pago único valor presente, de la siguiente manera:

$$VP_{CCD} = \frac{Q50\ 100,00}{(1+0,045)^1} = Q\ 47\ 942,58$$

b) Tarifa al usuario anual ($T_{usuario}$):

Ésta se calcula de la siguiente manera:

$$T_{usuario} = Q\ 15,00 /mes/viv (167\ viv) (12\ meses) = Q\ 30\ 060,00$$

Se proyecta a valor presente así:

$$VP_{Tu} = Q30\ 060,00 \left[\frac{(1+0,045)^{30} - 1}{0,045(1+0,045)^{30}} \right] = Q\ 489\ 643,99$$

2.1.19.1.2 Egresos

a) Costo de operación y mantenimiento anual (COM):

La mano de obra, los insumos y materiales para mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado sanitario son fijadas cuidadosamente según los estimados de la municipalidad, por lo tanto se tiene:

$$COM = Q\ 6\ 000,00 \rightarrow \text{Anualidades}$$

$$VP_{COM} = COM \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$
$$VP_{COM} = Q\ 6\ 000,00 \left[\frac{(1+0,045)^{30} - 1}{0,045(1+0,045)^{30}} \right] = Q\ 97\ 733,33$$

- b) Costo de mantenimiento y remoción de lodos, cada cinco años (CRL):

El servicio de limpieza, mantenimiento y remoción de lodos, en el sistema de tratamiento deberá solicitarse a compañías especializadas, para realizar la actividad cada cinco años; actualmente el costo es de Q.250,00 por remoción de 1 m³. El volumen de lodos acumulado durante este tiempo es de 144 m³ por cada fosa séptica. Por lo tanto, se tiene un costo total entre las tres fosas sépticas de:

$$CRL = Q 250,00 /m^3 (144 m^3 / fosa) (3 fosas)$$

$$CRL = Q 108 000,00$$

El valor anterior será calculado como un costo anual para reserva, en períodos de 5 años.

Primer período, luego de transcurridos 5 años:

$$VP = \frac{CRL}{(1+i)^n} = \frac{Q108 000,00}{(1+0,045)^5} = Q 86 644,71$$

Segundo período, luego de transcurridos 10 años:

$$VP = \frac{Q108 000,00}{(1+0,045)^{10}} = Q 69 544,19$$

Tercer período, luego de transcurridos 15 años:

$$VP = \frac{Q108\ 000,00}{(1+0,045)^{15}} = Q\ 55\ 805,81$$

Cuarto período, luego de transcurridos 20 años:

$$VP = \frac{Q108\ 000,00}{(1+0,045)^{20}} = Q\ 44\ 781,43$$

Quinto período, luego de transcurridos 25 años:

$$VP = \frac{Q108\ 000,00}{(1+0,045)^{25}} = Q\ 35\ 934,90$$

Sexto período, luego de transcurridos 30 años:

$$VP = \frac{Q108\ 000,00}{(1+0,045)^{30}} = Q\ 28\ 836,00$$

Entonces, el valor presente correspondiente al costo de mantenimiento y remoción de lodos, es la sumatoria de todos los períodos transcurridos, quedando así:

$$VP_{CRL} = Q\ 321\ 567,04$$

El valor presente neto estará integrado de la siguiente manera:

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

$$VPN = [VP_{CCD} + VP_{Tu}] - [VP_{COM} + VP_{CRL}]$$

$$VPN = [Q47\,942,58 + Q489\,643,99] - [Q97\,733,33 + Q321\,567,04]$$

$$VPN = Q118\,286,20$$

Por lo tanto, el proyecto es autosostenible, porque con la tarifa propuesta, el proyecto podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento que se necesitan durante el período de funcionamiento. Además, se dispondrá de una cantidad de dinero adicional, para gastos imprevistos del sistema de alcantarillado sanitario.

2.1.19.2 Análisis costo/beneficio

Debido a que el proyecto es de carácter social, los resultados y costos del proyecto pueden traducirse en unidades monetarias, su evaluación se realiza utilizando un análisis costo/beneficio; ya que es imposible obtener una tasa interna de retorno (*TIR*) atractiva. Éste es el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión, y se determina de la siguiente manera:

a) Cálculo del costo:

$$C = \text{Inversión inicial} - \text{VPN}$$

$$C = Q\ 1\ 914\ 996,44 - Q\ 118\ 286,20 = Q\ 1\ 796\ 710,24$$

b) Cálculo del beneficio:

$$B = \text{No. Hab beneficiados}$$

$$B = 6 \text{ hab/viv (167 viv)} = 1\ 002 \text{ hab}$$

c) Cálculo del costo/beneficio:

$$C/B = \frac{Q\ 1\ 796\ 710,24}{1\ 002 \text{ hab}} = Q\ 1\ 793,12 \text{ /hab}$$

Las instituciones de inversión social toman las decisiones con base al valor obtenido anteriormente y las disposiciones económicas que posean. Según estas entidades que colaboran con la municipalidad, se tiene un rango aproximado de hasta Q.1 000,00 /hab. Por lo tanto se concluye que el proyecto es factible.

2.1.20 Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental (EIA) es el instrumento de política, gestión ambiental y toma de decisiones, formado por un conjunto de procedimientos capaces de garantizar, desde el inicio de la planificación, que se efectúe un análisis sistemático de los impactos ambientales de un proyecto o actividad y sus opciones, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarias para la opción a ser desarrolladas. Los resultados deberán ser presentados al representante legal del proyecto para su consideración.

Es necesario realizar un diagnóstico del área en donde se realizará o realizó la construcción del proyecto, determinando en detalle la situación ambiental actual del medio biótico y abiótico, que será impactada directamente por la obra.

Durante la etapa de construcción u operación de la obra, es importante conocer que el proyecto ocasionará varios impactos negativos de carácter transitorio sobre los componentes; aire, suelo, agua, biota (flora y fauna), paisaje, etc.

Se realizó una evaluación ambiental inicial (EAI), por medio del formato proporcionado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-; el cual se presenta en el apéndice D.

Los documentos que se deben adjuntar al formato son los siguientes:

- Plano de localización o mapa escala 1:50 000.
- Plano de ubicación.
- Plano de distribución.
- Plano de los sistemas hidráulico sanitarios (agua potable, aguas pluviales, drenajes y planta de tratamiento).
- Presentar original y copia completa del formato al MARN y una copia para sellar de recibido.
- Presentar documento foliado (de atrás hacia delante).
- Fotocopia de cédula de vecindad.
- Declaración jurada.

2.2 Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable

2.2.1 Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en un sistema de abastecimiento de agua potable, el cual, debido a la naturaleza de la topografía será por gravedad. El sistema abastecerá a 173 viviendas existentes, y constará únicamente de la red de distribución, ya que por estar en área urbana, el agua se obtendrá de la red ya existente del municipio de Escuintla, por lo tanto no habrá necesidad de línea de conducción, ni de los tanques de captación y distribución.

El sistema de tipo domiciliario incluye la instalación de contadores de agua de $\frac{1}{2}$ " de diámetro de entrada y salida, con sus respectivos accesorios (llave de paso, llave de compuerta, adaptadores; todos los mencionados tienen un diámetro de $\frac{1}{2}$ "), más cajas para los contadores.

La población futura se calculó por el método de saturación y la red de distribución por ramales abiertos, debido a que el asentamiento no cuenta con más área para su crecimiento poblacional y por la distribución de las viviendas respectivamente. El sistema tiene 1 092,75 m de longitud de tubería de distribución y 173 conexiones domiciliarias.

2.2.2 Aforos, dotación y tipo de servicio

El proyecto no requirió la necesidad de realizar aforos, debido a que el tipo de fuente no es un nacimiento, sino que es una red existente. Por lo tanto fue necesario tomar la presión dinámica con un manómetro en el punto donde iniciará la red de distribución. El valor fue de 40 psi equivalente a 28,12 mca, siendo éste tomado el 15 de octubre de 2009.

En cuanto a la dotación, esta es la cantidad de agua asignada a una persona durante un día. Desde el punto de vista económico, la dotación es muy importante, ya que a mayor dotación, mayor será el diámetro de la tubería, y por consiguiente eleva el costo del proyecto.

Para determinar la dotación en $l/hab/día$ es necesario tomar en cuenta algunos parámetros, según normas, para la satisfacción de las necesidades de los usuarios, estos parámetros son: clima, nivel de vida, actividades productivas, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad del agua, medición, administración del sistema y presiones del mismo.

De acuerdo con lo anterior, se tiene que; la comunidad se encuentra en área urbana, pero debido a sus condiciones socio-económicas es catalogada como área rural; cuenta con un clima cálido-tropical; haciendo un análisis de consumo por el tipo de actividad de los habitantes de la comunidad, se decidió adoptar una dotación (*Dof*) igual a 150 l/hab/día. Además del consumo humano, existen otros usos del vital líquido, que aunque en menor grado, siempre es recomendable considerarlos. Los usos adicionales más comunes son: aseo personal, lavado de sanitarios, lavado de ropa, limpieza de la casa y para bebida de animales domésticos.

El tipo de servicio que se va a prestar influye de una manera determinante en la economía familiar, que aunque es una población con características rurales, se encuentra en una zona urbana. Por lo tanto, el servicio que se prestará será de tipo domiciliario, ya que por pertenecer al casco urbano debe acoplarse al avance social como metrópoli.

2.2.3 Tasa de crecimiento poblacional

La municipalidad de Escuintla utiliza una tasa del 3,50%, según datos de población del Instituto Nacional de Estadística -INE- y parámetros utilizados en la Oficina Municipal de Planificación de Escuintla; sin embargo, éste dato no será necesario para este diseño.

2.2.4 Período de diseño, población futura

Se entiende como período de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, al tiempo comprendido desde la realización del diseño, hasta el momento en el que sobrepase las condiciones de vida útil de los materiales, es decir, el tiempo en que el sistema funcionará eficientemente. Con base a las normas establecidas, todas las partes del proyecto fueron diseñadas para un período de 21 años.

En el caso de la población futura, ésta no será necesaria, ya que como se mencionó con anterioridad, el proyecto está realizado con en el método de población por saturación, debido a que no existe espacio físico para expansión de la población. Por lo tanto se utiliza la población actual como población por saturación.

2.2.5 Factores de consumo y caudales

En un sistema público de abastecimiento de agua, el consumo es afectado por una serie de factores que varían en función del tiempo, las costumbres de la región, las condiciones climáticas, y las condiciones económicas que son inherentes a una comunidad y que varía de una comunidad a otra.

Durante el día, el caudal dado por una red pública varía continuamente, en horas diurnas, supera el valor medio; va alcanzando valores máximos alrededor del medio día, y los valores mínimos en las primeras horas de la madrugada.

La aplicación de estos factores de seguridad garantiza el buen funcionamiento del sistema en cualquier época del año, bajo cualquier condición. Los factores que se utilizan se describen a continuación:

2.2.5.1 Factor de día máximo (FDM)

Este incremento porcentual se utiliza cuando no se cuenta con datos de consumo máximo diario. UNEPAR–INFOM recomienda lo siguiente:

- Para poblaciones del área rural un FDM de 1,2 a 1,8.
- Para poblaciones urbanas un FDM de 1,8 a 2,0.
- Para el área metropolitana un FDM de 2,0 a 3,0.

2.2.5.2 Factor de hora máximo (FHM)

Éste, como el anterior, depende de la población que se esté estudiando y de sus costumbres. UNEPAR–INFOM recomienda lo siguiente:

- Para poblaciones del área rural un FHM de 1,8 a 2,0.
- Para poblaciones urbanas un FHM de 2,0 a 3,0.
- Para el área metropolitana un FHM de 3,0 a 4,0.

Para este proyecto se utilizó un FHM de 2,8.

2.2.5.3 Caudal medio diario

Es la cantidad de agua que va a consumir la población durante un día (24 horas), se expresa como el promedio de los consumos diarios en el período de un año, si se cuenta con registros de consumo diario, pero, es poco probable que existan estos registros, aún en comunidades donde ya existe algún sistema de abastecimiento de agua.

En caso que no se conozcan registros, generalmente se asume como el producto de la dotación por el número posible de usuarios al final del período de diseño (en este caso, usuarios por saturación). Se calcula según la siguiente expresión:

$$Q_{\text{medio } d} = \frac{Dot * P}{86\ 400}$$

Donde:

$Q_{medio\ d}$ = Caudal medio diario (ℓ/s)

Dot = Dotación (ℓ/hab/día)

P = Población por saturación (hab)

Determinando población por saturación:

$$P = 6\ hab/viv(173\ viv) = 1\ 038\ hab$$

Sustituyendo valores:

$$Q_{medio\ d} = \frac{150\ \ell/hab/día\ (1\ 038\ hab)}{86\ 400\ s/día} = 1,80\ \ell/s$$

2.2.5.4 Caudal máximo diario

Llamado también caudal de día máximo, se define como el máximo consumo de agua durante 24 horas, observado en el período de un año, no incluyendo gastos por incendio. Es el que se utiliza para diseñar la línea de conducción, y se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{MD} = Q_{medio\ d} * FDM$$

Debido a que no existe línea de conducción, no será necesario calcular este caudal.

2.2.5.5 Caudal máximo horario

También es llamado caudal de hora máxima, y es el que se utiliza para diseñar la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua durante una hora del día, observado en el período de un año, se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{MH} = Q_{medio\ d} * FHM$$

Sustituyendo valores:

$$Q_{MH} = 1,80\ \ell/s (2,8) = 5,05\ \ell/s$$

2.2.6 Calidad del agua y sus normas

El agua potable debe llenar ciertas condiciones, tales como:

- a) Incolora en pequeñas cantidades o ligeramente azulada en grandes masas.
- b) Inodora, insípida y fresca.
- c) Aireada, sin sustancias en disolución y sobre todo sin materia orgánica.
- d) Libre de microorganismos que puedan ocasionar enfermedades.

Para que el agua pueda ser aprobada y sea catalogada como potable para el consumidor, es indispensable realizar los siguientes análisis:

2.2.6.1 Análisis físico-químico

Desde el punto de vista físico, este análisis se realiza para determinar las características que se perciben por medio de los sentidos y que causan la aceptación o rechazo del agua por parte del consumidor. Entre éstas se puede mencionar: el aspecto, color, sabor, olor y temperatura, además, se determinan el potencial de hidrógeno (*pH*), la turbiedad, la dureza y la conductividad; de los anteriores, el primero expresa la intensidad de condiciones ácidas o alcalinas, el segundo, se aplica cuando las aguas contienen materia en suspensión, y el tercero, indica que tanta espuma puede realizar el agua en movimiento. Todo lo anterior se mide dentro de límites aceptables y permisibles.

Desde el punto de vista químico, se determinan las cantidades de materia orgánica y minerales presentes en el agua que afectan su calidad, cuyas concentraciones deben permanecer dentro de los límites aceptables y permisibles, para evitar efectos perjudiciales sobre la salud. Entre las sustancias químicas que afectan la potabilidad del agua se encuentran: amoníaco, nitritos, nitratos, cloro residual, magnesio, cloruros, fluoruros, sulfatos, calcio total, y hierro.

Según resultados (ver apéndice E) dados por el Laboratorio Nacional de Salud -LNS-, de los parámetros analizados que competen al estudio físico-químico, la muestra **CUMPLE** con la NORMA COGUANOR NGO 29 001: ESPECIFICACIONES PARA AGUA POTABLE.

2.2.6.2 Análisis bacteriológico

Se realiza con el objeto de determinar la probabilidad de contaminación por gérmenes patógenos, causantes de enfermedades gastrointestinales. El indicador del nivel de contaminación bacteriológica es la presencia del grupo coliforme.

Este análisis se apoya en métodos estadísticos, los cuales determinan el número más probable de bacterias (*Escherichia Coli*) presentes.

Según los resultados de los exámenes de calidad del agua (ver apéndice E); desde el punto de vista bacteriológico, el agua **NO ES POTABLE**, ya que según la NORMA COGUANOR NGO 29 001: ESPECIFICACIONES PARA AGUA POTABLE, el recuento de coliformes debe ser menor de 1,10 NMP/100 ml.

Por lo tanto es necesario aumentar la cantidad de hipoclorito de calcio en la desinfección, para potabilizar el agua proveniente de la red existente de la región urbana del municipio de Escuintla.

2.2.7 Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías

Para determinar las pérdidas de carga en la tubería, se utilizará la fórmula de Hazen-Williams, la cual está expresada por:

$$h_f = \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \phi^{4,87}}$$

Donde:

h_f = Pérdida de carga (m)

C = Coeficiente de fricción interna (para PVC, $C = 150$)

ϕ = Diámetro interno (plg)

L = Longitud de diseño (m)

Q = Caudal (ℓ/s)

Conociendo la altura máxima disponible por perder (H_f), se procede a calcular el diámetro teórico necesario. Despejando el diámetro de la fórmula anterior, se tiene:

$$\phi = \left[\frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * h_f} \right]^{\frac{1}{4,87}}$$

Obteniendo el diámetro teórico, se procede a seleccionar el diámetro comercial superior y se calcula la pérdida real (hf_{REAL}).

2.2.8 Presiones y velocidades

El diseño hidráulico, se hará con base en la pérdida de presión del agua que corre a través de la tubería. Para comprender el mecanismo que se emplea se incluye los principales conceptos utilizados:

2.2.8.1 Presión estática

Se produce cuando todo el líquido en la tubería y en el recipiente que la alimenta está en reposo. Es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura a la que se encuentra la superficie libre del agua en la tubería o tanque.

La máxima presión estática que soportan las tuberías de 160 psi en metros columna de agua es de 112,50 (teóricamente), pero se debe considerar hasta un 90% de la misma para efectos de seguridad. Si hay presiones mayores de 160 psi, hay tres soluciones: colocar una caja rompe presión, utilizar tubería de PVC de 250 psi o más, o cambiar a tubería HG.

En la red de distribución la presión estática, debe mantenerse entre 10 y 40 mca, ya que a mayores presiones fallan los empaques de válvulas y grifería; aunque en mucha de las regiones donde se ubican las comunidades, la topografía es irregular y se hace difícil mantener este rango, por lo que en algunos tramos podría no cumplirse el rango, partiendo del criterio que en una población, en zona urbana, pero de escasos recursos, es difícil que se construyan edificios de altura considerable.

2.2.8.2 Presión dinámica

Cuando hay movimiento de agua, la presión estática modifica su valor, disminuyéndose por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería, lo que era altura de carga estática ahora se convierte en altura de presión más pequeña, debido al consumo de presión que se le llama pérdida de carga. La energía consumida o pérdida de carga varía con respecto a la velocidad del agua y en proporción inversa al diámetro de la tubería.

La presión en un punto "x", es la diferencia entre la cota piezométrica del punto "x" y la cota del terreno en ese punto.

2.2.8.3 Velocidades

En todo diseño hidráulico es necesario revisar la velocidad del líquido, para verificar si ésta se encuentra entre los límites recomendados.

Para diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, según las normas de UNEPAR se consideran los siguientes límites:

- Para conducción: mínima = 0,40 m/s y máxima = 3,00 m/s.
- Para distribución: mínima = 0,60 m/s y máxima = 3,00 m/s.

Aunque los fabricantes de PVC, recomiendan el siguiente parámetro:

- Mínima = 0,40 m/s y máxima = 5,00 m/s.

2.2.9 Levantamiento topográfico

Los trabajos de topografía realizados fueron únicamente para la red de distribución. Los levantamientos topográficos para acueductos rurales contienen las dos acciones principales de la topografía, los cuales son: planimetría y altimetría, los que pueden ser de 1er., 2do. y 3er. orden; esto dependiendo de las características del proyecto y las normas que el diseñador utilice. En la realización de este proyecto se utilizó una topografía de primer orden.

2.2.9.1 Planimetría

Para la planimetría del proyecto se utiliza el método de conservación de azimut. El equipo utilizado es: un teodolito Wild modelo T-16 (sexagesimal), un estadal de 4 m, 2 plomadas, una cinta métrica de 30 m, estacas, martillo, y un marcador color rojo.

2.2.9.2 Altimetría

La altimetría se encarga de la medición de la diferencia de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia. El equipo utilizado fue un nivel de precisión Wild modelo NAK-2, un estadal de 4 m y una cinta métrica de 30 m.

2.2.10 Diseño hidráulico del sistema

Para el diseño hidráulico de la red de distribución, se tiene la siguiente tabla con los datos a utilizar.

Tabla X. Bases generales de diseño, abastecimiento de agua potable

Tipo de sistema	Gravedad
Número de conexiones	173
Población por saturación	1 038
Viviendas actuales	173
Período de diseño	21 años
Dotación	150 l/hab/día
Caudal medio diario	1,80 l/s
Factor hora máxima	2,80
Caudal máximo horario	5,05 l/s
Tipo de tubería	PVC
Presiones de trabajo	315 psi, 250 psi y 160 psi
Coefficiente de fricción	150
Presión dinámica en E-0	40 psi = 28,12 mca

2.2.10.1 Red de distribución

Para diseñar la red de distribución, se utiliza el método de ramales abiertos debido a la geometría de los callejones. El análisis de ramales abiertos, se realiza aplicando la fórmula de Hazen-Williams.

Teniendo en cuenta para el diseño, las siguientes consideraciones:

- a) El diseño se hará utilizando el caudal máximo horario (Q_{MH}), con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño.
- b) El caudal que entra es igual al caudal que sale, en cada nodo.

2.2.10.2 Ejemplo de diseño de un tramo

A continuación se muestra el cálculo para la primera iteración, de la estación E-0 a la estación E-1:

a) Datos para la primera iteración

$$CT_{E-0} = 333,47 \text{ m}$$

$$CT_{E-1} = 332,62 \text{ m}$$

$$L_{0-1} = 39,50 \text{ m}$$

$$Q = 5,05 \text{ l/s}$$

$$P_{D(E-0)} = 40 \text{ psi} = 28,12 \text{ mca}$$

$$C = 150$$

b) Cálculo de cota piezométrica en E-0

Esta se obtiene de la suma de la cota de terreno en E-0 y la presión dinámica en E-0, la cual fue obtenida por medio de un manómetro en la red existente del municipio de Escuintla, y es de 28,12 mca.

$$C_{PZ(E-0)} = CT_{E-0} + P_{D(E-0)}$$

$$C_{PZ(E-0)} = 333,47 \text{ m} + 28,12 \text{ m} = 361,59 \text{ m}$$

c) Cálculo de la carga disponible

La carga disponible es la diferencia de la cota piezométrica del primer nodo y la cota de terreno del segundo nodo.

$$h_{f(DIS)} = C_{PZ(E-0)} - CT_{E-1}$$

$$h_{f(DIS)} = 361,59 \text{ m} - 332,62 \text{ m} = 28,97 \text{ m}$$

d) Cálculo del diámetro teórico de la tubería

Para calcular el diámetro de la tubería, necesario para cumplir con los requerimientos hidráulicos, se utiliza la fórmula de Hazen-Williams presentada en el inciso 2.2.7.

Sustituyendo valores:

$$\phi = \left[\frac{1\,743,811(39,50*1,05)(5,05)^{1,85}}{150^{1,85}(28,97)} \right]^{\frac{1}{4,87}} = 1,37 \text{ plg} \approx 2 \text{ plg}$$

Se debe considerar las pérdidas por fricción, debiendo probar con diámetros superiores o inferiores de tubería a manera de contrarrestar estas pérdidas, y lograr mantener presiones adecuadas a lo largo del tramo que se esta diseñando. En este caso se consideró la superior de 2 plg, a manera de conservar una presión y una velocidad adecuadas.

Los diferentes diámetros internos para PVC de 160 psi, 250 psi y 315 psi utilizados para el diseño hidráulico, fueron de acuerdo con las tablas de tuberías de PVC 1 120 ASTM D 2 241 SDR 26, 17 y 13,5 respectivamente, proporcionada por el fabricante "AMANCO".

Se consideró un porcentaje de desperdicio para la tubería, de 5%, aplicándolo a la longitud L .

e) Cálculo de la pérdida real

Una vez definido el diámetro interno de la tubería, se procede a calcular el valor real de la pérdida en este tramo; por medio de la ecuación de Hazen-Williams.

$$\phi = 2 \text{ plg} \quad \Rightarrow \quad \phi_{\text{interno}} = 2,193 \text{ plg}$$

Sustituyendo valores, en la otra ecuación presentada en el inciso 2.2.7:

$$h_{f(\text{REAL})} = \frac{1\,743,811(39,50*1,05)(5,05)^{1,85}}{150^{1,85}(2,193)^{4,87}} = 2,97 \text{ m}$$

f) Cálculo de la cota piezométrica

La cota piezométrica final del tramo se calcula restándole a la cota piezométrica inicial la pérdida real en el tramo, por lo tanto; se calcula de la siguiente manera:

$$C_{PZ(E-1)} = C_{PZ(E-0)} - h_{f(REAL)}$$

$$C_{PZ(E-1)} = 361,59 \text{ m} - 2,97 \text{ m} = 358,62 \text{ m}$$

g) Cálculo de la presión hidrodinámica

Esta se calcula restándole a la cota piezométrica final, la cota de terreno final en el tramo existente.

$$P_{D(E-1)} = C_{PZ(E-1)} - CT_{E-1}$$

$$P_{D(E-1)} = 358,62 \text{ m} - 332,62 \text{ m} = 26,00 \text{ m}$$

h) Cálculo de la presión hidrostática

Ésta es expresada por la resta de la cota de terreno inicial, y la cota de terreno final.

$$P_{E(0-1)} = CT_{E-0} - CT_{E-1}$$

$$P_{E(0-1)} = 333,47 \text{ m} - 332,62 \text{ m} = 0,85 \text{ m}$$

i) Cálculo de la velocidad

Ésta viene expresada por la siguiente ecuación:

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

Donde:

$V =$ Velocidad del agua (m/s)

$Q =$ Caudal (ℓ/s)

$\phi =$ Diámetro interno de la tubería (plg)

Sustituyendo valores:

$$V = 1,974 \left(\frac{5,05}{2,193^2} \right) = 2,07 \text{ m/s}$$

A continuación se presenta el resumen de los cálculos hidráulicos de la primera iteración, el cálculo hidráulico de toda la red de distribución se presenta en el apéndice B.

Tabla XI. Resumen de cálculos hidráulicos, abastecimiento de agua potable

Tramo		Cota Terr (m)		L (m)	Q _{MH} (l/s)	Ø _{INT} (plg)	H _{fREAL} (m)	P Din (m)		Cota PZ (m)		Presión Est (m)	Vel (m/s)
De	A	Inicial	Final					Inicial	Final	Inicial	Final		
0	1	333,47	332,62	39,50	5,05	2,193	2,97	28,12	26,00	361,59	358,62	0,85	2,07

2.2.10.3 Conexiones domiciliarias

Estas se construirán inmediatas al muro o cerco perimetral de los lotes, con el objetivo que el costo de las conexiones sea lo más bajo posible, debido a la variación de estas longitudes y para efectos de presupuesto se asumen dos tubos de PVC de ½" por conexión domiciliar, asimismo ésta estará conformada por una válvula de compuerta para disminuir las presiones al ingreso de las viviendas, una llave de paso, y un contador el cual registrará el consumo de cada conexión domiciliar.

2.2.11 Propuesta de tarifa

Un sistema de agua potable no es solamente las fases de diseño y construcción, se le debe dar una operación y un mantenimiento adecuado, para garantizar la sostenibilidad del mismo, durante el período para el que a sido diseñado. Esto implica que es necesario contar con recursos suficientes para operar el sistema, darle un mantenimiento preventivo y cuando así lo amerite también correctivo; dichos recursos sólo pueden obtenerse a través del pago mensual de una tarifa que cada una de las viviendas del asentamiento deberá efectuar.

2.2.11.1 Costo de operación (O)

Representa el pago mensual al fontanero por revisión de tuberías, conexiones domiciliarias, y mantenimiento. Estimando que recorrerá 0,55 kilómetros de línea, revisará 173 conexiones, atendiendo el cuidado y limpieza. Además se contempla un factor que representa las prestaciones. Por lo que se tiene:

$$O = Prs * CR * \left[\frac{L_{Tub}}{L_{Tub/mes}} + \frac{No.Con}{20 con/mes} + \frac{1}{30 días/mes} \right]$$

Donde:

O = Costo de operación

Prs = Prestaciones = 43%

CR = Costo por revisión

L_{Tub} = Longitud total del proyecto

$L_{Tub/mes}$ = Longitud que recorrerá en un mes

$No. Con$ = Número de conexiones domiciliarias totales

Sustituyendo valores:

$$O = 1,43 * Q45,00 * \left[\frac{1,09 \text{ km}}{0,55 \text{ km}} + \frac{173 \text{ con}}{20 \text{ con/mes}} + \frac{1}{30 \text{ días/mes}} \right]$$

$$O = Q686,30 /mes$$

2.2.11.2 Costo de mantenimiento (M)

Este costo se utilizará para la compra de materiales del proyecto cuando sea necesario mejorar o sustituir los que estén instalados. Se estima como el 4 por millar del costo total del proyecto presupuestado para el período de diseño. La ecuación que describe lo anterior es:

$$M = \frac{0,004 * CP}{n}$$

Donde:

M = Costo de mantenimiento

CP = Costo total del proyecto

n = Período de diseño

Sustituyendo valores:

$$M = \frac{0,004(Q205\ 670,69)}{21} = Q39,18 /mes$$

2.2.11.3 Costo de tratamiento (T)

Éste será el que se requiere para la compra y mantenimiento del método de desinfección, gasto mensual.

$$T = 0$$

El costo de tratamiento es igual a cero debido a que el proyecto no posee un proceso de desinfección.

2.2.11.4 Costo de administración (A)

Representa el fondo que servirá para gastos de papelería, sellos, viáticos, etc. Se estima un 15% de la suma de los anteriores.

$$A = 0,15(O + M + T)$$

$$A = 0,15(Q686,30 /mes + Q39,18 /mes + 0) = Q108,82 /mes$$

2.2.11.5 Costo de reserva (R)

Cantidad de dinero dedicada a cualquier imprevisto que afecte al proyecto. Será del 12% de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$R = 0,12(O + M + T)$$

$$R = 0,12(Q686,30 /mes + Q39,18 /mes + 0) = Q87,06 /mes$$

2.2.11.6 Cálculo de tarifa propuesta (TAR)

$$TAR = \frac{O+M+T+A+R}{No. Viviendas}$$

$$TAR = \frac{Q686,30 /mes+Q39,18 /mes+0+Q108,82 /mes+Q87,06 /mes}{173 viv}$$

$$TAR = Q5,35 /mes/viv$$

Se propone una tarifa mínima de Q.10,00 por servicio mensual, por cada vivienda. Este es un valor accesible para la población, ya que las tarifas que la municipalidad propone oscilan entre Q.10,00 y Q.25,00 mensuales.

2.2.12 Elaboración de planos

Los planos constructivos para el sistema de abastecimiento de agua potable se presentan en el apéndice C. Están conformados por: planta de densidad de vivienda, planta general de la red de distribución de agua potable, plantas y perfiles de todos los tramos, y detalles de acometida y toma domiciliar.

2.2.13 Elaboración de presupuesto

El presupuesto fue elaborado siguiendo los procedimientos utilizados en el proyecto de alcantarillado sanitario. Los renglones de trabajo son: replanteo topográfico, excavación, relleno y compactado, acarreo de desperdicio, red de distribución, y conexión domiciliar.

Tabla XII. Presupuesto proyecto de abastecimiento de agua potable

PRESUPUESTO					
No.	Renglón	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo por renglón
1	Replanteo topográfico	m	1 092,75	Q1,50	Q1 639,13
2	Excavación	m ³	1 014,00	Q21,70	Q22 003,80
3	Relleno y compactado	m ³	1 014,00	Q8,30	Q8 416,20
4	Acarreo de desperdicio	m ³	253,50	Q3,00	Q760,50
5	Red de distribución				
5,1	Tubo PVC (2"x6 m) 160 psi	m	42	Q49,08	Q2 061,45
5,2	Tubo PVC (1½"x6 m) 160 psi	m	426	Q23,80	Q10 138,50
5,3	Tubo PVC (1¼"x6 m) 160 psi	m	42	Q31,33	Q1 315,70
5,4	Tubo PVC (1"x6 m) 160 psi	m	42	Q26,82	Q1 126,25
5,5	Tubo PVC (¾"x6 m) 250 psi	m	360	Q11,94	Q4 298,05
5,6	Tubo PVC (½"x6 m) 315 psi	m	264	Q10,36	Q2 734,85
6	Conexión domiciliar	Global	1	Q151 176,27	Q151 176,27
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q205 670,69

El costo total del proyecto es de doscientos cinco mil seiscientos setenta quetzales con sesenta y nueve centavos.

2.2.14 Evaluación socio-económica

2.2.14.1 Valor presente neto

La tasa de interés a utilizar es igual a la tasa de interés líder del mercado actual, la cual es de 4,50%.

2.2.14.1.1 Ingresos

– *Tarifa al usuario anual* (T_{usuario})

Ésta se calcula de la siguiente manera:

$$T_{\text{usuario}} = Q 10,00 \text{ /mes/viv } (173 \text{ viv}) (12 \text{ meses}) = Q 20 760,00$$

Se proyecta a valor presente con la siguiente fórmula:

$$VP_{T_U} = T_{\text{usuario}} \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n} \right]$$
$$VP_{T_U} = Q 20 760,00 \left[\frac{(1+0,045)^{21} - 1}{0,045(1+0,045)^{21}} \right] = Q 278 282,07$$

2.2.14.1.2 Egresos

- Costo de operación y mantenimiento anual (COM):

Del análisis de tarifa se tiene:

$$COM = (O + M + T + A + R) * 12 \text{ meses}$$

$$COM = (Q686,30 / \text{mes} + Q39,18 / \text{mes} + 0 + Q108,82 / \text{mes} + Q87,06 / \text{mes}) * 12 \text{ meses}$$

$$COM = Q 11 056,32 \rightarrow \text{Anualidades}$$

$$VP_{COM} = Q11 056,32 \left[\frac{(1+0,045)^{21} - 1}{0,045(1+0,045)^{21}} \right] = Q 148 206,92$$

Entonces, el valor presente neto estará integrado de la siguiente manera:

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

$$VPN = VP_{Tu} - VP_{COM}$$

$$VPN = Q 278 282,07 - Q 148 206,92$$

$$VPN = Q130 075,15$$

Por lo tanto, se concluye que el proyecto es autosostenible, porque con la tarifa propuesta, el proyecto podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento, que se necesitan durante el período de funcionamiento. Además, se dispondrá de una cantidad de dinero adicional, para gastos imprevistos o remodelación del sistema de abastecimiento de agua potable.

2.2.14.2 Análisis costo/beneficio

El proyecto es de carácter social, por lo que es imposible obtener una tasa interna de retorno (*TIR*) atractiva. Éste es el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para éste tipo de inversión, y se determina de la siguiente manera:

a) Cálculo del costo:

$$C = \text{Inversión inicial} - \text{VPN}$$

$$C = Q\ 205\ 670,69 - Q\ 130\ 075,15 = Q\ 75\ 595,54$$

b) Cálculo del beneficio:

$$B = \text{No. Hab beneficiados}$$

$$B = 6 \text{ hab/viv} (173 \text{ viv}) = 1\ 038 \text{ hab}$$

c) Cálculo del costo/beneficio:

$$C/B = \frac{Q75\,595,54}{1\,038\,hab} = Q\,72,83 /hab$$

Las instituciones de inversión social toman las decisiones con base en el valor obtenido anteriormente y las disposiciones económicas que posean. Según estas entidades que colaboran con la municipalidad, se tiene un rango aproximado de hasta Q.1 000,00 /hab. Por lo tanto se concluye que el proyecto es factible.

2.2.15 Evaluación de impacto ambiental

Se realizó una Evaluación Ambiental Inicial (EAI), así como en el caso del sistema de alcantarillado sanitario; el cual se presenta en el apéndice D.

Los documentos que se deben adjuntar al formato son los siguientes:

- Fotocopia del testimonio de la escritura pública de la finca donde se encuentra el cuerpo de agua, debidamente inscrita en el Registro de la Propiedad (primera inscripción, compra-venta, cesión de derechos, arrendamiento, servidumbre, usufructo, etc).

- Certificación del Registro Civil del municipio, en donde consta la inscripción del comité y sus representantes y organizaciones no gubernamentales (sociedades civiles).
- Fotocopia de la escritura de constitución de sociedad debidamente inscrita en el Registro Mercantil.
- Nombramiento del representante legal debidamente inscrito en el registro respectivo.
- Fotocopia legalizada de cédula de vecindad del representante legal o persona interesada.
- Credencial del presidente del comité extendida por Gobernación Departamental.
- Croquis del lugar donde se encuentra el cuerpo de agua; (persona individual, comités).
- Juego de planos de planta y perfil del proyecto; (sociedades, ONG's, asociaciones).
- Fotocopias de actas levantadas por los comités en caso de acuerdos, conciliaciones y otros hechos o circunstancias relativas al recurso hídrico de la localidad.
- Censo poblacional (conforme al último censo).
- Lista de usuarios (para uso agrícola).
- En caso de renovación, fotocopia autenticada de la resolución de autorización y la documentación descrita en los incisos anteriores.

CONCLUSIONES

- 1. De acuerdo con los resultados de la investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del asentamiento La Paz, se determinó que los proyectos con prioridad más urgente son los sistemas de alcantarillado sanitario y abastecimiento de agua potable, razón por la cual en este trabajo de graduación se realizó los diseños correspondientes.**
- 2. Según las evaluaciones socio-económicas, representadas por el valor presente neto y el análisis costo/beneficio, se determinó que ambos proyectos son factibles y autosostenibles, cubriendo sendos gastos de operación, administración y mantenimiento, por lo que, la municipalidad de Escuintla deberá gestionar el financiamiento correspondiente, para que se ejecuten en el menor tiempo posible, por los beneficios que representan para la población.**
- 3. Es de vital importancia que la población aprenda acerca del mantenimiento preventivo, para evitar fallas en los sistemas de alcantarillado sanitario y abastecimiento de agua potable, y así, poder cumplir con el período de diseño.**

4. De acuerdo con los resultados de los análisis realizados por el Laboratorio Nacional de Salud -LNS-, a las muestras de agua provenientes del sistema existente del municipio de Escuintla, que abastecerá al asentamiento La Paz, se obtuvo que, desde el punto de vista físico-químico sanitario, el agua es aceptable, mientras que, desde el punto de vista bacteriológico el agua no cumple, de acuerdo con la Norma COGUANOR NGO 29 001; por lo que, se deben hacer mejorías en el sistema de desinfección existente.

5. De acuerdo con las evaluaciones ambientales iniciales realizadas por medio de los formatos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-, ambos proyectos cumplen, teniendo el mínimo impacto posible en el medio ambiente, siempre que se cumplan con las medidas de mitigación propuestas.

RECOMENDACIONES

A la municipalidad de Escuintla:

- 1. Aplicar un control de calidad al sistema de desinfección existente, en el municipio de Escuintla, debido a los resultados negativos del análisis bacteriológico de agua.**
- 2. Garantizar la supervisión técnica durante el proceso de construcción, para que se cumplan las especificaciones técnicas contenidas en los planos, y lograr una funcionalidad adecuada y eficaz durante el período de diseño.**
- 3. Construir dentro del sistema de alcantarillado sanitario la planta de tratamiento propuesta, para mitigar los daños al medio ambiente y concordar con las leyes del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-.**

4. Realizar pláticas educativas con la población, por medio del COCODE y la OMP, acerca de la operación y el mantenimiento preventivo-correctivo de ambos proyectos, para un buen funcionamiento dentro del período de diseño. Además informar sobre la prohibición de conectar aguas pluviales a la red de alcantarillado sanitario.

5. Al realizar la ejecución de ambos proyectos, garantizar la compactación del suelo, a manera de evitar hundimientos y rupturas en las tuberías, a largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMANCO. Información técnica de tubosistemas y listado de precios. Guatemala, 2009. 40 pp.
2. Archila Estrada, Walfre Donald. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Pie de la Cuesta, del municipio de San Pedro Pinula, Jalapa. Trabajo de graduación Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2002. 84 pp.
3. Instituto de Fomento Municipal -INFOM-. Normas de diseño de sistemas de agua potable. Guatemala, s.a. 47 pp.
4. Instituto de Fomento Municipal -INFOM-. Normas generales para diseño de alcantarillados. Guatemala, 2001. 31 pp.
5. Instituto de Fomento Municipal – Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales. Segunda revisión. Guatemala, 1997. 100 pp.
6. Quijada Sagastume, José Gilberto. Diseño de la red de alcantarillado sanitario de las aldeas El Ingeniero y Petapilla del municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula. Trabajo de graduación Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 120 pp.
7. Sandoval Ramírez, Jorge Jacobo. Diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la aldea Pacacay, municipio de Acatenango, Chimaltenango. Trabajo de graduación Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 166 pp.

8. Solares Santos, María de la Luz. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para las aldeas Las Llaves, San Martín y Oliveros, del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa. Trabajo de graduación Inga. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2002. 81 pp.

9. Simmons, C., Tarano, J. y Pinto, J. Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala. Editorial José de Pineda Ibarra, 1959. 1 000 pp.

APÉNDICE A

Tabla XIII. Libreta topográfica, alcantarillado sanitario

Est	PO	DH (m)	Azimut			Cota (m)
			°	'	"	
PV-1			0	0	0	332,14
PV-1	PV-2	5,71	80	21	33	332,09
PV-2	PV-3	8,00	339	7	16	333,24
PV-3	PV-4	16,30	68	3	51	332,70
PV-4	PV-6	34,62	181	25	23	330,72
PV-6	PV-5	17,90	265	12	51	331,07
PV-6	PV-7	48,15	174	55	43	329,29
PV-7	PV-17	21,00	168	11	59	327,74
PV-7	PV-16	9,00	66	10	31	329,61
PV-16	PV-15	60,75	53	47	6	330,90
PV-15	PV-14	9,04	331	16	31	331,42
PV-14	PV-13	5,21	334	1	1	331,63
PV-13	PV-12	36,45	339	30	49	332,97
PV-14	PV-11	22,40	254	13	43	331,08
PV-11	PV-10	22,12	338	17	3	332,20
PV-11	PV-9	15,44	263	6	16	330,78
PV-9	PV-8	16,86	347	54	11	331,15
PV-7	PV-19	28,50	263	31	36	328,69
PV-19	PV-18	38,00	0	4	16	330,32
PV-19	PV-20	39,45	177	54	13	327,72
PV-20	PV-21	13,60	87	59	59	327,28
PV-21	PV-22	75,10	185	32	10	323,51
PV-22	PV-32	21,19	263	3	46	323,44
PV-32	PV-33	89,30	169	5	4	320,29
PV-33	PV-34	68,35	212	23	0	317,04
PV-34	PV-35	36,00	194	6	0	316,13
PV-32	PV-31	120,15	353	18	57	327,30

Continuación tabla XIII...

Est	PO	DH (m)	Azimut			Cota (m)
			°	'	"	
PV-31	PV-30	44,12	323	18	21	331,55
PV-30	PV-29	26,00	303	41	40	333,09
PV-30	PV-28	36,00	70	52	31	331,07
PV-28	PV-27	6,00	90	25	55	328,85
PV-27	PV-26	45,10	347	29	6	332,86
PV-26	PV-25	15,20	253	43	25	333,24
PV-25	PV-23	15,55	332	8	56	334,08
PV-25	PV-24	14,90	157	49	57	332,34

Tabla XIV. Libreta topográfica, abastecimiento de agua potable

Est	PO	DH (m)	Azimut			Cota (m)
			°	'	"	
E-0			0	0	0	333,47
E-0	E-1	39,50	201	0	0	332,62
E-1	E-2	15,20	253	2	44	333,24
E-2	E-3	22,40	329	24	4	334,08
E-2	E-4	20,90	161	21	54	332,34
E-1	E-5	87,10	209	54	43	331,55
E-5	E-6	26,00	302	10	7	333,09
E-5	E-7	40,00	146	5	35	327,30
E-1	E-8	69,50	92	36	25	333,09
E-8	E-9	16,30	247	15	13	333,24
E-9	E-10	7,20	334	29	15	332,17
E-9	E-11	13,70	198	28	36	332,14
E-11	E-12	7,55	258	14	7	332,10
E-11	E-13	7,90	163	22	0	332,04
E-8	E-14	39,50	86	58	5	332,85
E-14	E-15	48,50	126	26	20	332,36
E-14	E-16	41,65	158	8	28	331,42
E-16	E-17	21,55	252	12	54	331,08
E-17	E-18	28,75	324	44	48	332,08
E-17	E-19	38,60	289	27	25	331,18
E-16	E-20	9,05	155	30	55	330,90
E-20	E-21	11,65	48	36	22	332,11
E-20	E-22	54,40	234	55	0	329,61
E-8	E-23	34,65	183	8	27	330,72
E-23	E-24	79,95	173	49	0	327,19
E-23	E-25	311,25	184	42	58	320,29

APÉNDICE B

Tabla XV. Cálculos hidráulicos, sistema de alcantarillado sanitario

De PV	A PV	Cotas Terreno		DH (m)	S(%) Terr	No. Viv		No. Hab Sat	qo(ℓ/s) Sat	∅ (")	S(%) Tub	Sección Llana		Rel q/Q Actual	Rel v/V Actual	Vas(m/s) Actual	Rel d/D Actual	Cotas Invert		Hecho	
		Inicial	Final			Loc	Acum					V (m/s)	Q (ℓ/s)					Inicio	Final	Inicio	Final
1	2	332.14	332.09	5.71	0.88	3	3	18	0.17	6	4.90	2.51	45.72	0.0037	0.239	0.60	0.0450	331.34	331.06	0.80	1.03
2	3	332.09	333.24	8.00	-14.38	3	6	36	0.34	6	2.75	1.88	34.25	0.0098	0.320	0.60	0.0700	331.03	330.81	1.06	2.43
3	4	333.24	332.70	16.30	3.31	2	8	48	0.45	6	2.10	1.64	29.93	0.0149	0.368	0.60	0.0875	330.78	330.44	2.46	2.26
4	6	332.70	330.72	34.62	5.72	5	13	78	0.73	6	2.00	1.60	29.21	0.0249	0.426	0.68	0.1100	330.41	329.72	2.29	1.00
5	6	331.07	330.72	17.90	1.96	3	3	18	0.17	6	4.90	2.51	45.72	0.0037	0.239	0.60	0.0450	330.27	329.39	0.80	1.33
6	7	330.72	329.29	48.15	2.97	12	28	168	1.57	6	2.25	1.70	30.98	0.0505	0.528	0.90	0.1550	329.36	328.28	1.36	1.01
8	9	331.15	330.78	16.86	2.19	4	4	24	0.22	6	3.75	2.19	39.93	0.0056	0.273	0.60	0.0550	330.35	329.72	0.80	1.06
9	11	330.78	331.08	15.44	-1.94	4	8	48	0.45	6	2.10	1.64	29.93	0.0149	0.368	0.60	0.0875	329.69	329.36	1.09	1.72
10	11	332.20	331.08	22.12	5.06	6	6	36	0.34	6	5.95	2.76	50.38	0.0067	0.289	0.80	0.0600	331.40	330.08	0.80	1.00
11	14	331.08	331.42	22.40	-1.52	3	17	102	0.95	6	1.15	1.21	22.15	0.0429	0.501	0.61	0.1425	329.33	329.08	1.75	2.34
12	13	332.97	331.63	36.45	3.68	9	9	54	0.50	6	4.25	2.33	42.58	0.0118	0.341	0.80	0.0775	332.17	330.62	0.80	1.01
13	14	331.63	331.42	5.21	4.03	0	9	54	0.50	6	3.35	2.07	37.80	0.0133	0.355	0.74	0.0825	330.59	330.42	1.04	1.00
14	15	331.42	330.90	9.04	5.75	1	27	162	1.51	6	0.75	0.98	17.89	0.0844	0.615	0.60	0.2000	329.05	328.98	2.37	1.92
15	16	330.90	329.61	60.75	2.12	11	38	228	2.12	6	0.60	0.88	16.00	0.1328	0.702	0.62	0.2500	328.95	328.58	1.95	1.03
16	7	329.61	329.29	9.00	3.56	3	41	246	2.29	6	3.00	1.96	35.77	0.0641	0.568	1.11	0.1800	328.55	328.28	1.06	1.01
17	7	327.74	329.29	21.00	-7.38	5	5	30	0.28	6	3.00	1.96	35.77	0.0078	0.305	0.60	0.0650	326.94	326.31	0.80	2.98
7	19	329.29	328.69	28.50	2.11	3	77	462	4.31	6	0.35	0.67	12.22	0.3524	0.913	0.61	0.4100	326.28	326.18	3.01	2.51

Continuación tabla XV...

De	A	Cotas Terreno		DH (m)	S(%) Terr	No. Viv		No. Hab Sat	Qp(ℓ/s) Sat	∅ (")	S(%) Tub	Sección plena		Rel q/Q		Rel V/V		Vos(m/s)		Rel d/D		Cotas Invert		Hazo	
		Inicial	Final			Loc	Acum					V (m/s)	Q (ℓ/s)	Actual	Teórico	Actual	Teórico	Actual	Teórico	Inicio	Final	Inicio	Final		
18	19	330.32	328.69	38.00	4.29	9	9	54	0.50	6	4.30	2.35	42.83	0.0118	0.341	0.80	0.0775	0.80	0.0775	329.52	327.89	0.80	0.80		
19	20	328.69	327.72	39.45	2.46	8	94	564	5.26	6	0.30	0.62	11.31	0.4647	0.983	0.61	0.4800	0.61	0.4800	326.15	326.03	2.54	1.69		
20	21	327.72	327.28	13.60	3.24	1	95	570	5.31	6	0.50	0.80	14.60	0.3638	0.921	0.74	0.4200	0.74	0.4200	326.00	325.93	1.72	1.35		
21	22	327.28	323.51	75.10	5.02	16	111	666	6.21	6	4.60	2.43	44.30	0.1401	0.716	1.74	0.2600	1.74	0.2600	325.90	322.45	1.38	1.06		
22	23	323.51	323.44	21.19	0.33	1	112	672	6.26	6	0.30	0.62	11.31	0.5537	1.029	0.64	0.5400	0.64	0.5400	322.42	322.36	1.09	1.08		
23	24	323.44	323.24	15.55	5.40	6	6	36	0.34	6	6.70	2.93	53.46	0.0063	0.281	0.82	0.0575	0.82	0.0575	333.28	332.24	0.80	1.00		
24	25	323.24	323.24	14.90	-5.04	6	6	36	0.34	6	2.75	1.88	34.25	0.0098	0.32	0.60	0.0700	0.60	0.0700	331.54	331.13	0.80	2.11		
25	26	323.24	322.86	15.20	2.50	2	14	84	0.78	6	1.30	1.29	23.55	0.0332	0.463	0.60	0.1250	0.60	0.1250	331.10	330.90	2.14	1.96		
26	27	322.86	328.85	45.10	8.89	6	20	120	1.12	6	6.70	2.93	53.46	0.0209	0.408	1.20	0.1025	1.20	0.1025	330.87	327.85	1.99	1.00		
27	28	328.85	331.07	6.00	-37.00	2	22	132	1.23	6	0.90	1.07	19.59	0.0628	0.560	0.60	0.1700	0.60	0.1700	327.82	327.77	1.03	3.30		
28	30	331.07	331.55	36.00	-1.33	6	28	168	1.57	6	0.75	0.98	17.89	0.0875	0.615	0.60	0.2000	0.60	0.2000	327.74	327.47	3.33	4.08		
29	30	333.09	331.55	26.00	5.92	4	4	24	0.22	6	5.95	2.76	50.38	0.0044	0.256	0.71	0.0500	0.71	0.0500	332.29	330.74	0.80	0.81		
30	31	331.55	327.30	44.12	9.63	7	39	234	2.18	6	2.57	1.82	31.11	0.0659	0.568	1.03	0.1750	1.03	0.1750	327.44	326.30	4.11	1.00		
31	32	327.30	323.44	120.15	3.21	0	39	234	2.18	6	3.20	2.03	36.95	0.0590	0.548	1.11	0.1650	1.11	0.1650	326.27	322.43	1.03	1.01		
32	33	323.44	320.29	89.30	3.53	12	163	978	9.11	6	3.40	2.09	38.08	0.2399	0.830	1.73	0.3400	1.73	0.3400	322.33	319.29	1.11	1.00		
33	34	320.29	317.04	68.35	4.75	0	163	978	9.11	6	4.75	2.47	45.01	0.2025	0.790	1.95	0.3100	1.95	0.3100	319.26	316.01	1.03	1.03		
34	35	317.04	316.13	36.00	2.53	0	163	978	9.11	6	2.50	1.79	32.66	0.2791	0.868	1.55	0.3700	1.55	0.3700	315.98	315.08	1.06	1.05		

Tabla XVI. Cálculos hidráulicos, sistema de abastecimiento de agua potable

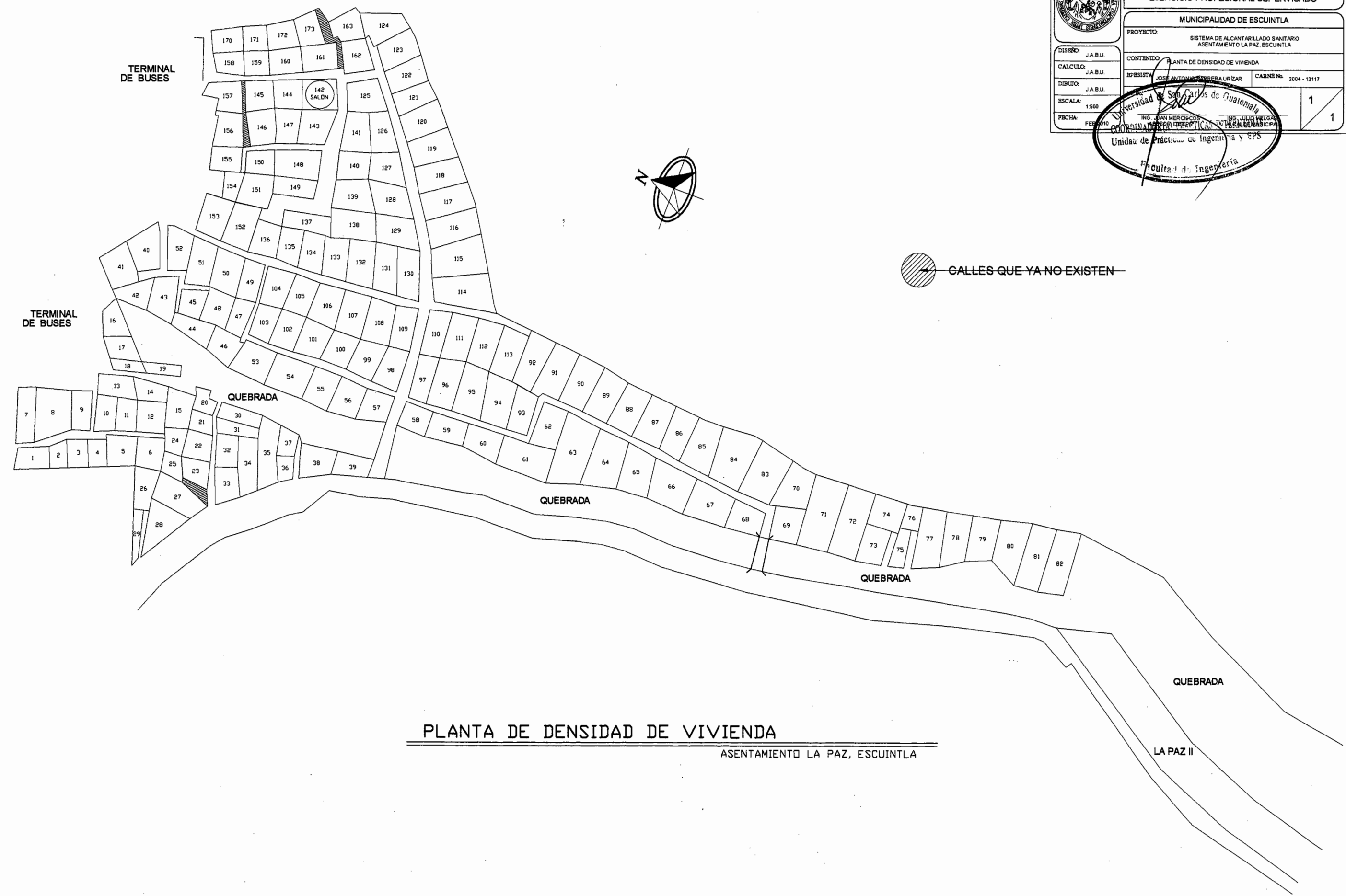
Tramo	Cota de Terreno (m)		DH (m)	No. Viv	No. Hab	Q _{MD} (ℓ/s)	Q _{MH} (ℓ/s)	P _o Ini (m)	C _z Ini (m)	h _f DISP (m)	Ø _{TREO} (")	Ø _{INT} (")	h _f REAL (m)	C _z Fin (m)	P _o Fin (m)	P _e (m)	V (m/s)
	Inicial	Final															
De 0	333.47	332.62	39.50	173	1088	1.80	5.05	28.12	361.59	28.97	1.37	2.193	2.97	358.62	26.00	0.85	2.07
1	332.62	333.24	15.20	14	84	0.15	0.41	26.00	358.62	25.38	0.45	0.716	2.55	356.07	22.83	-0.62	1.57
1	332.62	331.55	87.10	22	132	0.23	0.64	26.00	358.62	27.07	0.75	0.926	9.62	349.00	17.45	1.07	1.48
1	332.62	333.09	69.50	137	822	1.43	4.00	26.00	358.62	25.53	1.45	1.754	10.08	348.54	15.45	-0.47	2.56
2	333.24	334.08	22.40	5	30	0.05	0.15	22.83	356.07	21.99	0.34	0.716	0.56	355.51	21.43	-0.84	0.56
2	333.24	332.34	20.90	6	36	0.06	0.18	22.83	356.07	23.73	0.35	0.716	0.73	355.34	23.00	0.90	0.67
5	331.55	333.09	26.00	4	24	0.04	0.12	17.45	349.00	15.91	0.34	0.716	0.43	348.57	15.48	-1.54	0.45
5	331.55	327.30	40.00	7	42	0.07	0.20	17.45	349.00	21.70	0.43	0.716	1.86	347.14	19.84	4.25	0.79
8	333.09	333.24	16.30	8	48	0.08	0.23	15.45	348.54	15.30	0.41	0.716	0.97	347.57	14.33	-0.15	0.90
8	333.09	332.85	39.50	51	306	0.53	1.49	15.45	348.54	15.69	0.98	1.532	1.78	346.76	13.91	0.24	1.25
8	333.09	330.72	34.65	75	450	0.78	2.19	15.45	348.54	17.82	1.08	1.754	1.65	346.89	16.17	2.37	1.40
9	333.24	332.17	7.20	3	18	0.03	0.09	14.33	347.57	15.40	0.24	0.716	0.07	347.50	15.33	1.07	0.34

Continuación tabla XVI...

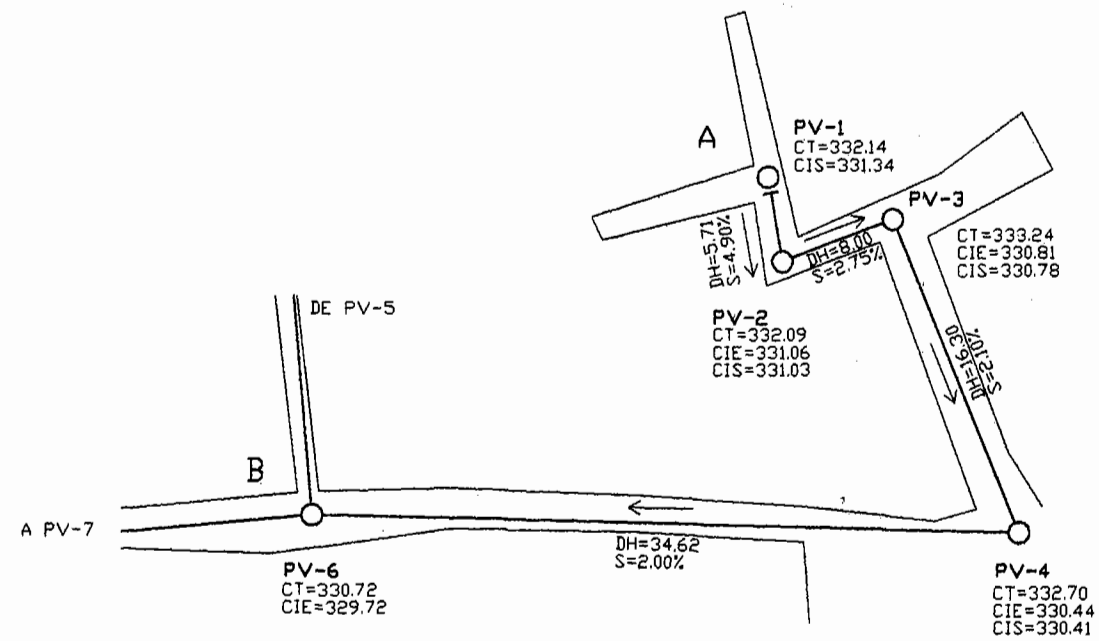
Tramo	Cota de Terreno (m)		No. Viv	No. Hab	Q _{MD} (ℓ/s)	Q _{MH} (ℓ/s)	Po Ini (m)	Cz Ini (m)	hf _{DISP} (m)	φ _{TEO} (")	hf _{REAL} (m)	Cz Fin (m)	Po Fin (m)	Pe (m)	V (m/s)
	De	A													
9	11	333.24	332.14	3	18	0.03	14.33	347.57	15.43	0.27	0.13	347.44	15.30	1.10	0.34
11	12	332.14	332.10	1	6	0.01	15.30	347.44	15.34	0.16	0.01	347.43	15.33	0.04	0.11
11	13	332.14	332.04	2	12	0.02	15.30	347.44	15.40	0.21	0.04	347.40	15.36	0.10	0.22
14	15	332.85	332.36	11	66	0.11	13.91	346.76	14.40	0.58	1.49	345.27	12.91	0.49	0.74
14	16	332.85	331.42	40	240	0.42	13.91	346.76	15.34	0.91	4.01	342.74	11.32	1.43	1.61
16	17	331.42	331.08	17	102	0.18	11.32	342.74	11.66	0.61	1.48	341.27	10.19	0.34	1.14
16	20	331.42	330.90	16	96	0.17	11.32	342.74	11.84	0.49	0.55	342.19	11.29	0.52	1.07
17	18	331.08	332.18	6	36	0.06	10.19	341.27	9.09	0.46	1.00	340.26	8.08	-1.10	0.67
17	19	331.08	331.18	8	48	0.08	10.19	341.27	10.09	0.53	0.66	340.61	9.43	-0.10	0.54
20	21	330.90	332.11	3	18	0.03	11.29	342.19	10.08	0.28	0.11	342.08	9.97	-1.21	0.34
20	22	330.90	329.61	12	72	0.13	11.29	342.19	12.58	0.63	1.96	340.23	10.62	1.29	0.81
23	24	330.72	327.19	18	108	0.19	16.17	346.89	19.70	0.73	6.09	340.80	13.61	3.53	1.21
23	25	330.72	320.29	52	312	0.54	16.17	346.89	26.60	1.35	7.52	339.37	19.08	10.43	0.97

APÉNDICE C

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA	CONTENIDO: PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA	
DISEÑO: J.A.B.U. CALCULO: J.A.B.U. DIBUJO: J.A.B.U.	EPSESTA: JOSE ANTONIO TERESA URIZAR	CARNI No. 2004 - 13117
ESCALA: 1:500	1	
FECHA: FEBRERO 2010	1	



PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA
 ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA



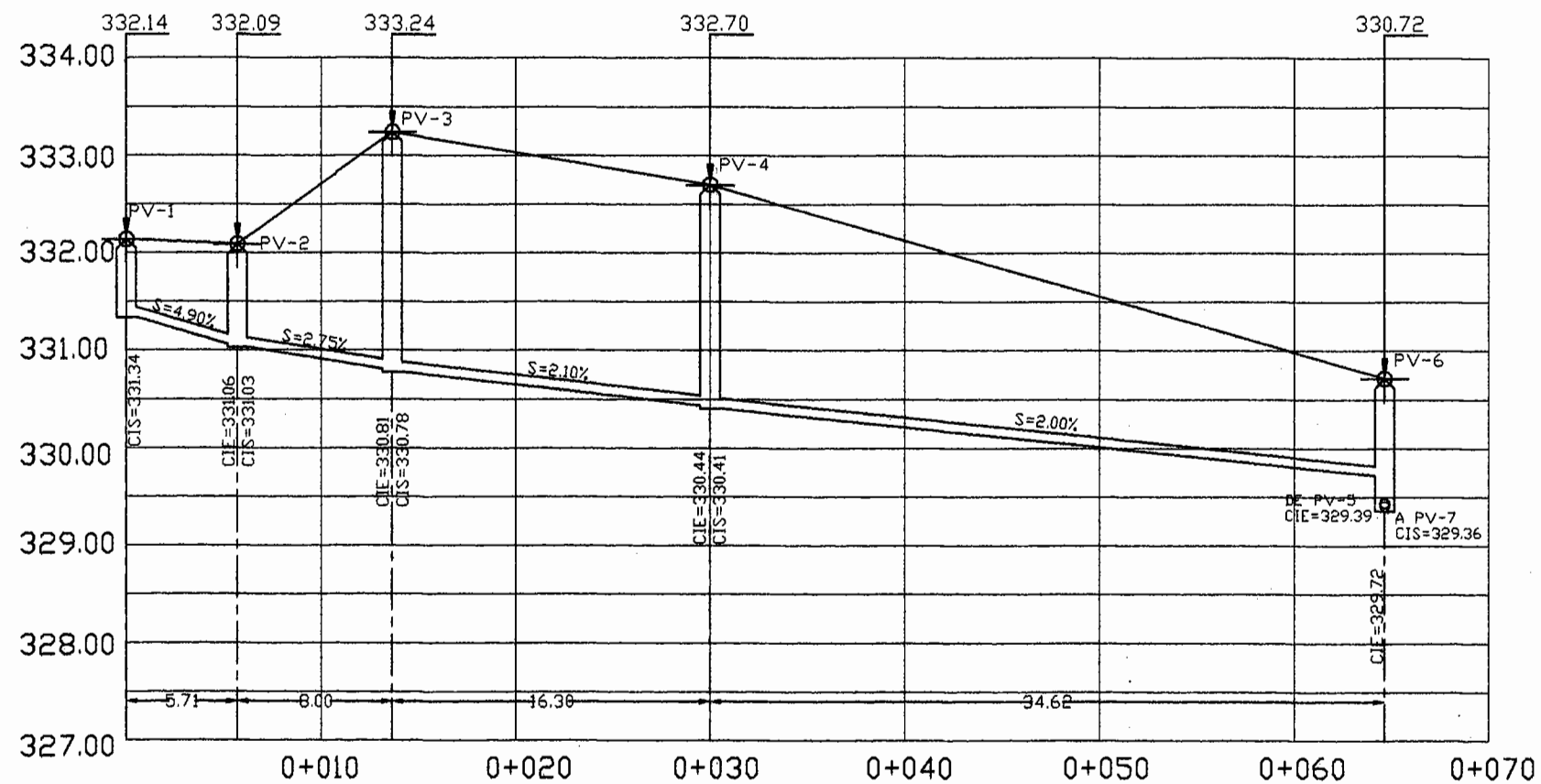
PLANTA TRAMO A-B

ESCALA 1:250

NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DH	DISTANCIA HORIZONTAL
S	PENDIENTE DE TUBERIA
PV-#	POZO DE VISITA NUMERO...
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA,
→	SENTIDO DEL FLUJO

NOTAS:

1. TODA LA TUBERIA SERA DE PVC, NORMA ASTM-3034.
2. TODAS LAS DISTANCIAS Y COTAS ESTAN DADAS EN METROS.
3. EL DIAMETRO SERA EL MISMO PARA TODOS LOS TRAMOS, Ø=6".
4. SE DEBERAN CONSTRUIR DISIPADORES EN POZOS PARA CAIDAS (DIFERENCIAS ENTRE CIE Y CIS) MAYORES A 0.70.



PERFIL TRAMO A-B

ESCALA HORIZONTAL 1:250
ESCALA VERTICAL 1:50

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA.	
DISEÑO: J.A.B.U. CALCULO: J.A.B.U. DIBUJO: J.A.B.U. ESCALA: INDICADA FECHA: SEP 2009	CONTENIDO: PLANTA - PERFIL REPRESENTADO POR: J. ANTONIO BARRERA AURIZAR Vo.Bo. ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS Unidad de Ingeniería y EPS ING. JUAN VICENTE ROSALES ASESOR DE EPS ALCALDE MUNICIPAL	

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

MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA GENERAL DE LA RED DE DISTRIBUCION

DISEÑO: J.A.B.U.
 CALCULO: J.A.B.U.
 DIBUJO: J.A.B.U.
 ESCALA: 1:500
 FECHA: FEB 2010

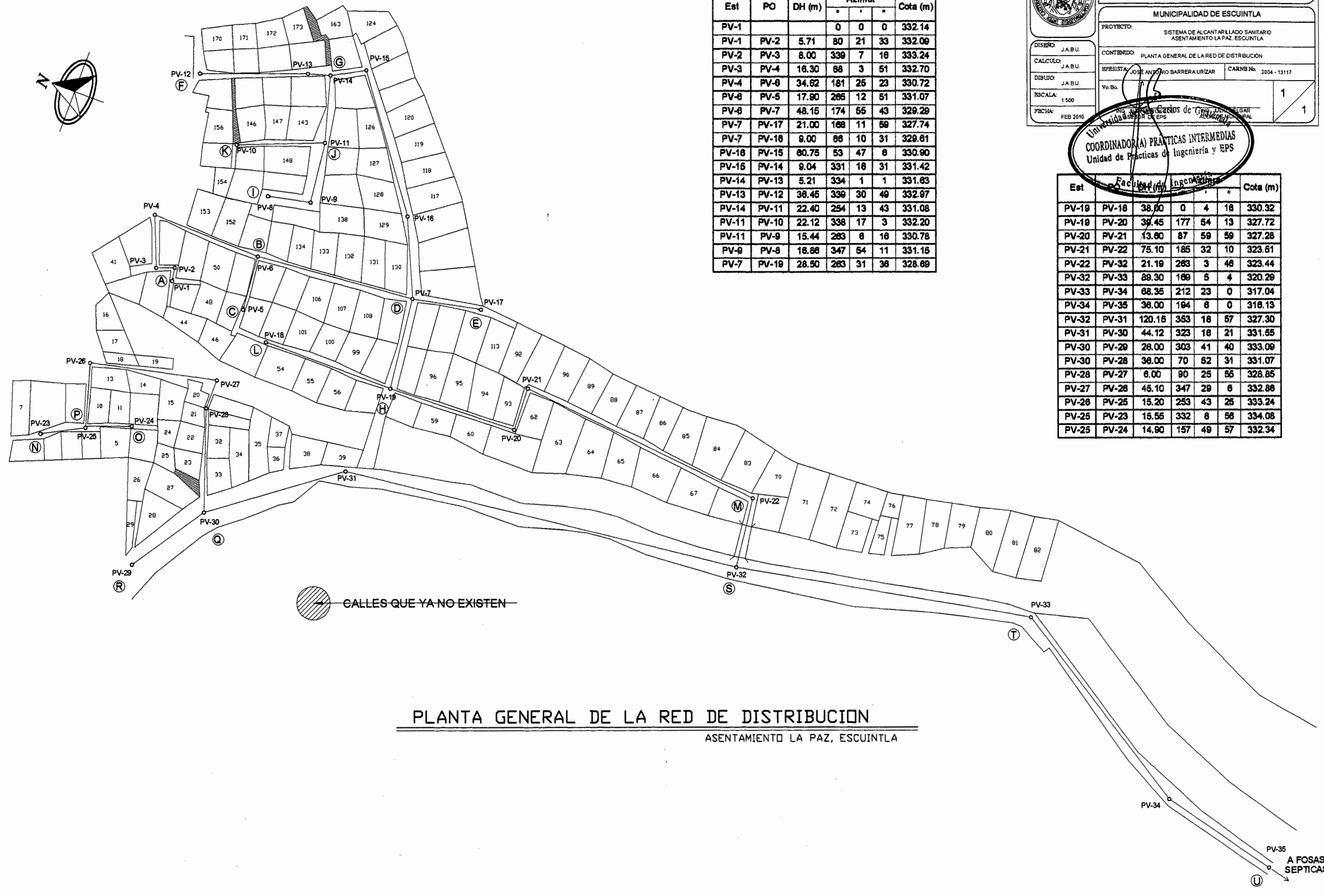
REPESISTA: JOSE ANTONIO BARRERA URIZAR
 CARNB No. 2004 - 13117

Vo.Bo. 1

ING. JUAN CARLOS DE GUZMAN
 COORDINADOR(A) PRÁCTICAS INTERMEDIAS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

Est	PO	DH (m)	Azimut			Cota (m)
			°	'	"	
PV-1			0	0	0	332.14
PV-1	PV-2	5.71	80	21	33	332.09
PV-2	PV-3	8.00	339	7	16	333.24
PV-3	PV-4	16.30	68	3	51	332.70
PV-4	PV-6	34.62	181	25	23	330.72
PV-6	PV-5	17.80	265	12	51	331.07
PV-6	PV-7	48.15	174	55	43	329.29
PV-7	PV-17	21.00	168	11	59	327.74
PV-7	PV-16	9.00	66	10	31	329.61
PV-18	PV-15	60.75	53	47	6	330.90
PV-15	PV-14	9.04	331	16	31	331.42
PV-14	PV-13	5.21	334	1	1	331.63
PV-13	PV-12	36.45	339	30	49	332.97
PV-14	PV-11	22.40	254	13	43	331.08
PV-11	PV-10	22.12	338	17	3	332.20
PV-11	PV-9	15.44	283	6	16	330.78
PV-9	PV-8	16.66	347	54	11	331.15
PV-7	PV-19	28.50	283	31	36	328.69

Est	Facultad (m)	DH (m)	Azimut			Cota (m)
			°	'	"	
PV-19	PV-18	38.00	0	4	18	330.32
PV-19	PV-20	39.45	177	54	13	327.72
PV-20	PV-21	13.60	87	59	59	327.28
PV-21	PV-22	75.10	185	32	10	323.61
PV-22	PV-32	21.19	283	3	46	323.44
PV-32	PV-33	89.30	169	5	4	320.29
PV-33	PV-34	68.35	212	23	0	317.04
PV-34	PV-35	36.00	184	6	0	316.13
PV-32	PV-31	120.15	353	16	67	327.30
PV-31	PV-30	44.12	323	18	21	331.55
PV-30	PV-29	26.00	303	41	40	333.09
PV-30	PV-28	36.00	70	52	31	331.07
PV-28	PV-27	6.00	80	25	55	328.85
PV-27	PV-26	45.10	347	29	6	332.86
PV-26	PV-25	15.20	253	43	25	333.24
PV-25	PV-23	15.55	332	8	56	334.06
PV-25	PV-24	14.60	157	49	57	332.34



PLANTA GENERAL DE LA RED DE DISTRIBUCION
 ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA

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

MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL TRAMO F,G,D-H

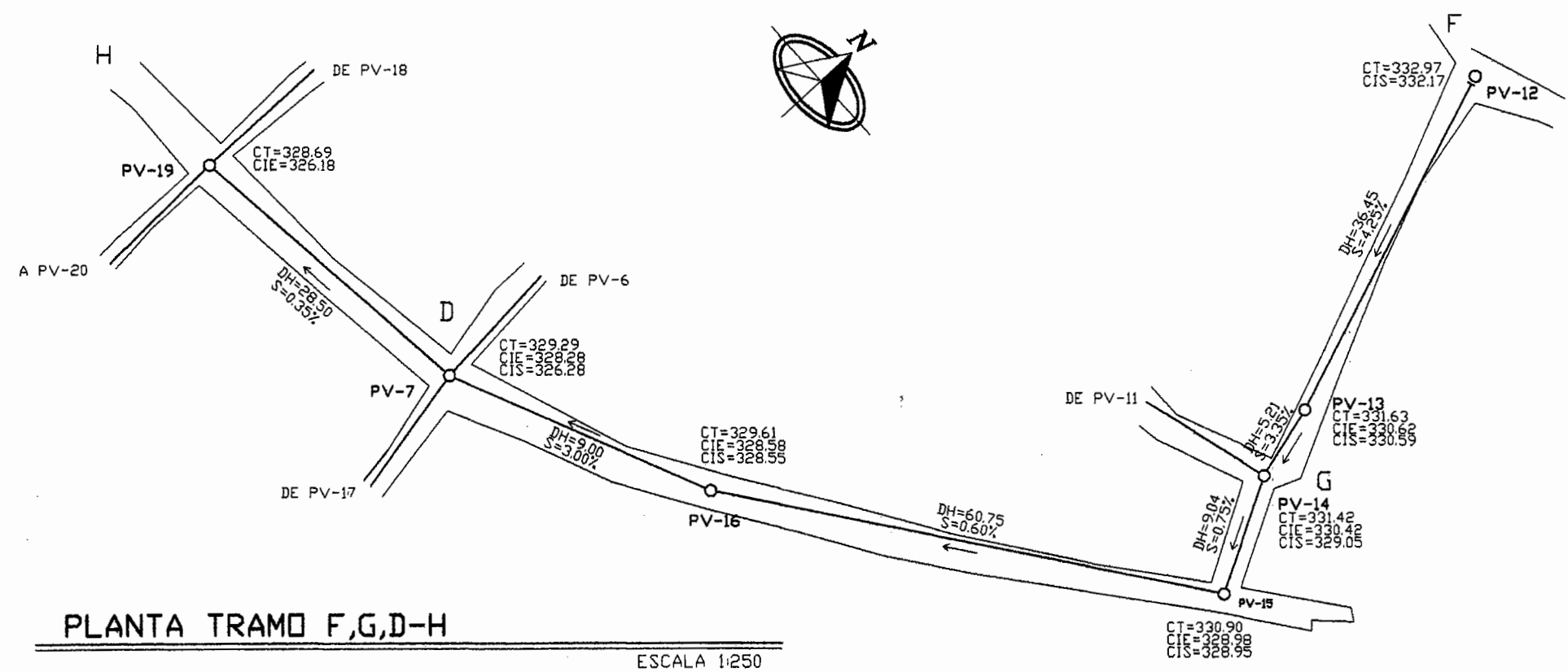
EPISISTA: JOSE ANTONIO ESPERANZA DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
ING. JUAN BORGES
ING. JILIO MELGAR

FECHA: SEP 2008

NOMENCLATURA

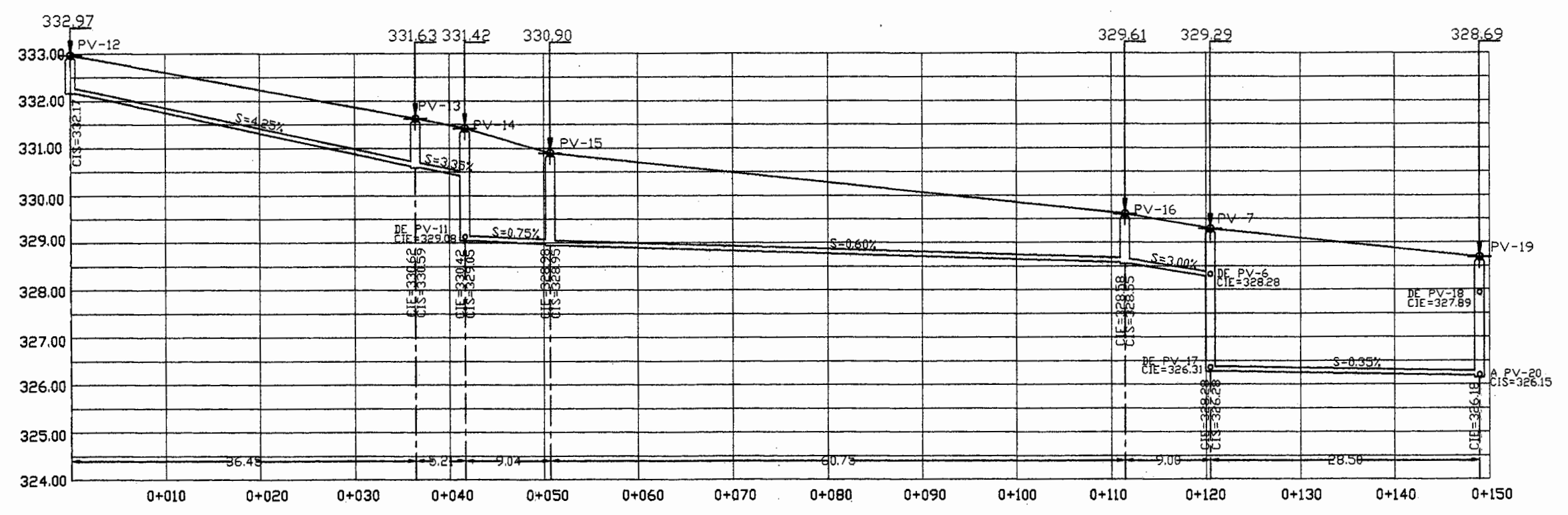
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DH	DISTANCIA HORIZONTAL
S	PENDIENTE DE TUBERIA
PV-#	POZO DE VISITA NUMERO...
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
→	SENTIDO DEL FLUJO



PLANTA TRAMO F,G,D-H

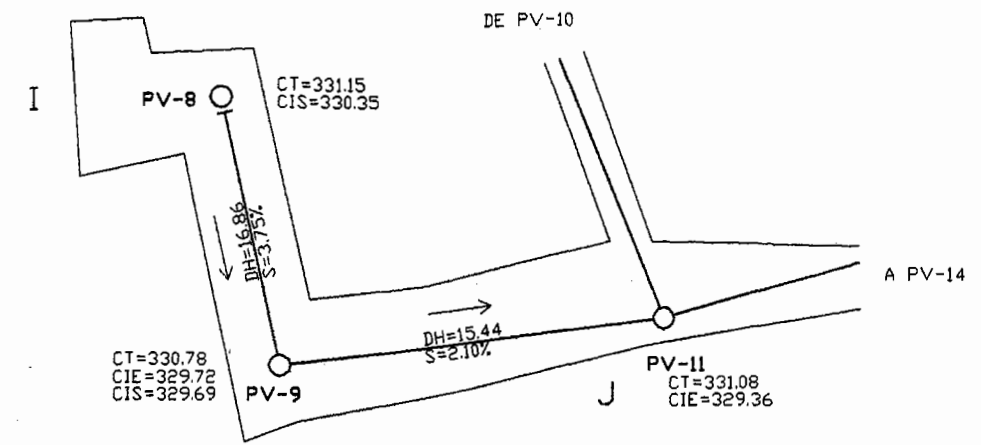
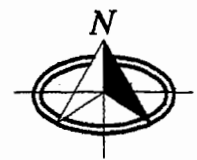
ESCALA 1:250

- NOTAS:
1. TODA LA TUBERIA SERA DE PVC, NORMA ASTM-3034.
 2. TODAS LAS DISTANCIAS Y COTAS ESTAN DADAS EN METROS.
 3. EL DIAMETRO SERA EL MISMO PARA TODOS LOS TRAMOS, Ø=6".
 4. SE DEBERAN CONSTRUIR DISIPADORES EN POZOS PARA CAIDAS (DIFERENCIAS ENTRE CIE Y CIS) MAYORES A 0.70.

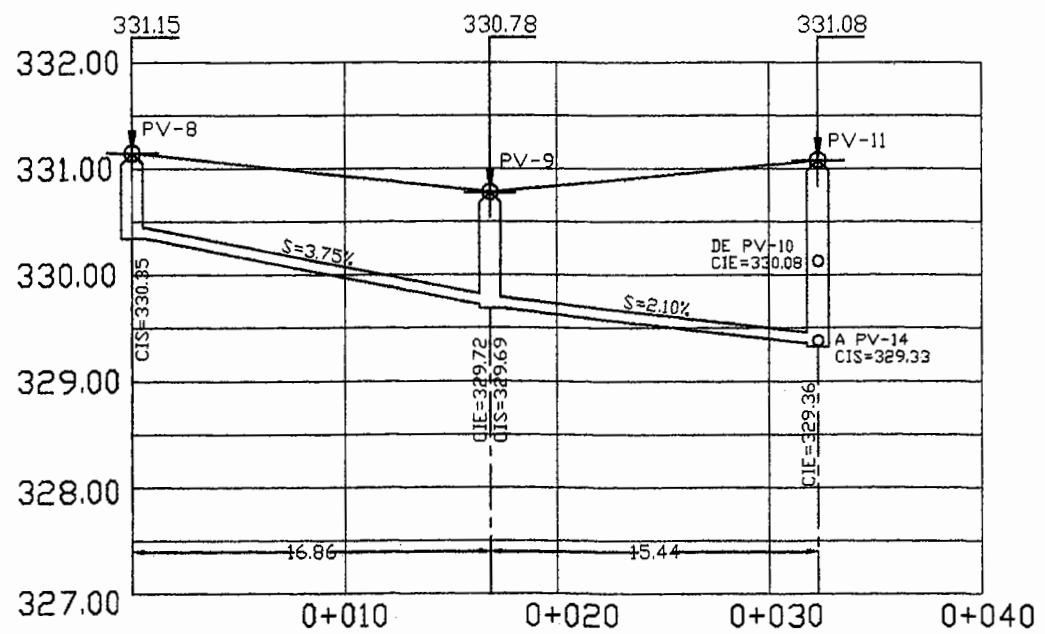


PERFIL TRAMO F,G,D-H

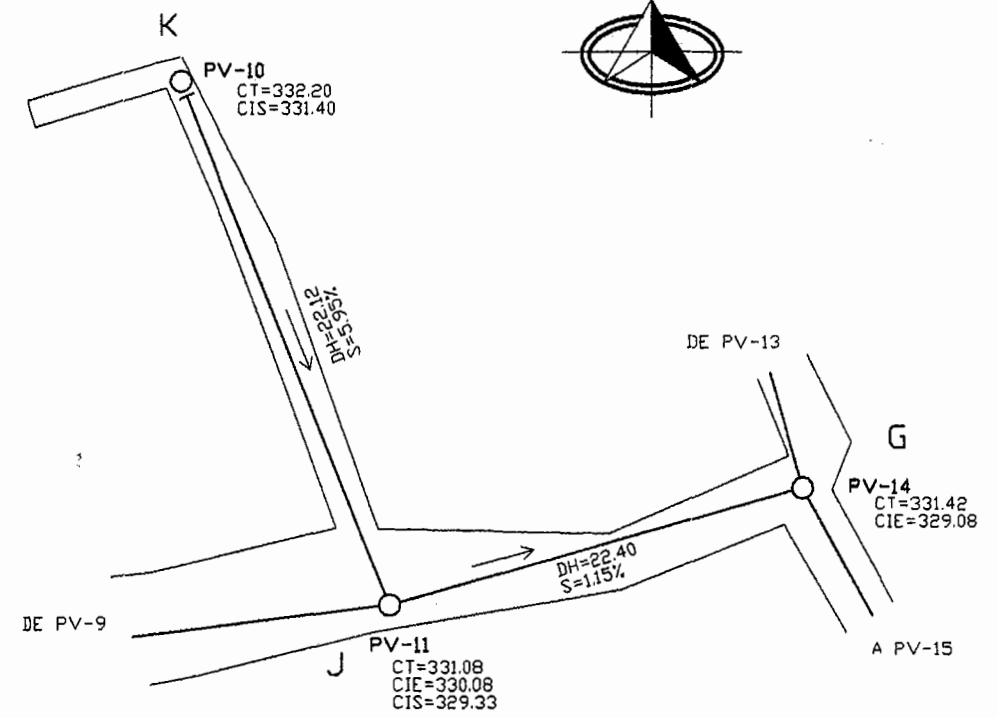
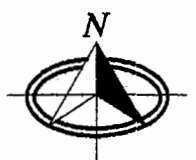
ESCALA HORIZONTAL 1:250
ESCALA VERTICAL 1:50



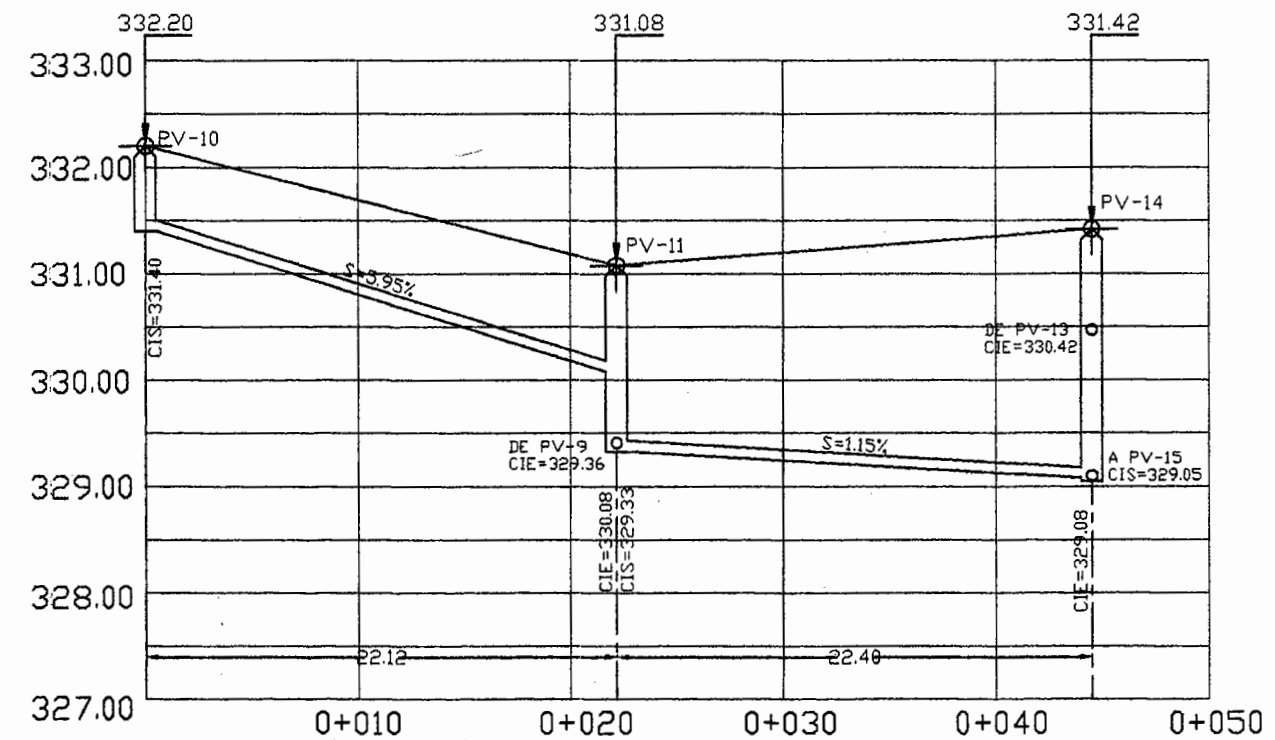
PLANTA TRAMO I-J
ESCALA 1:250



PERFIL TRAMO I-J
ESCALA HORIZONTAL 1:250
ESCALA VERTICAL 1:50



PLANTA TRAMO K,J-G
ESCALA 1:250



PERFIL TRAMO K,J-G
ESCALA HORIZONTAL 1:250
ESCALA VERTICAL 1:50

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

MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA - PERFL TRAMO I - J Y TRAMO K, J - G

ESPECIALISTA: JOSE ANTONIO BARRERAURIZAR CARNET No. 2004 - 13117

Vo.Bo. 4

ESCALA: INDICADA 9

FECHA: SEP 2009

ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

MEMORIAL
de Ingeniería

CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DH	DISTANCIA HORIZONTAL
S	PENDIENTE DE TUBERIA
PV-#	POZO DE VISITA NUMERO..
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
→	SENTIDO DEL FLUJO

- NOTAS:**
1. TODA LA TUBERIA SERA DE PVC, NORMA ASTM-3034.
 2. TODAS LAS DISTANCIAS Y COTAS ESTAN DADAS EN METROS.
 3. EL DIAMETRO SERA EL MISMO PARA TODOS LOS TRAMOS, Ø=6".
 4. SE DEBERAN CONSTRUIR DISIPADORES EN POZOS PARA CAIDAS (DIFERENCIAS ENTRE CIE Y CIS) MAYORES A 0.70.

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

MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA

PROYECTO: SISTEMA DE ALICANTARILLO SANITARIO
ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA

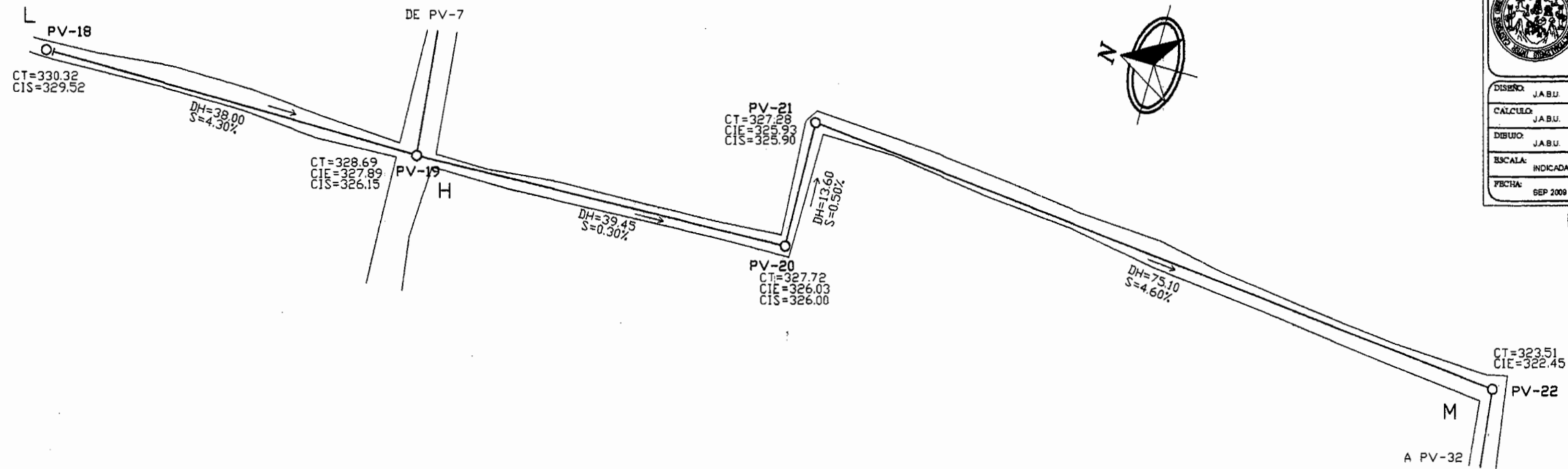
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL TRAMO L, H - M

DISENO: J.A.B.U.
CALCULO: J.A.B.U.
DIBUJO: J.A.B.U.
ESCALA: INDICADA
FECHA: SEP 2009

EPESISTA: JOSE ANTONIO BARRERA URIZAR
CARNET: 2004 - 13117
Vo.Bo. 5
9

ING. JUAN MERCK COS
ASESOR DE EPS

ING. JUDITH GARCIA
ALCALDE MUNICIPAL

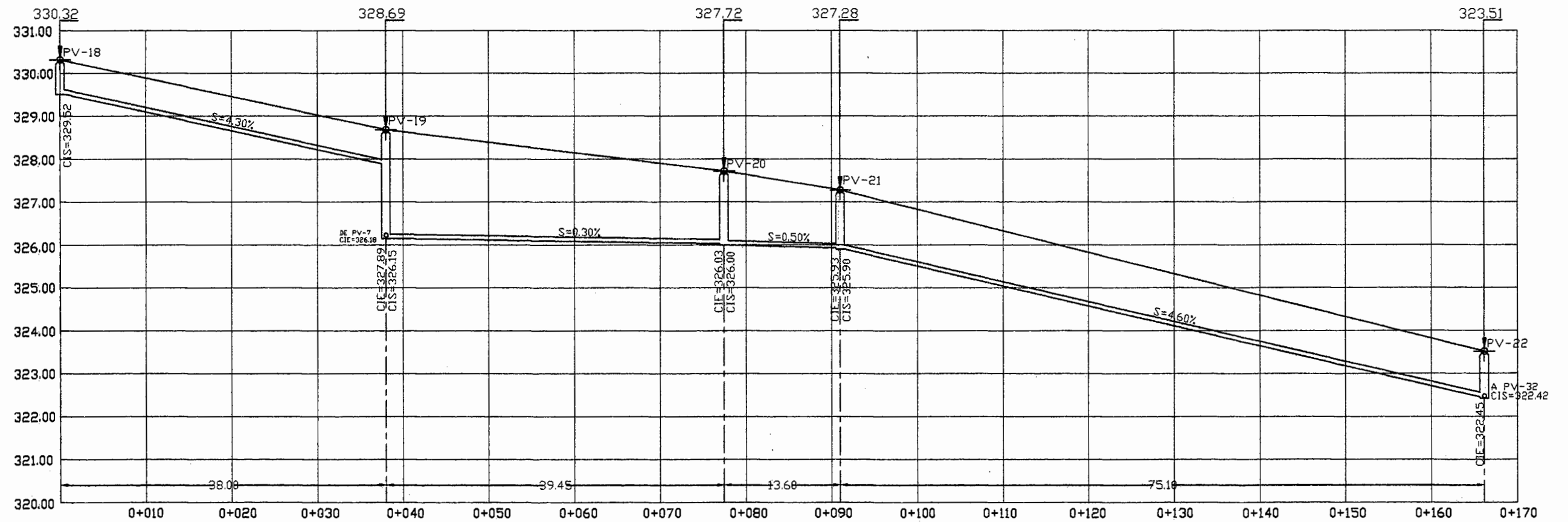


PLANTA TRAMO L,H-M

ESCALA 1:250

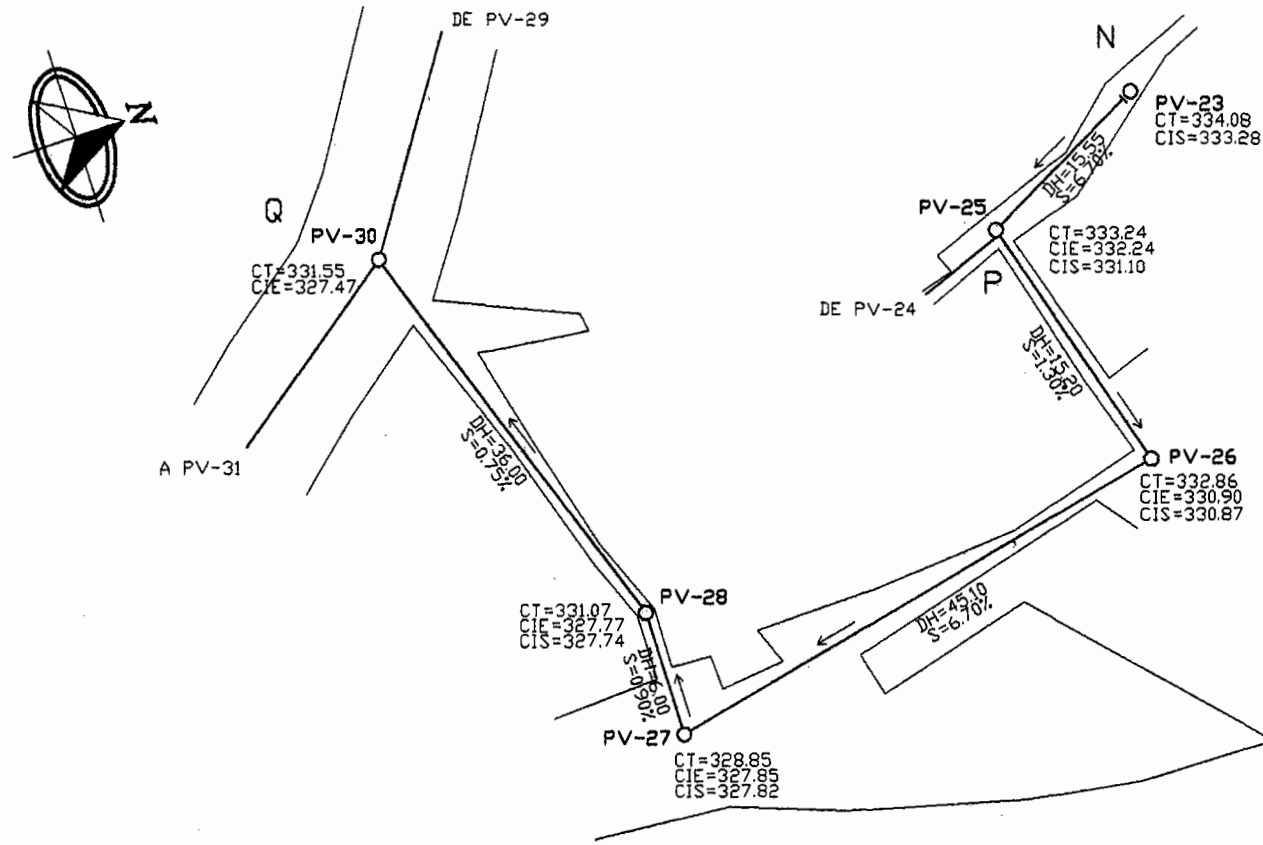
NOTAS:

1. TODA LA TUBERIA SERA DE PVC, NORMA ASTM-3034.
2. TODAS LAS DISTANCIAS Y COTAS ESTAN DADAS EN METROS.
3. EL DIAMETRO SERA EL MISMO PARA TODOS LOS TRAMOS. Ø=6".
4. SE DEBERAN CONSTRUIR DISIPADORES EN POZOS PARA CAIDAS (DIFERENCIAS ENTRE CIE Y CIS) MAYORES A 0.70.



PERFIL TRAMO L,H-M

ESCALA HORIZONTAL 1:250
ESCALA VERTICAL 1:50



PLANTA TRAMO N,P-Q

ESCALA 1:250

NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DH	DISTANCIA HORIZONTAL
S	PENDIENTE DE TUBERIA
PV-#	POZO DE VISITA NUMERO..
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
→	SENTIDO DEL FLUJO

- NOTAS:
1. TODA LA TUBERIA SERA DE PVC, NORMA ASTM-3034.
 2. TODAS LAS DISTANCIAS Y COTAS ESTAN DADAS EN METROS.
 3. EL DIAMETRO SERA EL MISMO PARA TODOS LOS TRAMOS, Ø6".
 4. SE DEBERAN CONSTRUIR DISIPADORES EN POZOS PARA CAIDAS <DIFERENCIAS ENTRE CIE Y CIS> MAYORES A 0.70.

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

MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL TRAMO N, P-Q Y TRAMO R-P

DISÑO: J.A.B.U.

CALCULO: J.A.B.U.

DIBUJO: J.A.B.U.

ESCALA: INDICADA

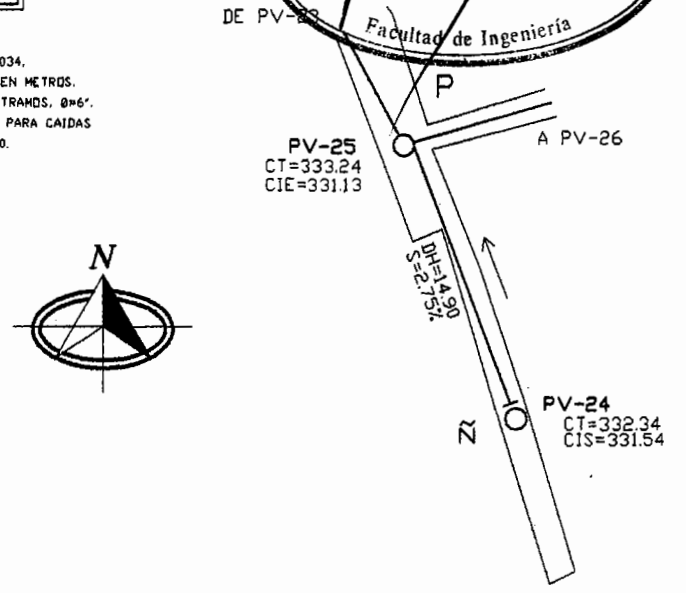
FECHA: SEP 2009

ING. JOSE ANTONIO BARRERA URIZAR

CARNÉ No. 2004 - 13117

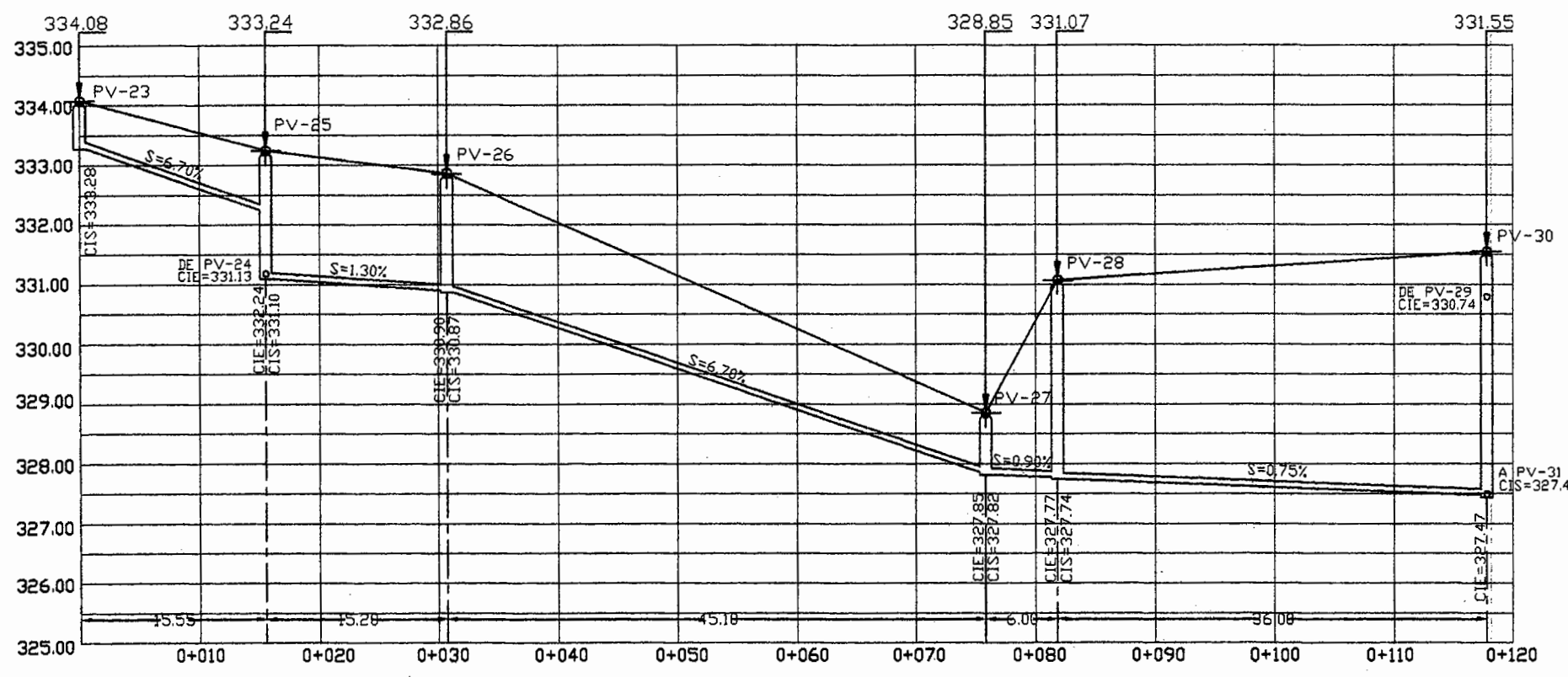
Ing. Juan Merco Cos
Ing. Julio Melchor
Asesor de EPS
Asesor de EPS

Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS



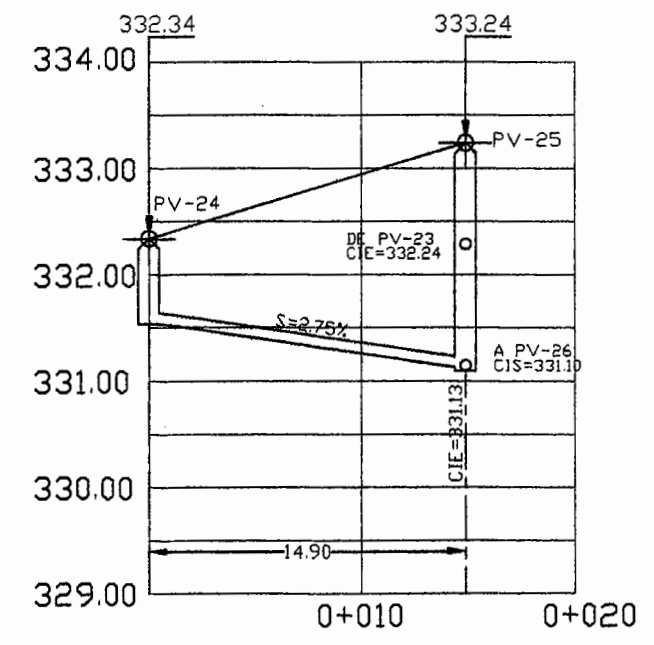
PLANTA TRAMO N-P

ESCALA 1:250



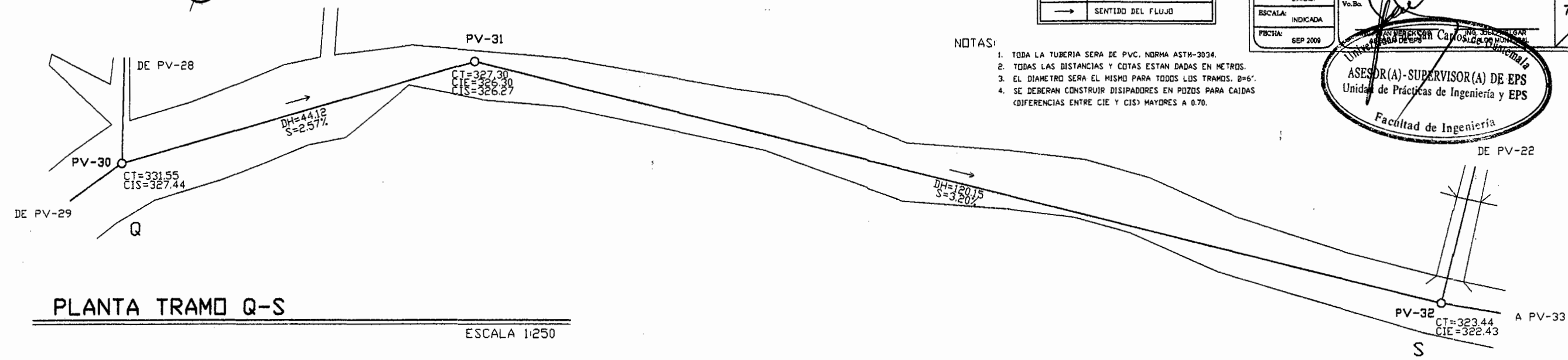
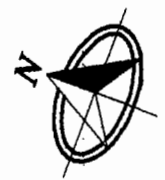
PERFIL TRAMO N,P-Q

ESCALA HORIZONTAL 1:250
ESCALA VERTICAL 1:50



PERFIL TRAMO N-P

ESCALA HORIZONTAL 1:250
ESCALA VERTICAL 1:50



PLANTA TRAMO Q-S
ESCALA 1:250

NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DH	DISTANCIA HORIZONTAL
S	PENDIENTE DE TUBERIA
PV-#	POZO DE VISITA NUMERO...
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
→	SENTIDO DEL FLUJO

- NOTAS:
1. TODA LA TUBERIA SERA DE PVC, NORMA ASTM-3034.
 2. TODAS LAS DISTANCIAS Y COTAS ESTAN DADAS EN METROS.
 3. EL DIAMETRO SERA EL MISMO PARA TODOS LOS TRAMOS. Ø=6".
 4. SE DEBERAN CONSTRUIR DISIPADORES EN POZOS PARA CAIDAS (DIFERENCIAS ENTRE CIE Y CIS) MAYORES A 0.70.

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

MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA

PROYECTO: SISTEMA DE ALICANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA

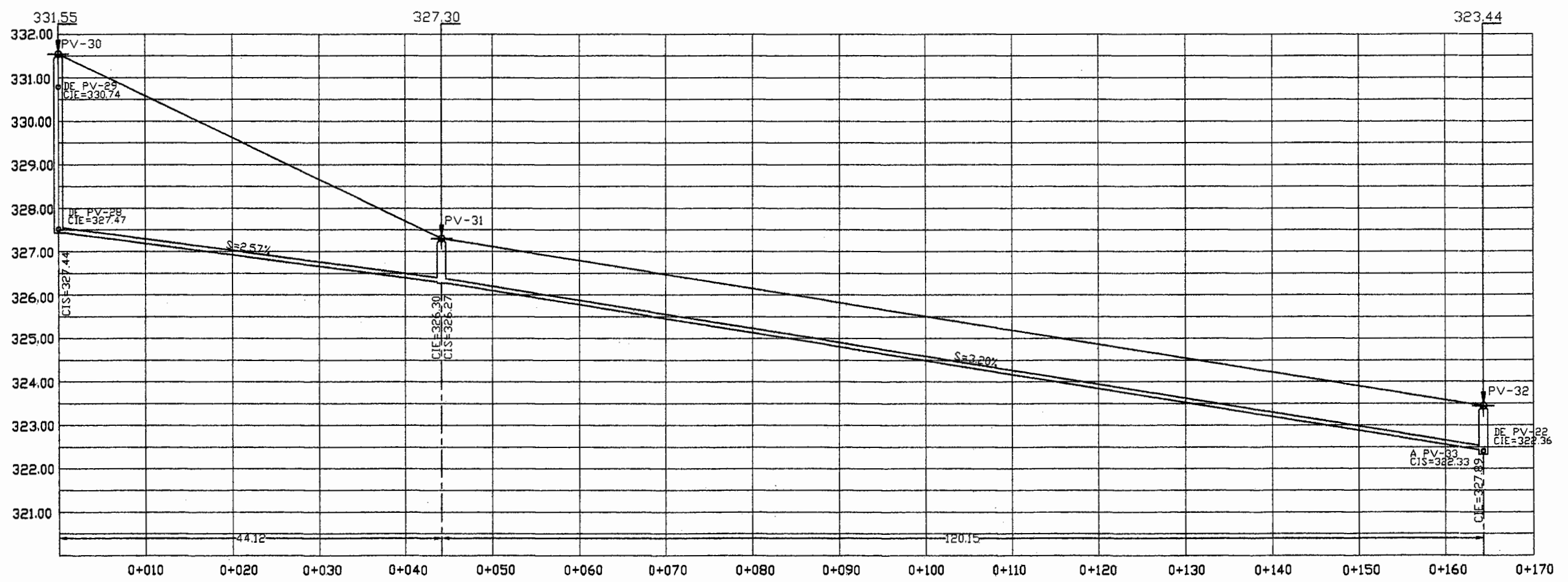
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL TRAMO Q-S

EPESISTA: JOSE ANTONIO BARRERA LAURIZAR CARNIS No. 2004-13117

Vo.Bo. 7

FECHA: SEP 2009 9

ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



PERFIL TRAMO Q-S
ESCALA HORIZONTAL 1:250
ESCALA VERTICAL 1:50

NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DH	DISTANCIA HORIZONTAL
S	PENDIENTE DE TUBERIA
PV-#	POZO DE VISITA NUMERO...
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
→	SENTIDO DEL FLUJO



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

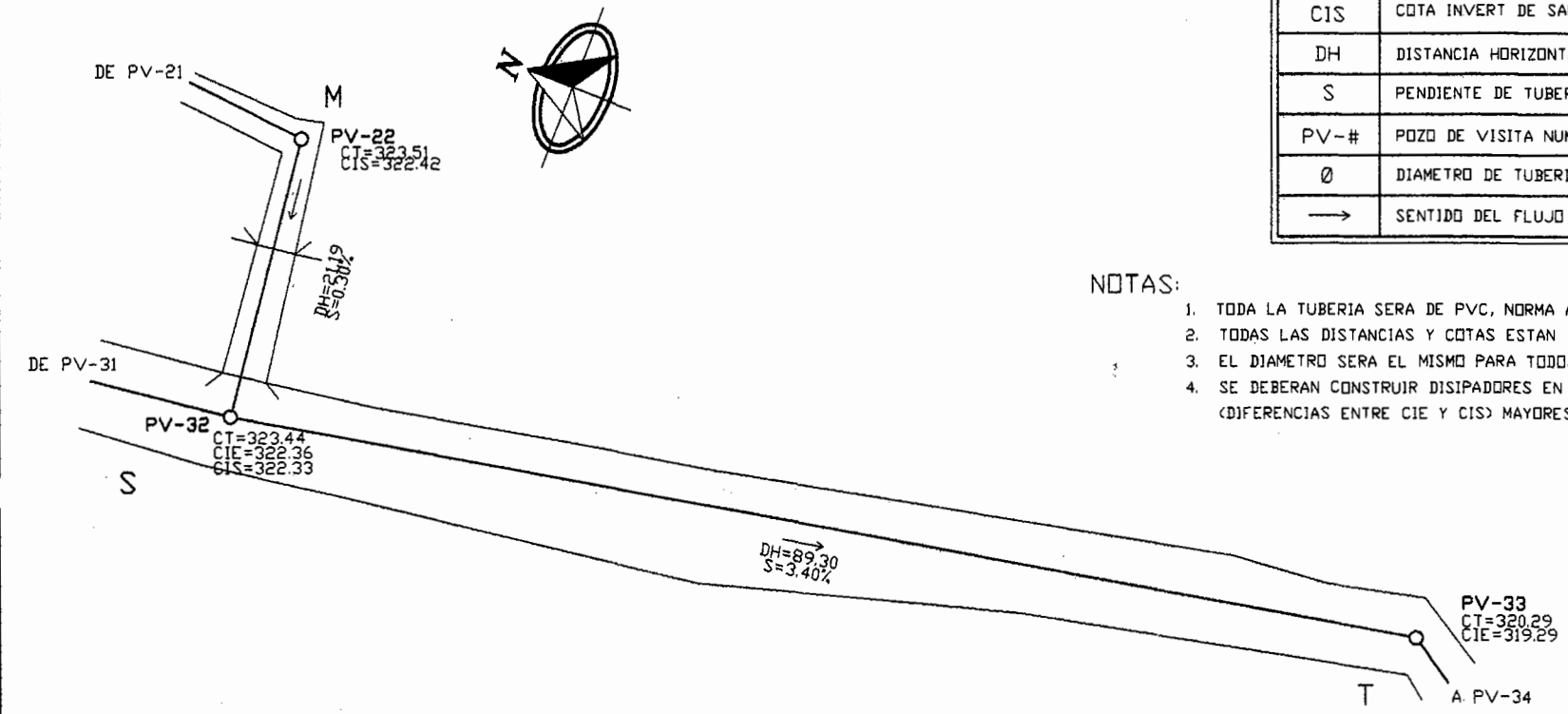
MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA

PROYECTO: SISTEMA DE ALICANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA - PEREL TRAMO M, S - T Y TRAMO R - Q

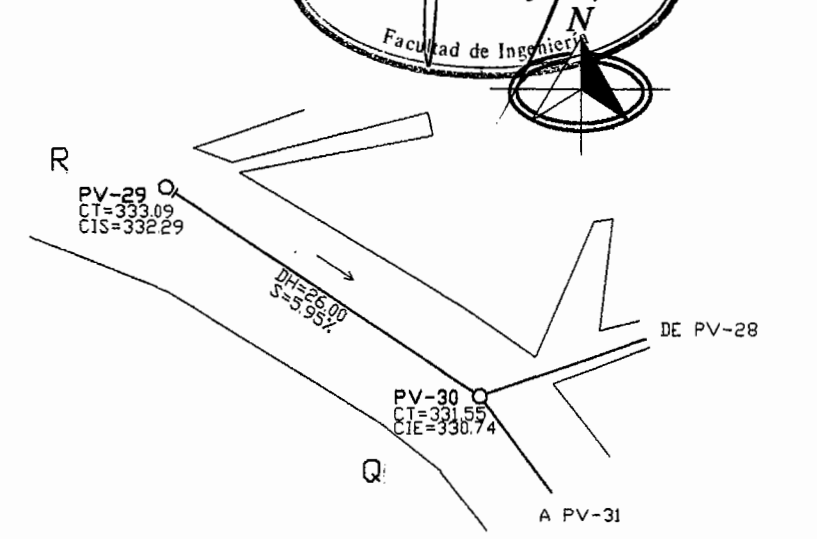
DISEÑO: J.A.B.U.
CALCULO: J.A.B.U.
DIBUJO: J.A.B.U.
ESCALA: INDICADA
FECHA: SEP 2008

CARNB No. 2004 - 13117
8
9

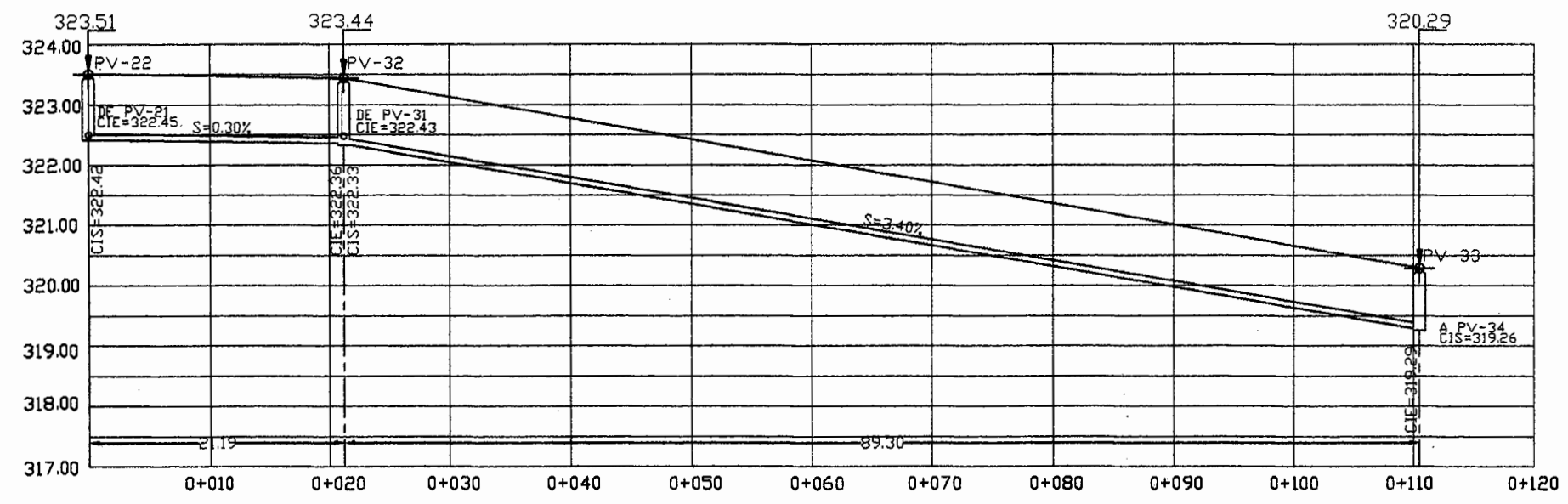


- NOTAS:
1. TODA LA TUBERIA SERA DE PVC, NORMA ASTM-3034.
 2. TODAS LAS DISTANCIAS Y COTAS ESTAN DADAS EN METROS.
 3. EL DIAMETRO SERA EL MISMO PARA TODOS LOS TRAMOS, Ø=6".
 4. SE DEBERAN CONSTRUIR DISIPADORES EN POZOS PARA CAIDAS (DIFERENCIAS ENTRE CIE Y CIS) MAYORES A 0.70.

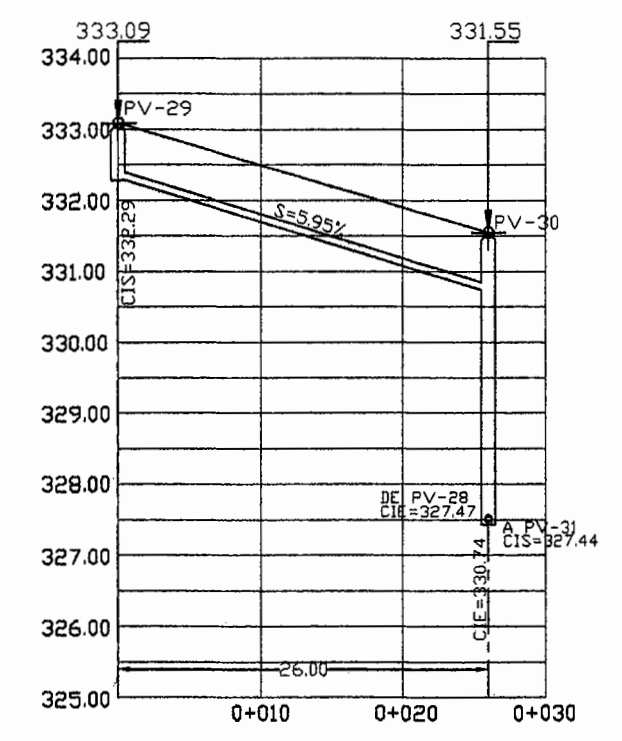
PLANTA TRAMO M,S-T
ESCALA 1:250



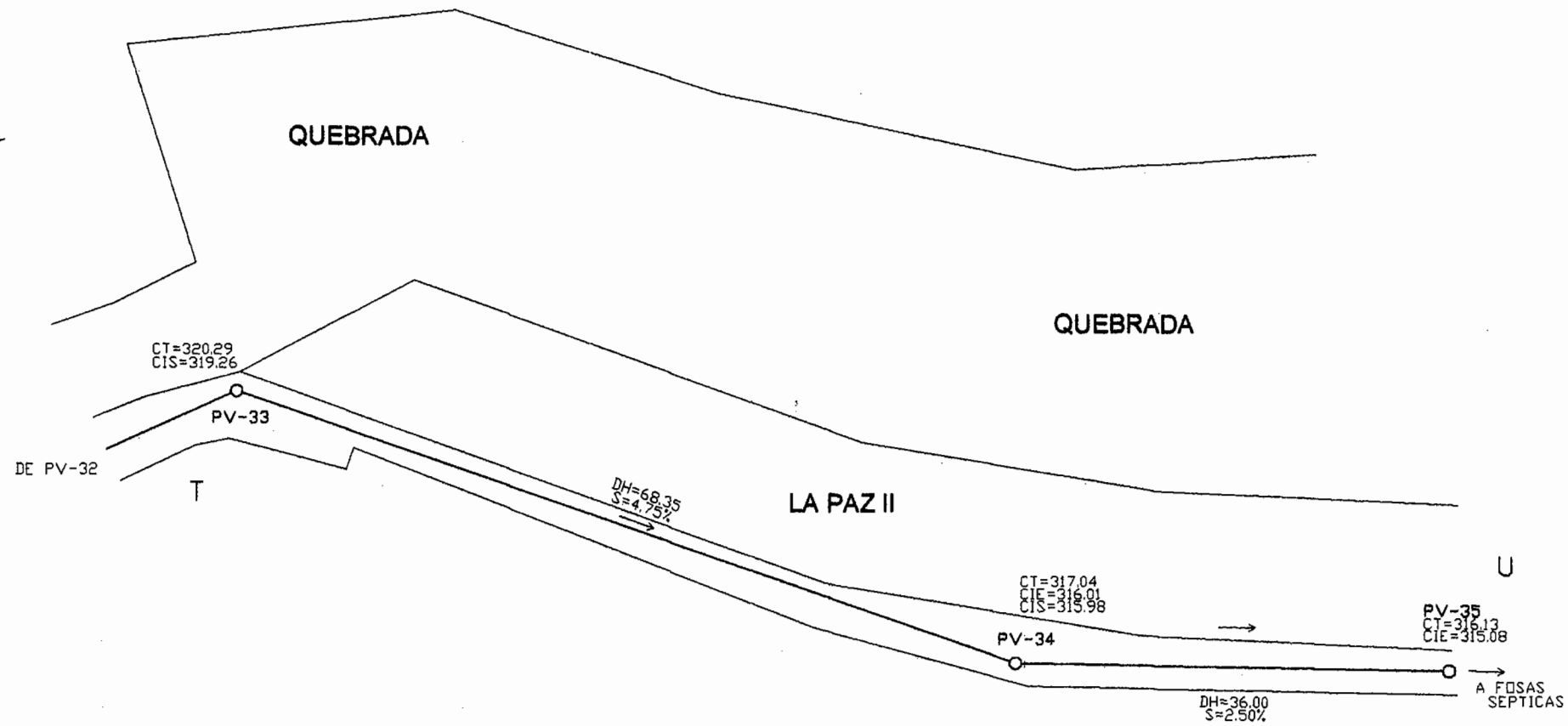
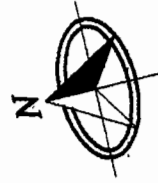
PLANTA TRAMO R-Q
ESCALA 1:250



PERFIL TRAMO M,S-T
ESCALA HORIZONTAL 1:250
ESCALA VERTICAL 1:50

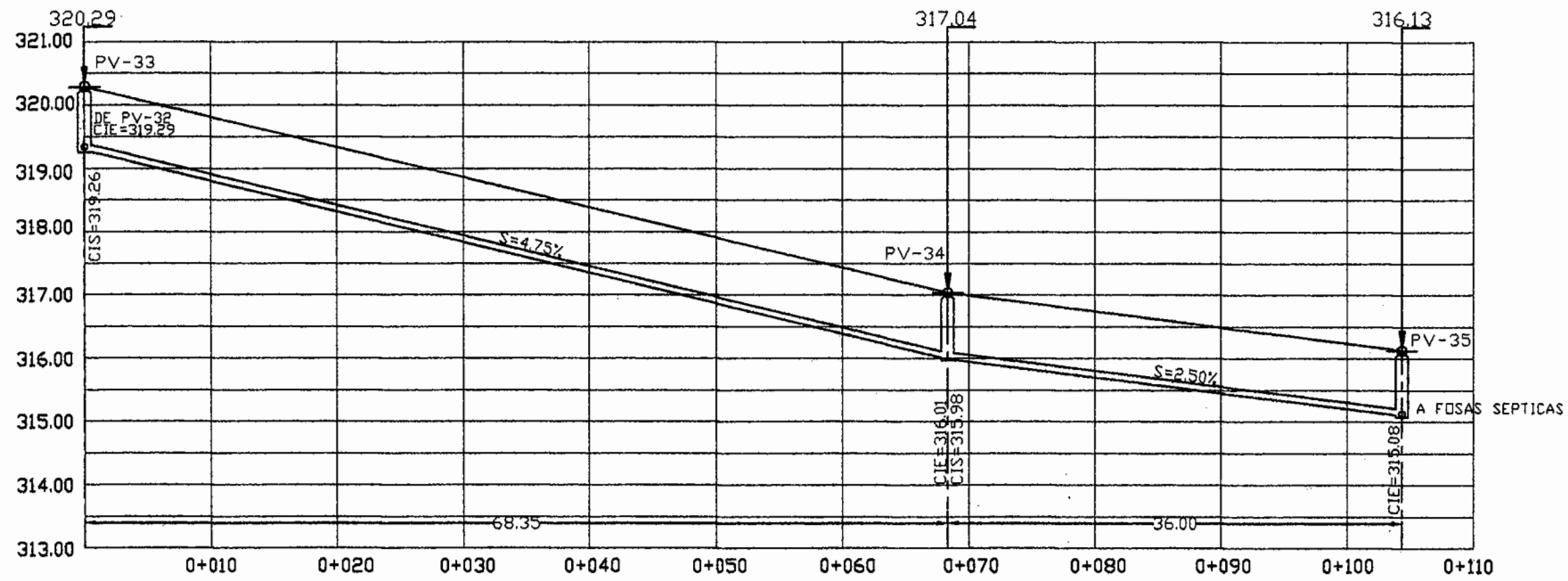


PERFIL TRAMO R-Q
ESCALA HORIZONTAL 1:250
ESCALA VERTICAL 1:50



PLANTA TRAMO T-U

ESCALA 1:250



PERFIL TRAMO T-U

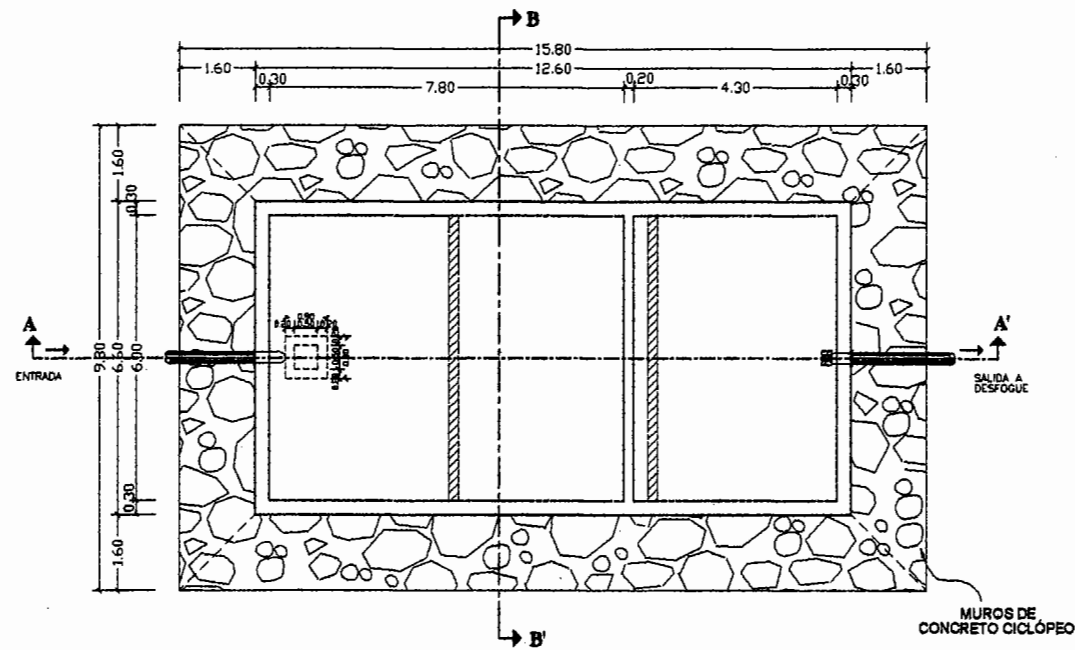
ESCALA HORIZONTAL 1:250
 ESCALA VERTICAL 1:50

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA		PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA	
DISEÑO: J.A.B.U. CALCULO: J.A.B.U. DIBUJO: J.A.B.U. ESCALA: INDICADA FECHA: SEP 2008	CONTENIDO: PLANTA-PERFL TRAMO T-U EPESISTA: OSBANTONIO BARBERA URIZAR CARNI N°: 2004-13117		
Ing. JUAN MERMOR COS ASesorESES SUPERVISOR (ASISTE EPS)		Ing. JULIO MELGAR ASesorESES SUPERVISOR (ASISTE EPS)	
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS		Facultad de Ingeniería	

NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENDO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DH	DISTANCIA HORIZONTAL
S	PENDIENTE DE TUBERIA
PV-#	POZO DE VISITA NUMERO...
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
→	SENTIDO DEL FLUJO

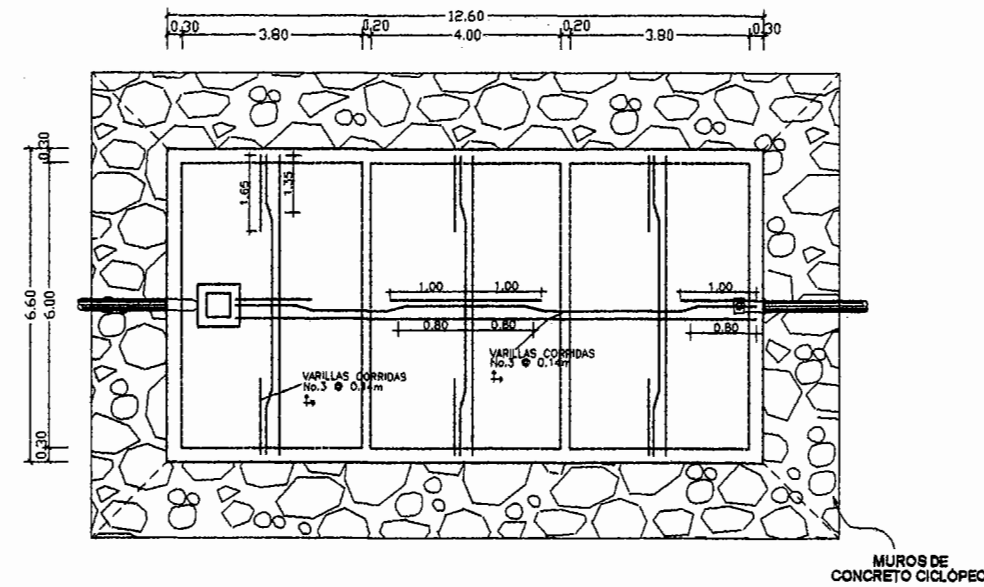
NOTAS:

1. TODA LA TUBERIA SERA DE PVC, NORMA ASTM-3034.
2. TODAS LAS DISTANCIAS Y COTAS ESTAN DADAS EN METROS.
3. EL DIAMETRO SERA EL MISMO PARA TODOS LOS TRAMOS, Ø=6".
4. SE DEBERAN CONSTRUIR DISIPADORES EN POZOS PARA CAIDAS (DIFERENCIAS ENTRE CIE Y CIS) MAYORES A 0.70.



PLANTA FOSA SÉPTICA

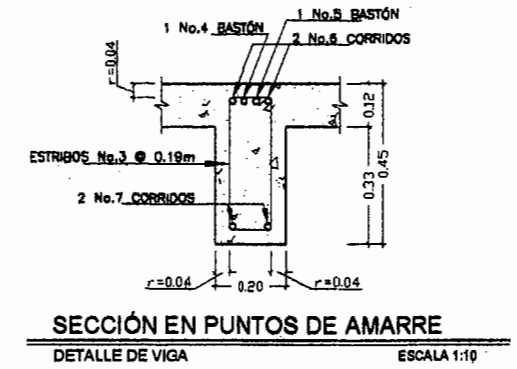
ESCALA 1:75



PLANTA ARMADO DE LOSA SUPERIOR

FOSA SÉPTICA

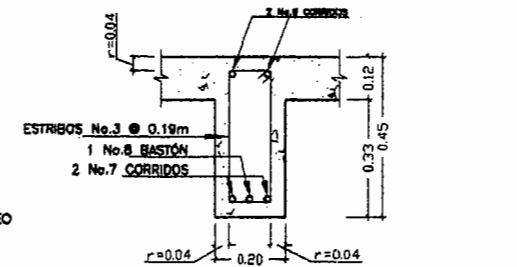
ESCALA 1:75



SECCIÓN EN PUNTOS DE AMARRE

DETALLE DE VIGA

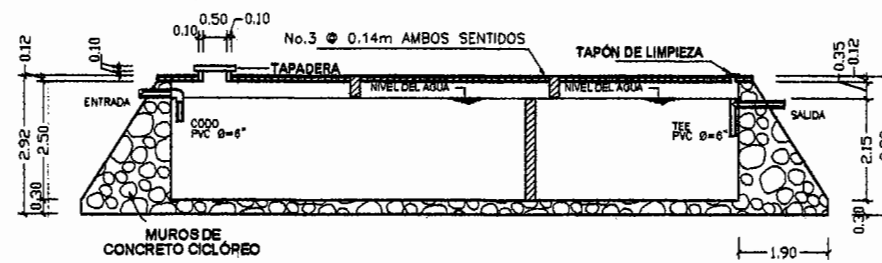
ESCALA 1:10



SECCIÓN AL CENTRO

DETALLE DE VIGA

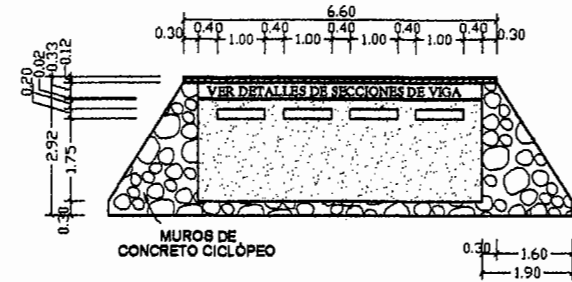
ESCALA 1:10



SECCIÓN A - A'

FOSA SÉPTICA

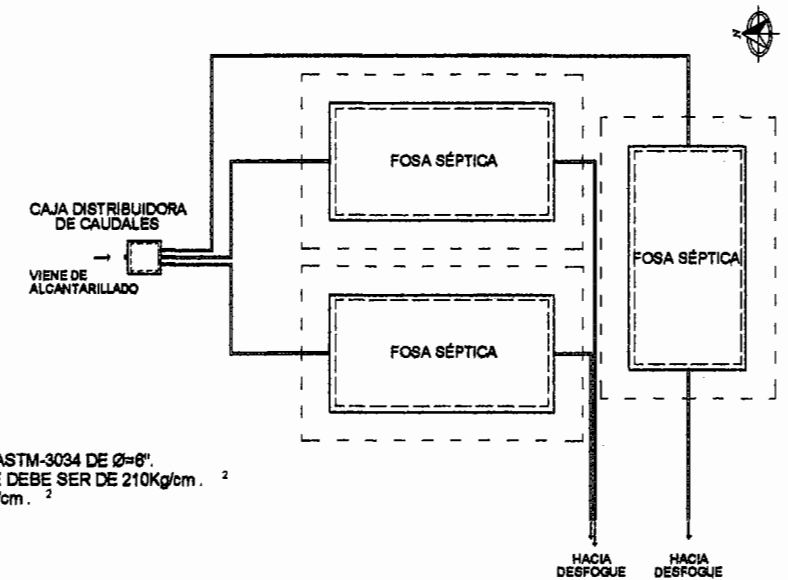
ESCALA 1:75



SECCIÓN B - B'

FOSA SÉPTICA

ESCALA 1:75



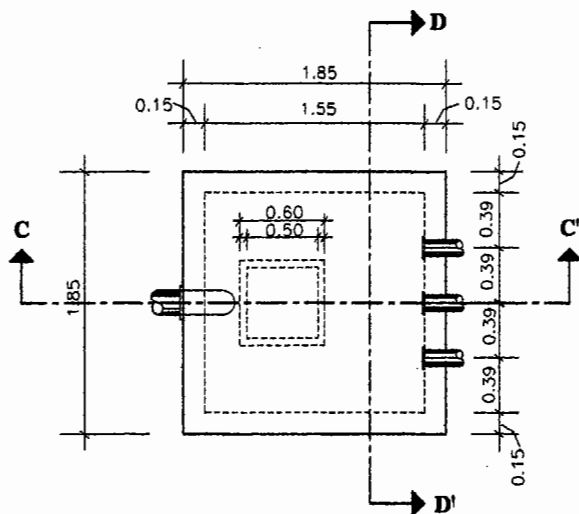
ESQUEMA DE DESFOQUE

BATERÍA DE FOSAS

ESCALA 1:200

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

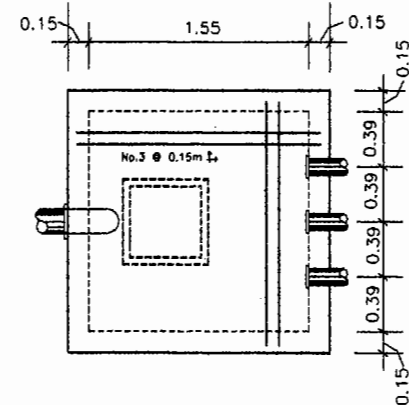
- TODA LA TUBERÍA PARA LAS INSTALACIONES DE LA FOSA DEBEN SER DE PVC ASTM-3034 DE Ø=6\"/>



PLANTA

CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES

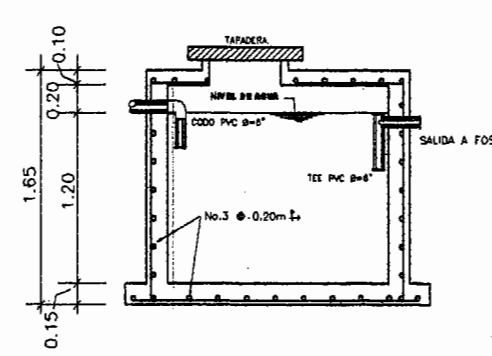
ESCALA 1:25



PLANTA ARMADO DE LOSA

CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES

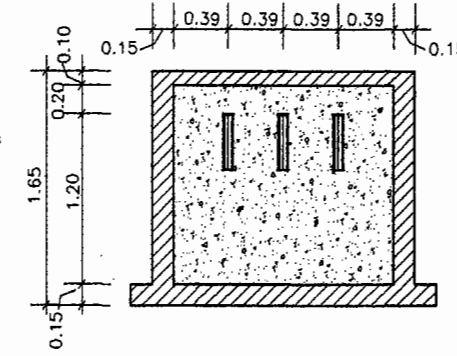
ESCALA 1:25



SECCIÓN C - C'

CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES

ESCALA 1:25

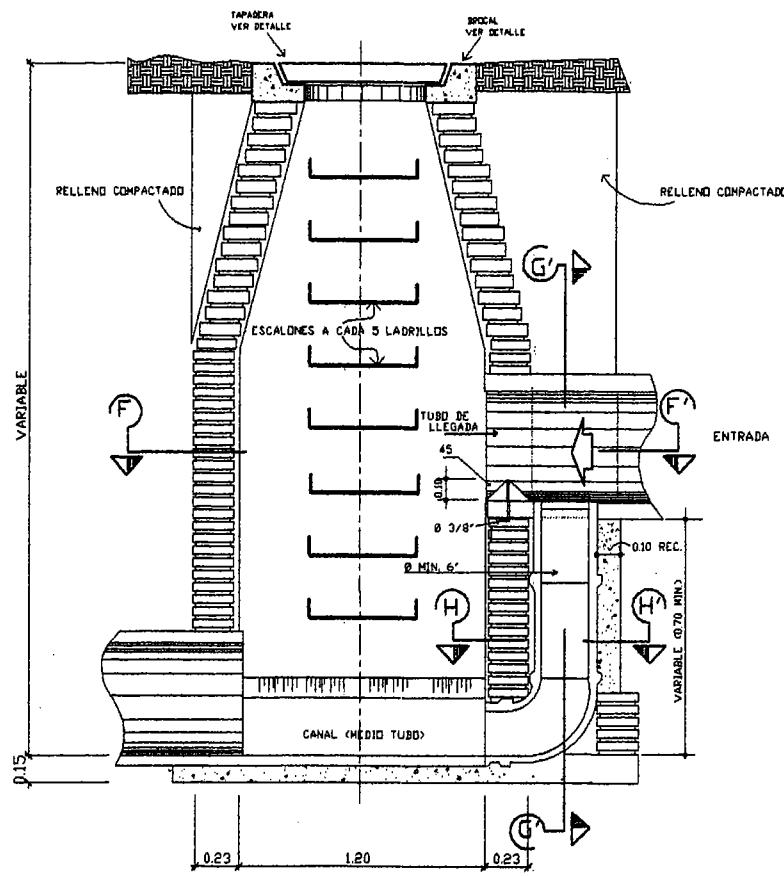


SECCIÓN D - D'

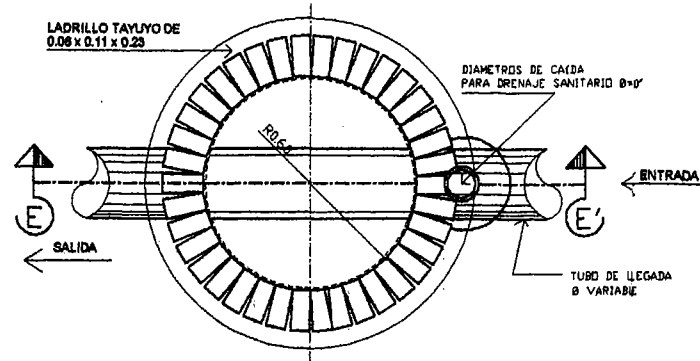
CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES

ESCALA 1:25

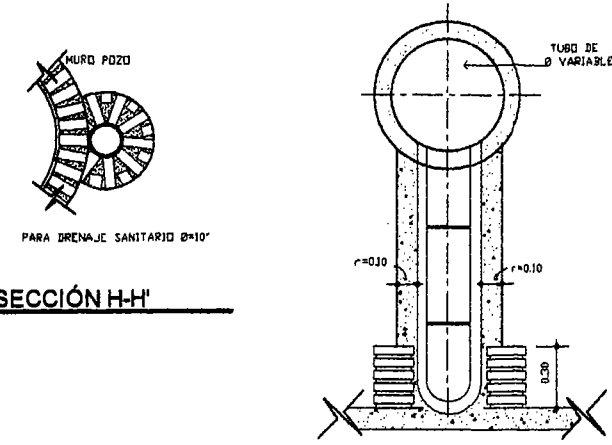
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA		
DISEÑO: J.A.B.U. CALCULO: J.A.B.U. DIBUJO: J.A.B.U. ESCALA: INDICADA FECHA: FEB 2004	INGENIERO(A) SUPERVISOR(A) DE EPS INGENIERO(A) SUPERVISOR(A) DE EPS INGENIERO(A) SUPERVISOR(A) DE EPS	1 3



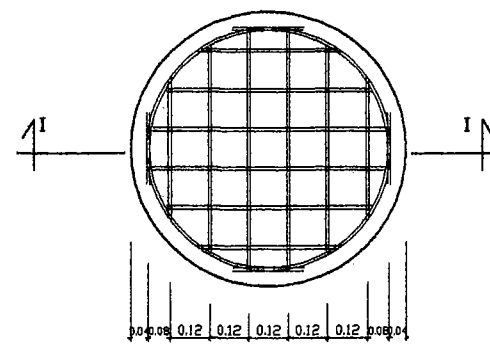
SECCIÓN E - E'



SECCIÓN F - F'



SECCIÓN G - G'

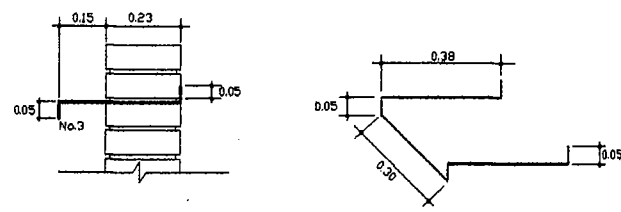


DETALLE DE TAPADERA

ESCALA 1:10

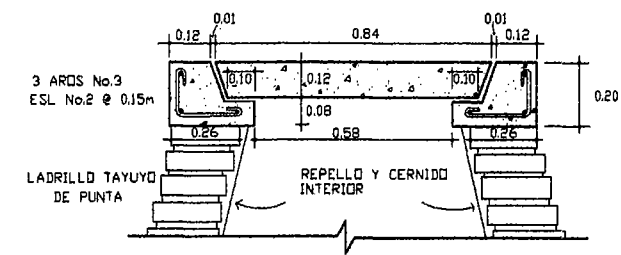
DETALLES DE POZO DE VISITA CON DISIPADOR

SIN ESCALA



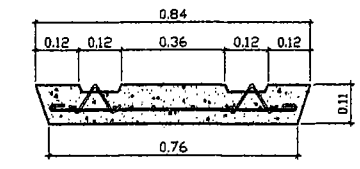
ELEVACIÓN

PERSPECTIVA



DETALLE DE BROCAL

ESCALA 1:10

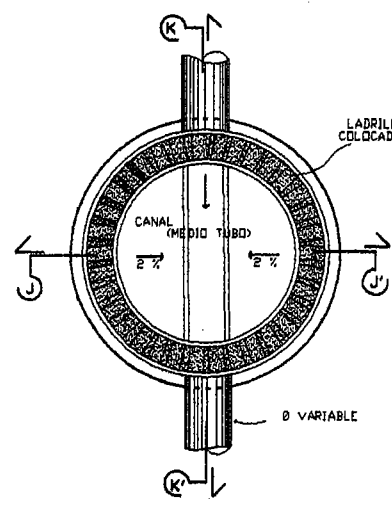


PLANTA SECCIÓN I - I'

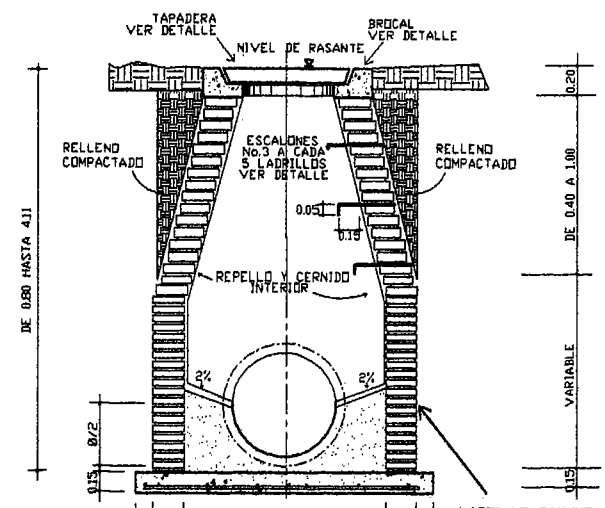
ESCALA 1:10

DETALLES DE ESCALÓN

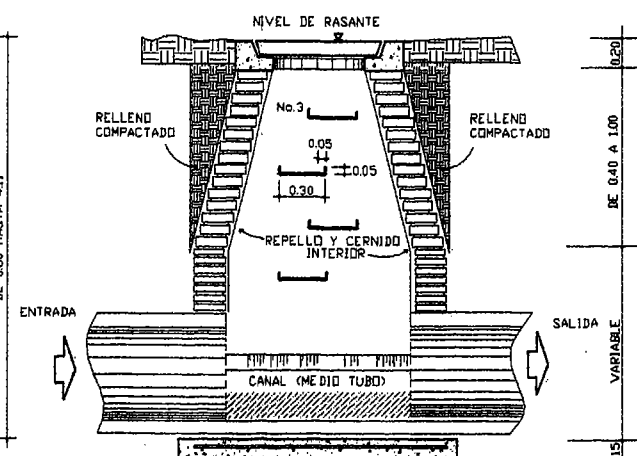
SIN ESCALA



PLANTA



SECCIÓN J - J'



SECCIÓN K - K'

DETALLES PARA ALTURAS DE POZO MAYORES O IGUALES A 0.80m

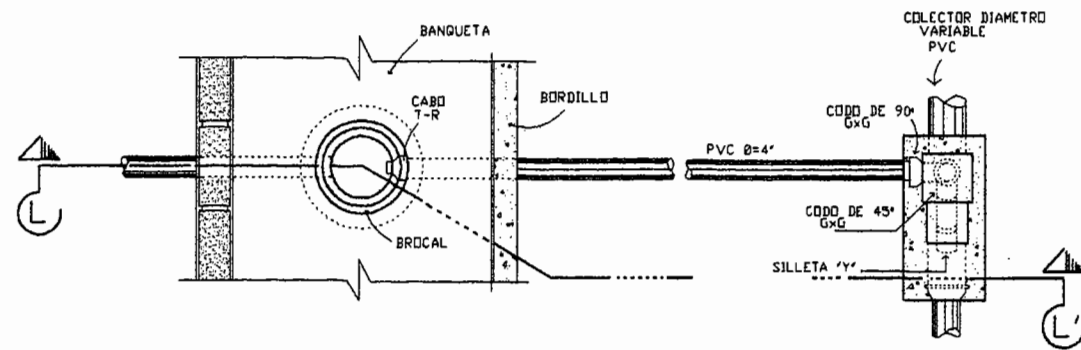
SIN ESCALA

SIMBOLOGIA	
	TUBERÍA
	ÁREA DE SECCIÓN
	DIRECCIÓN DEL FLUIDO
	PORCENTAJE DE PENDIENTE
	DIÁMETRO DE TUBERÍA

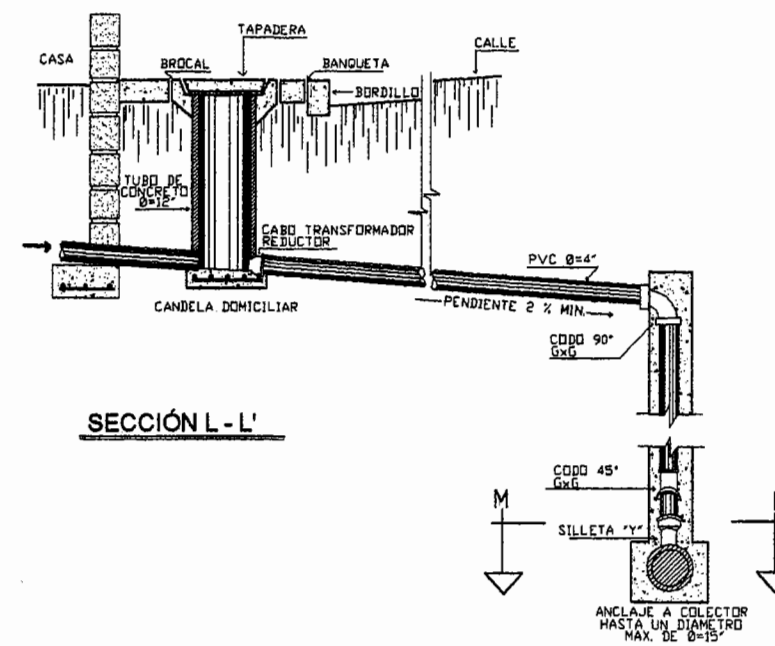
NOTAS:

- SE UTILIZARÁ LADRILLO DE BARRO COCIDO CON LAS DIMENSIONES 0.08 x 0.11 x 0.23m.
- PARA EL CERNIDO Y ALISADO SE UTILIZARÁ SABIETA CON PROPORCIÓN 1: 2.
- EL MORTERO PARA PEGAR LOS LADRILLOS SERÁ CON PROPORCIÓN 1: 2.
- LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO GENERAL.
- EL CONCRETO DEBERÁ TENER UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN APROXIMADA DE 210Kg/cm².
- LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN CURARSE SEGUN ESPECIFICACIONES ACI-318 ANTES DE SU INSTALACIÓN.
- EL ACERO A UTILIZAR DEBERÁ TENER UNA RESISTENCIA A TENSION DE 2810 Kg/cm².
- TODAS LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN SER ENUMERADAS EN BAJO RELIEVE.
- EL DIÁMETRO INTERNO DE LOS POZOS DE VISITA SERÁ DE 1.20m.
- EN POZOS CON CAIDAS MAYORES A 0.70m, COLOCAR DISIPADOR.

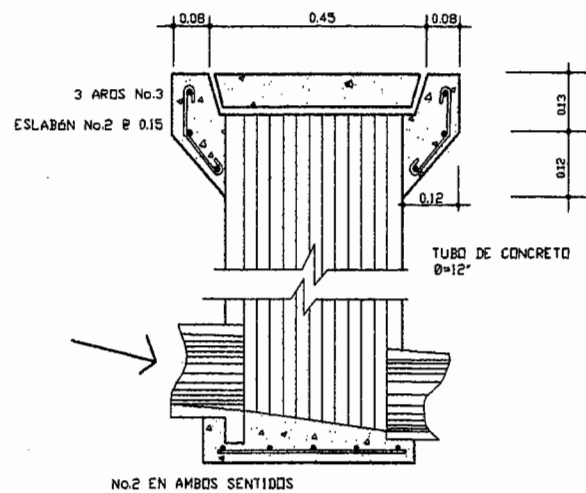
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTEAR LLADO SANITARIO ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA	
DISÑO: J.A.B.U. CALCULO: J.A.B.U. DIBUJO: J.A.B.U. ESCALA: INDICADA FECHA: FEB 2010	CONTENIDO: PLANOS DE POZOS DE VISITA Universidad de San Carlos de Guatemala ASSESOR SUPERVISOR(A) DE EPS Unidad de Supervisión de Ingeniería y Construcción ASSESOR DE EPS	2 3



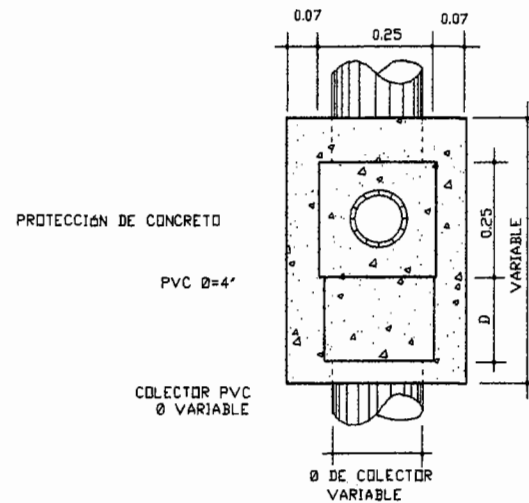
PLANTA



SECCIÓN L - L'

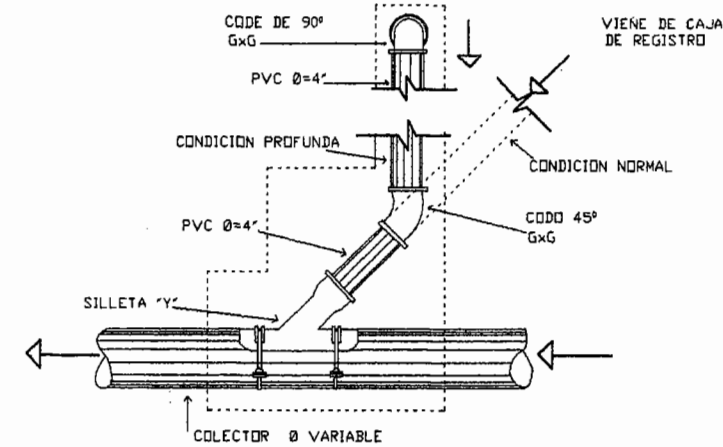


DETALLE DE CANDELA DOMICILIAR

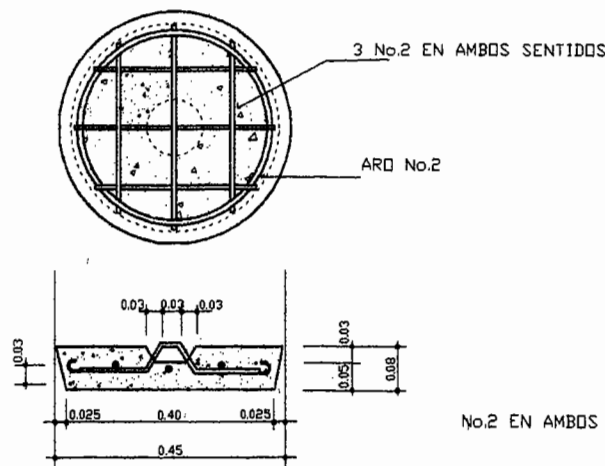


SECCIÓN M - M'

D: VARIABLE SEGUN DIMENSIONES DE LOS ACCESORIOS YEE SxGxG O SILLETA 'Y'



PARA COLECTOR EXISTENTE COLOCACIÓN DE SILLETA 'Y' Ø DE COLECTOR x 4" (EN CONDICIONES NORMALES O PROFUNDAS)



DETALLE DE TAPADERA

CONEXIÓN DOMICILIAR

SIN ESCALA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- A. CABO TRANSFORMADOR / REDUCTOR
- B. TUBERÍA PVC Ø=4"
- C. CODO DE 90° Ø=4" G x G
- D. CODO DE 45° Ø=4" G x G
- E. YEE SxGxG O SILLETA 'Y'

NOTA 1:
EL CONCRETO DEBERÁ TENER UNA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE 210Kg/cm²

NOTA 2:
EL ACERO A UTILIZAR DEBERÁ TENER UNA RESISTENCIA A TENSIÓN DE 2810Kg/cm²

NOTA 3:
PARA EL ALISADO SE UTILIZARÁ SABIETA CON PROPORCIONES DE 1:2

NOTA 4:
TODA LA TUBERIA ES DE ACUERDO A NORMA ASTM-3034.

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA.		
DISEÑO: J.A.B.U.	CONEXIÓN DOMICILIAR	
CALCULO: J.A.B.U.	Universidad de San Carlos de Guatemala JOSÉ ANTONIO BARRERA GONZÁLEZ CARNÉ No. 2004 - 13117	
DIBUJO: J.A.B.U.	No. de... ASesor(A) SUPERVISOR(A) DE EPS Unidad de... ASesor(A) DE EPS	
ESCALA: INDICADA	3	
FECHA: SEPT 2008	3	

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

MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA

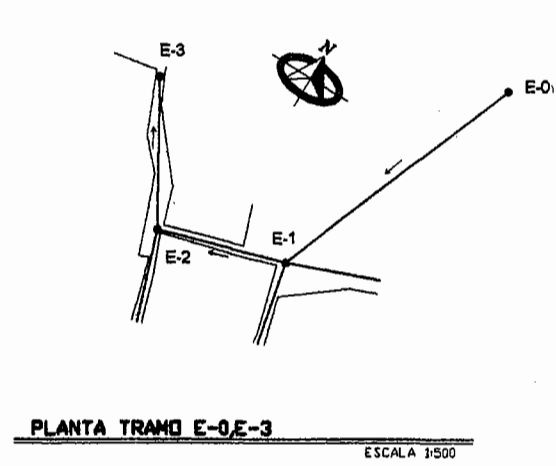
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL TRAMOS E-0, E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, E-7

DISER: J.A.B.U.
CALCULO: J.A.B.U.
DIBUJO: J.A.B.U.
ESCALA: INDICADA
FECHA: FEB 2010

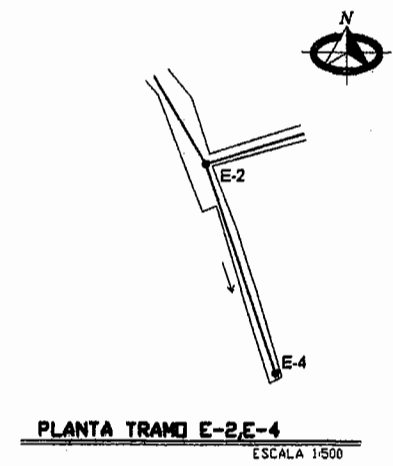
EPESISTA: JOSE ANTONIO BARRERA URIZAR
CARNET No: 2004 - 13117

Vo.Bo. [Signature]
ALCALDE MUNICIPAL

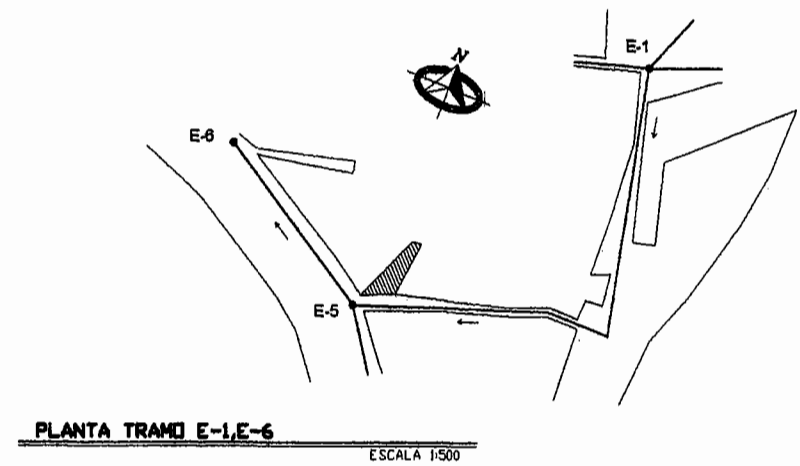
1
5



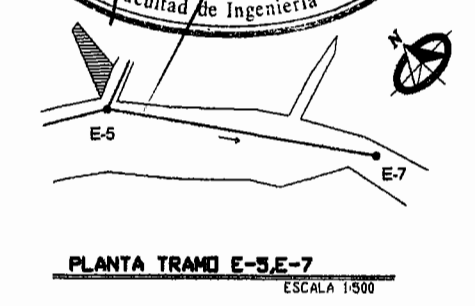
PLANTA TRAMO E-0,E-3
ESCALA 1:500



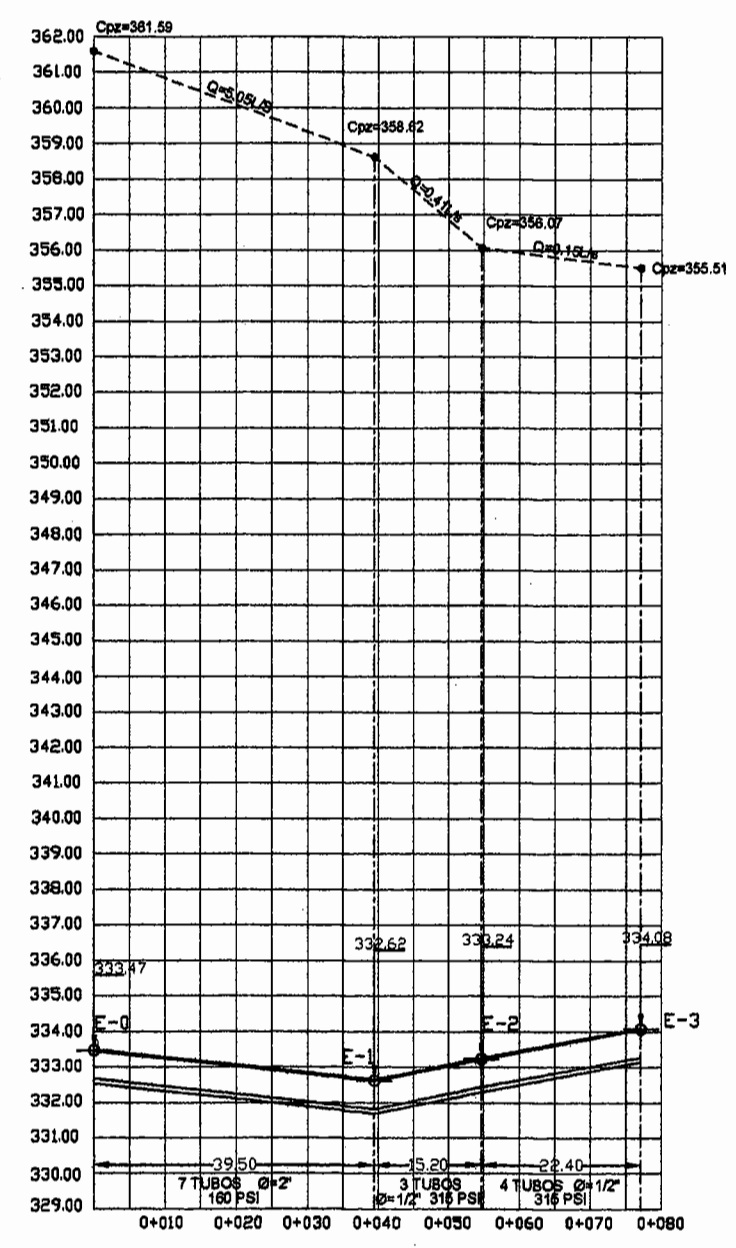
PLANTA TRAMO E-2,E-4
ESCALA 1:500



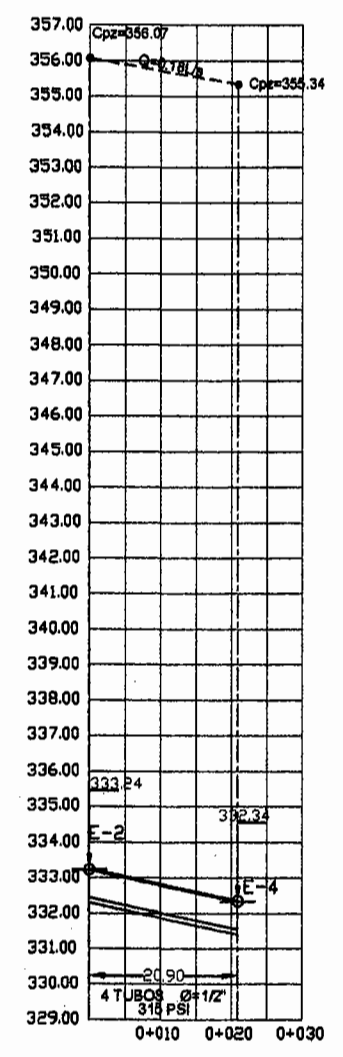
PLANTA TRAMO E-1,E-6
ESCALA 1:500



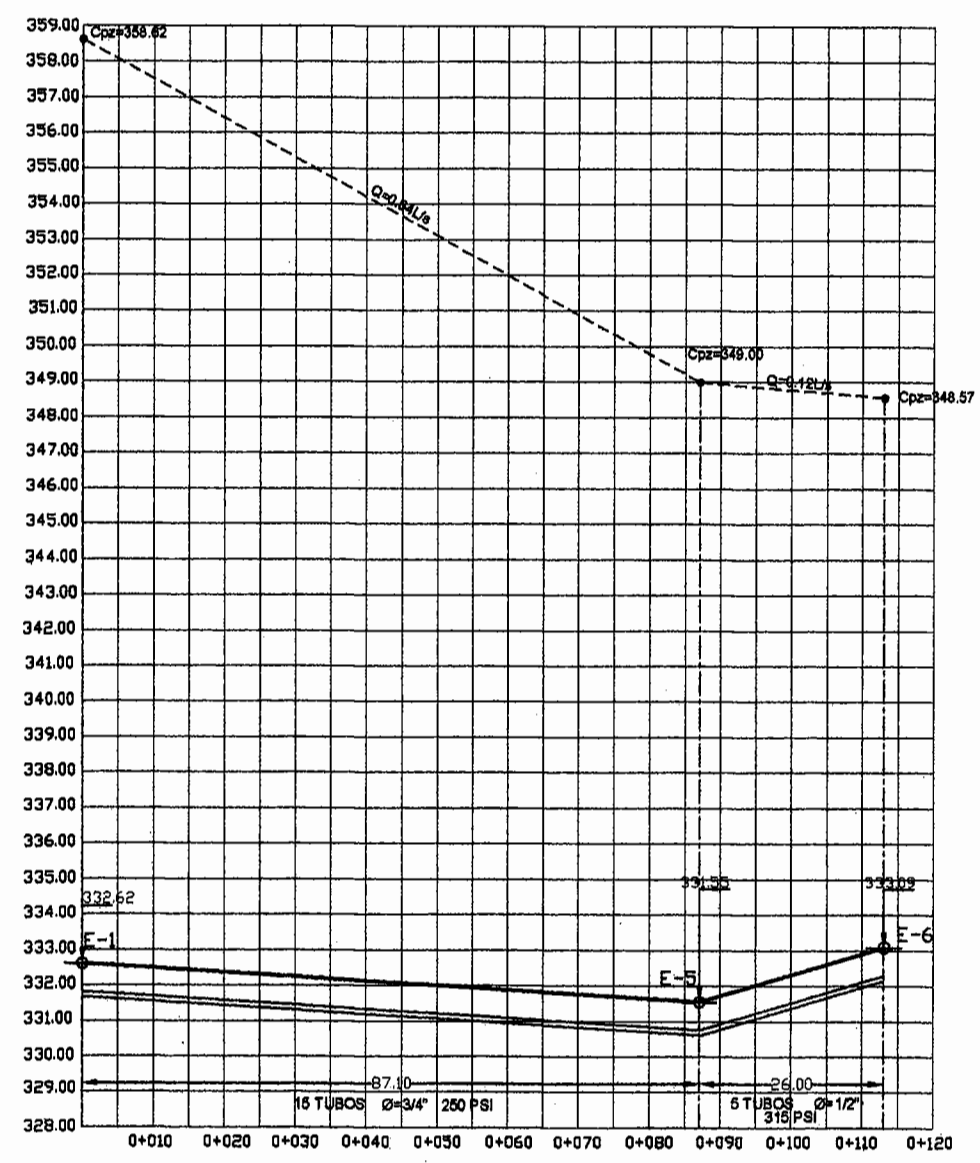
PLANTA TRAMO E-5,E-7
ESCALA 1:500



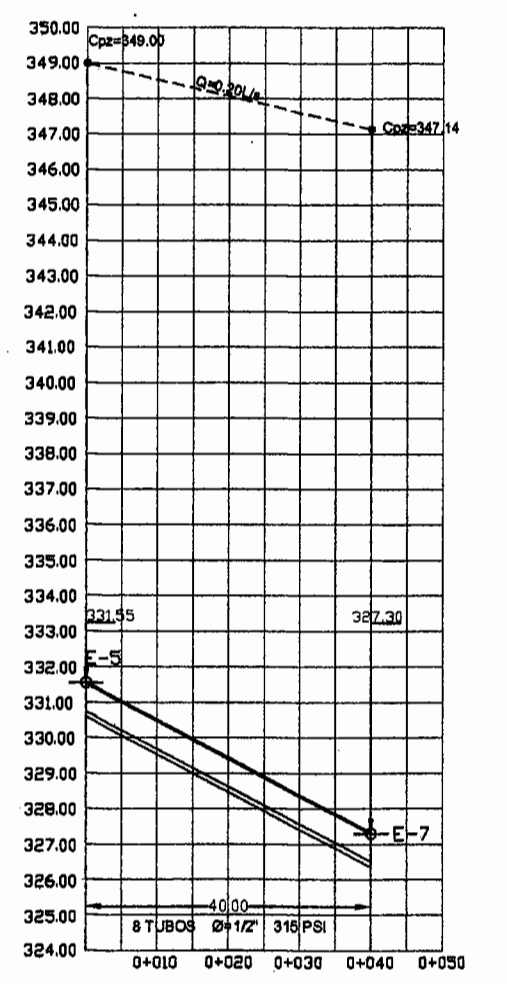
PERFIL TRAMO E-0,E-3
ESCALA HORIZONTAL 1:500
ESCALA VERTICAL 1:100



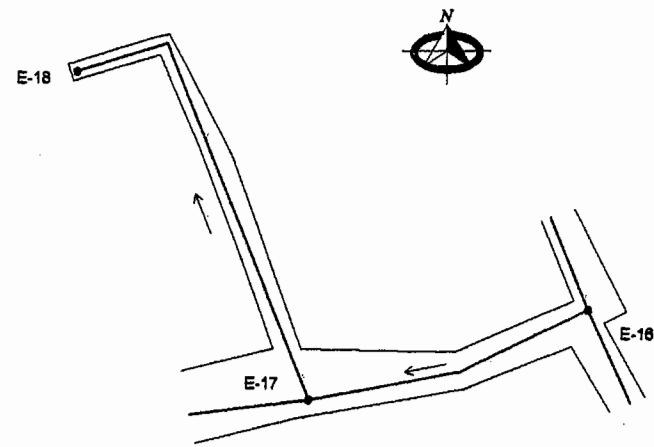
PERFIL TRAMO E-2,E-4
ESCALA HORIZONTAL 1:500
ESCALA VERTICAL 1:100



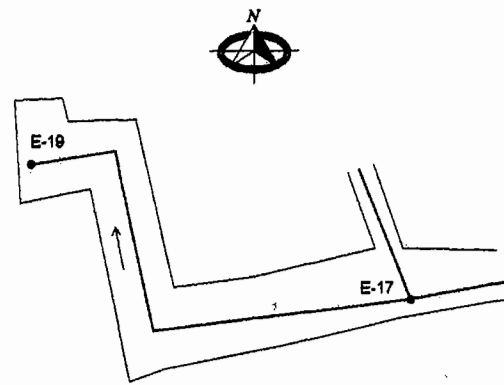
PERFIL TRAMO E-1,E-6
ESCALA HORIZONTAL 1:500
ESCALA VERTICAL 1:100



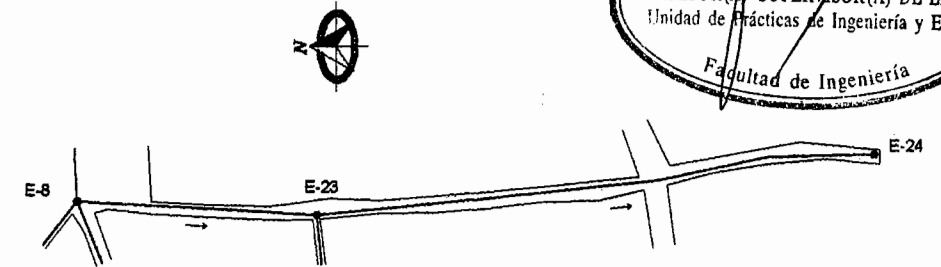
PERFIL TRAMO E-5,E-7
ESCALA HORIZONTAL 1:500
ESCALA VERTICAL 1:100



PLANTA TRAMO E-16,E-18
ESCALA 1:500



PLANTA TRAMO E-17,E-19
ESCALA 1:500



PLANTA TRAMO E-8,E-24
ESCALA 1:500

NOMENCLATURA	
Cpz	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL TRANSPORTADO
E-#	ESTACION NUMERO..
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
→	SENTIDO DEL FLUJO

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

MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA - PERFL TRAMOS E-16 - E-18, E-17 - E-19, Y E-8 - E-24

EPESISTA: JOSE ANTONIO BARRERA URIZAR CARNÉ No. 2004 - 13117

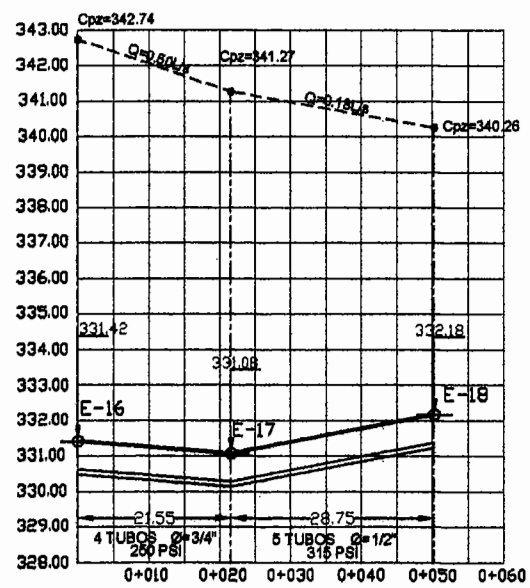
Vo. Bo. No. Bo. 4

ESCALA: INDICADA 5

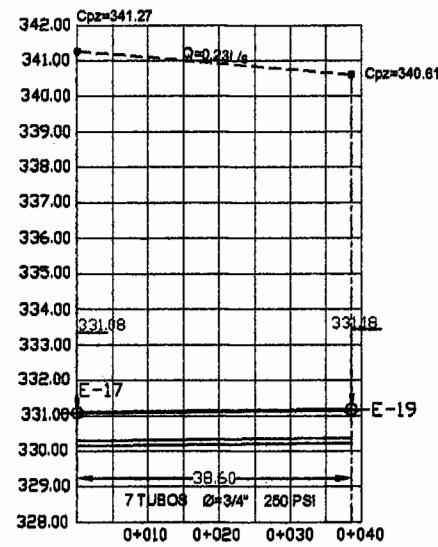
FECHA: FEB 2010

Ing. JUAN BERCKCOS ABESOR DE EPS
ALCALDE MUNICIPAL

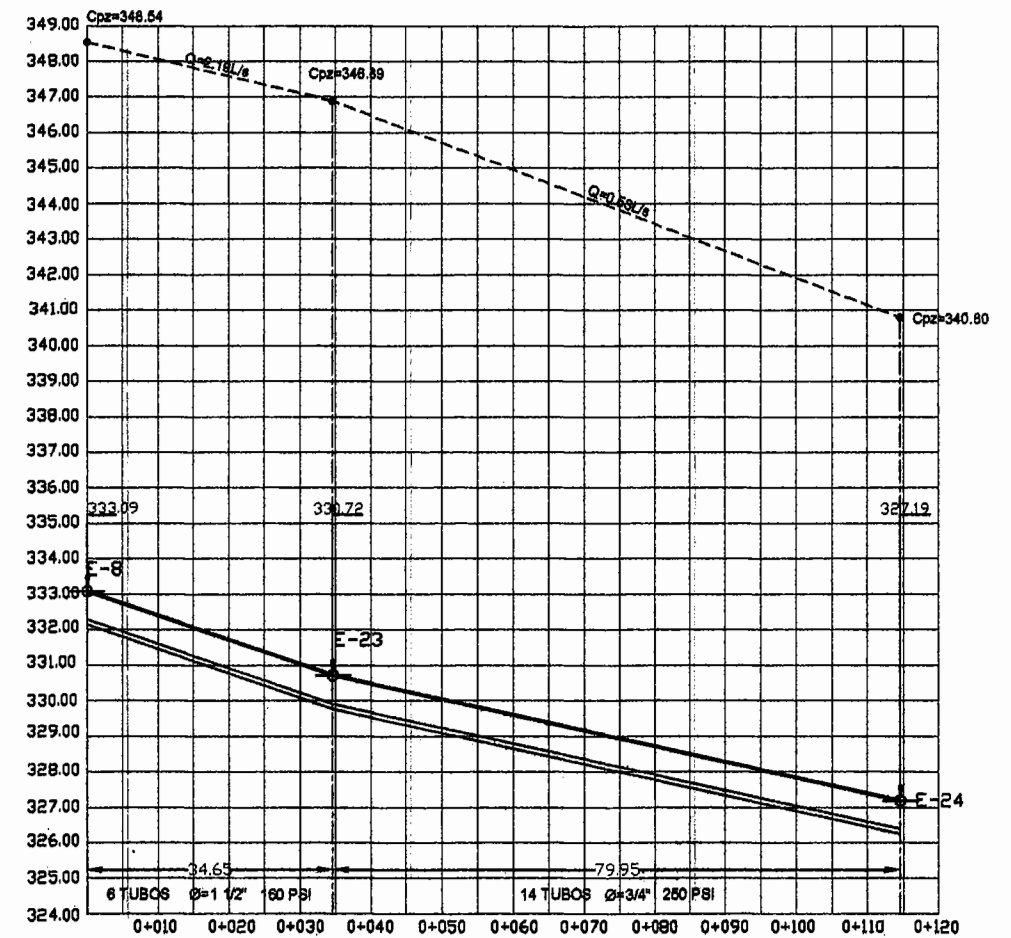
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



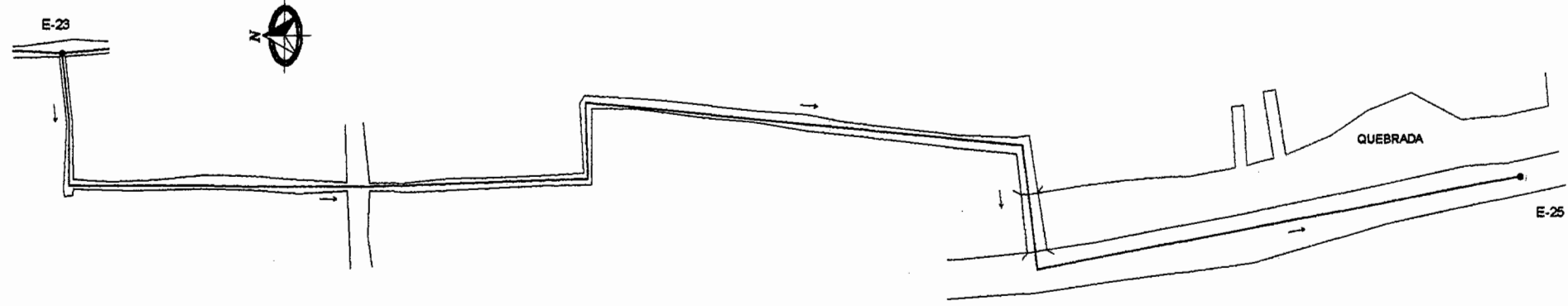
PERFIL TRAMO E-16,E-18
ESCALA HORIZONTAL 1:500
ESCALA VERTICAL 1:100



PERFIL TRAMO E-17,E-19
ESCALA HORIZONTAL 1:500
ESCALA VERTICAL 1:100

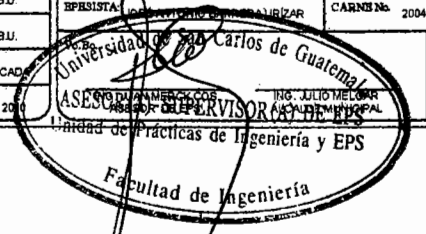


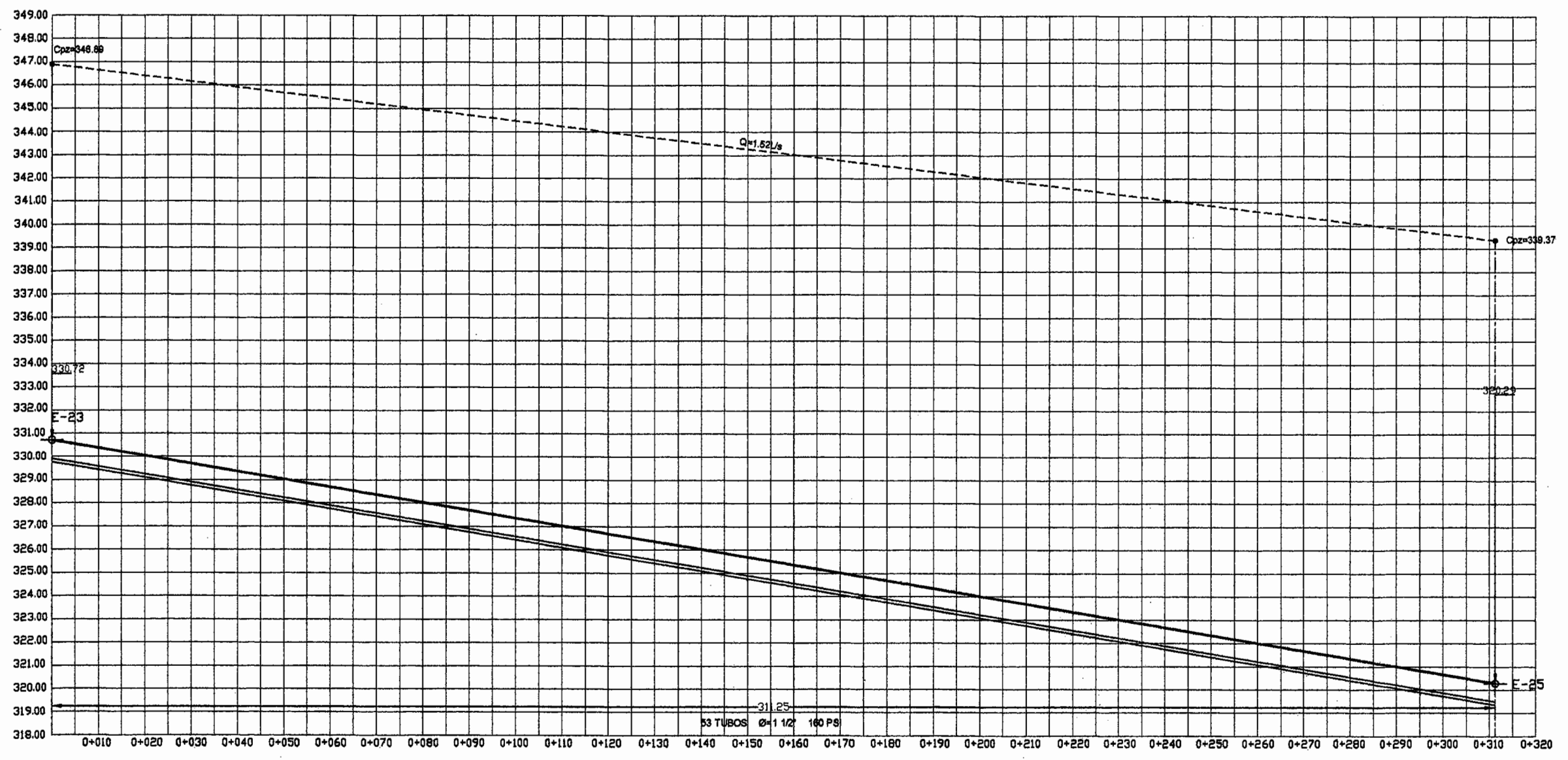
PERFIL TRAMO E-8,E-24
ESCALA HORIZONTAL 1:500
ESCALA VERTICAL 1:100



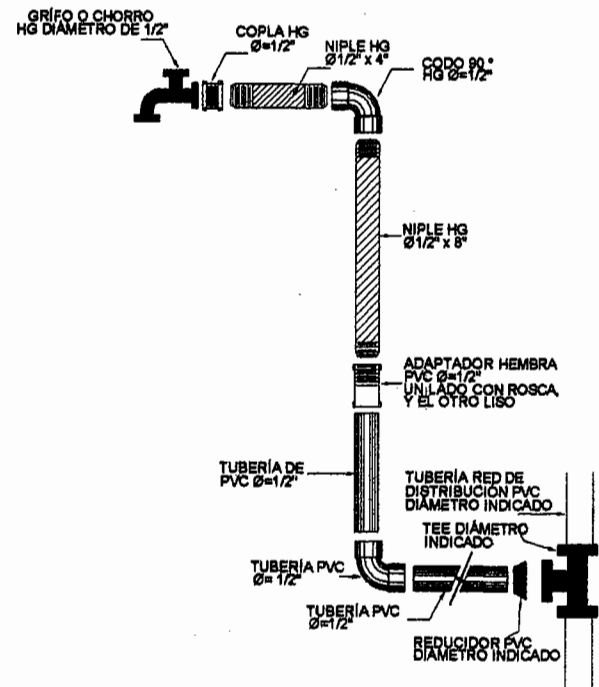
PLANTA TRAMO E-23,E-25
ESCALA 1:500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA	
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA		
DISÑO: J.A.B.U. CALCULO: J.A.B.U. DIBUJO: J.A.B.U. ESCALA: INDICADA FECHA: FEB 2004	CONTENIDO: PLANTA - PERFIL TRAMO E-23 - E-25 EPESISTA: JUAN ANTONIO TORRES GONZALEZ CARNET No.: 2004 - 13117	5 5

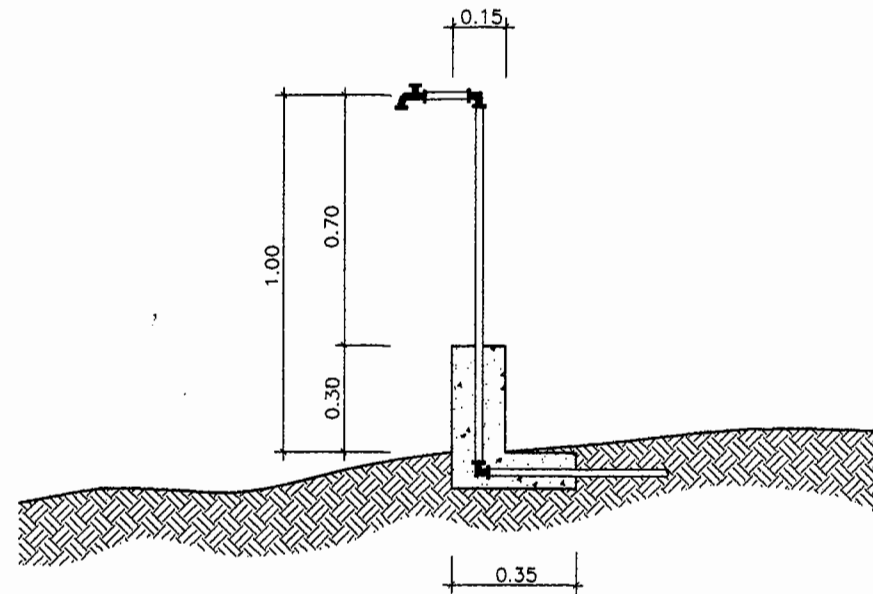

 Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASESOR SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Ing. JULIO MELGAR
 Facultad de Ingeniería



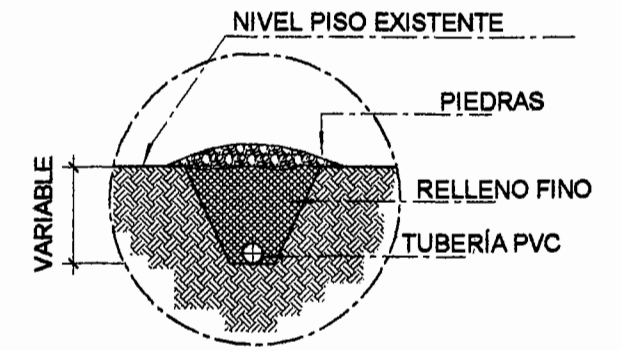
PERFIL TRAMO E-23,E-25
ESCALA HORIZONTAL 1:500
ESCALA VERTICAL 1:100



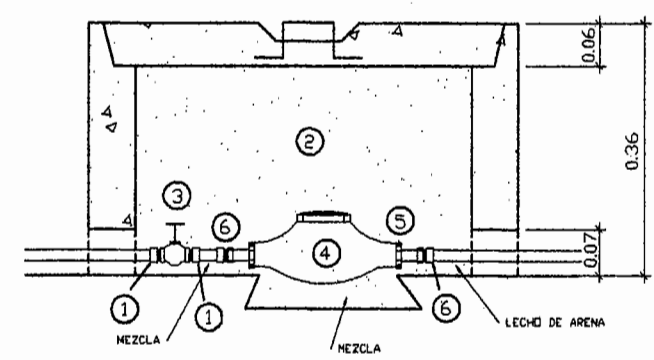
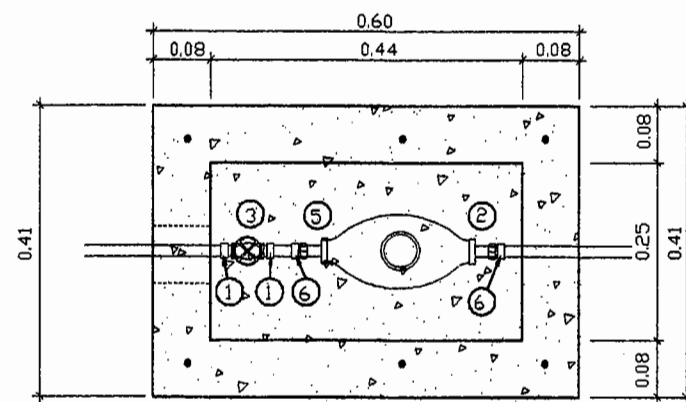
TOMA DOMICILIAR
SIN ESCALA



DETALLE DE TOMA DOMICILIAR
ESCALA 1:10



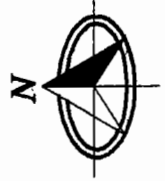
RELLENO DE TUBERIA
CUANDO NO ES POSIBLE SIN ESCALA PROFUNDIZAR LA ZANJA



1. ADAPTADOR MACHO PVC Ø=3/4"
2. CAJA DE CONCRETO PARA CONTADOR
3. LLAVE DE COMPUERTA DE Ø=3/4" (BRONCE)
4. CONTADOR Ø=3/4" (BRONCE)
5. NIPLE CONECTOR DE CONTADOR Ø=3/4"
6. REDUCIDOR PVC DE 3/4" A 1/2"

DETALLES DE CAJA Y ACOMETIDA DOMICILIAR
ESCALA 1:05

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA	
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA		
CONTENIDO: SEPALES DE ABASTECIMIENTO Y TOMA DOMICILIAR		
DISEÑO: J.A.B.U. CALCULO: J.A.B.U. DIBUJO: J.A.B.U. ESCALA: INDICADA FECHA: FEB 2010	ASesor(A) SUPERVISOR(A) DE EPS ING. JULIO MELGAR ASesor DE EPS	1 1



Est	PO	DH (m)	Azimut			Cota (m)
			°	'	"	
E-0			0	0	0	333.47
E-0	E-1	39.50	201	0	0	332.62
E-1	E-2	15.20	253	2	44	333.24
E-2	E-3	22.40	329	24	4	334.08
E-2	E-4	20.90	161	21	54	332.34
E-1	E-5	87.10	209	54	43	331.55
E-5	E-6	26.00	302	10	7	333.09
E-5	E-7	40.00	146	5	35	327.30
E-1	E-8	69.50	92	38	25	333.09
E-8	E-9	16.30	247	15	13	333.24
E-9	E-10	7.20	334	29	15	332.17
E-9	E-11	13.70	198	28	36	332.14
E-11	E-12	7.55	258	14	7	332.10
E-11	E-13	7.90	163	22	0	332.04
E-8	E-14	39.50	86	58	5	332.85
E-14	E-15	48.50	126	26	20	332.38
E-14	E-16	41.65	158	8	28	331.42
E-16	E-17	21.55	252	12	54	331.08
E-17	E-18	28.75	324	44	48	332.08
E-17	E-19	38.60	289	27	25	331.18
E-16	E-20	9.05	155	30	55	330.90
E-20	E-21	11.65	48	38	22	332.11
E-20	E-22	54.40	234	55	0	329.61
E-8	E-23	34.65	183	8	27	330.72
E-23	E-24	79.95	173	49	0	327.19
E-23	E-25	311.25	184	42	58	320.29



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

MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA GENERAL DE LA RED DE DISTRIBUCION

DISENO: J.A.B.U.
CALCULO: J.A.B.U.
DIBUJO: J.A.B.U.
ESCALA: 1:500
FECHA: FEB 2010

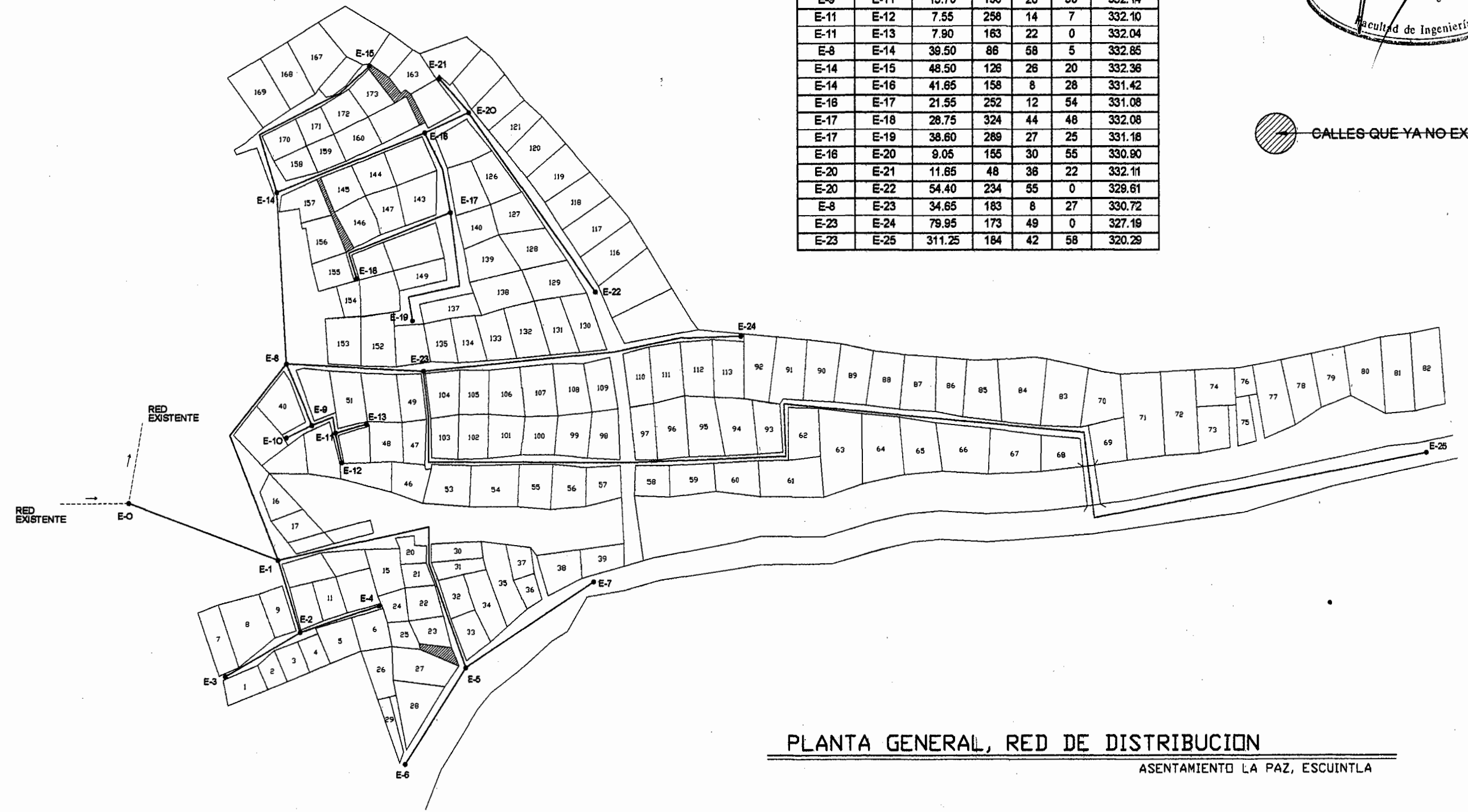
EPESISTA: JOSE ANTONIO BARRERA URIZAR
CARNET No. 2004 - 13117

Vo.Bo. 1

1

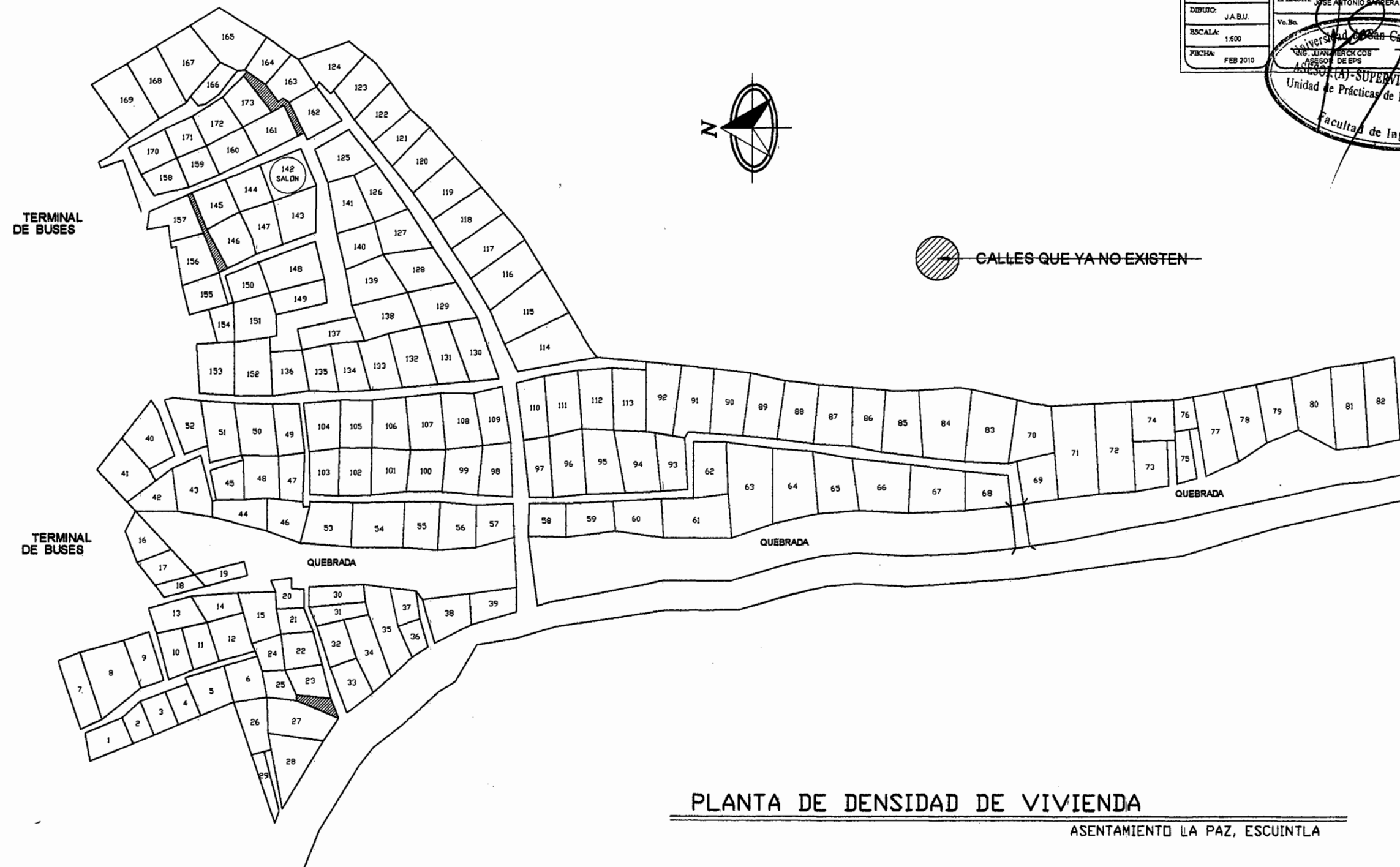
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. J. DE LOS ANGELES
 ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

CALLES QUE YA NO EXISTEN

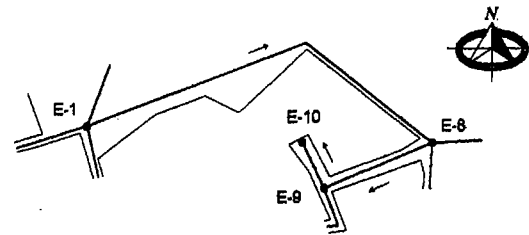


PLANTA GENERAL, RED DE DISTRIBUCION
 ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA		
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA		
DISEÑO: J.A.B.U.	CONTENIDO: PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA	
CALCULO: J.A.B.U.	EPESISTA: JOSE ANTONIO BARRERA URIZAR	CARNET No: 2004 - 13117
DIBUJO: J.A.B.U.	Vc. Bc.	
ESCALA: 1:500	1	
FECHA: FEB 2010	1	

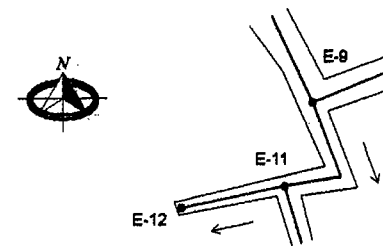


PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA
 ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA

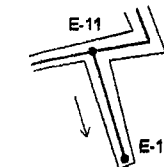


PLANTA TRAMO E-1,E-10
ESCALA 1:500

NOMENCLATURA	
Cpz	CDTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL TRANSPORTADO
E-#	ESTACION NUMERD..
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
→	SENTIDO DEL FLUJO



PLANTA TRAMO E-9,E-12
ESCALA 1:500



PLANTA TRAMO E-11,E-13
ESCALA 1:500

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

MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA - PERFL TRAMOS E-1, E-9, E-12, Y E-11 - E-13

EPESISTA: JOSE ANTONIO BARRERA URIZAR CARNÉ No. 2004 - 13117

Vo. B. No. 2

ING. JUAN MEROZ COS ASESOR DE EPS

ING. JULIO MORALES ALCALDE MUNICIPAL

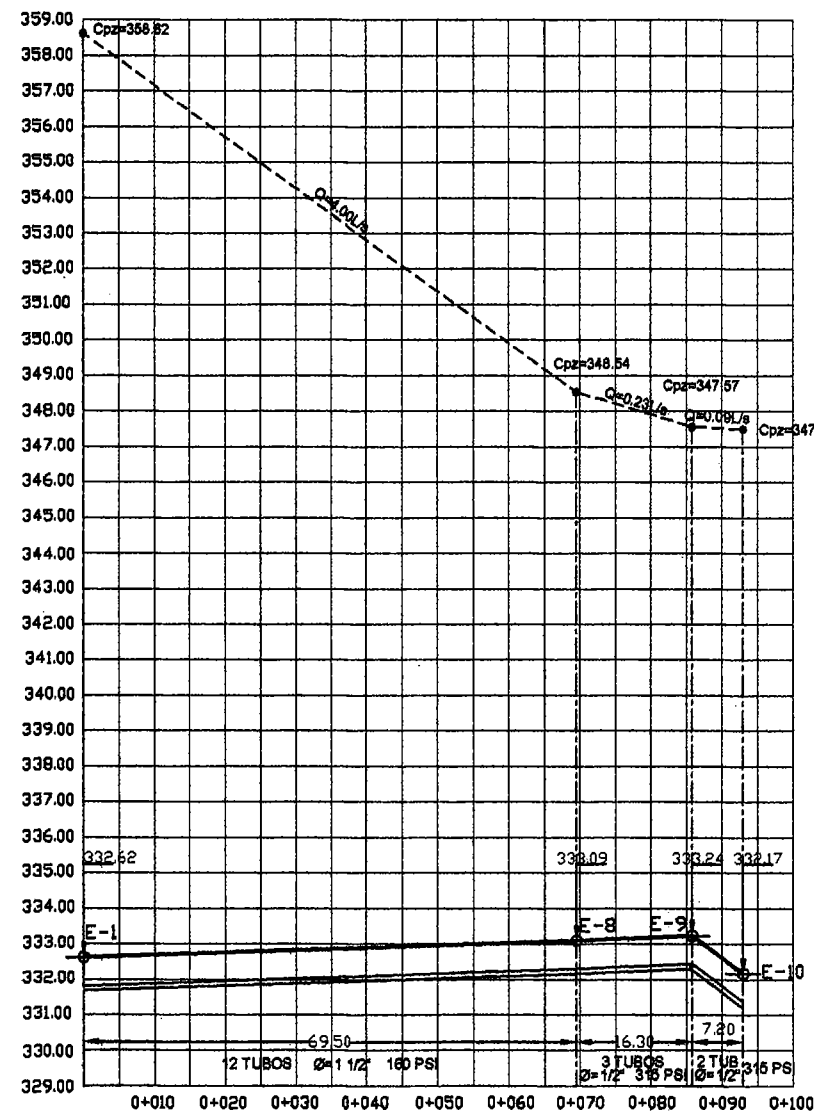
ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS

Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

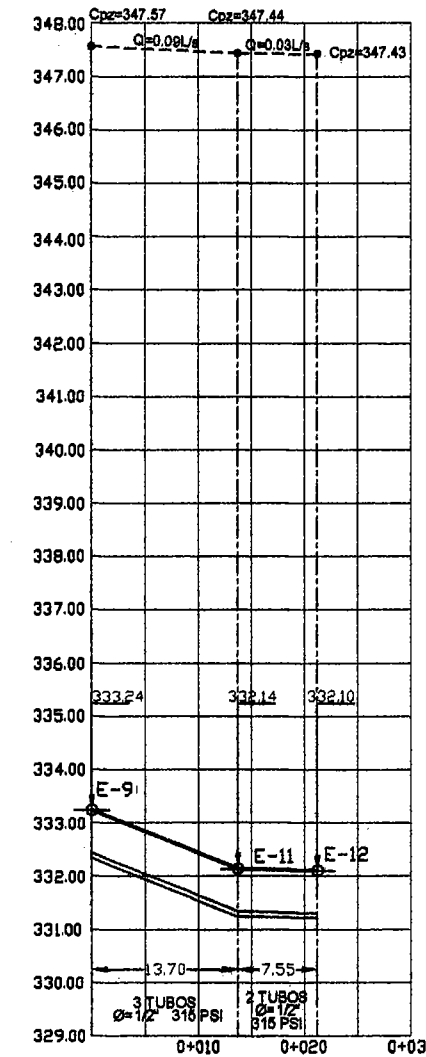
Facultad de Ingeniería

5

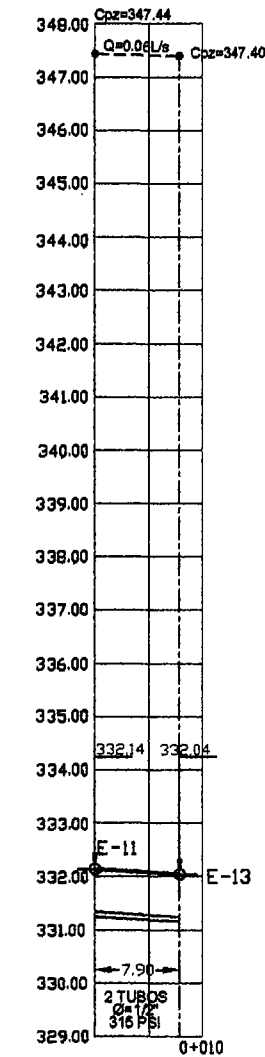
DISÑO: J.A.B.U.
CALCULO: J.A.B.U.
DIBUJO: J.A.B.U.
ESCALA: INDICADA
FECHA: FEB 20



PERFIL TRAMO E-1,E-10
ESCALA HORIZONTAL 1:500
ESCALA VERTICAL 1:100



PERFIL TRAMO E-9,E-12
ESCALA HORIZONTAL 1:500
ESCALA VERTICAL 1:100



PERFIL TRAMO E-11,E-13
ESCALA HORIZONTAL 1:500
ESCALA VERTICAL 1:100

APÉNDICE D



MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
REPUBLICA DE GUATEMALA.
EVALUACION AMBIENTAL INICIAL
ALCANTARILLADO SANITARIO
 (Formato propiedad del MARN)

Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita mas espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>
I. INFORMACION LEGAL	
I.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA, ESCUINTLA.	
I.2. Información legal: A) Nombre del Proponente o Representante Legal: _____ ING. JULIO CESAR MELGAR SAMAYOA	
B) De la empresa: Razón social: _____ MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA Nombre Comercial: _____	
No. De Escritura Constitutiva: _____ Fecha de constitución: _____	
Patente de Sociedad Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____	

Patente de Comercio _____	Registro No. _____	Folio No. _____	Libro No. _____
No. De Finca _____ Folio No. _____ Libro No. _____ de _____ donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.			
Número de Identificación Tributaria (NIT): 414413-9			
I.3 Teléfono <u>78891660</u> Fax <u>78891660</u> Correo electrónico: <u>www.muniescuintla.com</u>			
I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto: ASENTAMIENTO LA PAZ, Z. 1 Especificar Coordenadas UTM o Geográficas			
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84)		Coordenadas Geográficas Datum	
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA			
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo JOSÉ ANTONIO BARRERA URÍZAR, ESTUDIANTE DE INGENIERÍA CIVIL			
II. INFORMACION GENERAL			
Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:			
Etapas de:			
Etapas de Construcción**	Operación	Abandono	
Actividades a realizar	- Actividades o procesos	- Acciones a tomar en caso de ci	
1. Replanteo topográfico	1. Inspección	1. Rellenar y compactar todas las zanjas realizadas.	
2. Excavación	2. Limpieza		
3. Construcción de pozos de visita	3. Mantenimiento correctivo		
4. Instalación de tubería			
5. Construcción de conexiones domiciliarias			
6. Construcción de fosas sépticas			
7. Relleno y compactación			
8. Acarreo de desperdicio			
untar planos			

II.3 Área

a) Área total de terreno en m2. _____

b) Área de ocupación del proyecto en m2: _____

II.4 Actividades colindantes al proyecto:

NORTE _____ VIVIENDAS _____ SUR _____ VIVIENDAS _____

ESTE _____ VIVIENDAS _____ Oeste _____ VIVIENDAS _____

Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):

DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYE
vivienda	viviendas	Se encuentran en el mismo lug

II.5 Dirección del viento: Norte a Este

II.7 Datos laborales

a) Jornada de trabajo: Diurna (x) Nocturna () Mixta () Horas Extras _____

b) Número de empleados por jornada _____ Total empleados _____

c) otros datos laborales, especifique ninguno _____

II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...

Ninguno

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...						
	tipo	si/no	cantidad/ mes/día (horas)	proveedor	usos	especificaciones + observaciones
agua	servicio público					
	pozo					
	agua superficial					
	otro					
combustibles	gasolina					
	diesel					
	bunker					
	glp					
	Otro					
lubricantes	Solubles					
	no solubles					
refrigerantes						
OTRO						
*NOTA: Si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercio de combustibles, adjuntar copia						
III. TRANSPORTE						
III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:						
a) Número de vehículos _____						
b) Tipo de vehículo _____						
c) sitio para estacionamiento y área que ocupa en patio de terreno del proyecto _____						
IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD						

IV. 1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).

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 qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	No aplica		
		Ruido	No aplica		
		Vibraciones	No aplica		
		Olores	No aplica		
2	Agua	Abastecimiento de agua	No aplica		
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad: No aplica		
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad: No aplica	Descarga:	
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad: No aplica	Descarga:	
		Agua de lluvia	Captación No aplica	Descarga:	
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad: No aplica		
		Desechos Peligrosos (con una o más de las siguientes)	Cantidad: No aplica	Disposición	

		características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)			
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	No aplica		
		Modificación del relieve o topografía del área	No aplica		
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	No aplica		
		Fauna (animales)	No aplica		
		Ecosistema	No aplica		
5	Visual	Modificación del paisaje	No aplica		
6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos	No aplica		
7	Otros		No aplica		

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerales siguientes.

V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA			
CONSUMO			
V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) _____			
V. 2 Forma de suministro de energía Empresa Eléctrica			
no aplica			
a)		Sistema	público
b)		Sistema	privado

c)	generación	propia
<p>V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO <u>X</u> _____</p>		
<p>V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?</p>		
VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD		
<p>VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:</p>		
<p>VI.2 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?</p> <p>a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos () d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro () f) Ninguno(X)</p> <p>Detalle la información explicando el por qué?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>		
<p>VI.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores <input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores <input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores <input checked="" type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información:</p>		
<p>VI.4 Equipo de protección personal</p> <p>VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI () NO (X) VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?</p> <p>Utilizar equipo de seguridad e higiene durante el proceso de construcción para los trabajadores.</p>		



MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
REPUBLICA DE GUATEMALA
**EVALUACION AMBIENTAL INICIAL
PARA APROVECHAMIENTO DEL AGUA**
Formato propiedad del MARN

Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none">• Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera.• Si necesita mas espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información.• La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir.• Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt• Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera).• Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN.	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>
I. INFORMACION LEGAL	
I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad:	
CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA, ESCUINTLA	
I.2. Nombre del Proponente o Representante Legal:	
_____ ING. JULIO CESAR MELGAR SAMAYOA _____	
I.3 De la empresa:	
Razón social:	
_____ MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA _____	
Nombre Comercial:	

No. De Escritura Constitutiva:	

Fecha de constitución:	

Patente de Sociedad	Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____
Patente de Comercio	Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____

No. De Finca _____ Folio No. _____ Libro No. _____ de _____ donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.
Número de Identificación Tributaria (NIT): 414413-9
I.4 Teléfono _____ 78891660 _____ Fax _____ 78891660 _____ Correo electrónico: <u>www.muniescuintla.com</u> _____
I.5 Lugar para recibir notificaciones: Municipalidad de Escuintla
I.6 Indicar si la finca donde solicita el aprovechamiento del agua es: Propia _____ Comunal _____ Municipal <u>X</u> Estatal _____ Otros _____
I.7. Lugar exacto donde solicita el aprovechamiento de agua: Asentamiento La Paz, Z.1
I.8 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por un profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo: JOSÉ ANTONIO BARRERA URÍZAR, ESTUDIANTE DE INGENIERÍA CIVIL

II. INFORMACIÓN GENERAL

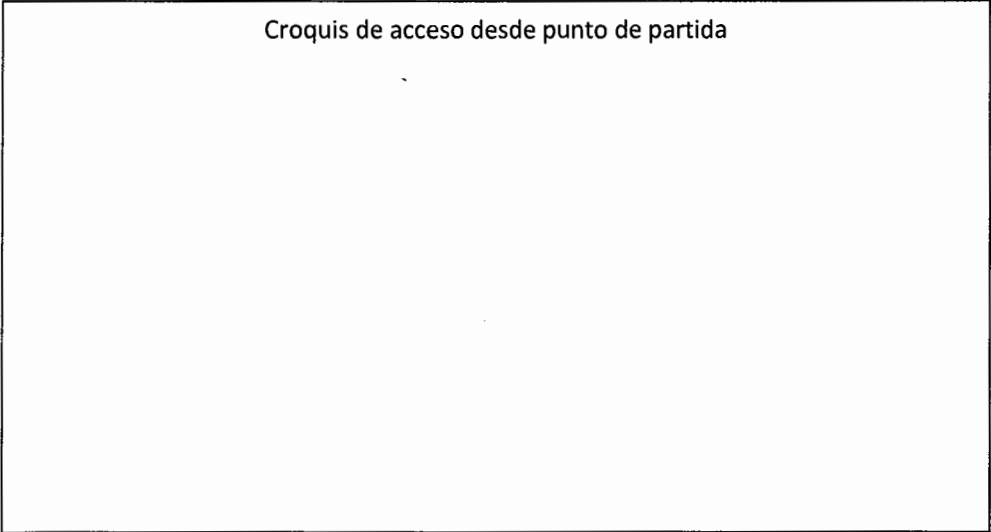
Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:

II.1. DATOS DEL TIPO DE LA FUENTE (Para uso interno del MARN)

1. Coordenadas Geográficas: Latitud: Longitud:
Modelo GPS:

2. Red de comunicación:

Conexiones	Tipo de camino	Distancia (Km.)
Capital – Departamento		
Cabecera Depto. – municipio		
Cabecera municipal – comunidad	Terracería	1.00
Comunidad –fuente de agua		



3. Nombre de la fuente:

4. Clase de la fuente de donde se solicita el aprovechamiento:

Fuente de agua	
Manantial	
Pozo Artesanal	
Pozo Mecánico	
Nacimiento	
Río	
Laguneta	
Lago	
Laguna	
Zanjón	
Arroyo	
Otros (especifique): Red existente del municipio de Escuintla	X

5. Método de aforo:

Métodos	
Cubeta	
Flotador	
Molinete	
Colorante	
Caudal	
Otro (especifique): No hubo necesidad de aforar.	X

6. Propiedad de la finca:

Propiedad	
Particular	
Comunal	
Municipal	X
Estatal	
Otro (especifique)	

II . 2. SI LA FUENTE ES UN POZO. (Para uso interno del MARN)

1. Características del pozo:

Datos del pozo	
Profundidad (m)	
Nivel de la superficie del agua (m)	
Caudal (l/s, m ³ /seg)	

2. Forma de Extracción:

Extracción	
Cubeta y lazo	
Bomba manual	
Bomba combustible	
Bomba eléctrica	
Otro (especifique)	

Captación	Por bombeo	
	Por gravedad	X
Conducción	Por tubería	X
	Canal abierto	
Estado de los canales	Revestido	Bueno
	Natural	Regular
	Mixto	Malo

II.4 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA (Para uso interno del MARN)

1. Clima:

◆	Zona de vida según Holdridge	
◆	Tipo de clima	
◆	Temperatura promedio	
◆	Altura promedio	
◆	Estación de referencia	

2. Si es un área protegida, indique si existe autorización o dictamen técnico de CONAP

Si No

3. Si la respuesta es NO, explique al usuario que debe solicitarse a CONAP

4. Indique si el área esta declarada como patrimonio cultural de la nación:

Si o

USO DOMÉSTICO

1. Número de población beneficiada:

Población	No.
De 0 meses a 12 años	400
De 13 años en adelante	638

2. Tipo de servicio:

Servicios	
Domiciliar	X
Predial	
Pública (llena cantaros, pozos artesanales, pilas)	

USO INDUSTRIAL

1. Volumen de agua que se utiliza en el proceso productivo:

2. Periodo de tiempo que el agua es utilizada (en horas):

3. Época del año que es utilizada el agua (meses):
4. Se descarga el agua utilizada: Si No
5. Tiene planta de tratamiento: Si No
6. Listar los procesos donde se usa el agua y cantidades consumidas:

Procesos de la industria	Caudal (l/s, m ³ /seg)

II. USO AGRÍCOLA

1. Área total de riego:
2. Tipo de riego utilizado:

Métodos de riego	
Goteo	
Gravedad	
Aspersión	
Micro aspersión	
Otros (especifique)	

3. Cultivos:

No.	Nombre del Cultivo	Área (ha)	Periodo de Riego Anual						
			Inicia			Finaliza			
			dd	Mm	año	dd	Mn	año	

4. Usa Embalse: Si No

5. Capacidad instalada (bombas):

Bombas	Potencia en H.P	Capacidad (g.p.m)	Diámetro de tuberías (pulgadas)	Observaciones
No. 1				
No. 2				
No. 3				
No. 4				
No. 5				

II. COMPONENTE AMBIENTAL DEL PROYECTO DE INVERSIÓN

1. Determinación de los niveles de impacto ambiental a los recursos naturales

No.	Identificación	Nivel de Impacto
1.	Contaminación de agua superficial o subterránea	N
2.	Aumento de la producción de aguas servidas	N
3.	Remoción de la cobertura vegetal	N
4.	Erosión del suelo	N
5.	Disminución del nivel freático	N
6.	Producción de basura y otros desechos	N
7.	Contaminación del suelo	N
8.	Alteración de fauna y flora	N

N = No cambios

+ E = Cambios/ impactos positivos mayores

- A = Cambios/ impactos ligeramente negativos

APÉNDICE E

2023/03/24

Figura 34. Análisis físico-químico de agua

**Informe de Análisis Muestra(s) Control
de la Unidad de Alimentos**

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1)

Página 2 de 4

No. del LNS:	AC09-1675	Marca:	-----
Nombre del Producto:	AGUA	Tipo de Recipiente:	PLASTICO
Tipo de Muestra:	AGUA	Lote:	-----
Condición de la Muestra:	APROPIADA	Fecha de Vendimiento:	-----
Remitente:	ING. EDGAR A. BARILLAS R.	Fecha de Ingreso:	22/07/2009
Procedencia:	A/S ESCUINTLA. MUESTRA No. 4 ASENTAMIENTO LA PAZ, ESCUINTLA.	Fecha de Egreso:	11/11/2009

Resultado de Análisis

ANALISIS	RESULTADO	SEGUN NORMA	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Olor	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH	7.52	7 - 7.5	6.5 - 8.5
Nitritos (NO ₂)	0.0033 mg/L	-----	1 mg/L
Nitratos (NO ₃)****	10.25 mg/L	-----	10 mg/L
Hierro Total (Fe)	0.01 mg/L	0.1 mg/L	1.0 mg/L
Calcio (Ca)	17.50 mg/L	75 mg/L	150 mg/L
Magnesio (Mg)	9.00 mg/L	50.00 mg/L	100 mg/L
Conductividad	158 µS/cm	-----	< 1,500 µS/cm
Dureza	75.25 mgCaCO ₃ /L	100.00 mg/L	500.000 mg/L
Turbiedad	3.2 UNT**	5.0 UNT**	15.0 UNT**
Color	3.6 u***	5.0 u***	35 u***

Area Contaminantes Ambiente y Salud


 Inga. Mónica Méndez del Maldonado
 Supervisora a.i.



Método:

Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Ed.

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:

La muestra fue analizada a temperatura de 21.3°C

Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón

*LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE

**UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD

***Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO

**** NITRATOS: SEGÚN LINEAMIENTOS GUIA PARA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, 3ra. EDICIÓN, OMS. GENEVA, 2004, EL VALOR MÁXIMO ES DE 50 mg NO₃/L.

DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA COGUANOR NGO 29001 "AGUA POTABLE ESPECIFICACIONES".

SEGUNDA IMPRESIÓN, QUEDA SIN EFECTO LA PRIMERA.

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
CCh, CSL, CG/MdeM	CT27-CAS/274

LAR

CONTINÚA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM.22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A.

PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011

E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Figura 35. Análisis bacteriológico de agua

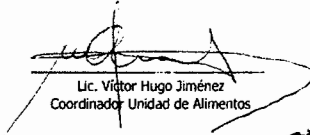
**Informe de Análisis Muestra(s) Control
de la Unidad de Alimentos**

UGCF095 Rev. 0 (1 de 1)		Página 4 de 4
No. del LNS: AC09-1675 Nombre del Producto: AGUA Tipo de Muestra: AGUA Condición de la Muestra: APROPIADA Remitente: ING. EDGAR A. BARILLAS R. Procedencia: A/S ESCUINTLA	Marca: _____ Tipo de Recipiente: VIDRIO Lote: _____ Fecha de Vencimiento: _____ Fecha de Ingreso: 22/07/2009 Fecha de Egreso: 11/11/2009	

Resultado de Análisis

LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	COLIFORMES TOTALES	ESCHERICHIA COLI
ASENTAMIENTO LA PAZ	98 NMP/100mL	26 NMP/100mL

Area Microbiología de Alimentos:


 Lic. Víctor Hugo Jiménez
 Coordinador Unidad de Alimentos

Método:
AOAC 17 ed. Método Oficial 991.15 Cap. 17.3.06 p 25. Coliformes totales y Escherichia coli en agua. Tecnología de Substrato Definido (Colilert).

NMP: Número Más Probable
ml: mililitro

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregad(a)s y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:

MUESTRA(S) NO ACEPTABLE(S):

SEGÚN NORMA COGUANOR NGO 29001 "ESPECIFICACIONES PARA AGUA POTABLE", EL RECUENTO DE COLIFORMES DEBE SER MENOR DE 1.1 NMP/100mL.

SEGUNDA IMPRESIÓN, QUEDA SIN EFECTO LA PRIMERA.

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
HA/VHJ	MIALR-MCD1-09/247
	LAR

ÚLTIMA LÍNEA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM.22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A.
 PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
 E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com