



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

**DISEÑO DE LA ESCUELA OFICIAL PRIMARIA PARA LA ALDEA EL
COHETERO Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA
ALDEA EL ESTORAQUE MUNICIPIO DE JUTIAPA, JUTIAPA**

Celso Sarceño González

Asesorado por Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, octubre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA ESCUELA OFICIAL PRIMARIA PARA LA ALDEA EL
COHETERO Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA
ALDEA EL ESTORAQUE MUNICIPIO DE JUTIAPA, JUTIAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CELSO SARCEÑO GONZÁLEZ

ASESORADO POR ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE LA ESCUELA OFICIAL PRIMARIA PARA LA ALDEA EL
COHETERO Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA
ALDEA EL ESTORAQUE MUNICIPIO DE JUTIAPA, JUTIAPA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 11 de julio de 2012.


Celso Saracho González

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 08 de marzo de 2013
Ref.EPS.DOC.303.03.13

Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Calderón de León.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Celso Sarceño González** con carné No. **200620035**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DE LA ESCUELA OFICIAL PRIMARIA PARA LA ALDEA "EL COHETERO" Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA "EL ESTORAQUE", MUNICIPALIDAD DE JUTIAPA, JUTIAPA"**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



c.c. Archivo
MAAO/ra



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



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

Guatemala,
3 de mayo de 2013

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE LA ESCUELA OFICIAL PARA LA ALDEA "EL COHETERO" Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA "EL ESTORAQUE" MUNICIPALIDAD DE JUTIAPA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Celso Sarceño Gonzalez, con Carnet No. 200620035, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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



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

Guatemala,
17 de julio de 2013

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE LA ESCUELA OFICIAL PRIMARIA PARA LA ALDEA "EL COHETERO" Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA "EL ESTORAQUE" MUNICIPALIDAD DE JUTIAPA, JUTIAPA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Celso Sarceño Gonzalez, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 19 de agosto de 2013
Ref.EPS.D.513.07.13

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 LA ESCUELA OFICIAL PRIMARIA PARA LA ALDEA "EL COHETERO" Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA "EL ESTORAQUE", MUNICIPALIDAD DE JUTIAPA, JUTIAPA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Celso Sarceño González**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Juan Merck Cos
Director Unidad de EPS



JMC/ra

Universidad de San
Carlos de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de Lingüística

Guatemala, 24 de septiembre de 2013
Ling.13-10

Ingeniero Hugo Leonel Montenegro
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería, USAC

Señor director:

Por este medio hago de su conocimiento que la Unidad de Lingüística hace una modificación al título del trabajo de graduación del estudiante **Celso Sarceño González**, con número de carné: **2006-20035** el cual fue aprobado de acuerdo al protocolo como: **DISEÑO DE LA ESCUELA OFICIAL PRIMARIA PARA LA ALDEA EL COHETERO Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANTIARIO PARA LA ALDEA EL ESTORAQUE MUNICIPALIDAD DE JUTIAPA, JUTIAPA.**

La Unidad modifica el título del trabajo en virtud de que el mismo no está bien redactado y propone la siguiente forma: **DISEÑO DE LA ESCUELA OFICIAL PRIMARIA PARA LA ALDEA EL COHETERO Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANTIARIO PARA LA ALDEA EL ESTORAQUE MUNICIPIO DE JUTIAPA, JUTIAPA.**


Licenciada Rosa Amelia González Domínguez
Coordinadora de la Unidad de Lingüística

The stamp is an oval-shaped official seal. The text inside the seal reads: "FACULTAD DE INGENIERIA" at the top, "Unidad de Lingüística" in the middle, "Unidad de Planificación" below that, and "UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA" at the bottom.

Cc. Archivo



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y del Coordinador de E.P.S. Ing. Juan Merck Cos, al trabajo de graduación del estudiante Celso Sarceño González, titulado DISEÑO DE LA ESCUELA OFICIAL PRIMARIA PARA LA ALDEA EL COHETERO Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL ESTORAQUE MUNICIPIO DE JUTIAPA, JUTIAPA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco


Guatemala, septiembre 2013

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.674-2013

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 LA ESCUELA OFICIAL PRIMARIA PARA LA ALDEA EL COHETERO Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL ESTORAQUE MUNICIPIO DE JUTIAPA, JUTIAPA**, presentado por el estudiante universitario: **Celso Sarceño González**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Reinos
Decano



Guatemala, octubre de 2013

/cc

Mis hermanos

Elmer, Lorena y Clara Sarceño, por creer en mí, por ser ejemplo positivo y sobre todo por brindarme su amistad. Gracias.

Mis sobrinos

José Eduardo Figueroa Sarceño, Adrián, Samantha Hernández Sarceño y Ximena Sarceño Marroquín. Por las sonrisas y alegrías que han traído a mi vida, como la ilusión de ser alguien mejor para poder dar un buen ejemplo.

AGRADECIMIENTOS A:

Tíos y primos

Por su apoyo moral y por su cariño.

Mi asesor

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta, por brindarme su amistad y por ayudarme con su asesoría.

Mis amigos y compañeros

Por su apoyo y por compartir durante estos años de estudio grandes momentos.

Mis catedráticos, Facultad de Ingeniería y Universidad de San Carlos de Guatemala

Por su enseñanza.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE JUTIAPA, JUTIAPA.....	1
1.1. Antecedentes históricos.....	1
1.1.1. Ubicación y localización	2
1.1.2. Clima	3
1.1.3. Estación meteorológica	3
1.1.4. Actividades económicas	5
1.1.5. Población.....	5
1.2. Aspectos de infraestructura	5
1.2.1. Extensión y colindancias	5
1.2.2. Vías de acceso.....	6
2. DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL ESTORAQUE.....	7
2.1. Descripción general del proyecto.....	7
2.2. Normas a utilizar.....	8
2.3. Levantamiento topográfico	8
2.3.1. Planimetría	9
2.3.2. Altimetría	9

2.4.	Partes de un alcantarillado	10
2.4.1.	Pozos de visita	10
2.4.2.	Conexiones domiciliarias	11
2.4.2.1.	Caja de registro o candela.....	11
2.4.2.2.	Tubería secundaria	11
2.5.	Período de diseño	11
2.6.	Población futura	12
2.7.	Determinación de caudales	13
2.7.1.	Población tributaria	14
2.7.2.	Dotación	14
2.7.3.	Factor de retorno al sistema	15
2.7.4.	Caudal sanitario	15
2.7.5.	Caudal domiciliar.....	15
2.7.6.	Caudal industrial	16
2.7.7.	Caudal comercial	16
2.7.8.	Caudal por conexiones ilícitas	17
2.7.9.	Caudal por infiltración	18
2.7.10.	Caudal medio	19
2.7.11.	Factor de caudal medio.....	19
2.7.12.	Factor de Harmond	20
2.7.13.	Caudal de diseño	21
2.8.	Fundamentos hidráulicos	21
2.8.1.	Ecuación de Manning para flujo de canales.....	21
2.8.2.	Relaciones hidráulicas	22
2.9.	Parámetros de diseño hidráulico	25
2.9.1.	Coefficiente de rugosidad	25
2.9.2.	Velocidades máximas y mínimas	26
2.9.3.	Ancho de zanja	26
2.9.4.	Volumen de excavación	29

2.9.5.	Cotas Invert	29
2.9.6.	Características de las conexiones domiciliarias	30
2.9.7.	Diseño hidráulico	30
2.10.	Propuesta de tratamiento	43
2.10.1.	Diseño de fosas sépticas.....	43
2.10.1.1.	Dimensionamiento	45
2.11.	Dimensionamiento de los pozos de absorción	53
2.12.	Aspectos constructivos	55
2.12.1.	Relleno y marcación del sistema	56
2.12.2.	Excavación de zanja.....	56
2.12.3.	Colocación de tubería.....	57
2.12.4.	Construcción de pozos de visita	58
2.12.5.	Conexión domiciliar	59
2.12.6.	Prueba de tubería.....	59
2.12.7.	Relleno y compactación	60
2.13.	Elaboración de planos	60
2.14.	Elaboración de presupuesto	61
2.15.	Evaluación de Impacto Ambiental Inicial (EIAI)	71
2.16.	Evaluación socioeconómica	75
2.16.1.	Valor Presente Neto	75
2.16.2.	Tasa Interna de Retorno.....	78
2.16.3.	Relación Beneficio/Costo	79
3.	DISEÑO DE ESCUELA PRIMARIA PARA LA ALDEA EL COHETERO.....	81
3.1.	Descripción del proyecto	81
3.2.	Selección del terreno	81
3.2.1.	Localización.....	82
3.3.	Características físicas.....	82

3.3.1.	Forma del terreno.....	82
3.3.2.	Dimensión	82
3.3.3.	Altimetría y topografía	82
3.3.4.	Consideraciones mecánicas y físicas	83
3.3.5.	Situación legal.....	83
3.4.	Normas a utilizar	84
3.5.	Cargas.....	84
3.5.1.	Carga viva	84
3.5.2.	Carga muerta	87
3.5.3.	Carga de sismo	87
3.6.	Método de análisis	87
3.7.	Sistema constructivo	88
3.8.	Diseño de escuela.....	88
3.8.1.	Diseño de techo	88
3.8.2.	Diseño de muros y soleras.....	96
3.8.3.	Diseño de mochetas	100
3.8.4.	Diseño del cimiento corrido.....	102
3.8.5.	Diseño de zapatas	106
3.8.5.1.	Evaluación del tipo de suelo.....	107
3.8.5.2.	Diseño de zapatas.....	110
3.8.6.	Instalaciones	117
3.8.6.1.	Agua potable	118
3.8.6.2.	Drenajes.....	123
3.8.6.3.	Instalaciones eléctricas	127
3.9.	Presupuesto	129
3.10.	Estudio de Impacto Ambiental (EIA)	153
3.10.1.	Impactos ambientales de las aguas residuales	153
3.10.2.	Plan de Gestión Ambiental	153
3.10.3.	Medidas de mitigación.....	154

3.10.3.1.	En construcción	154
3.10.3.2.	En operación.....	155
3.11.	Evaluación socioeconómica	155
3.11.1.	Valor Presente Neto.....	156
3.11.2.	Tasa Interna de Retorno	157
3.11.3.	Relación Beneficio/Costo.....	157
CONCLUSIONES		159
RECOMENDACIONES.....		161
BIBLIOGRAFÍA.....		163
APÉNDICES		165

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa del departamento de Jutiapa.....	2
2.	Historial de datos de precipitación	4
3.	Volumen de excavación para una zanja.....	29
4.	Cargas vivas distribuidas uniformemente.....	86
5.	Perfil tipo C.....	91
6.	Diagrama de cargas puntuales	93
7.	Diagrama de corte.....	94

8.	Diagrama de momento	94
9.	Muro típico eje B	96
10.	Columna típica	98
11.	Soleras típicas	99
12.	Diseño de mochetas	101
13.	Diseño de cimiento corrido	106
14.	Nomenclatura de zapata	113
15.	Chequeo a corte simple	114
16.	Chequeo a corte punzonante.....	115
17.	Presiones y pérdidas con 10 m.c.a.	120
18.	Presiones y pérdidas con 20 m.c.a.	121
19.	Presiones y pérdidas con 30 m.c.a.	122
20.	Distribución de tuberías de drenajes.....	126

TABLAS

I.	Características climatológicas	3
II.	Crecimiento poblacional	13
III.	Relaciones hidráulicas sección circular	23
IV.	Profundidades mínimas para la tubería, según el tránsito vehicular	27
V.	Ancho libre de zanja, según profundidad y diámetro de tubería	28
VI.	Diseño hidráulico	36
VII.	Contribución de aguas residuales por persona	46
VIII.	Tiempos de retención	47
IX.	Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos.....	47

X.	Ancho libre de zanjas, según profundidad y diámetro de tuberías	57
XI.	Presupuesto drenaje sanitario	62
XII.	Cronograma de actividades	70
XIII.	Características técnicas de lámina.....	89
XIV.	Propiedades de perfiles tipo C	91
XV.	Valor soporte permisible, según tipo de suelo	108
XVI.	Diámetros mínimos de tubería por accesorio sanitario	123
XVII.	Área máxima a drenar con tubería para drenaje pluvial.....	124
XVIII.	Presupuesto diseño de escuela	130
XIX.	Cronograma de actividades del diseño de la escuela.....	152

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A_G	Área bruta de columna
A_{SMIN}	Área de acero mínimo
$A_{SREQUERIDA}$	Área de acero mínimo requerida
A_{SV}	Área de acero mínimo vertical
A_{TUBO}	Área de tubería
A_Z	Área de zapata

A TRIBUTARIA	Área tributaria
P _{TRABAJO}	Carga de trabajo o servicio
C _{TOTAL}	Carga total
P _U	Carga última
Q _{CILICITAS}	Caudal de conexiones ilícitas
Q _{DIS}	Caudal de diseño
Q _{INF}	Caudal de infiltración
Q _{DOM}	Caudal domiciliar
Q _{MEDIO}	Caudal medio
Q _{SAN}	Caudal sanitario
PVC	Cloruro de polivinilo
D _P	Deflexión permisible
D _R	Deflexión resistente
F _Y	Esfuerzo de fluencia del acero
F _{CU}	Factor de carga última
V _{ACT}	Fuerza de corte actuante
V _{RES}	Fuerza de corte resistente
Hab	Habitantes
Ha	Hectáreas
Kg/cm²	Kilogramo sobre centímetro cuadrado
Lb/p²	Libra sobre pie cuadrado
L/seg	Litro sobre segundo
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
M/s	Metro sobre segundo
M²	Metro cuadrado
M³	Metro cúbico
Mm/h	Milímetro por hora
E	Módulo de elasticidad del concreto
M _{ACT}	Momento actuante

M_{FLEXIONANTE}	Momento flexionante
I_X	Momento de inercia respecto el eje X
I_Y	Momento de inercia respecto el eje Y
M_R	Momento máximo resistente
No. Habitantes	Número de habitantes
P_n	Población buscada
P_o	Población del último censo
PV	Pozo de visita
Plg.	Pulgadas
R_H	Radio hidráulico
F'_C	Resistencia del concreto
TON/m²	Tonelada por metro cuadrado
V_{SECLLENA}	Velocidad a sección llena
U	Unidad

GLOSARIO

Aguas negras	Efluente que se ha utilizado en actividades domésticas, comerciales o industriales.
Candela	Fuente donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce al colector del sistema de drenaje.

Carga muerta	Son aquellas que se mantienen en constante magnitud y con una posición fija durante la vida útil de la estructura; generalmente la mayor parte de las cargas muertas es el peso propio de la estructura.
Carga última	Es la suma de las cargas afectadas por factores de amplificación, según códigos de diseño.
Carga viva	Son cargas no permanentes, producidas por el uso y ocupación de la edificación.
Caudal de diseño	Es la suma de los caudales que se utilizarán para establecer las propiedades cuantitativas de un tramo de alcantarillado.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta la candela.
Dotación	Suministro promedio de agua que necesita un habitante diariamente para satisfacer las necesidades.
Flexión	Deformación que sufre una viga cuando se somete a dos momentos de sentidos opuestos, aplicados en los extremos en un plano que contenga al eje de la misma.
INE	Instituto Nacional de Estadística.

Inercia	Propiedad general de la materia, por la cual todo cuerpo tiende a conservar el estado de reposo o de movimiento rectilíneo y uniforme, si sobre él no actúa ninguna fuerza externa.
Mampostería	Obra de fábrica hecha de mampuesto o piedras sin labrar o labradas toscamente, unidas con mortero.
Momento	Magnitud resultante del producto del valor de una fuerza por la distancia a un punto de referencia.
Muro	Obra de albañilería construida de cualquier material con que se divide o cierra un espacio.
Punzonamiento	Efecto producido por una fuerza que incide sobre una superficie de área pequeña.
TIR	Tasa de descuento que hace que el valor presente de una oportunidad de inversión sea igual a cero, es decir, el interés que hace que los costos sean equivalentes a los ingresos.
VPN	Valor Presente Neto. Se basa en la suposición de que el valor del dinero se ve afectado por el tiempo en que se recibe.

RESUMEN

El presente estudio técnico fue realizado en la aldea Cohetero y aldea Estoraque, ubicadas en el municipio de Jutiapa, departamento de Jutiapa.

Se tomó en cuenta que para proponer una solución técnica eficiente y adecuada, es necesario conocer los factores ambientales, físicos, económicos, sociales y políticos en el que se desenvuelven los habitantes de la comunidad en estudio. En este sentido, el primer capítulo hace una descripción de la

aldea, tales como: clima, topografía, tipo de suelo, orografía, recursos hidrológicos, entre otros.

En el segundo capítulo se describe el diseño del drenaje sanitario, basado en las Normas Generales de Diseño de Alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), tablas de relaciones hidráulicas, fórmulas matemáticas. Además, los factores cualitativos y cuantitativos que se utilizaron para el respectivo diseño.

El tercer capítulo, comprende las normas, procedimientos matemáticos, códigos de diseño, valores teóricos, así como el procedimiento básico utilizado para el diseño arquitectónico y estructural de una escuela de un nivel con techo de lámina calibre 26.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de drenaje sanitario para el proyecto de vivienda ubicado en aldea Estoraque y el establecimiento educativo en la aldea El Cohetero, municipio de Jutiapa, departamento de Jutiapa.

Específicos

1. Elaborar una investigación de carácter monográfico, paralelo a un diagnóstico sobre las principales necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Estoraque y de la aldea El Cohetero, municipio de Jutiapa, departamento de Jutiapa.
2. Establecer las bases técnicas y administrativas que sirvan de fundamento para desarrollar los proyectos de infraestructura mencionados.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los gobiernos han adoptado políticas, las cuales han impedido que los servicios de infraestructura tengan una cobertura ideal en la República de Guatemala, principalmente en el área rural. No es necesario hacer un estudio específico para determinar cuáles son las principales deficiencias que necesitan ser atendidas técnicamente para lograr el bienestar de la población de las comunidades.

El municipio de Jutiapa, cuenta con un gobierno local que se ha preocupado por la frecuente promoción, implementación, fortalecimiento y mantenimiento de nuevos programas de desarrollo que tengan como objetivo mejorar las condiciones de vida de los pobladores del municipio. Sin embargo, aún existen comunidades que no cuentan con los servicios básicos para el pleno goce y satisfacción de sus actividades y/o necesidades. Entre estos servicios se pueden citar: sistemas de agua potable, drenaje sanitario, infraestructura para servicio social y educativo, entre otros.

En el proyecto de sistema de drenaje que se tiene planificado desarrollar con apoyo de la Municipalidad de Jutiapa, miembros del Comité Comunitario de Desarrollo (COCODE) respectivo, ubicado en aldea El Estoraque, del municipio de Jutiapa, departamento de Jutiapa, se ha detectado la necesidad de participar en el diseño de un proyecto de sistema de alcantarillado, que contribuya a mejorar las condiciones de saneamiento ambiental, por lo que se propone la implementación de un sistema de drenaje sanitario con tubería de cloruro de polivinilo (PVC); pretendiendo con ello, contribuir con el mejoramiento de las condiciones sanitarias de la comunidad en estudio. Asimismo, es necesaria la construcción de un establecimiento educativo en la aldea El Cohetero, el cual contribuirá con el desarrollo de la población de la aldea.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE JUTIAPA, JUTIAPA

1.1. Antecedentes históricos

Durante el período hispánico, se le conoció como San Cristóbal Jutiapa. Se le dio la categoría de Villa en 1847 y de ciudad por Decreto Gubernativo No. 219 del 15 de septiembre de 1878, ratificado el 6 de septiembre de 1921.

La cabecera departamental, está localizada en una meseta muy plana que se extiende en el mayor longitud de este a oeste, siendo de norte a sur bastante estrecha, principalmente en el centro, que es donde se encuentra el parque, la iglesia parroquial, los edificios públicos y los principales centros comerciales. Esta cabecera se encuentra limitada por barrancos tanto por el norte como por el sur, por lo que puede decirse que no tiene más que dos entradas, la del este y la del oeste.

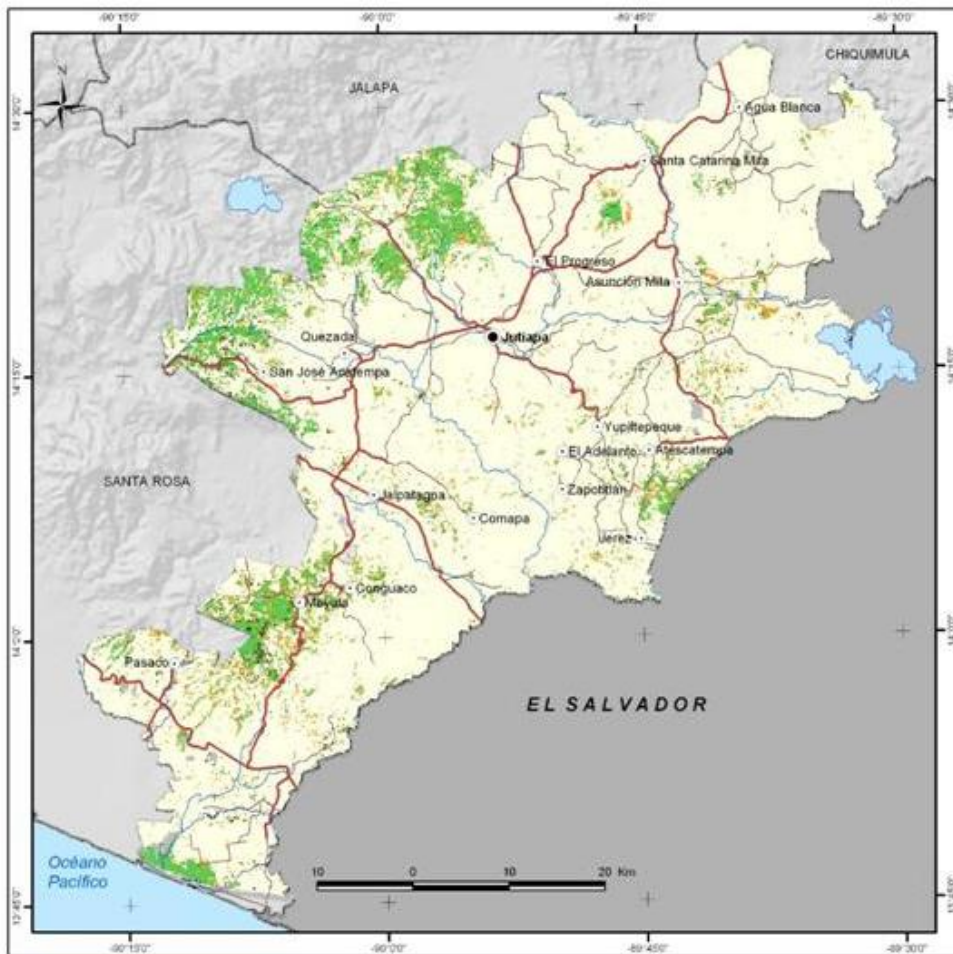
Fuentes y Guzmán escribió en la Recordación Florida aproximadamente en 1690, lo relativo al corregimiento de Chiquimula de la Sierra, dentro del cual Jutiapa era cabecera de curato.

Con el nombre de Jutiapa o San Cristóbal Jutiapa de esa época, conforme lo publicado por el Archivo General de Centro América, aparece perteneciente al curato epónimo, en el Estado de Curatos del Arzobispado de Guatemala.

1.1.1. Ubicación y localización

El municipio de Jutiapa, se encuentra situado en la parte noroeste del departamento, en la Región IV o Región Sur-Oriental. Se localiza en la latitud $14^{\circ} 16' 58''$ y en la longitud $89^{\circ} 53' 33''$. La distancia de esta cabecera municipal a la ciudad capital es de 124 kilómetros.

Figura 1. Mapa del departamento de Jutiapa



Fuente: Municipalidad de Jutiapa, Jutiapa.

1.1.2. Clima

El municipio de Jutiapa se encuentra a una altura de 905.96 metros sobre el nivel del mar, por lo que generalmente el clima va de cálido a templado. La temperatura máxima que se registra es de 33 grados y la mínima de 15 grados. El clima es muy cálido y seco en la costa y los valles bajos, pero también es frecuente encontrar lagunas y lagunetas en el territorio. Según los datos de la estación meteorológica del Instituto Nacional de Sismología Vulcanología Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), ubicada en el municipio de Asunción Mita, departamento de Jutiapa, muestra las siguientes características:

Tabla I. **Características climatológicas**

TEMPERATURA MEDIA EN °C	24
TEMPERATURA MÁXIMA EN °C	33
TEMPERATURA MÍNIMA EN °C	15
LLUVIA EN MILÍMETROS	220
HUMEDAD RELATIVA EN %	62
VELOCIDAD DEL VIENTO EN km/h	18
DIRECCIÓN DEL VIENTO	N – S
EVAPORACIÓN A LA SOMBRA EN mm	6.6

Fuente: Instituto Nacional de Sismología Vulcanología Meteorología e Hidrología.

1.1.3. Estación meteorológica

Para el presente estudio se realizaron la toma de datos de la página del INSIVUMEH específicamente de la estación meteorológica de Asunción Mita departamento de Jutiapa, ubicada en las coordenadas 14.317, -89.711.

Figura 2. **Historial de datos de precipitación**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1980	26	0	0	3	257	401	245	256	263	89.2	29.1	0	1568.8
1981	0	0	0	13.3	109	367	233	197	195	332	0	26	1472.4
1982	25	13	2.4	122	130	303	70.7	65.1	348	145	22.4	0	1246.3
1983	0	17	35.9	10	155	353	150	108	263	90.7	100	2	1285.3
1984	0	0	4.5	2.1	274	263	261	148	329	94	1.8	0	1376.2
1985	0	26	0.8	36.3	147	184	187	244	278	196	19.9	0	1318.2
1986	0	0	0	0.5	65	233	134	210	171	79.2	9.5	0	901.6
1987	0	0	12.4	30.5	27.8	551	315	186	243	0	0	0	1365.4
1988	0	1.8	2.4	14.9	34.8	295	285	272	313	155	0	0	1373.8
1989	0	0	9.6	62.7	117	255	226	237	344	150	60.5	0	1459.9
1990	1.4	24	0	19.6	235	99.4	180	203	238	94.6	42.8	4.2	1141.7
1991	0	0	2	14.1	190	224	120	138	193	158	41.6	75	1155.2
1992	0	0	0	7.3	10.7	295	151	221	252	77.3	27.9	0	1041.7
1993	0	0	2.8	24.3	274	252	151	192	223	107	8.7	0	1234.8
1994	6.2	0	0	14.7	146	399	47.1	391	134	153	10.5	0	1301.7
1995	0	0	8	126	144	262	220	331	392	104	1.9	3.5	1591.9
1996	1.7	0	0	129	180	286	243	173	462	249	11.3	0	1734.3
1997	3.8	4.2	10.1	15.9	198	287	128	101	264	91.9	34.8	7.1	1145.9
1998	0	0.2	17.7	0	46.9	353	183	160	332	164	---	---	1257.3
1999	1.3	---	---	10.1	157	305	168	304	323	310	0	0	1579
2000	0	0	8	30.4	273	447	128	235	212	52.1	0	0	1385.8
2001	0	0	0	37.6	257	95.5	365	150	401	184	5.1	9.1	1504.9
2002	0	0.8	0	4.1	114	296	203	181	316	110	11	0	1237.3
2003	1	0	21.9	14.6	155	290	210	185	443	101	6.2	0	1427.3
2004	0.5	5	0	0.6	239	176	221	78.9	251	137	7.8	0	1116.4
2005	0	0	7.5	5.4	107	320	283	222	309	201	9.4	0	1464.1
2006	0	1.7	0	21.7	197	406	217	167	263	243	110	---	1627.1
2007	0	0	7.8	48.8	54	330	245	160	320	82.6	1.1	0.3	1249.8
2008	1.4	7.3	3.5	30.9	101	391	338	221	289	157	0	0	1540.1
2009	0	4.4	0	5.9	311	181	267	291	120	104	60	12	1357.2
2010	0	0	0.6	91.6	307	305	334	373	---	---	---	---	1411.5

Fuente: <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia>. Consulta: octubre de 2012.

1.1.4. Actividades económicas

En la agricultura, destaca en este municipio la producción de caña de azúcar, maíz, frijol, tabaco, papa, maicillo y lenteja. La crianza de ganado acuno, constituye una de las principales ramas de la economía de Jutiapa, donde obtienen diferentes productos como los elaborados del cuero y los lácteos. Algunos de los habitantes se dedican a la elaboración de cerámica tradicional, sombreros y trenzas de palma y cerería.

1.1.5. Población

Según datos proporcionados por el INE, el municipio de Jutiapa, tenía en el último censo un total de 98 205 habitantes.

1.2. Aspectos de infraestructura

A continuación se detallan algunos de los aspectos más relevantes en cuanto a infraestructura se refiere

1.2.1. Extensión y colindancias

El municipio de Jutiapa cuenta con una extensión territorial de 620 kilómetros cuadrados. Limita al norte con los municipios de Monjas (Jalapa) y El Progreso y Santa Catarina Mita (Jutiapa); al sur con los municipios de Comapa y Jalpatagua (Jutiapa); al este con los municipios de Asunción Mita, Yupiltepeque y el Adelanto (Jutiapa) y al oeste con los municipios de Quezada y Jalpatagua (Jutiapa) y Casillas (Santa Rosa).

1.2.2. Vías de acceso

Entre los principales vías de comunicación se encuentra la carretera Interamericana CA-1 que por el oeste proviene de Cuilapa, Santa Rosa y unos 7 kilómetros y medio al noroeste enlaza con la ruta nacional 2 o (CA-2), la cual hacia el norte conduce a la cabecera municipal de El Progreso. Del citado entronque por la CA-2, 20 kilómetros al este se llega a Asunción Mita y 20 kilómetros hacia el sur se llega a la aldea San Cristóbal Frontera, con El Salvador. De Jutiapa por la ruta nacional 23, a 21 kilómetros hacia el sureste se llega a Jerez, también en la frontera con El Salvador. Además hay rutas departamentales y veredas que comunican con los poblados rurales y municipios vecinos.

2. DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL ESTORAQUE

2.1. Descripción general del proyecto

Se va a realizar el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario en la aldea El Estoraque, considerando la necesidad de la comunidad que actualmente no cuenta con este servicio. El presente diseño contempla 2 187,29 metros lineales de tubería PVC de diámetros de 6 pulgadas que por las características hidráulicas, bajo coeficiente de rugosidad y manejabilidad brinda las condiciones adecuadas en cuanto a construcción y funcionamiento, 41 pozos de visita de altura variable según sea la necesidad y la pendiente del terreno, que estarán conformados de ladrillo tayuyo de 0.15 X 0.10 X 0.20 metros, con tapadera de concreto armado de 0.80 metros de diámetro, 131 conexiones domiciliarias con tubos de 12" de diámetro, que se conectarán a la red principal con una tubería de 4" de diámetro.

El lugar donde estará ubicada la fosa séptica, cuenta con las condiciones específicas para un buen tratamiento de aguas residuales, las pendientes que están en los últimos tramos de diseño ayudan a alejar de las casas la fosa séptica, con lo cual disminuye los problemas de malos olores en los últimos tramos de la línea de drenaje.

El sistema de alcantarillado sanitario, va encaminado hacia un funcionamiento adecuado, permitiendo a las personas beneficiadas una correcta evacuación de las aguas negras para contribuir con el desarrollo humano de la población en general.

2.2. Normas a utilizar

El diseño del proyecto del sistema de drenaje sanitario para la aldea El Estoraque, ha sido realizado tomando en cuenta lineamientos que brinda el Instituto Nacional de Fomento (INFOM), aspectos que han sido considerados para un funcionamiento óptimo y adecuado que permitirán al sistema funcionar debidamente hasta el final del período de diseño.

Dichos lineamientos se han aplicado al presente diseño, aunque cabe mencionar que por razones económicas y constructivas, algunas de las pendientes contempladas son menores al 2 %, lo cual implica en algunos tramos un menor volumen de excavación y principalmente una menor altura en los pozos de visita. El ahorro económico es considerable, ya que de haber mantenido una pendiente mínima del 2 % en todos los tramos, la altura de los pozos de visita al final del sistema habría sido alrededor de 8 metros, lo que habría representado un valor económico considerablemente más elevado.

2.3. Levantamiento topográfico

Se tomó en cuenta el área edificada actualmente y la de futuro desarrollo, que incluye la localización exacta de las calles y zonas que se pueden o no edificar; edificios, alineación municipal, carreteras y todas aquellas estructuras que guarden relación con el problema por resolver o influyan en el diseño. Tanto en el levantamiento topográfico de la población, como en los correspondientes a las líneas de descarga, se tendrán en cuenta las quebradas, zanjas, cursos de agua, elevaciones, depresiones, etc.

Los datos de todo el levantamiento topográfico deberán quedar claramente consignados en libretas de campo, las cuales estarán libres de borrones, manchas, etc.; es indispensable que se acompañen de los croquis o esquemas correspondientes, los cuales deberán ser ejecutados en campo a medida que avanza el trabajo.

2.3.1. Planimetría

Poligonal: el levantamiento planimétrico sirve para localizar la red dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y en general, ubicar todos aquellos puntos de importancia.

Para el levantamiento planimétrico, se utilizan diferentes métodos, como: conservación del azimut, rumbos, distancias; el más común es el de conservación de azimut, con una poligonal cerrada; este método tiene la ventaja de garantizar un buen levantamiento, ya que permite conocer un error de cierre. El equipo utilizado es el siguiente: un teodolito, un estadal, una cinta métrica, una plomada y estacas.

2.3.2. Altimetría

Curvas de nivel: son la representación gráfica del perfil del terreno sobre un plano; esta representación es en cuanto a elevaciones. Las curvas de nivel son líneas que unen diferentes puntos de igual altitud sobre el terreno, tienen ciertas características como son:

- Una curva de nivel no se une con otra de diferente nivel
- Una curva de nivel no cruza sobre otra
- Una curva de nivel, lo suficientemente amplia, define un plano

Levantamientos alimétricos: se pueden realizar mediante los siguientes métodos: Nivelación Barométrica, Trigonométrica y Geométrica (o directa), la cual puede ser nivelación geométrica simple y nivelación geométrica compuesta.

2.4. Partes de un alcantarillado

Dentro de las partes importantes en el diseño de un alcantarillado se encuentran las siguientes:

2.4.1. Pozos de visita

Forman parte del sistema de alcantarillado y proporcionan acceso a éste, con el fin de realizar trabajos de inspección y limpieza. Están contruidos de concreto o mampostería.

Se proyectan pozos de visita en los siguientes casos:

- En cambios de diámetro
- En cambio de pendiente
- En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24"
- En las intersecciones de dos o más tuberías
- En los extremos superiores de ramales iniciales
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros, hasta de 24".
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores de 24"

2.4.2. Conexiones domiciliarias

Tienen como finalidad descargar las aguas provenientes de las viviendas y llevarlas al alcantarillado central. Los componentes principales son las que a continuación se describen.

2.4.2.1. Caja de registro o candela

La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor de la caja será de 45 cm; si fuese circular, tendrá un diámetro no menor de 12". Deben estar impermeabilizadas por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

2.4.2.2. Tubería secundaria

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central, se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tiene un diámetro de 6" en tubería de concreto y de 4" en tubería de PVC. Debe tener una pendiente mínima del 2 %, a efecto de evacuar adecuadamente el agua. La conexión con la alcantarilla central, se hará en el cuarto superior, a un ángulo de 45° aguas abajo.

2.5. Período de diseño

Es el tiempo de funcionamiento eficiente del sistema para poder satisfacer la demanda de la población del modo en que fue diseñado, pasado éste es necesario rehabilitarlo. Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para llenar adecuadamente la función durante un período de alrededor de 20 años, a partir de la fecha de la construcción, según normas de

instituciones como el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), Oficina Panamericana de la Salud (OPS). En el presente proyecto se utilizará tubería de P.V.C., para un período de diseño de 20 años.

Para seleccionar el período de diseño de una red de alcantarillado o cualquier obra de ingeniería, se deben considerar factores como la vida útil de las estructuras y equipo componente, tomando en cuenta la antigüedad, el desgaste y el daño; así como la facilidad para hacer ampliaciones a las obras planeadas, también la relación anticipada de crecimiento de la población.

2.6. Población futura

En sistemas de alcantarillados sanitarios y combinados, la población que tributará caudales al sistema al final del período de diseño, se estimará utilizando alguno de los siguientes métodos.

- Incremento aritmético

En este método el incremento de la población es constante, en un factor de proporcionalidad respecto al tiempo.

La fórmula es:

$$P_n = P_o(1+r)^n$$

Donde:

P_n = población buscada

P_0 = población del último censo

r = tasa de crecimiento

n = diferencia en años

- Incremento geométrico

En la siguiente tabla se encuentran los datos proyectados de población para la urbanización en aldea El Estoraque. Presentando resultados de crecimiento poblacional a cada cinco años según la tasa de crecimiento encontrada, con base en datos estadísticos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y la Oficina Municipal de Planificación de la Municipalidad de Jutiapa.

Tabla II. **Crecimiento poblacional**

Año	Población estimada
2011	372
2016	444
2021	529
2026	630
2031	752

Fuente: Municipalidad de Jutiapa, Jutiapa.

2.7. Determinación de caudales

Para lograr la adecuada determinación de los caudales, es necesario aplicar lo definido en los siguientes subtítulos.

2.7.1. Población tributaria

Se determina tomando en cuenta que existen 131 casas, para las cuales se ha estimado la cantidad de 6 habitantes por casa, por lo tanto, el drenaje tendrá una población tributaria de 786 personas, las probabilidades de que esta población se mantenga constante son muy altas, debido a que es un proyecto de urbanización cerrado, por lo que es poco probable que la población aumente de manera considerable, aunque independientemente de esta aclaración, se han tomado en cuenta factores de crecimiento de la población, ya que existe la posibilidad de que haya algún número de conexiones ilícitas y demás.

2.7.2. Dotación

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

La dotación está en función de la categoría de la población que será servida y varía de 50 a 300L/hab./día. según el INFOM.

- Municipalidades de 3a a 4a categoría 50L/hab./día (INFOM)
- Municipalidades de 2a categoría 90L/hab./día (INFOM)
- Municipalidades de 1a categoría 250-300L/hab./día (INFOM)

Para el diseño de este proyecto, se tomará una dotación de 130L/hab./día. En base a un estudio realizado en las diferentes aldeas jurisdiccionales de la Municipalidad de Jutiapa.

2.7.3. Factor de retorno al sistema

Este factor sirve para afectar el valor de caudal domiciliar, en virtud de que no toda el agua de consumo humano va a ser utilizada para ciertas actividades específicas, ya que existe una porción que no será vertida al drenaje de aguas negras domiciliar, como los jardines y lavado de vehículos. Para tal efecto, la dotación de agua potable es afectada por dicho factor, que puede variar entre 0.70 y 0.80. Para efectos del presente diseño se tomará un valor de 0.80.

2.7.4. Caudal sanitario

Puede transportar el drenaje, es determinado por el diámetro, la pendiente y la velocidad del flujo dentro de la tubería. Para todo diseño de este tipo, se debe considerar que el drenaje funciona como un canal abierto, es decir, que no funciona a presión. Está conformado por los siguientes caudales: domiciliar, de infiltración, por conexiones ilícitas, comercial e industrial.

$$Q_{\text{sanitario}} = Q_{\text{domiciliar}} + Q_{\text{infiltración}} + Q_{\text{c ilícitas}} + Q_{\text{com}} + Q_{\text{ind}}$$

2.7.5. 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 caudal domiciliar está afectado por el factor de retorno de 0.80 para el presente proyecto, el caudal total se integra de la siguiente manera:

$$Q_{\text{Dom}} = \frac{\text{No.Habit} * \text{Dotación} * \text{F.R.}}{86400}$$

Donde:

Q_{DOM} = caudal domiciliar en L/seg.

Dotación = cantidad de agua en L/hab./día

No. Habit. = número de habitantes

FR = factor de retorno

2.7.6. Caudal industrial

Este caudal viene directamente de las grandes industrias. La fórmula es:

$$Q_{\text{IND}} = \frac{\text{Dotación} * \text{No.Industrias}}{86400}$$

Donde:

Dotación = industrial entre 16000 a 40000 Lts/industria/día

No. Industrias = que hay en el lugar.

2.7.7. Caudal comercial

Como el nombre indica, es el agua de desecho de las edificaciones comerciales: comedores, restaurantes, hoteles, etc. La dotación comercial varía entre 600 y 3 000L/comercio/día, dependiendo el tipo de comercio.

$$Q_{\text{COM}} = \frac{\text{Dotación} * \text{No.comercios}}{86400}$$

Donde:

Q_{COM} = caudal comercial
Dotación = en L/comercio/día
No. comercios = número de comercios

En vista que no existe ninguna industria en la urbanización, no se tomará un valor de caudal industrial.

2.7.8. Caudal por conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario. El porcentaje de viviendas por conexiones ilícitas puede asumirse entre 0,50 a 2,50 por ciento.

$$Q \text{ con-ilícitas} = \frac{CIA}{360} * 1000$$

Donde

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de precipitación mm / hora

A = área en hectáreas del total de viviendas con conexiones ilícitas

% = porcentaje de viviendas con conexiones ilícitas

Q con-ilicitas = caudal por conexiones ilícitas en Lts / s

Otra manera de calcular el caudal por conexiones ilícitas es:

$$Q \text{ con-ilí} = 10 \% (Q \text{ doméstico})$$

2.7.9. Caudal por infiltración

Para la estimación del caudal de infiltración que entra a las alcantarillas, se tomará en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea, con relación a la profundidad de las tuberías y el tipo de tubería. Los caudales por cada kilómetro que contribuya al tramo, se estimarán, calculando los tubos centrales y los de conexión domiciliar así, en litros por segundo: para tuberías que quedarán sobre el nivel freático:

- Tubería de cemento: $q_i = 0.025 \times \text{diámetro en pulgadas}$
- Tubería de PVC: $q_i = 0.01 \times \text{diámetro en pulgadas}$

Según INFOM, para tuberías que quedarán bajo el nivel freático:

- Tubería de cemento: $q_i = 0.15 \times \text{diámetro en pulgadas}$
- Tubería de PVC: $q_i = 0.02 \times \text{diámetro en pulgadas}$

Según INFOM

$$Q_{\text{Infiltración}} = 0.01 \times \text{diámetro en pulgadas}$$

Otra fórmula para calcular el valor de caudal de infiltración será la siguiente:

$$Q_{\text{Infiltración}} = \frac{I * L_{\text{tramo}} / 1000}{86400}$$

Donde:

Q = caudal (l/s)

Ltramo = longitud del tramo (m)
I = intensidad de lluvia (mm/hora)

2.7.10. Caudal medio

Es el caudal obtenido de la multiplicación del número de habitantes futuros por el factor de caudal medio. La fórmula es:

$$Q_{\text{med}} = \text{No.hab.futuro} * f_{\text{qm}}$$

Donde:

Q = caudal (l/s)
No.hab.futuro= numero de habitante en el futuro
f_{qm} = factor de caudal medio

2.7.11. Factor de caudal medio

Una vez obtenido el valor de los caudales anteriormente descritos, se procede a integrar el caudal medio del área a drenar, que a la vez, al ser distribuido entre el número de habitantes, se obtiene un factor de caudal medio, el cual varía entre 0.002 y 0.005.

$$f_{\text{Qmedio}} = \frac{Q_{\text{SAN}}}{\text{No. habitantes}}$$

Donde:

F_{QMEDIO} = factor de caudal medio
No. habitantes = número de habitantes

Es aceptable en nuestro medio, obtener el valor de caudal medio de las siguientes formas:

- Según Dirección General de Obras Públicas, (DGOB suspendida en 1996):

$$f_{\text{QMEDIO}} = \frac{Q_{\text{MEDIO}}}{\text{No.Hab.}}$$

$$0.002 \leq f_{\text{QMEDIO}} \leq 0.005$$

- Según Municipalidad de Guatemala

$$f_{\text{QMEDIO}} = 0.003$$

- Según Instituto de Fomento Municipal, (INFOM):

$$f_{\text{QMEDIO}} = 0.0046$$

Para los cálculos de la presente tesis se utilizara un factor de caudal medio de $0.002 \leq f_{\text{QMEDIO}} \leq 0.005$

2.7.12. Factor de Harmond

Para calcular el caudal máximo que fluye por las tuberías, en un momento dado, es necesario afectar el caudal medio por del factor de flujo o factor de Harmond, el cual suele variar entre 1.5 a 4.5, de acuerdo al tamaño de la población. El cómputo de dicho factor se puede efectuar por diversas formas, pero la más usada es el valor obtenido por la fórmula de Harmond:

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

Donde:

P, es la población en miles

2.7.13. Caudal de diseño

Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{DIS} = f_{QMEDIO} * FH * \text{No.habi tan tes}$$

Donde:

Q_{DIS}	=	caudal de diseño en L/seg
f_{QMEDIO}	=	factor de caudal medio
FH	=	factor de Harmond
No. habitantes	=	número de habitantes

2.8. Fundamentos hidráulicos

A continuación se detallan algunos de los fundamentos principales:

2.8.1. Ecuación de Manning para flujo de canales

Es una función utilizada para hallar el coeficiente de velocidad C, que depende del radio hidráulico y el coeficiente de rugosidad n, por el tipo de

material (cemento, PVC, HG, etc.), que se utiliza para conducir el flujo. La fórmula es:

$$C = \frac{R^{2/3}}{n}$$

Donde:

- R = radio hidráulico
- n = coeficiente de rugosidad
- C = coeficiente de Maning

Después de sustituir en la fórmula de Chezy el coeficiente de Maning, queda así:

$$V = \frac{\sqrt[3]{R^2} * \sqrt{S}}{n}$$

2.8.2. Relaciones hidráulicas

Los datos de estas se proporcionan en la tabla II que a continuación se detalla

Tabla III. Relaciones hidráulicas sección circular

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0,0100	0,0017	0,088	0,00015	0,1025	0,05396	0,408	0,02202
0,0125	0,0237	0,103	0,00024	0,1050	0,05584	0,414	0,02312
0,0150	0,0031	0,116	0,00036	0,1075	0,05783	0,420	0,02429
0,0175	0,0039	0,129	0,00050	0,1100	0,05986	0,426	0,02550
0,0200	0,0048	0,141	0,00067	0,1125	0,06186	0,432	0,02672
0,0225	0,0057	0,152	0,00087	0,1150	0,06388	0,439	0,02804
0,0250	0,0067	0,163	0,00108	0,1175	0,06591	0,444	0,02926
0,0275	0,0077	0,174	0,00134	0,1200	0,06797	0,450	0,03059
0,0325	0,0099	0,194	0,00191	0,1250	0,07214	0,463	0,03340
0,0350	0,0110	0,203	0,00223	0,1275	0,07426	0,468	0,03475
0,0375	0,0122	0,212	0,00258	0,1300	0,07640	0,473	0,03614
0,0400	0,0134	0,221	0,00223	0,1325	0,07855	0,479	0,03763
0,0425	0,0147	0,230	0,00338	0,1350	0,08071	0,484	0,03906
0,0450	0,0160	0,239	0,00382	0,1375	0,08289	0,490	0,04062
0,0475	0,0173	0,248	0,00430	0,1400	0,08509	0,495	0,04212
0,0500	0,0187	0,256	0,00479	0,1425	0,08732	0,501	0,04375
0,0525	0,0201	0,264	0,00531	0,1450	0,08954	0,507	0,04570
0,0550	0,0215	0,273	0,00588	0,1475	0,09129	0,511	0,04665
0,0575	0,0230	0,271	0,00646	0,1500	0,09406	0,517	0,04863
0,0600	0,0245	0,289	0,00708	0,1525	0,09638	0,522	0,05031
0,0625	0,0260	0,297	0,00773	0,1550	0,09864	0,528	0,05208
0,0650	0,0276	0,305	0,00841	0,1575	0,10095	0,533	0,05381
0,0675	0,0292	0,312	0,00910	0,1600	0,10328	0,538	0,05556
0,0700	0,0308	0,320	0,00985	0,1650	0,10796	0,548	0,05916
0,0725	0,0323	0,327	0,01057	0,1700	0,11356	0,560	0,06359

Continuación de la tabla III.

d/D	a/A	v/V	q/Q		d/D	a/A	v/V	q/Q
0,0775	0,0358	0,341	0,01219		0,1800	0,12241	0,577	0,07063
0,0800	0,0375	0,348	0,01304		0,1850	0,12733	0,587	0,07474
0,0825	0,0392	0,355	0,01392		0,1900	0,13229	0,696	0,07885
0,0850	0,0410	0,361	0,01479		0,1950	0,13725	0,605	0,08304
0,0875	0,0428	0,368	0,01574		0,2000	0,14238	0,615	0,08756
0,0900	0,0446	0,375	0,01672		0,2050	0,14750	0,624	0,09104
0,0925	0,0464	0,381	0,01792		0,2100	0,15266	0,633	0,09663
0,2200	0,1631	0,651	0,10619		0,5900	0,6140	1,07	0,65488
0,2250	0,1684	0,659	0,11098		0,6000	0,6265	1,07	0,64157
0,2300	0,1436	0,669	0,11611		0,6100	0,6389	1,08	0,68876
0,2350	0,1791	0,676	0,12109		0,6200	0,6513	1,08	0,70537
0,2400	0,1846	0,684	0,12623		0,6300	0,6636	1,09	0,72269
0,2450	0,1900	0,692	0,13148		0,6400	0,6759	1,09	0,73947
0,2500	0,1955	0,702	0,13726		0,6500	0,6877	1,10	0,75510
0,3000	0,2523	0,776	0,19580		0,7000	0,7477	1,12	0,85376
0,3100	0,2640	0,790	0,20858		0,7100	0,7596	1,12	0,86791
0,3200	0,2459	0,804	0,22180		0,7200	0,7708	1,13	0,88384
0,3300	0,2879	0,817	0,23516		0,7300	0,7822	1,13	0,89734
0,3400	0,2998	0,830	0,24882		0,7400	0,7934	1,13	0,91230
0,3500	0,3123	0,843	0,26327		0,7500	0,8045	1,13	0,92634
0,3600	0,3241	0,856	0,27744		0,7600	0,8154	1,14	0,93942
0,3700	0,3364	0,868	0,29197		0,7700	0,5262	1,14	0,95321
0,3800	0,3483	0,879	0,30649		0,7800	0,8369	1,39	0,97015
0,3900	0,3611	0,891	0,32172		0,7900	0,8510	1,14	0,98906
0,4000	0,3435	0,902	0,33693		0,8000	0,8676	1,14	100,045

Continuación de la tabla III.

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0,4400	0,4238	0,943	0,39963	0,8400	0,8967	1,14	1,03100
0,4500	0,4365	0,955	0,41681	0,8500	0,9059	1,14	1,04740
0,4600	0,4491	0,964	0,43296	0,8600	0,9149	1,14	1,04740
0,4800	0,4745	0,983	0,46647	0,8800	0,9320	1,13	1,06030
0,4900	0,4874	0,991	0,48303	0,8900	0,9401	1,13	1,06550
0,5000	0,5000	1,000	0,50000	0,9000	0,9480	1,12	1,07010
0,5100	0,5126	1,009	0,51719	0,9100	0,9554	1,12	1,07420
0,5200	0,5255	1,016	0,53870	0,9200	0,9625	1,12	1,07490
0,5300	0,5382	1,023	0,55060	0,9300	0,9692	1,11	1,07410
0,5400	0,5509	1,029	0,56685	0,9400	0,9755	1,10	1,07935
0,5500	0,5636	1,033	0,58215	0,9500	0,9813	1,09	1,07140

Fuente: Municipalidad de Jutiapa, Jutiapa.

2.9. Parámetros de diseño hidráulico

Los parámetros utilizados para la realización del diseño hidráulico son los siguientes:

2.9.1. Coeficiente de rugosidad

El valor del coeficiente de rugosidad n , depende del material de la tubería. Para drenajes se utilizan los siguientes valores:

$n = 0.013$ en tubo cemento diámetro mayor de 24"

$n = 0.015$ en tubo cemento diámetro menor de 24"

$n = 0.009$ en tubo P.V.C.

2.9.2. Velocidades máximas y mínimas

Las alcantarillas deben ser diseñadas de modo que la velocidad mínima del flujo, sea 0.40 m/s. Cuando no se cumpla con la velocidad mínima, se proporcionará una pendiente adecuada para que la velocidad mínima cumpla con la normada.

La velocidad mínima se fija con el efecto de que no ocurra la decantación de los sólidos, pero también las velocidades altas producen efectos dañinos, debido a que los sólidos en suspensión (arena, piedras, etc.), pueden provocar daños a la tubería por efectos abrasivos y de impacto, por lo que se recomienda una velocidad máxima de 3.00 m/s. entonces, los parámetros de la velocidad en m/s, quedan como:

$$0.40 \leq V \leq 3.00$$

2.9.3. Ancho de la zanja

La carga máxima de tierra que soporta la tubería P.V.C., depende del prisma de tierra directamente encima de ella. Si la carga de diseño sobre la tubería se calcula en base a este criterio, el ancho de la zanja se ve influido por una excavación práctica y económica.

La profundidad de la tubería estará definida por el diseño hidráulico del sistema, toma como una profundidad mínima 1.20 metros desde de la cota del terreno hasta la cota Invert de la tubería. También hay que considerar en el

momento de determinar la profundidad, la protección contra las cargas de tráfico, para evitar rupturas.

La tubería tendrá un recubrimiento mínimo sobre corona de 0.90 mts para el colector principal y de 0.80 mts para conexiones domiciliarias.

En la siguiente tabla aparecen profundidades mínimas referidas a la cota inferior de la tubería:

Tabla IV. **Profundidades mínimas para la tubería, según el tránsito vehicular**

Diámetro de tubería (pulgadas)	Profundidad para tránsito normal (m)	Profundidad para tránsito pesado (m)
6	1.22	1.42
8	1.28	1.48

Fuente: AMANCOTUBOVINIL. Norma ASTM 3034 tuberías PVC para alcantarillado sanitario.
p. 7.

El ancho de zanja mínimo, está determinado por el espacio mínimo que necesita un operario para instalar la tubería, este es de 45 cm., para tubería de 4" y 6" diámetros y no más de 15 a 23 cm. de espacio libre a cada lado de la tubería de 8" de diámetro o mayor. Para obtener un ancho constante, se excavará con retroexcavadora con un cucharón pequeño especial para la excavación de zanjas.

En la siguiente tabla, se muestra el ancho libre de zanjas, según la profundidad y el diámetro de la tubería que se va a instalar:

Tabla V. **Ancho libre de zanja, según profundidad y diámetro de tubería**

Diámetro nominal (plg)	Hasta 1.30 m	De 2.36 A 1.85 m	De 1.86 A 2.35 m	De 2.36 A 2.85 m	De 2.86 A 3.35 m	De 3.36 A 3.85 m
6	0.60	0.60	0.65	0.65	0.70	0.70
8	0.60	0.60	0.65	0.65	0.70	0.70

Diámetro nominal (plg)	De 3.86 A 4.35 m	De 4.36 A 4.85 m	De 4.86 A 5.35 m	De 5.36 A 5.85 m	De 5.86 A 6.35 m
6	0.75	0.75	0.75	0.80	0.80
8	0.75	0.75	0.75	0.80	0.80

Fuente: AMANCOTUBOVINIL. Norma ASTM 3034 tuberías PVC para alcantarillado sanitario.
p. 7.

Cuando se encuentre roca, ya sea en estratos o en forma suelta, deberá ser removida debajo de la línea de pendiente y repuesta con material adecuado, de manera que se provea un colchón de tierra compactado que tenga un espesor debajo de la tubería no menor de 2.5 cm. o una pulgada por cada metro de alto de relleno, a partir de la parte superior de la tubería, con un espesor mínimo permisible de 20.00 cm.

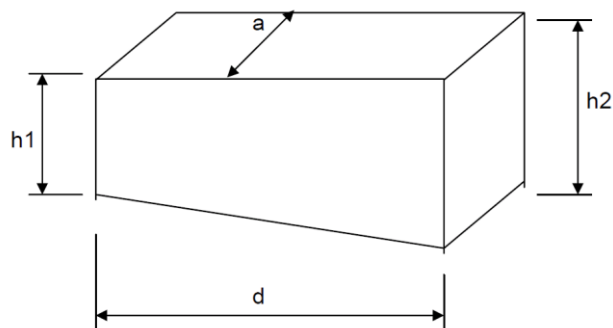
Si en opción del supervisor, los materiales que se encuentren en el lecho de fundición al nivel requerido, no son satisfactorios y puedan causar asentamientos desiguales a lo largo de la tubería, materiales deberán ser removidos en un ancho y a una profundidad ordenada por el supervisor y ser repuestos con material satisfactorio (granza y otro material apropiado), debidamente compactado, salvo que se indiquen otros métodos en los planos.

2.9.4. Volumen de excavación

Para calcular el volumen de excavación en donde se instalará la tubería del drenaje, simplemente se cubica la fracción del suelo como se muestra en la siguiente figura:

$$V_{\text{excavación}} = \left(\frac{h_1 + h_2}{2} \right) (d)(a)$$

Figura 3. Volumen de excavación para una zanja



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

De la figura anterior, se define h_1 y h_2 , como las profundidades de los extremos del tramo entre dos pozos cualesquiera, d la distancia horizontal entre ellos y a el ancho que se le dará a la zanja en ese tramo.

2.9.5. Cotas Invert

Es la distancia vertical que existe entre la cota en la rasante del terreno y recubrimiento mínimo necesario en la tubería. Para calcular la cota Invert, se toma como base la pendiente del terreno y la distancia entre los pozos. Es importante tomar en cuenta las siguientes reglas:

- La cota Invert de salida de un pozo se coloca, por lo menos 3 cm. más baja que la cota Invert de la tubería más baja que llegue al pozo.
- Cuando el diámetro de la tubería que entra a un pozo es menor que la saliente, la cota de salida estará más baja que la tubería de entrada, según la diferencia de diámetros.

2.9.6. Características de las conexiones domiciliarias

Inicialmente debe hacerse conciencia en la comunidad y explicarles que la tubería y accesorios del drenaje, no se debe utilizar como basureros y que deben revisar por lo menos una vez por mes, las candelas domiciliarias y extraer todos los cuerpos extraños, como podrían ser: pelotas, bolsas plásticas, cubiertos, palos de madera, cartón, recipientes de cualquier tipo, juguetes, etc.

En todos los casos anteriores, debe tenerse en cuenta que es contacto con el agua contaminada, por lo tanto, debe tratarse con las medidas higiénicas necesarias. En este caso particular, se recomienda programar semanas especiales de limpieza de colectores y ponerse de acuerdo con el Puesto de Salud, para organizar brigadas antitetánicas, con el objeto de reducir el índice de enfermedades derivadas del contacto con aguas contaminadas.

Los cuerpos extraídos, deben enterrarse en lugares tales que sea inaccesible el contacto con los seres humanos y distantes de los animales doméstico alejado de hortalizas y de cualquier producto comestible.

2.9.7. Diseño hidráulico

Datos de diseño de PV-1 a PV-1a:

- Período de diseño = 20 años
- Dotación de agua potable = 130L/hab./día
- Factor de retorno = 0.80
- Intensidad de precipitación = 150mm/hora
- Coeficiente de esorrentía = 0,44
- Porcentaje de conexiones ilícitas = 1 %
- Número de casas actual = 3
- Número de habitantes actual = 18

Caudal domiciliar

$$Q_{DOM} = \frac{\text{No.Habit.} * \text{Dotación} * \text{F.R.}}{86400}$$

$$Q_{DOM} = \frac{18 * 130L / \text{hab} / \text{día} * 0.80}{86400} = 0.021 \text{ L/seg}$$

Caudal comercial

$$Q_{COM} = \frac{\text{Dotación} * \text{No.comercios}}{86400}$$

$$Q_{COM} = \frac{185.76 * 2\text{comercio}}{86400} = 0.0043 \text{ L/seg}$$

Caudal por conexiones ilícitas

$$Q_{CILICITAS} = \frac{CIA}{360} = \frac{CI(A * \%)}{360} * 1000 \quad \text{ó} \quad Q_{CILICITAS} = 0.1(Q_{COM})$$

$$Q_{\text{CILICITAS}} = 0.1(0.021 \text{ L/seg}) = 0.0021 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{CILICITAS}} = 0.0021 \text{ L/seg}$$

Caudal sanitario

$$Q_{\text{SAN}} = Q_{\text{DOM}} + Q_{\text{infiltracion}} + Q_{\text{COM}}$$

$$Q_{\text{SAN}} = 0.021 \text{ L/seg} + 0.0043 \text{ L/seg} + 0.0021 \text{ L/seg} = 0.028 \text{ L/seg}$$

Factor Harmond

$$FH = \frac{18 + \sqrt{18\text{Hab}/1000}}{4 + \sqrt{18\text{Hab}/1000}} = 4.38$$

Factor de caudal medio

$$f_{\text{Qmeido}} = \frac{Q_{\text{SAN}}}{\text{No.habi tan tes}} = \frac{0.028 \text{ L/seg}}{18\text{Hab}}$$

$$f_{\text{Qmeido}} = 0.0015$$

Para el respectivo diseño, se utilizará un factor de caudal medio de 0.002, en virtud de que es el recomendado por la Municipalidad de Guatemala y además, tomando como referencia proyectos similares realizados en áreas circunvecinas.

Caudal de diseño

$$Q_{\text{DIS}} = f_{\text{Qmeido}} * FH * \text{No.habi tan tes}$$

$$Q_{DIS} = 0.002 * 4.38 * 18 = 0.1579 \text{ L/seg}$$

Parámetros para diseño de tramos

Diámetro de tubería	=	6 pulgadas
Pendiente de tubería	=	1.54 %
Caudal de diseño	=	0.1579 L/seg
Tipo de tubería	=	PVC
Coeficiente n	=	0.009

Área de tubo

$$A_{TUBO} = \frac{\pi}{4} * D^2 = \frac{\pi}{4} * (6 * 0.0254)^2 = 0.0182 \text{ m}^2$$

Velocidad a sección llena

$$V_{SECCLENA} = \frac{1}{n} * R_H^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$V_{SECCLENA} = \frac{1}{0.009} * \left(\frac{6}{4} * 0.0254^{\frac{2}{3}} \right) * \left(\frac{1.54}{100} \right)^{\frac{1}{2}} = 1.56 \text{ m/s}$$

Caudal a sección llena

$$Q = V * A$$

$$Q = 1.56 \text{ m/seg} * 0.0182 \text{ m}^2 * 1000 = 28.392 \text{ L/seg}$$

Relaciones hidráulicas

- Relación de caudales

$$\frac{Q_{DIS}}{Q_{SECLLENA}} = \frac{0.1579 \frac{L}{seg}}{28.392 \frac{L}{seg}} = 0.005561$$

- Relación de caudales

La relación de caudales obtenida anteriormente, se busca en la tabla de relaciones hidráulicas, con el objetivo de encontrar la respectiva relación de velocidades, es:

$$\frac{v}{V_{SECLLENA}} = 0.2668$$

$$v = 1.56 * 0.2668 = 0.41 \frac{m}{seg}$$

La velocidad es correcta, ya que está en el rango permisible; [0.40m/seg. – 3.00m/seg.], según las normas generales para diseño de alcantarillado del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

Relaciones de tirantes, de las relaciones hidráulicas tabuladas se obtiene:

$$\frac{d}{D} = 0.111$$

Esto indica que es correcto, ya que se encuentra entre el rango permisible, [0.1 – 0.75]. Debido a que la velocidad máxima ocurre cuando la profundidad del flujo es aproximadamente 0.75 D. Por lo que, generalmente los tubos en alcantarillados son diseñados para el que el flujo máximo alcance una altura de 0.75 a 0.80 D.

Tabla VI. Diseño hidráulico

DE	A	COTAS TERR.		D.H.	S(%)	NO. DE CASAS		TASA DE CRECIMIENTO r=3.5%	PERÍODO DE DISEÑO t=20 años	HAB. A SERVIR		DOTACIÓN DE AGUA POTABLE= 130L/hab/día	FACTOR DE RETORNO 0,8
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUM.			ACT. ACUM.	FUT. ACUM.		
1	1a	101,096	100,548	68,03	0,81	3	3	3,5	20	18	36	130	0,8
1a	0	100,548	100,000	68,03	0,81	3	6	3,5	20	36	72	130	0,8
0	2	100,000	98,026	84,47	2,34	1	7	3,5	20	42	84	130	0,8
2	3	98,026	96,171	44,06	4,21	2	9	3,5	20	54	107	130	0,8
3	3a	96,171	92,224	66,96	5,89	4	13	3,5	20	78	155	130	0,8
3a	4	92,224	88,277	66,96	5,89	4	17	3,5	20	102	203	130	0,8
4,4	4,3	94,487	92,360	115,88	1,84	1	1	3,5	20	6	12	130	0,8
4,3	4,2	92,360	89,411	75,57	3,90	1	2	3,5	20	12	24	130	0,8
4,2	4,1	89,411	88,349	72,34	1,47	1	3	3,5	20	18	36	130	0,8
4,1	4,1a	88,349	88,313	70,55	0,05	1	4	3,5	20	24	48	130	0,8
4,1a	4	88,313	88,277	70,55	0,05	1	5	3,5	20	30	60	130	0,8
4	5	88,277	84,048	74,73	5,66	10	27	3,5	20	162	322	130	0,8
5	6	84,048	84,783	40,80	-1,80	5	32	3,5	20	192	382	130	0,8
6	7	84,783	79,447	77,51	6,88	9	37	3,5	20	222	442	130	0,8
7	8	79,447	78,368	40,38	2,67	6	43	3,5	20	258	513	130	0,8
8,1	8	85,313	78,368	78,14	8,89	3	3	3,5	20	18	36	130	0,8
8	9	78,368	77,441	24,76	3,74	0	46	3,5	20	276	549	130	0,8
9	10	77,441	72,619	66,17	7,29	5	51	3,5	20	306	609	130	0,8
10	11	72,619	71,299	24,50	5,39	2	53	3,5	20	318	633	130	0,8
11	12	71,299	69,379	56,69	3,39	9	62	3,5	20	372	740	130	0,8
12	13	69,379	66,811	73,35	3,50	6	68	3,5	20	408	812	130	0,8
13	14	66,811	62,177	78,35	5,91	14	82	3,5	20	492	979	130	0,8
14	15	62,177	58,492	103,88	3,55	12	94	3,5	20	564	1122	130	0,8
15	16	58,492	57,782	25,18	2,82	1	95	3,5	20	570	1134	130	0,8
16	17	57,782	56,819	29,18	3,30	2	97	3,5	20	582	1158	130	0,8
17	18	56,819	56,360	8,18	5,61	1	98	3,5	20	588	1170	130	0,8

Continuación de la tabla VI.

DE	A	COTAS TERR.		D.H.	S(%)	NO. DE CASAS		TASA DE CRECIMIENTO r=3.5%	PERÍODO DE DISEÑO t=20 años	HAB. A SERVIR		DOTACIÓN DE AGUA		FACTOR DE RETORNO
		INICIO	FINAL			LOCAL (m)	TERRENO			LOCAL	ACUM.	ACT. ACUM.	FUT. ACUM.	
1,1	1,2	102,837	100,569	44,59	5,09	2	2	3,5	20	12	24	130	0,8	
1,2	1,3	100,569	98,827	18,84	9,25	1	3	3,5	20	18	36	130	0,8	
1,3	1,4	98,827	98,542	38,20	0,75	0	3	3,5	20	18	36	130	0,8	
1,4	1,5	98,542	96,454	53,93	3,87	1	4	3,5	20	24	48	130	0,8	
1,5	1,6	96,454	92,153	61,28	7,02	2	6	3,5	20	36	72	130	0,8	
1.6.2	1.6.1	94,894	94,099	17,19	4,62	4	4	3,5	20	24	48	130	0,8	
1.6.1	1,6	94,099	92,153	55,53	3,50	4	8	3,5	20	48	96	130	0,8	
1,6	1,7	92,153	85,968	64,75	9,55	4	18	3,5	20	108	215	130	0,8	
1,7	1,8	85,968	78,403	34,30	22,06	1	19	3,5	20	114	227	130	0,8	
1,8	1,9	78,403	73,781	48,33	9,56	3	22	3,5	20	132	263	130	0,8	
1,9	1,10	73,781	69,862	32,03	12,24	2	24	3,5	20	144	287	130	0,8	
1,10	1,11	69,862	68,469	26,48	5,26	0	24	3,5	20	144	287	130	0,8	
1,11	1,12	68,469	68,326	24,84	0,58	0	24	3,5	20	144	287	130	0,8	
1,12	1,13	68,326	68,928	12,29	-4,90	0	24	3,5	20	144	287	130	0,8	
1,13	10,00	68,928	67,673	11,70	10,73	0	24	3,5	20	144	287	130	0,8	

Continuación de la tabla VI.

DE	PV	Q. medio = Sumatoria de Caudales												fqm			
		Q.domiciliar (L/s)				Q.comercial (L/s)				Q.conex. Ilct. (L/s)				Q.medio (L/s)		ACT.	FUT.
		ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.				
1	1a	0,02166667	0,04333333	0,00433333	0,00866667	0,00216667	0,00433333	0,02816667	0,05633333	0,02816667	0,05633333	0,02816667	0,05633333	0,002	0,002		
1a	0	0,04333333	0,08666667	0,00866667	0,01733333	0,00433333	0,00866667	0,00866667	0,01266667	0,00433333	0,00866667	0,00866667	0,01266667	0,002	0,002		
0	2	0,05055556	0,10111111	0,01011111	0,02022222	0,00505556	0,01011111	0,06572222	0,13144444	0,00505556	0,01011111	0,06572222	0,13144444	0,002	0,002		
2	3	0,065	0,12879629	0,013	0,02575925	0,0065	0,01287963	0,0845	0,16743518	0,0065	0,01287963	0,0845	0,16743518	0,002	0,002		
3	3a	0,09388889	0,18657407	0,01877778	0,03731481	0,00938889	0,01865740	0,12205556	0,24254629	0,00938889	0,01865740	0,12205556	0,24254629	0,002	0,002		
3a	4	0,12277778	0,24435185	0,02455556	0,04887037	0,01227778	0,02443518	0,15961111	0,31765740	0,01227778	0,02443518	0,15961111	0,31765740	0,002	0,002		
4,4	4,3	0,00722222	0,01444444	0,00144444	0,00288889	0,00072222	0,00144444	0,00938889	0,01877778	0,00072222	0,00144444	0,00938889	0,01877778	0,002	0,002		
4,3	4,2	0,01444444	0,02888889	0,00288889	0,00577778	0,00144444	0,00288889	0,01877778	0,03755556	0,00144444	0,00288889	0,01877778	0,03755556	0,002	0,002		
4,2	4,1	0,02166667	0,04333333	0,00433333	0,00866667	0,00216667	0,00433333	0,02816667	0,05633333	0,00216667	0,00433333	0,02816667	0,05633333	0,002	0,002		
4,1	4,1a	0,02888889	0,05777778	0,00577778	0,01155556	0,00288889	0,00577778	0,03755556	0,07511111	0,00288889	0,00577778	0,03755556	0,07511111	0,002	0,002		
4,1a	4	0,03611111	0,07222222	0,00722222	0,01444444	0,00361111	0,00722222	0,04694444	0,09388889	0,00361111	0,00722222	0,04694444	0,09388889	0,002	0,002		
4	5	0,195	0,38759259	0,039	0,07751859	0,0195	0,03875925	0,2535	0,50387037	0,0195	0,03875925	0,2535	0,50387037	0,002	0,002		
5	6	0,23111111	0,45981481	0,04622222	0,09196296	0,02311111	0,04598148	0,30044444	0,59775925	0,02311111	0,04598148	0,30044444	0,59775925	0,002	0,002		
6	7	0,26722222	0,53203703	0,05344444	0,10640740	0,02672222	0,05320370	0,34738889	0,69164814	0,02672222	0,05320370	0,34738889	0,69164814	0,002	0,002		
7	8	0,31055556	0,6175	0,06211111	0,1235	0,03105556	0,06175	0,40372222	0,80275	0,03105556	0,06175	0,40372222	0,80275	0,002	0,002		
8,1	8	0,02166667	0,04333333	0,00433333	0,00866667	0,00216667	0,00433333	0,02816667	0,05633333	0,00216667	0,00433333	0,02816667	0,05633333	0,002	0,002		
8	9	0,33222222	0,66083333	0,06644444	0,13216667	0,03322222	0,06608333	0,43188889	0,85908333	0,03322222	0,06608333	0,43188889	0,85908333	0,002	0,002		
9	10	0,36833333	0,73305556	0,07366667	0,14661111	0,03683333	0,07330556	0,47883333	0,95297222	0,03683333	0,07330556	0,47883333	0,95297222	0,002	0,002		
10	11	0,38277778	0,76194444	0,07655556	0,15238889	0,03827778	0,07619444	0,49761111	0,99052778	0,03827778	0,07619444	0,49761111	0,99052778	0,002	0,002		
11	12	0,44777778	0,89074074	0,08955556	0,17814814	0,04477778	0,08907407	0,58211111	1,15796296	0,04477778	0,08907407	0,58211111	1,15796296	0,002	0,002		
12	13	0,49111111	0,97740740	0,09822222	0,19548148	0,04911111	0,09774074	0,63844444	1,27062963	0,04911111	0,09774074	0,63844444	1,27062963	0,002	0,002		
13	14	0,59222222	1,17842592	0,11844444	0,23568518	0,05922222	0,11784259	0,76988889	1,53195370	0,05922222	0,11784259	0,76988889	1,53195370	0,002	0,002		
14	15	0,67888889	1,35055556	0,13577778	0,27011111	0,06788889	0,13505556	0,88255556	1,75572222	0,06788889	0,13505556	0,88255556	1,75572222	0,002	0,002		
15	16	0,68611111	1,365	0,13722222	0,273	0,06861111	0,1365	0,89194444	1,7745	0,06861111	0,1365	0,89194444	1,7745	0,002	0,002		
16	17	0,70055556	1,39388889	0,14011111	0,27877778	0,07005556	0,13938889	0,91072222	1,81205556	0,07005556	0,13938889	0,91072222	1,81205556	0,002	0,002		
17	18	0,70777778	1,40833333	0,14155556	0,28166667	0,07077778	0,14083333	0,92011111	1,83083333	0,07077778	0,14083333	0,92011111	1,83083333	0,002	0,002		

Continuación de la tabla VI.

DE	PV	FACT.		Caudal de Diseño		Φ " asumido	V sec. llena	O sec. llena	CHEQUES Y RELACIONES						Relación d/D	
		HARMOND		ACT.	FUT.				Relación q/Q		Relación v/V		Chequeo V.		d/D ACT.	d/D FUT.
		ACT.	FUT.						q/Q ACT.	q/Q FUT.	v/V ACT.	v/V FUT.	V ACT.	V FUT.		
1	1a	4.386416149	4.341498795	0.157910981	0.312587913	φ	1.561485228	28.48378478	0.00554389	0.010974241	0.26681	0.328152	0.416619874	0.512404501	0.111	0.115
1a	0	4.341498795	4.27997274	0.312587913	0.616316075	6	1.538973451	28.07313688	0.01113477	0.021953944	0.331034	0.406216	0.509482537	0.625155639	0.125	0.151
0	2	4.329418084	4.263534463	0.363671119	0.71627379	6	2.139985777	39.03611991	0.009316272	0.018349001	0.313504	0.385717	0.670887831	0.82542118	0.102	0.154
2	3	4.307832308	4.235416874	0.465245889	0.906379211	6	3.185623556	58.11045412	0.008006234	0.015597524	0.298427	0.367173	0.950767081	1.169674958	0.103	0.127
3	3a	4.271574726	4.186380214	0.666365667	1.297778666	6	2.53422415	46.22792356	0.014414787	0.028073462	0.356302	0.438117	0.902948189	1.110285521	0.108	0.115
3a	4	4.241210125	4.145674939	0.865206865	1.683144025	6	3.04282193	55.50554266	0.015587756	0.030323891	0.367173	0.447612	1.117242057	1.36200361	0.109	0.119
4.4	4.3	4.433510358	4.40670358	2	3	6	1.704460637	31.09186629	0.064325505	0.096488257	0.559933	0.631153	0.954213312	1.076418026	0.171	0.209
4.3	4.2	4.40670358	4.369498833	0.105760886	0.209735992	6	2.472576918	45.10343581	0.002344852	0.004650111	0.203503	0.253537	0.503176821	0.626889734	0.201	0.301
4.2	4.1	4.386416149	4.341498795	0.157910981	0.312587913	6	1.502650813	27.4105586	0.005760955	0.01403923	0.270068	0.3339	0.4058179	0.501735107	0.251	0.325
4.1	4.1a	4.369498833	4.31825186	0.209735992	0.414582179	6	1.711711442	31.22413163	0.006717112	0.01327666	0.282879	0.348007	0.484207221	0.595887564	0.281	0.352
4.1a	4	4.354735684	4.298037287	0.261284141	0.515764474	6	1.344703348	24.52336477	0.010651892	0.02102641	0.325255	0.401157	0.437371487	0.539437161	0.158	0.254
4	5	4.180016965	4.06516736	1.354325497	2.61796778	6	2.346189695	42.79794717	0.031644637	0.061170405	0.452307	0.551845	1.061198022	1.294733052	0.121	0.167
5	6	4.154447581	4.031575055	1.595307871	3.080123342	6	0.954797612	17.41691127	0.091595338	0.176846703	0.62238	0.752961	0.594246937	0.718925364	0.204	0.284
6	7	4.131772362	4.001180661	1.834240524	3.537043704	6	2.787808885	50.85373004	0.036068948	0.06955328	0.470746	0.573586	1.312349881	1.599048147	0.129	0.178
7	8	4.105633461	3.96846629	2.118506866	4.071646414	6	2.027739033	36.98893921	0.057274064	0.110077404	0.541725	0.65756	1.099476927	1.333360078	0.162	0.224
8.1	8	4.386416149	4.341498795	0.157910981	0.312587913	6	3.750653083	68.41742288	0.002308052	0.004568835	0.203503	0.250157	0.763289154	0.938252123	0.121	0.168
8	9	4.093678561	3.952997554	2.259710566	4.340391315	6	2.394574623	43.68055935	0.051732638	0.093666661	0.525206	0.638643	1.25764496	1.524489172	0.154	0.212
9	10	4.074779066	3.928634703	2.493764788	4.785077068	6	3.385597394	61.75827074	0.040379446	0.077480749	0.488671	0.592756	1.654443264	2.006833169	0.137	0.188
10	11	4.067541868	3.919334835	2.588956628	4.961877901	6	2.886817221	52.65978755	0.049125846	0.094225179	0.51679	0.62787	1.491878271	1.812545928	0.15	0.207
11	12	4.036930357	3.880520618	3.003476186	5.743170514	6	2.297127748	41.90298518	0.071676903	0.137058744	0.59395	0.700816	1.364379026	1.60986388	0.181	0.25
12	13	4.018055229	3.856495525	3.278733066	6.262948733	6	2.340201342	42.68871082	0.076805624	0.146712061	0.590864	0.713459	1.382740726	1.66963771	0.187	0.258
13	14	3.977819214	3.805923704	3.914174106	7.451998613	6	3.049689549	55.63081812	0.070359816	0.133954503	0.575528	0.695899	1.755181727	2.122275907	0.179	0.247
14	15	3.946748466	3.767211305	4.45193227	8.453622169	6	2.359854325	43.04721009	0.103419763	0.196380257	0.645503	0.776156	1.523293046	1.831615093	0.217	0.3
15	16	3.944279442	3.764124778	4.496478564	8.537034996	6	2.06744549	37.71324333	0.119228106	0.226367033	0.672903	0.807861	1.390983528	1.670208581	0.233	0.323
16	17	3.939392306	3.758020673	4.585452644	8.703575878	6	2.249601808	41.03604221	0.111742078	0.21209569	0.659286	0.791539	1.483130978	1.780647566	0.225	0.311
17	18	3.936973649	3.755022336	4.629881011	8.786705466	6	1.753999175	31.995522	0.144704031	0.274622976	0.711861	0.852904	1.248603606	1.495992912	0.257	0.358

Continuación de la tabla VI.

DE	A	FACT.		Caudal de Diseño	Φ "asumido"	V sec. llena	Q sec. llena	CHEQUES Y RELACIONES											
		ACT.	FUT.					Relación q/Q		Relación v/V		Chequeo V.		Relación d/D					
								ACT.	FUT.	q/Q	v/V	v/V	V	V	d/D	d/D			
PV	PV	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.			q/Q	q/Q	v/V	v/V	ACT.	V	V	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	
1.1	1.2	4.40670358	4.369499833	0.105760886	0.209735992	6	2.8373327	51.75711719	0.002043408	0.004052312	0.1958	0.243315	0.555549743	0.690365606	0.113	0.126			
1.2	1.3	4.386416149	4.341498795	0.157910981	0.312587913	6	3.792441631	69.17970738	0.00228282	0.004518491	0.203503	0.250157	0.771773249	0.948705821	0.115	0.128			
1.3	1.4	4.386416149	4.341498795	0.157910981	0.312587913	6	1.51642971	27.66190591	0.005708608	0.011300303	0.270068	0.331034	0.409539139	0.501989792	0.134	0.154			
1.4	1.5	4.369499833	4.31825186	0.209735992	0.414552179	6	2.27144225	41.43444395	0.005061875	0.010005014	0.260223	0.319412	0.591081517	0.725525912	0.131	0.15			
1.5	1.6	4.341498795	4.27997274	0.312587913	0.616316075	6	3.321336527	60.58608812	0.005159403	0.010172573	0.260223	0.322342	0.864288155	1.070606259	0.131	0.151			
1.6.2	1.6.1	4.369499833	4.31825186	0.209735992	0.414552179	6	2.70553465	49.35292711	0.004249717	0.008399749	0.246749	0.304512	0.667587969	0.823867767	0.127	0.145			
1.6.1	1.6	4.31825186	4.248381454	0.414552179	0.815689239	6	2.336906788	42.6286133	0.00972474	0.019134782	0.316466	0.388318	0.739551543	0.90746297	0.149	0.175			
1.6	1.7	4.234277027	4.1364249	0.914603838	1.778662707	6	3.878837776	70.75570001	0.012926221	0.025138084	0.345215	0.423599	1.339032983	1.643071803	0.159	0.189			
1.7	1.8	4.227562379	4.127481622	0.963884222	1.873876656	6	5.896605085	107.5627403	0.008961135	0.017421243	0.310524	0.37842	1.831037398	2.231393296	0.147	0.171			
1.8	1.9	4.208567394	4.102262592	1.111061792	2.157790123	6	3.877930456	70.73914915	0.015708462	0.030503479	0.367173	0.447612	1.423871359	1.735808207	0.167	0.199			
1.9	1.10	4.196731429	4.086607692	1.208658651	2.345712815	6	4.383772184	79.96644547	0.015114573	0.029333714	0.361764	0.442883	1.58589096	1.941498176	0.165	0.197			
1.10	1.11	4.196731429	4.086607692	1.208658651	2.345712815	6	2.854278932	52.06624136	0.023213864	0.045052471	0.413727	0.503961	1.18089226	1.438445265	0.105	0.144			
1.11	1.12	4.196731429	4.086607692	1.208658651	2.345712815	6	1.976341162	36.05136652	0.033526015	0.065066585	0.461593	0.561815	0.912265246	1.11033811	0.125	0.172			
1.12	1.13	4.196731429	4.086607692	1.208658651	2.345712815	7	1.630111709	40.47349993	0.029862964	0.057956757	0.445252	0.543761	0.725810499	0.886391173	0.118	0.163			
1.13	10.00	4.196731429	4.086607692	1.208658651	2.345712815	8	2.904701437	94.19737233	0.012831129	0.024902105	0.345215	0.421146	1.002746507	1.223303391	0.102	0.108			

Continuación de la tabla VI.

DE	A	ALTURA DE POZOS		COTAS INVERT		PENDIENTE DE TUBERÍA	EXCAV. (m3)
		H. POZO INICIAL	H. POZO ENTRADA	COTA INV. SALIDA	COTA INV. ENTRADA		
1	1a	1.5	2	99.596	98.548	1.54	107.15
1a	0	2.03	2.5	98.518	97.5	1.50	138.68
0	2	2.53	3	97.47	95.026	2.89	210.20
2	3	3.03	4	94.996	92.171	6.41	139.38
3	3a	4.03	2.8	92.141	89.424	4.06	205.80
3a	4	2.83	2.8	89.394	85.477	5.85	169.64
4.4	4.3	1.5	1.5	92.987	90.86	1.84	156.44
4.3	4.2	1.53	1.5	90.83	87.911	3.86	103.04
4.2	4.1	1.53	1.5	87.881	86.849	1.43	98.64
4.1	4.1a	1.53	2.8	86.819	85.513	1.85	137.47
4.1a	4	2.83	3.6	85.483	84.677	1.14	204.14
4	5	3.63	2	84.647	82.048	3.48	189.33
5	6	2.03	3	82.018	81.783	0.58	92.35
6	7	3.03	1.5	81.753	77.947	4.91	158.00
7	8	1.53	1.5	77.917	76.868	2.60	55.06
8.1	8	1.5	1.5	83.813	76.868	8.89	105.49
8	9	1.53	1.5	76.838	75.941	3.62	33.76
9	10	1.53	1.5	75.911	71.119	7.24	90.22
10	11	1.53	1.5	71.089	69.799	5.27	33.41
11	12	1.53	1.5	69.769	67.879	3.33	77.30
12	13	1.53	1.5	67.849	65.311	3.46	100.01
13	14	1.53	1.5	65.281	60.677	5.88	106.83
14	15	1.53	1.5	60.647	56.992	3.52	141.64
15	16	1.53	1.5	56.962	56.282	2.70	34.33
16	17	1.53	1.5	56.252	55.319	3.20	39.79
17	18	3.4	3.1	53.419	53.26	1.94	23.93
1.1	1.2	1.5	1.5	101.337	99.069	5.09	60.20
1.2	1.3	1.53	1.5	99.039	97.327	9.09	25.69
1.3	1.4	1.53	1.8	97.297	96.742	1.45	57.24
1.4	1.5	1.83	1.5	96.712	94.954	3.26	80.81
1.5	1.6	1.53	1.5	94.924	90.653	6.97	83.56
1.6.2	1.6.1	1.5	1.5	93.394	92.599	4.62	23.21
1.6.1	1.6	1.53	1.5	92.569	90.653	3.45	75.72
1.6	1.7	1.53	1.5	90.623	84.468	9.51	88.29
1.7	1.8	1.53	1.5	84.438	76.903	21.97	46.77
1.8	1.9	1.53	1.5	76.873	72.281	9.50	65.90
1.9	1.10	1.53	1.5	72.251	68.362	12.14	43.67
1.10	1.11	1.53	1.5	68.332	66.969	5.15	36.11
1.11	1.12	1.53	2	66.939	66.326	2.47	39.46
1.12	1.13	2.03	2.8	66.296	66.128	1.37	26.71
1.13	10.00	2.83	2	66.098	65.673	3.63	25.43

Fuente: INFOM, Normas generales para diseño de alcantarillado. p.85.

2.10. Propuesta de tratamiento

Los detalles necesarios a considerar en el diseño son:

2.10.1. Diseño de fosas sépticas

La fosa séptica se caracteriza porque en ella la sedimentación y la digestión ocurren dentro del mismo tanque; con lo anterior, se evitan los problemas de complejidad de construcción y excavación profunda del tanque Imhoff. La fosa séptica consiste esencialmente en uno o varios tanques o compartimientos, en serie, de sedimentación de sólidos. La función más utilizada de la fosa séptica, es la de acondicionar las aguas residuales para disposición sub superficial en lugares donde no existe un sistema sanitario por alcantarillado. En estos casos sirve para:

- Eliminar sólidos suspendidos y material flotante
- Realizar el tratamiento anaerobio de los lodos sedimentados
- Almacenar lodos y material flotante

La remoción de la DBO (demanda bioquímica de oxígeno) en un tanque séptico, puede ser del 30 a 50 %, de grasas y aceites un 70 a 80 % de fósforo un 15 % y de un 50 a 70 % de S.S. (sólidos en suspensión), para aguas residuales domésticas típicas. Para la localización de un tanque séptico, se recomienda tener en cuenta los siguientes criterios:

- Para proteger las fuentes de agua, la fosa debe localizarse a más de 15 m de cualquier fuente de abastecimiento.

- La fosa no debe estar expuesta a inundación y debe disponer de espacio suficiente para la construcción del sistema de disposición o tratamiento posterior que se aplique.
- La fosa debe tener acceso apropiado para que la limpieza y mantenimiento sean fáciles.
- El tanque séptico, en el cual la sedimentación y la digestión del residuo ocurren en el mismo recipiente, es el sistema más usado para adecuar el agua residual, con el fin de dispersarla en el subsuelo mediante campos de infiltración o para postrarla en filtros anaerobios, filtros intermitentes de arena o procesos biológicos convencionales en el mismo sitio.
- En estudios realizados sobre eficiencia de las fosas sépticas, se indican las siguientes conclusiones principales:
 - El tanque séptico debe tener un período de retención mayor de 24 horas.
 - La fosa séptica debe tener una configuración de la unidad de salida con pantalla para gases.
 - La relación de área superficial a profundidad debe ser mayor de 2
 - Se debe preferir un tanque de cámaras múltiples con interconexiones similares a las de la unidad de salida.
- Se recomiendan la utilización de una fosa solamente para:
 - Áreas desprovistas de redes públicas de alcantarillados
 - Alternativa de tratamiento de aguas residuales en áreas que cuentan con redes de alcantarillado locales.
 - Retención previa de los sólidos sedimentables, cuando la red de alcantarillado presente diámetros reducidos.

- No está permitido que les entre: aguas de lluvia, ni desechos capaces de causar interferencia negativa en cualquier fase del proceso de tratamiento.
- Los afluentes de fosas sépticas, no deben estar dispuestos directamente en un cuerpo de agua superficial. Deben ser tratados adicionalmente para mejorar la calidad del vertimiento.

2.10.1.1. Dimensionamiento

La capacidad total de un tanque séptico, se determina de diferentes maneras: con base en la población servida o con base en el caudal afluente y el tiempo de retención.

El diseñador debe seleccionar una metodología de diseño que garantice el correcto funcionamiento del sistema, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Rendimiento del proceso de tratamiento
- Almacenamiento de lodos
- Amortiguamiento de lodos
- Amortiguamiento de caudales pico

Para el cálculo del volumen útil de la fosa séptica, se recomienda el siguiente criterio:

$$Vu = 1000 + Nc * (C * T + K * Lf)$$

Donde:

Vu = volumen útil de la fosa séptica

Nc = número de contribuyentes

C = contribución de aguas residuales por contribuyente

T = tiempo de retención

K = tasa de acumulación de lodo digerido en días

Lf = contribución de lodo fresco.

Tabla VII. **Contribución de aguas residuales por persona**

Uso	Unidades	Contribución de aguas residuales C y lodo fresco Lf (L/día)	
Ocupantes permanentes			
Residencia			
Clase alta	persona	160	1
Clase media	persona	130	1
Clase baja	persona	100	1
Hotel (excepto lavandería y cocina) o alojamiento provisional	persona	100	1
		80	1
Ocupantes temporales	persona	70	0.3
Fábrica en general	persona	50	0.2
Oficinas temporales	persona	50	0.2
Edificios públicos o comerciales	persona	50	0.2
Escuelas Bares	persona	6	0.1
Restaurantes	comida	25	0.01
Cines, teatros o locales de corta permanencia	local	2	0.02
Baños públicos	tasa sanitaria	480	4

Fuente: CALVO, Jorge A., Sistemas de tanques sépticos- p. 35.

Tabla VIII. **Tiempos de retención**

Contribución diaria	Tiempo de	
	días	horas
Hasta 1,500	1	24
de 1,501 a 3,000	0.92	22
de 3,001 a 4,500	0.83	20
4,501 a 6,000	0.75	18
6,001 a 7,500	0.67	16
7,501 a 9,000	0.58	14
más de 9,001	0.5	12

Fuente: CALVO, Jorge A.,. Sistemas de tanques sépticos- p. 35.

Tabla IX. **Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos**

Intervalo de limpieza	Valores de K por intervalo de temperatura ambiente		
	$t \leq$	$10 \leq t < 20$	$t \geq$
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fuente: CALVO, Jorge A.,. Sistemas de tanques sépticos- p. 37.

Diseño

Tiempo de retención

El período de retención hidráulico en los tanques sépticos será estimado mediante la siguiente fórmula:

$$PR = 1,5 - 0,3 \times \text{Log}(Q_{\text{dis}})$$

Donde:

PR = tiempo promedio de retención hidráulica, en días

Q_{dis} = caudal de entrada a la fosa en m³/día

$$PR = 1.5 - 0,3 \times \text{Log}(9699.76)$$

$$PR = 0,30$$

Por criterio, se tomará un período de retención de 0,50 días

$$PR = 0,50$$

Volumen de la fosa séptica

Que comprende el volumen de sedimentación y el volumen de digestión y almacenamiento de lodos que está basado en un requerimiento anual de 100 lt/hab/año y un período de limpieza del tanque de un año.

Volumen de sedimentación: (Vs)

$$V_s = Q * PR$$

Dónde:

Vs = volumen de sedimentación

Q = caudal de diseño de entrada a la fosa

PR = período de retención

$$Vs = (9699,76 \text{ m}^3/\text{día}) * (0,50 \text{ día})$$

$$Vs = 4849,88 \text{ m}^3$$

Volumen de acumulación de lodos (Vd)

$$Vd = \text{Pob} * \text{TAL} * \text{PL}$$

Dónde:

Pob = población servida

TAL = tasa de acumulación de lodos

PL = período de limpieza

Si se toma un requerimiento anual de 65 lt/hab/año para la tasa de acumulación de lodos y un período de limpieza de 1 año, entonces se tiene:

$$Vd = (13938,00 \text{ hab}) * (65 \text{ lt/hab/año}) * (1 \text{ año}) / (1000 \text{ lt/m}^3)$$

$$Vd = 905,97 \text{ m}^3$$

Para un volumen total de:

$$V_t = V_s + V_d$$

$$V_t = (4849,88 \text{ m}^3) + (905,97 \text{ m}^3)$$

$$V_t = 5755,85 \text{ m}^3$$

La altura propuesta de la fosa es de 3,00 mts. hasta el espejo de agua, con un borde libre de 0,30 mts. del espejo de agua, hasta la parte más alta.

Entonces se tendrá un área total superficial de:

$$A = (5755,85 \text{ m}^3) / (3,00 \text{ m})$$

$$A = 1918,61 \text{ m}^2$$

Dimensiones

Profundidad máxima de espuma sumergida: se debe considerar un volumen de almacenamiento de natas y espumas, la profundidad máxima de espuma sumergida (H_e , en m) está en función del área superficial de la fosa séptica y se calcula mediante la ecuación:

$$H_e = 0,7/A$$

Donde:

A = área superficial del tanque séptico en m^2

$$H_e = 0,7 / 1918,61 \text{ m}^2$$

$$H_e = 0,000364 \text{ m}$$

La profundidad libre de lodo: es la distancia entre la parte superior de la capa de lodo y el nivel inferior de la Tee o cortina del dispositivo de salida, el valor (H_o , en m), se relaciona al área superficial del tanque séptico y está sujeto a un valor mínimo de 0.30 m. que es el valor de diseño para esta fosa.

Profundidad mínima de sedimentación: que es la relación entre el volumen de sedimentación y el área total superficial.

$$H_s = V_s / A$$

$$H_s = (4849,88 \text{ m}^3) / (1918,61 \text{ m}^2)$$

$$H_s = 2,52 \text{ m}$$

La profundidad de espacio libre: debe seleccionarse comparando la profundidad del espacio libre mínimo total calculado como ($0,1 + H_o$), con la profundidad mínima requerida para la sedimentación (H_s), se elige la mayor profundidad.

$$H_l = \text{el mayor valor entre } H_s \text{ y } H_o + 0,1$$

$$H_s = 2,52 \text{ m} \quad H_o = 0,30$$

$$H_l = 2,82 \text{ m}$$

Profundidad de digestión y almacenamiento de lodos: que es la relación entre el volumen de acumulación de lodos y el total del área superficial de la fosa.

$$Hd = Vd / A$$

$$Hd = (905,97 \text{ m}^3) / (1918,61 \text{ m}^2)$$

$$Hd = 0,47 \text{ m}$$

La profundidad total efectiva: es la suma de la profundidad de digestión y almacenamiento de lodos(Hd), la profundidad del espacio libre (Hl) y la profundidad máxima de las espumas sumergidas (He).

$$Hte = Hd + Hl + He$$

$$Hte = 0,47 + 2,82 + 0,000364$$

$$Hte = 3,29 \text{ m}$$

Se propone una relación Ancho / Largo de 1 a 3, entonces el ancho será:

$$\text{Ancho} = \sqrt{(A) * (1/3)}$$

$$\text{Ancho} = \sqrt{1918,61 * (1/3)}$$

$$\text{Ancho} = 25,28 \text{ m}$$

Y el lado largo de la fosa será:

$$\text{Largo} = 3 * \sqrt{(A) * (1/3)}$$

$$\text{Largo} = 3 * \sqrt{1918,61 * (1/3)}$$

Largo = 75,86 m. se propone una fosa séptica de 10 x 20 x 3 metros para la población inicial y con el tiempo ampliar el diseño.

2.10.2. Dimensionamiento de los pozos de absorción

Consiste en una excavación en el terreno, por lo general de 2,00 a 2,50 m. de diámetro. Todo pozo debe tener una cubierta o losa de hormigón armado de 0,20 m. de espesor, descansado sobre un brocal o anillo de hormigón. A la cubierta se le deja una tapa de inspección como mínimo de 0,60 * 0,60 m. y se conecta a una cañería de ventilación de 4" para la eliminación de gases.

Debido a las pendientes de las cañerías y a la fosa séptica, la losa del pozo se encuentra normalmente a 1,30 m. o más, por debajo del nivel de la superficie del terreno. El pozo absorbente sólo se recomienda en los siguientes casos:

- Cuando se vacían sólo aguas de lavado, desagües de piscinas o aguas pluviales.
- Como afluente de fosa séptica
- Cuando se dispone de bastante terreno
- Como solución transitoria

Para determinar la profundidad del pozo, debe hacerse la prueba de absorción a diferentes profundidades y generalmente el término medio del

coeficiente obtenido, sirve para determinar las características absorbentes del terreno de un sector.

Para efectuar la prueba de absorción, a medida que se va excavando el pozo y a diferentes profundidades, se hacen excavaciones de 0.30 * 0.30 m. de base por 0.35 m. de profundidad, con el fin de obtener una cifra media. Después de extraer la tierra desprendida, se coloca en el fondo una capa de 5 cm. de arena gruesa o gravilla; luego se llena con agua y se deja filtrar totalmente.

Después se vuelve a llenar, de modo que el agua permanezca en él por lo menos cuatro horas y de preferencia por la noche, para que el terreno se sature. Posteriormente, se ajusta la altura del agua hasta una profundidad de 0.15 m. y se determina el tiempo que tarda en bajar 2,5 cm o velocidad de infiltración, midiéndole descenso después de treinta minutos para terrenos normales o de diez minutos para terrenos arenosos o muy permeables. Si, por ejemplo, el nivel del agua desciende 0.25 m. en treinta minutos, la velocidad de filtración es de tres minutos (tiempo que tarda en bajar 2,5 cm). Con esta velocidad de filtración, se determina el coeficiente de absorción.

Para calcular la dimensión del pozo, no debe considerarse el fondo de la excavación porque se colmata rápidamente, sino la superficie de los taludes bajo la línea de agua, determinada por el nivel de la tubería de llegada. Si parte del terreno es impermeable, debe restarse la superficie correspondiente. Conocido el coeficiente de absorción, la profundidad del pozo se determina con base en la siguiente fórmula:

$$H = \frac{K_1 + N}{\pi * D}$$

Donde:

- H = profundidad del pozo en metros
- K₁ = coeficiente de absorción en m²/persona/día
- N = número de personas servidas
- D = diámetro medio del pozo en metros

Es importante destacar que la duración de un pozo absorbente, es muy prolongada y puede servir fácilmente durante seis, ocho o diez años en operación continua, siempre que la fosa séptica opere en perfectas condiciones y por consiguiente, entraña limpiezas periódicas (máximo cada dos años), aunque la instalación domiciliaria, no acuse fallas en el funcionamiento.

Cualquiera que sea la causa por la cual el pozo absorbente se llene, no hay posibilidad práctica económica de efectuar una limpieza y por consiguiente, se debe recurrir a la construcción de otra unidad. Sin embargo, es frecuente que se presenten situaciones que requieran una atención de urgencia.

Para estos casos se aconsejan dos soluciones, se trate de un período corto de funcionamiento o para un tiempo más prolongado.

2.11. Aspectos constructivos

Para la construcción de la obra de drenaje, se efectuarán diferentes tipos de trabajos que son descritos a continuación.

2.11.1. Relleno y marcación del sistema

Consiste en trazar en el campo los datos contenidos en los planos, de acuerdo al diseño establecido. Para el sistema se colocarán trompos en los puntos donde se construirán los pozos de visita, se trazarán la línea del colector principal, acometidas domiciliarias y alturas de cortes para la excavación de zanjas; todo el replanteo se realizará, utilizando equipo de topografía, estacas, pintura, etc.

2.11.2. Excavación de zanja

Cuando ya se tiene el replanteo de la línea central, se tiene que marcar el ancho de la zanja, de acuerdo al diámetro de la tubería diseñada, utilizando estacas, pitas de albañil y cal hidratada.

En el momento de realizarse la excavación se debe procurar mantener el ancho de la zanja. Las paredes de la zanja, deben quedar a plomo, la tierra debe de alejarse a 0.75 metros de la orilla. Por seguridad debe dejarse tranquilas a cada 5 metros, para evitar derrumbes.

El ancho de la zanja es muy importante para evitar el exceso de excavación y que a la vez permita trabajar dentro de ésta, a continuación se presenta una tabla de anchos de zanja, dependiendo del diámetro del tubo y profundidad de la zanja.

Tabla X. **Ancho libre de zanjas, según profundidad y diámetro de tuberías**

Tubo Pulgada	Menos de 1.86 m	Menos de 2.86	Menos de 3.86	Menos de 5.36	Menos de 6.36
6	60	65	70	75	80
8	60	65	70	75	80
10	70	70	70	75	80
12	75	75	75	75	80
15	90	90	90	90	90
18	110	110	110	110	110
21	110	110	110	110	110
24	135	135	135	135	135

Fuente: AMANCO. Manual de Amanco S.A. p.35.

2.11.3. Colocación de tubería

Antes de que se coloque la tubería, se debe afinar la zanja para que se ajuste a la pendiente de diseño. Una vez afinada la zanja, se inicia la colocación de la tubería.

La profundidad mínima del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno, será de 1,00 metro. Cuando la altura de coronamiento de la tubería principal tenga una profundidad mayor de 3,00 metros bajo la superficie del terreno, se diseñará una tubería auxiliar sobre la principal para recibir las conexiones domiciliarias del tramo correspondiente. Estos parámetros, son dados por las normas del Infom,

aunque para este proyecto hay ciertos tramos que no cumplen con este requerimiento, esto permite disminuir los volúmenes de excavación y puesto que en la aldea Estanzuela no existe un transporte pesado que pueda perjudicar la tubería y causarle roturas, se concluye que sí se puede disminuir la profundidad de las zanjas para la colocación de tubería, sin comprometer el correcto funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario.

Se debe tomar en cuenta que se tiene que mantener el rango de velocidades de diseño, para evitar un mal funcionamiento de la tubería y el sistema en sí. También se debe tener presente que se podrán conectar nuevas domiciliarias, así como una futura conexión con otras redes (otros sectores).

2.11.4. Construcción de pozos de visita

Una vez marcados los puntos donde se construirán los pozos de visita, se inicia la excavación de acuerdo a la altura establecida para cada pozo. El tipo de pozo que se va a construir es el típico, cilíndrico en la parte inferior y termina en una parte truncada, amplia para dar paso a un hombre y permitirle realizar mantenimiento.

El piso será de concreto, en el centro un canal, para evitar que los sólidos queden asentados.

Las paredes serán de ladrillo de barro cocido, unidos con mortero de sabieta, los ladrillos colocados inicialmente a plomo, hasta alcanzar la parte cilíndrica, luego se empiezan a reducirle número y a colocar forma inclinada para darle la forma troncóica.

Finalmente las paredes se repellarán y blanquearán, construyéndose la tapadera y brocal de concreto armado.

2.11.5. Conexión domiciliar

Es un tubo que lleva las aguas servidas, desde una vivienda a una alcantarilla común. Ordinariamente al construir un sistema de alcantarillado, es costumbre establecer y dejar previsto una conexión en Y o en T en cada lote edificado o donde haya que conectar un desagüe doméstico. Las conexiones deben de taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces. Es conveniente que el empotramiento con el colector principal, se haga en la parte superior para impedir que las aguas negras retornen por la conexión doméstica cuando el colector esté funcionando a toda la capacidad.

La conexión domiciliar se hace por medio de la candela (o caja de inspección), construida de mampostería o con tubos de cemento, colocados de forma vertical (candelas), en el cual se une la tubería proveniente del drenaje de la edificación a servir con la tubería que desaguará en el colector principal, la tubería entre la candela y el colector principal debe tener un diámetro mínimo de 4" (0.10 m) y debe colocarse con una pendiente mínima del 2 %.

2.11.6. Prueba de tubería

Esta operación consiste en el chequeo de instalación de la tubería. Los pasos para efectuar la prueba de tubería son:

- Se debe colocar un tapón en el ramal de tubería que se revise en la parte baja.

- Se vierte agua en el punto alto del ramal, hasta que la tubería quede completamente llena.
- Luego se deben revisar todas las uniones, marcando los anillos donde existan fugas de agua y se realicen inmediatamente las reparaciones.

2.11.7. Relleno y compactación

El relleno de las zanjas se debe realizar con la misma tierra que se sacó de la excavación. La primera capa colocada sobre el tubo, debe ser tierra libre de rocas y terrones. La compactación se debe realizar después de la prueba de la tubería, con capas de tierra de aproximadamente veinte centímetros, para que finalmente en la parte superior, se dejará una pendiente de bombeo, por el agua de lluvia.

2.12. Elaboración de planos

El proyecto contendrá un juego de planos con las siguientes dimensiones: 88 cm. de largo por 58 cm. de ancho con un margen de 1 cm. en los bordes superior, inferior y derecho; y de 3 cm. en el borde izquierdo.

En la esquina inferior derecha, tendrán un cuadro de 12 cms. por 8 cm. El que contendrá la información que permita identificar con claridad lo siguiente: Identificación del departamento de Acueductos y Alcantarillados y de la Dirección General de Obras Públicas; población de que se trata; personal responsable del diseño, dibujo, revisión y aprobación; escalas, fecha y número de hoja.

Cada plano contendrá un número de identificación en forma de quebrado, en el cual el numerador será el número de orden y el denominador, el número total de planos de que consta el proyecto.

2.13. Elaboración de presupuesto

En la siguiente tabla se detalla el contenido correspondiente al presupuesto necesario para el desarrollo del proyecto.

Tabla XI. Presupuesto drenaje sanitario

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO	DRENAJE SANITARIO				
MUNICIPIO	JUTIAPA				
DEPARTAMENTO	JUTIAPA				
REGLÓN	1	CANTIDAD	5,00	UNIDAD día	
CONCEPTO	Topografía				
FECHA	25/02/2013				
CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
A. COSTO DIRECTO					
1. MANO OBRA					
Cuadrilla (incluye personal, equipo)		día	5,00	Q700,00	Q3 500,00
2.MATERIALES					
clavo lamina		libra	5,00	Q7,00	Q35,00
pintura		galón	1,00	Q120,00	Q120,00
3. MAQUINARIA Y EQUIPO					
4. HERRAMIENTA					
5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE					
SUB TOTAL DE MATERIALES, MAQUINARIA Y EQUIPO ETC.					Q3 655,00
SUB TOTAL DE MATERIALES, MAQUINARIA Y EQUIPO ETC. SIN IVA					Q3 263,39
Total Costo Directo					Q6 763,39
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)		%	35,00		Q2 367,19
COSTO DIRECTO + INDIRECTO					Q9 130,58
IMPUESTOS		%	12,00		Q1 095,67
PRECIO UNITARIO					Q10 226,25

Continuación de la tabla XI.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO	DRENAJE SANITARIO					
MUNICIPIO	JUTIAPA					
DEPARTAMENTO	JUTIAPA					
RENGLÓN	2	CANTIDAD	3330,00	UNIDAD	m3	
CONCEPTO	EXCAVACION SANJA SUELO DURO					
FECHA	25/02/2013					
CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL	
A.COSTO DIRECTO						
1. MANO OBRA						
hacer excavacion	m3	3330	Q10,00	Q33 300,00		
ayudante	%	50,00		Q16 650,00		
prestaciones	%	88,69		Q44 300,66		
Sub total de mano de obra				Q94 250,66		
2.MATERIALES						
pala	unidad	5,00	Q60,00	Q300,00		
piocha	unidad	5,00	Q75,00	Q375,00		
carreta	unidad	5,00	Q250,00	Q1 250,00		
3. MAQUINARIA Y EQUIPO						
retroexcavadora	horas	64	Q350,00	Q22 400,00		
cargador frontal	horas	64	Q200,00	Q12 800,00		
camiones de volteo	horas	64	Q150,00	Q9 600,00		
4. HERRAMIENTA						
5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE						
6. TRASPORTE						
SUB TOTAL DE MATERIAL, MAQUINARIA, ETC.				Q140 975,66		
SUB TOTAL DE MATERIAL, MAQUINARIA, ETC. (SIN IVA)				Q125 871,13		
TOTAL COSTO DIRECTO SIN IVA				Q220 121,79		
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)		%	35,00	Q77 042,63		
COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO				Q297 164,42		
IVA		%	12,00	Q35 659,73		
PRECIO UNITARIO				Q332 824,15		

Continuación de la tabla XI.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO	DRENAJE SANITARIO			
MUNICIPIO	JUTIAPA			
DEPARTAMENTO	JUTIAPA			
REGLÓN	3	CANTIDAD	2520,00	UNIDAD m3
CONCEPTO	RELLENO Y COMPACTACION			
FECHA	25/02/2013			
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
A.COSTO DIRECTO				
1. MANO OBRA				
hacer relleno	m3	2520,00	Q15,00	Q37 800,00
ayudante	%	50,00		Q18 900,00
prestaciones	%	35,00		Q19 845,00
Sub total de mano de obra				Q76 545,00
2.MATERIALES				
pala	unidad	10,00	Q60,00	Q600,00
carreta	unidad	5,00	Q250,00	Q1 250,00
colecto	m3	2520,00	Q15,00	Q37 800,00
3. MAQUINARIA Y EQUIPO				
bailarina	dia	90	Q100,00	Q9 000,00
4. HERRAMIENTA				
5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE				
6. TRASPORTE				
SUB TOTAL DE MATERIAL, MAQUINARIA, ETC.				Q125 195,00
SUB TOTAL DE MATERIAL, MAQUINARIA, ETC. (SIN IVA)				Q111 781,25
TOTAL COSTO DIRECTO SIN IVA				Q188 326,25
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)	%	35,00		Q65 914,19
COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO				Q254 240,44
IVA	%	12,00		Q30 508,85
PRECIO UNITARIO				Q284 749,29

Continuación de la tabla XI.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO	DRENAJE SANITARIO			
MUNICIPIO	JUTIAPA			
DEPARTAMENTO	JUTIAPA			
REGLÓN	4	CANTIDAD	2158,00	UNIDAD ml
CONCEPTO	TUBERIA DE PVC 6" COLECTOR			
FECHA	25/02/2013			
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
A.COSTO DIRECTO				
1. MANO OBRA				
colocacion de tubería	ml	2158,00	Q2,00	Q4 316,00
ayudante	%	50,00		Q2 158,00
prestaciones	%	35,00		Q2 265,90
Sub total de mano de obra				Q8 739,90
2.MATERIALES				
TUBERIA DE PVC 6" COLECTOR	tubos	360,00	Q147,50	Q53 100,00
pegamento PVC	gal	3,00	Q325,00	Q975,00
transporte	unidad	1,00	Q2 500,00	Q2 500,00
3. MAQUINARIA Y EQUIPO				
4. HERRAMIENTA				
5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE				
6. TRASPORTE				
SUB TOTAL DE MATERIAL, MAQUINARIA, ETC.				Q65 314,90
SUB TOTAL DE MATERIAL, MAQUINARIA, ETC. (SIN IVA)				Q58 316,88
TOTAL COSTO DIRECTO SIN IVA				Q67 056,78
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)	%	35,00		Q23 469,87
COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO				Q90 526,65
IVA	%	12,00		Q10 863,20
PRECIO UNITARIO				Q101 389,85

Continuación de la tabla XI.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO	DRENAJE SANITARIO					
MUNICIPIO	JUTIAPA					
DEPARTAMENTO	JUTIAPA					
RENGLÓN	5	CANTIDAD	131,00	UNIDAD	UNIDAD	
CONCEPTO	DOMICILIARES DE DRENAJE					
FECHA	25/02/2013					
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL		
A.COSTO DIRECTO						
1. MANO OBRA						
colocacion domiciliars de drenaje	unidad	131,00	Q150,00	Q19 650,00		
ayudante	%	50,00		Q9 825,00		
prestaciones	%	35,00		Q10 316,25		
Sub total de mano de obra				Q39 791,25		
2.MATERIALES						
Tubo pvc Ø 4" Norma ASTM-3034	tubos	131	Q 135,00	Q17 685,00		
Tubo de concreto Ø 12" para candela	unidad	131	Q 95,00	Q12 445,00		
Cemento	saco	60	Q 71,00	Q4 260,00		
Arena de rio	m3	6	Q 150,00	Q900,00		
Piedrin	m3	6	Q 160,00	Q960,00		
Hierro No. 3	quintal	5	Q 400,00	Q2 000,00		
Alambre de amarre	lbs	12	Q 7,00	Q84,00		
Codo de pvc Ø 4"	unidad	131	Q 65,00	Q8 515,00		
Yee de pvc Reducida Ø 4" a Ø 3"	unidad	131	Q 125,00	Q16 375,00		
3. MAQUINARIA Y EQUIPO						
4. HERRAMIENTA						
5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE						
6. TRASPORTE						
SUB TOTAL DE MATERIAL, MAQUINARIA, ETC.				Q103 015,25		
SUB TOTAL DE MATERIAL, MAQUINARIA, ETC. (SIN				Q91 977,90		
TOTAL COSTO DIRECTO SIN IVA				Q131 769,15		
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y				%	35,00	Q46 119,20
COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO				Q177 888,35		
IVA				%	12,00	Q21 346,60
PRECIO UNITARIO				Q199 234,95		

Continuación de la tabla XI.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO	DRENAJE SANITARIO					
MUNICIPIO	JUTIAPA					
DEPARTAMENTO	JUTIAPA					
REGLÓN	6	CANTIDAD	41,00	UNIDAD	UNIDAD	
CONCEPTO	POZOS DE VISITA					
FECHA	25/02/2013					
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL		
A.COSTO DIRECTO						
1. MANO OBRA						
hecha de pozo de visita	unidad	40,00	Q850,00	Q34 000,00		
hecha de brocal	unidad	40,00	Q200,00	Q8 000,00		
hecha de tapadera	unidad	40,00	Q150,00	Q6 000,00		
ayudante	%	50,00		Q24 000,00		
prestaciones	%	50,00		Q36 000,00		
Sub total de mano de obra				Q108 000,00		
2.MATERIALES						
Ladrillo tayuyo	Unidad	59184	Q 1,70	Q100 612,80		
Cemento	Saco	166	Q 71,00	Q11 786,00		
Arena de Rio	M3	18	Q 150,00	Q2 700,00		
Piedrin	M3	10	Q 160,00	Q1 600,00		
Hierro No. 6	Quintal	3	Q 460,00	Q1 380,00		
Hierro No. 3	Quintal	10	Q 460,00	Q4 600,00		
Formaleta	Pie-tabla	500	Q 20,00	Q10 000,00		
Clavo	Lbs	340	Q 7,00	Q2 380,00		
Alambre de amarre	Lbs	192	Q 7,00	Q1 344,00		
3. MAQUINARIA Y EQUIPO						
4. HERRAMIENTA						
5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE						
6. TRASPORTE						
SUB TOTAL DE MATERIAL, MAQUINARIA, ETC.				Q244 402,80		
SUB TOTAL DE MATERIAL, MAQUINARIA, ETC. (SIN IVA)				Q218 216,79		
TOTAL COSTO DIRECTO SIN IVA				Q326 216,79		
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)	%	35,00		Q114 175,88		
COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO				Q440 392,67		
IVA	%	12,00		Q52 847,12		
PRECIO UNITARIO				Q493 239,79		

Continuación de la tabla XI.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO	DRENAJE SANITARIO					
MUNICIPIO	JUTIAPA					
DEPARTAMENTO	JUTIAPA					
REGLÓN	7	CANTIDAD	1,00	UNIDAD	UNIDAD	
CONCEPTO	FOSA SEPTICA					
FECHA	25/02/2013					
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL		
A.COSTO DIRECTO						
1. MANO OBRA						
Moviento de tierra	m3	600,00	Q10,00	Q6 000,00		
Levantado de muro de block	m2	180,00	Q35,00	Q6 300,00		
Fundicion de losa de concreto	m2	200,00	Q15,00	Q3 000,00		
Repello + cernido	m2	520,00	Q15,00	Q7 800,00		
ayudante	%	50,00		Q11 550,00		
prestaciones	%	35,00		Q12 127,50		
Sub total de mano de obra				Q46 777,50		
2.MATERIALES						
Block de 0.15 x 0.20 x 0.40	unidad	95	Q 3,50	Q332,50		
Cemento	saco	516	Q 63,00	Q32 508,00		
Arena de Rio	m3	52	Q 150,00	Q7 800,00		
Cal hidratada	m3	45	Q 30,00	Q1 350,00		
Hierro No. 3	quintal	61	Q 460,00	Q28 060,00		
Hierro No. 2	quintal	25	Q 460,00	Q11 500,00		
Clavo	lbs	30	Q 7,50	Q225,00		
Alambre de amarre	lbs	22	Q 8,00	Q176,00		
3. MAQUINARIA Y EQUIPO						
4. HERRAMIENTA						
5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE						
6. TRASPORTE						
SUB TOTAL DE MATERIAL, MAQUINARIA, ETC.				Q128 729,00		
SUB TOTAL DE MATERIAL, MAQUINARIA, ETC. (SIN IVA)				Q114 936,61		
TOTAL COSTO DIRECTO SIN IVA				Q161 714,11		
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)		%	35,00	Q56 599,94		
COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO				Q218 314,05		
IVA		%	12,00	Q26 197,69		
PRECIO UNITARIO				Q244 511,74		

Continuación de la tabla XI

Resumen integración de costos drenaje sanitario

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	PRECIO TOTAL	PORCENTAJE
1	Topografía	5,00	día	Q 2 045,25	Q 10 226,25	0,61%
2	EXCAVACION SANJA SUELO DURO	3330,00	m3	Q 99,95	Q 332 824,15	19,98%
3	RELLENO Y COMPACTACION	2520,00	m3	Q 113,00	Q 284 749,29	17,09%
4	TUBERIA DE PVC 6" COLECTOR	2158,00	ml	Q 46,98	Q 101 389,85	6,09%
5	DOMICILIARES DE DRENAJE	131,00	unidad	Q 1 520,88	Q 199 234,95	11,96%
6	POZOS DE VISITA	41,00	unidad	Q 12 030,24	Q 493 239,79	29,60%
7	FOSA SEPTICA	1	unidad	Q 244 511,74	Q 244 511,74	14,68%
COSTO TOTAL					Q 1 666 176,02	100,00%

Fuente: Municipalidad de Jutiapa, Jutiapa.

2.14. Evaluación de Impacto Ambiental Inicial (EIAI)

- Definición de evaluación de impacto ambiental

Es el procedimiento administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en el entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente, pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo.

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

La EIA, se ha vuelto preceptiva en muchas legislaciones. Las consecuencias de una evaluación negativa pueden ser diversas según la legislación y el rigor con que ésta se aplique, pudiendo ser desde la paralización definitiva del proyecto hasta la ignorancia completa. El concepto apareció primero en la legislación de Estados Unidos y se ha extendido a la de otros países. La Unión Europea, la introdujo en la legislación en 1985, habiendo sufrido, la normativa, enmiendas en varias ocasiones posteriores.

El EIA se refiere siempre a un proyecto específico, el cual debe definir las particularidades, tales como: tipo de obra, materiales a ser usados, procedimientos constructivos, trabajos de mantenimiento en la fase operativa, tecnologías utilizadas, insumos, etc.

- Entidades involucradas en el Estudio de Impacto Ambiental

El examen de estudios de Impacto Ambiental, generalmente es llevado a cabo por comisiones, consejos o juntas locales, deben evaluarse con los mismos criterios usados para proyectos mayores. Es decir, éstos deben asegurar que sean: completos, adecuados y meritorios. Algunos gobiernos cuentan con comisiones de voluntarios (llamadas comisiones ambientales, comisiones de conservación o consejos de administración ambiental) que actúan como examinadores independientes para el gobierno local, informando al encargado de las decisiones, comentarios y recomendaciones sobre los informes y estudios de Impacto Ambiental.

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

En la mayoría los gobiernos, o las juntas de planificación, organizan audiencias públicas sobre los proyectos que necesitan la aprobación. Durante estas audiencias, los que preparan el estudio de impacto ambiental para el proyecto menor, pueden ofrecer testimonios y se piden los comentarios de los ciudadanos. En general, los proyectos menores evaluados a nivel local, cuentan con gran participación y escrutinio públicos. Asimismo, la negociación jugará un papel más importante a nivel local en el diseño final de proyectos, porque los fines de la comunidad se expresan durante el proceso de audiencias públicas.

En la actualidad, la Dirección General de Gestión Ambiental (DIGARN), es la encargada del sistema de evaluación ambiental de Guatemala.

- Proceso del Estudio de Impacto Ambiental

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

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

- Evaluación Ambiental Estratégica: es la evaluación aplicable a planes y programas de trascendencia nacional, binacional y regional.
- Evaluación Ambiental Inicial: instrumento que permite determinar si un proyecto requiere una evaluación más profunda.
- Autoevaluación Ambiental: es un instrumento de simplificación del procedimiento para los proyectos de menor impacto.
- Estudio de Evaluación del Impacto Ambiental: el documento técnico que permite identificar y predecir con mayor profundidad de análisis los efectos de un proyecto.

- Diagnóstico Ambiental: es el instrumento de evaluación utilizado para una actividad existente.
- Evaluación de Efectos Acumulativos: instrumento que evalúa de manera sistémica, los cambios ambientales combinados originados por la suma de los efectos de proyectos, obras, industrias o actividades, desarrolladas en un área geográfica definida.

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

- Categorización

El procedimiento administrativo de evaluación ambiental, empieza con la evaluación ambiental inicial (para proyectos nuevos). La DIGARN, utilizará este instrumento para asignar los términos de referencia que han de regir el instrumento de evaluación ambiental que se requiera realizar.

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

- Impacto ambiental negativo

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

- Impacto ambiental positivo

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

2.15. Evaluación socioeconómica

El análisis financiero de un proyecto es diferente al análisis económico, aunque ambos conceptos están íntimamente relacionados. El análisis financiero de un proyecto determina la utilidad o beneficio monetario que percibe la institución que opera el proyecto, en cambio el análisis económico mide el efecto que ejerce el proyecto en la sociedad.

2.15.1. Valor Presente Neto

Valor actual neto o Valor Presente Neto son términos que proceden de la expresión inglesa Net Present Value. El acrónimo es NPV en inglés y VAN en español. Es un procedimiento que permite calcular el valor presente, de un determinado número de flujos de caja futuros. El método, además, descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado.

La obtención del VAN, constituye una herramienta fundamental para la evaluación y gerencia de proyectos, así como para la administración financiera.

El Valor Presente Neto, puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales son:

$$VPN < 0$$

$$VPN = 0$$

$$VPN > 0$$

Cuando el $VPN < 0$ y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, está advirtiéndolo que el proyecto no es rentable. Cuando $VPN = 0$, indica que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el $VPN > 0$, está indicando que la opción es rentable y que inclusive, podría incrementarse el porcentaje de utilidad. Las expresiones para el cálculo del valor presente son:

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

Donde:

- P = valor de pago único en el inicio de la operación o valor presente
- F = valor de pago único al final del período de la operación o valor de pago futuro.
- A = valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante o renta de ingreso.
- I = tasa de interés de cobro por la operación o tasa de unidad por la inversión a una solución.

N = período que se pretende dure la operación

Como es un proyecto de inversión social, la municipalidad absorberá el 80 % del costo total del proyecto y la comunidad pagará el otro 20 % en un período de 8 años en cuotas de Q.15 720,00 / anuales por derecho de conexiones domiciliarias. La cuota de mantenimiento es de Q.10.00/mensual por vivienda.

Datos del proyecto:

Costo total del proyecto = Q. 1 666,176.02

Costo de mantenimiento = Q. 15,000.00/anual

Ingresos anuales por mantenimiento = Q. 15,720.00

n= 8 años

Valor Presente Neto para un interés del 10 % anual en un período de 8 años.

$$VPN = -1\,666,176.02 + 15,720.00 \left(\frac{(1 + 0.10)^8 - 1}{0.10(1 + 0.10)^8} \right) - 15,000.00 \left(\frac{(1 + 0.10)^8 - 1}{0.10(1 + 0.10)^8} \right)$$

$$VPN = - Q. 1\,530\,064,95$$

Valor Presente Neto para un interés del 18 % anual en un período de 8 años.

$$VPN = -1\,666,176.02 + 15,720.00 \left(\frac{(1 + 0.18)^8 - 1}{0.18(1 + 0.18)^8} \right) - 15,000.00 \left(\frac{(1 + 0.18)^8 - 1}{0.18(1 + 0.18)^8} \right)$$

$$VPN = - Q. 1\,624\,772,17$$

2.15.2. Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno o Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) de una inversión, está definida como la tasa de interés, con la cual el Valor Actual Neto o Valor Presente Neto (VAN o VPN) es igual a cero. El VAN o VPN, es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente. La Tasa Interna de Retorno es el tipo de descuento que hace igual a cero el VAN. La TIR es una herramienta de toma de decisiones de inversión, utilizada para comparar la factibilidad de diferentes opciones de inversión, generalmente, la opción de inversión con la TIR más alta es la preferida.

Si la TIR es mayor o igual al costo de capital, se acepta el proyecto, de no ser este el caso entonces se rechaza. La expresión que se utiliza es la siguiente:

$$TIR = VPN_{BENEFICIO} - VPN_{GASTOS} = 0$$

Para calcular la Tasa Interna de Retorno, se procede por el método de prueba y error, el cual consiste en delimitar un rango, debe existir un VPN negativo y un VPN positivo, para luego interpolar y así, encontrar la tasa de retorno requerida, la cual sirve de guía para determinar la tasa de rendimiento que genera una rentabilidad neutral.

Tasa 1	VPN (+)
TIR	VPN = 0
Tasa 2	VPN (-)

Para calcular la tasa interna de retorno, se utiliza la siguiente expresión:

$$TIR = i1 + \left[\frac{VPN1}{VPN1 + VPN2} \right] (i2 - i1)$$

$$TIR = (0.10) + \left[\frac{1\,530\,064,95}{1\,530\,064,95 + 1\,624\,772,17} \right] (0.18 - 0.10)$$

$$TIR = 13.87 \%$$

2.15.3. Relación Beneficio/Costo

Para obtener un análisis más certero acerca del beneficio y costo del presente proyecto, se utilizará la siguiente fórmula:

$B/C > 1$ Donde el beneficio a obtenerse del proyecto, es mayor que el costo. Por lo que existe rentabilidad en la propuesta del proyecto.

$B/C = 1$ Donde el beneficio a obtenerse del proyecto, es igual al costo. Por lo que el proyecto es indiferente, ya que no se está obteniendo ganancia pero tampoco se pierde.

$B/C < 1$ Donde el beneficio a obtenerse del proyecto, es menor que el costo. Por lo que no es rentable la propuesta del proyecto.

Datos:

$$B = Q. 1\,530\,064,95$$

$$C = Q. 1\,624\,772,17$$

$$\frac{B}{C} = \frac{1\,530\,064,95}{1\,624\,772,17} = 0.94 < 1$$

La propuesta de disposición y tratamiento de aguas en términos financieros, no es rentable para la Municipalidad de Jutiapa, ya que el índice beneficio-costo, es menor a uno, lo que indica que el costo de la obra es mayor a los ingresos que generará la misma. Sin embargo, este proyecto traerá consigo beneficios, tales como: eliminación de vectores productores de enfermedades respiratorias y gastrointestinales, confort ambiental para los residentes de la urbanización, protección del medio ambiente, entre otros. Por lo tanto, la inversión que hará la municipalidad, estará respaldada por todos los beneficios que obtendrán los habitantes de la aldea El Estoraque, al ser este un proyecto social.

3. DISEÑO DE ESCUELA PRIMARIA PARA LA ALDEA EL COHETERO

3.1. Descripción del proyecto

Se va a realizar un diseño de la escuela primaria para la aldea El Cohetero, tomando en cuenta el factor económico, puesto que se cuenta con poco aporte de la comunidad. Las medidas serán de 30,5 metros de largo por 5,30 metros de ancho; la estructura es mampostería de block con una cubierta de lámina de zinc y costaneras de metal, llevará el cimiento corrido y zapatas; también las columnas y soleras hidrófuga, intermedia y final. El piso de la escuela será de granito, puertas de metal con las respectivas ventanas.

El lugar donde se construirá la escuela primaria, la cual tiene 40 metros de largo por 10 metros de ancho, que da como resultado 400 metros cuadrados de terreno. No se realizó la topografía en el lugar, puesto que, no era necesario, ya que el terreno es bastante plano. También se tomó en cuenta que el lugar donde estará ubicada, está alejado de ruidos, malos olores, etc.

3.2. Selección del terreno

Es necesario considerar las condiciones del suelo y del terreno para que las edificaciones no se hundan, inclinen o colapsen durante la construcción.

3.2.1. Localización

- Será condición indispensable para la selección del terreno, la existencia o factibilidad de servicios de infraestructura. Las vías de acceso al terreno, deberán facilitar el tránsito y arribo de los usuarios.
- Se deberá localizar en un área de fácil identificación

3.3. Características físicas

Dentro de las características principales a considerar se detallan las siguientes:

3.3.1. Forma del terreno

- La superficie del terreno, deberá considerarse tomando en cuenta la forma geométrica o poligonal.
- En cualquier caso los terrenos deberán ser de forma regular, preferentemente rectangulares.

3.3.2. Dimensión

- La dimensión del terreno, deberá ser lo suficientemente amplia para preveer futuras ampliaciones, de acuerdo a la demanda.

3.3.3. Altimetría y topografía

- La altimetría del terreno deberá ser preferentemente plana o si existe

alguna pendiente, no debe ser mayor al 15 %.

- El terreno deberá tener una superficie ligeramente más elevada, con respecto al área circundante, para asegurar un drenaje natural.
- Los terrenos ubicados a orillas de barrancos o en laderas deberán ser evitados.
- Para terrenos irregulares, se valorará la factibilidad de rellenos por el costo y tiempo de compactación y nivelación.

3.3.4. Consideraciones mecánicas y físicas

- Se considerarán las condiciones mecánicas del subsuelo, para permitir una construcción sólida y segura.
- Evitar terrenos donde se encuentre arcilla expansiva o zonas fangosas.
- Terrenos que sean producto de rellenos o que tengan antecedentes de cementerio o basurero deberán ser evitados.

3.3.5. Situación legal

- El terreno deberá cumplir con todos los requisitos necesarios para la posesión legal tales como:
 - Documentos que comprueben la adquisición del predio
 - Comprobación de posesión física del terreno

- Documentos que comprueben que el terreno no posee gravámenes de ningún tipo o que esté afecto a restricciones de tipo urbano o agrario.

3.4. Normas a utilizar

Para el diseño de la escuela se utilizarán las normas de diseño del Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA), en los cuales los parámetros principales, son los siguientes:

- Requisitos generales de aceptabilidad
- Planos, documentos, especificaciones y presupuesto
- Requisitos arquitectónicos
- Requisitos estructurales
- Requisitos para instalaciones

3.5. Cargas

A continuación se detallan todas las cargas necesarias.

3.5.1. Carga viva

Son cargas que pueden cambiar en magnitud y posición, se tienen las que se mueven con la propia fuente de energía que son las móviles y las que pueden ser movidas que son las movibles, otras cargas vivas, pueden ser causadas por las operaciones de la construcción, el viento, la lluvia, los sismos, las explosiones y los cambios de temperatura.

La determinación de la carga viva apropiada, para un sistema estructural es complicada, debido a la incertidumbre de la magnitud en sí misma y el lugar sobre el que actúa la carga, en cualquier instante dado.

- Cargas de ocupación o uso: son cargas de piso que se aplican a un área dada de una construcción y dependen de la utilización u ocupación, existe una diversidad de cargas de ocupación estandarizadas para diferentes tipos de construcciones y para uso, debe consultarse bibliografía más extensa.
- Cargas por temperatura: se presenta cuando varía la temperatura de una estructura o de alguno de los miembros, el material tenderá a expandirse en una forma, ocasionando esfuerzos a la estructura.
- Carga por viento: el viento puede actuar en cualquier dirección y debe investigarse cuál es la dirección que produce efectos desfavorables en la estructura; estas cargas laterales, varían en magnitud, según la localidad geográfica, la altura sobre el terreno, el tipo de terreno que rodea al edificio, etc. Las presiones de viento, se suponen en general uniformemente aplicadas a la superficie de barlovento de los edificios, en Guatemala las velocidades mínimas de diseño para cargas de viento, son de 90km/h.
- Otras cargas: otras cargas vivas que pueden en algún momento afectar la estructura están las ocasionadas por la presión de la tierra y por la presencia de agua.

Figura 4. Cargas vivas distribuidas uniformemente

Escaleras privadas	300
Escaleras públicas o de escape	500
Balcones, cornisas y marquesinas	300
Áreas de salida y/o escape	500
Vestibulos públicos	500
Plazas y áreas públicas a nivel de calle	500
Salones de reunión	
Con asientos fijos	300
Sin asientos fijos	500
Escenarios y circulaciones	500
Instalaciones deportivas públicas	
Zonas de circulación	500
Zonas de asientos	400
Canchas deportivas	ver nota ^(a)
Aulas y escuelas	200
Bibliotecas	
Áreas de lectura	200
Depósito de libros	600
Almacenes	
Minoristas	350
Mayoristas	500
Estacionamientos y garages	
Automóviles	250
Vehículos pesados	según vehículo
Rampas de uso colectivo	750
Corredores de circulación	500
Servicio y reparación	500
Bodegas	
Cargas livianas	600
Cargas pesadas	1200
Fábricas	
Cargas livianas	400
Cargas pesadas	600
Cubiertas pesadas (inciso 8.3.3(f))	
Azoteas de concreto con acceso	200
Azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	100
Azoteas inclinadas más de 20°	75 ^(b)
Cubiertas livianas (inciso 8.3.3(g))	
Techos de láminas, tejas, cubiertas plásticas, lonas, etc. (aplica a la estructura que soporta la cubierta final)	50 ^(b)
Notas: ^(a) carga depende del tipo de cancha	
^(b) sobre proyección horizontal	

Tipo de ocupación o uso	W _v (kg/m ²)
Vivienda	200
Oficina	250
Hospitales - encamamiento y habitaciones	200
Hospitales - servicios médicos y laboratorio	350
Hoteles - alas de habitaciones	200
Hoteles - servicios y áreas públicas	500

Fuente: Normas AGIES NR – 2:200, Pág. 28

Para anticipar las diferentes clases de cargas y fuerzas que puedan llegar a actuar en la estructura que se está diseñando, el ingeniero cuenta con la ayuda de los códigos de diseño, en donde se especifican, en general, las cargas más usuales para las estructuras, sin embargo, en ocasiones se tiene que acudir al criterio u otros métodos para la determinación de los valores.

3.5.2. Carga muerta

Son todas aquellas cargas derivadas del peso propio de la construcción, generalmente incluyen el peso de la cubierta del techo, la estructura de marcos rígidos de concreto reforzado, losas, muros de mampostería reforzada, repellos, cernidos en techos y paredes, pisos, obras falsas y todo tipo de instalaciones, etc.

3.5.3. Carga de sismo

Estas cargas son las que se conocen con el nombre de cargas laterales; éstas son puramente dinámicas. Una de las características de estas cargas, es que la aplicación es en un corto período de tiempo.

3.6. Método de análisis

El método utilizado para el presente diseño es el llamado Método por Resistencia de Trabajo, el cual considera el tipo de cargas y esfuerzos a los que la estructura será expuesta y los incrementa con factores de seguridad, de este modo, las fuerzas de diseño de la estructura no son las cargas últimas de trabajo, sino que son las cargas netas a las que la estructura será sometida, incrementadas por seguridad.

3.7. Sistema constructivo

- Estructura de techo : considerando varios tipos de estructura para el techo de esta escuela y tomando en cuenta las condiciones económicas con que cuentan las aldeas y la municipalidad, se ha llegado a la conclusión de utilizar perfil tipo C (costanera) para esta, las medidas se detallarán más adelante en el diseño de la estructura del techo, sobre esta estructura se colocará una cubierta de Lámina Galvanizada troquelada calibre No. 26, cuyas características se plantearán en el diseño final, es necesario mencionar que para la colocación de este tipo de estructura, se deberá seguir los pasos recomendados por el fabricante para la colocación de estas piezas.
- Muros: el proceso constructivo que se utilizará para los muros, será en base a mampostería, la cual será reforzada por columnas y soleras de amarre para obtener una mayor resistencia y durabilidad del proyecto, el cual se diseñara por resistencia de trabajo.
- Cimentación: la cimentación será a base de concreto armado, la cual estará conformada por el cimiento corrido y las zapatas, este tipo de estructura, se detallará en la parte de análisis y diseño estructural.

3.8. Diseño de escuela

Los diseños necesarios se delimitan en los siguientes subtítulos:

3.8.1. Diseño de techo

Se propone la utilización de un techo con una estructura portante,

consistente en una viga encajuelada, la cual estará formada por dos perfiles tipo C unidos, las cuales soportarán el peso y las cargas de la lámina y las costaneras, que serán de perfiles tipo C, con una cubierta de lámina galvanizada de tipo Rooftec 26, con las siguientes características:

Tabla XIII. **Características técnicas de lámina**

Ancho total	1.10 m
Ancho útil	1 m
Voladizo máximo recomendado	30 cm
Peso por metro cuadrado	3.94 kg
Espesor de lámina	0.3 mm
Traslape longitudinal mínimo	10-15 cm
Pendiente mínima	15 %
Espesor equivalente en conjunto	calibre 26

Fuente: Galcasa de Guatemala.

Integración de cargas:

$$C_{viva} = 100 \frac{kg}{m^2} \text{ (peso para servicios o mantenimiento del techo, según código UBC - 97)}$$

$$C_{lámina} + 15\%_{\text{traslape}} = 3,94 \frac{kg}{m^2} + 0,59 \frac{kg}{m^2} = 4,53 \frac{kg}{m^2}$$

$$C_{VIENTO} = 0.0034789 V^2$$

Donde:

V = mayor velocidad de viento registrada en Guatemala, según
INSIVUMEH V = 160 km/h

$$C_{\text{VIENTO}} = 0.0034789 (160 \text{ km/h})^2$$

$$C_{\text{viento}} = 89,06 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$C_{\text{total}} = 100,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 4,53 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 89,06 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 193,59 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Distancia máxima entre apoyos = 1,00 m

Longitud total= 5,10 m.

Cálculo de momento

$$M = \frac{WL^2}{8}$$

$$M = \frac{193,59 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times (1.00\text{m.})^2}{8}$$

$$M = 24,00\text{kg} - \text{m}$$

$$M = 2400,00\text{kg} - \text{cm}$$

Haciendo trabajar el metal a $10 \text{ kg/mm}^2 = 1000 \text{ kg/cm}^2$

$$Z = \frac{W}{T_m}$$

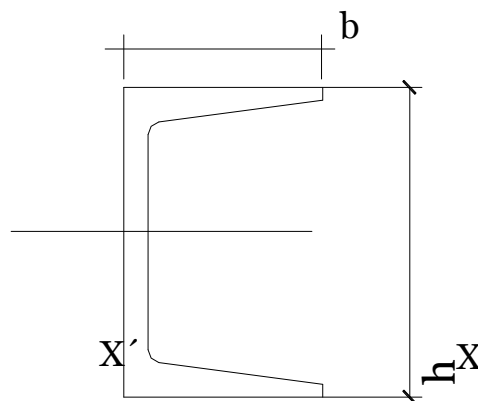
$$Z = \frac{2400,00\text{kg} - \text{cm.}}{1000\text{kg} - \text{cm}^2} = 2,40\text{cm}^3$$

Tabla XIV. **Propiedades de perfiles tipo C**

Dimensiones en mm		x	Área	Masa (peso)	Z
H	B	cm.	cm ²	kg/m	cm ³
50	25	0.8	5.1	4	8
60	30	0.89	6.4	5.02	10.8
80	45	1.45	11	8.64	26.5
100	50	1.55	13.5	10.6	41.2
120	55	1.6	17	13.4	60.7

Fuente: Galcasa de Guatemala.

Figura 5. **Perfil tipo C**



Fuente: Galcasa de Guatemala.

Utilizando la tabla anterior, el radio de giro más aproximado, fue el de 8cm^3 que corresponde a un perfil C tipo 8, cuya sección sería de 50 mm . ($1,96''$) x 25mm ($0,98''$) teniendo un peso de $4,00\text{ kg/m}$.

$$C_{\text{total}} = C_{\text{viva}} + C_{\text{lámina}} + C_{\text{viento}} + C_{\text{costanera}}$$

$$C_{\text{total}} = 193,59 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 4,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 197,59 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$M = \frac{WL^2}{8}$$

$$M = \frac{197,57 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times (1,00\text{m})^2}{8}$$

$$M = 24,69\text{kg} - \text{m}$$

$$M = 2469,00\text{kg} - \text{cm}$$

$$Z = \frac{2469,00\text{kg} - \text{cm}}{1000\text{kg} - \text{cm}^2} = 2,469\text{cm}^3$$

Donde:

Z = factor de giro

M = momento

W = carga

L = longitud

Utilizando la tabla anterior, el radio de giro más aproximado sería el de 8cm^3 que corresponde a un perfil C tipo 8, cuya sección sería de 50 mm ($1,96''$) x 25mm ($0,98''$) teniendo un peso de $4,00\text{ kg/m}$.

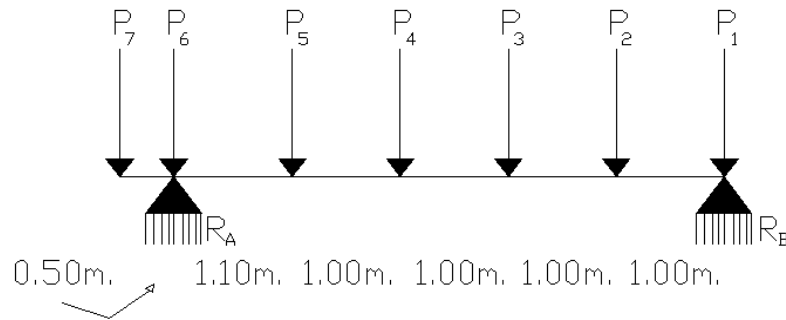
Diseño de viga metálica

Carga de costaneras = $193,59\text{ kg/m} \times 1,00\text{m} = 193,59\text{ kg}$

Carga de costaneras = $193,59\text{ kg/m} \times 1,10\text{m} = 212,94\text{ kg}$

Carga de costaneras = $193,59\text{ kg/m} \times 0,50\text{m} = 96,80\text{ kg}$

Figura 6. Diagrama de cargas puntuales



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

$$\sum MR_A = 0$$

$$-0,50(96,80) + 1,10(212,94) + 2,10(193,59) + 3,10(193,59) + 4,10(193,59) + 5,10(193,59) - 5,10(R_B) = 0$$

$$2973,49 - 5,10(R_B) = 0$$

$$R_B = \frac{2973,79}{5,10} = 583,03$$

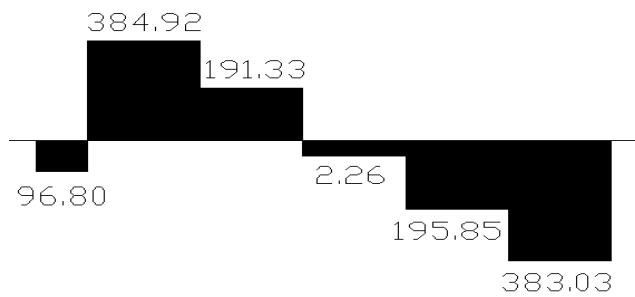
$$\sum F_y = 0$$

$$1(96,80) + (5)(193,59) + (1)(212,94) - 583,03 + R_A = 0$$

$$96,80 + 967,95 + 212,94 - 583,03 = R_A$$

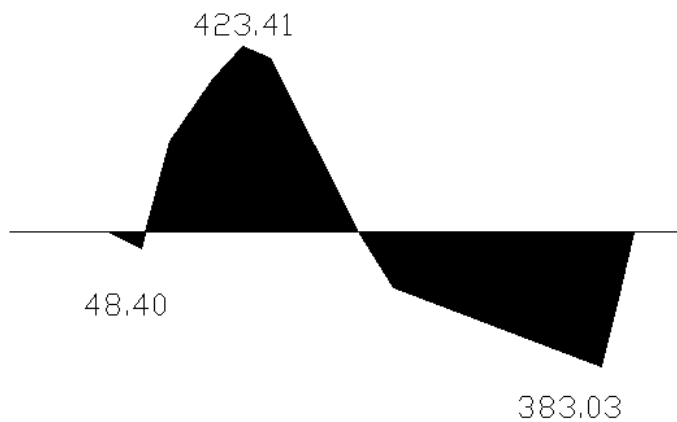
$$R_A = 694,66$$

Figura 7. Diagrama de corte



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 8. Diagrama de momento



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Momento = 423,41 kg-m => 4234,100 kg-cm.

Haciendo trabajar el metal a $10 \text{ kg/mm}^2 = 1000 \text{ kg/cm}^2$

$$Z = \frac{4234,100 \text{ kg} - \text{cm.}}{1000,00 \text{ kg} - \text{cm}^2} = 4,23 \text{ cm}^3$$

Utilizando la tabla anterior, el radio de giro más aproximado sería el de 8 cm^3 que corresponde a un perfil C tipo 8, cuya sección sería de 50 mm (1,96") x 25mm (0,98") teniendo un peso de 4,00 kg/m

$$C_{\text{total}} = C_{\text{viva}} + C_{\text{lámina}} + C_{\text{viento}} + C_{\text{costanera}}$$

$$W_{\text{total}} = 193,59 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} + 4,00 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} = 197,59 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$$

$$M = \frac{WL^2}{8}$$

$$M = \frac{197,59 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} \times (3,05 \text{ m})^2}{8}$$

$$M = 229,76 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M = 22976,01 \text{ kg} - \text{cm}$$

Haciendo trabajar el metal a $10 \text{ kg/mm}^2 = 1000 \text{ kg/cm}^2$

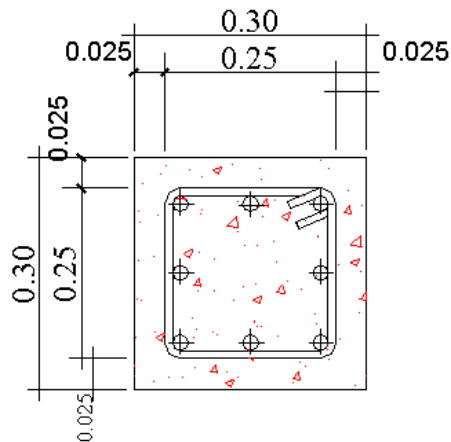
Según Método de Diseño por Resistencia de Trabajo en mampostería, según código uniforme de la edificación 1997, sección 2107. exige que el espesor nominal de los muros portantes de mampostería reforzada, no debe ser menor de 0.15m. con opción que puedan utilizarse muros huecos con un espesor nominal de 0.10m. siempre que la resistencia unitaria del área neta exceda de 55 MPa, las unidades estén alineadas con unión continua, los tamaños de varilla, no excedan de 12.7mm. con no mas de dos varillas o un empalme en una celda y que las juntas se corten en ras, cóncavas o en una sección sobresaliente en V, por tal motivo en nuestra sección de muro de 1 a 2, se utilizan muros de block con 0.15 de ancho y resistencia f'm de 35 kg/cm².

Columnas: la dimensión nominal mínima de una columna de mampostería reforzada, debe ser de 0.30 m., según lo establece el ACI, con excepción de que, en caso del diseño por esfuerzo de trabajo, cuando se reducen a la mitad los esfuerzos admisibles, la dimensión nominal mínima debe ser de 0.20 m.

Se proponen dos columnas de 0,30 m x 0,30 m, más 4 hierros de 1/2 "c/u con estribo de 1/4" @ 0,15 m/ y 4 hierros de 3/8 "c/u con estribo de 1/4" @ 0,15 m

$$A_s = (4 \times 1,267) \text{ cm}^2 + (4 \times 0,713) \text{ cm}^2 = 7,92 \text{ cm}^2 > 5,418 \text{ cm}^2$$

Figura 10. **Columna típica**



4 No. 4 + 4 No. 3 con un confinamiento
de 0.6m en los extremos con
est. No. 2 @ 7.5 cm y
No. 2 @ 0.15 en el centro

Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Suposiciones de diseño: el procedimiento de diseño por esfuerzos de trabajo, se basa en las suposiciones de esfuerzos de trabajo y de la distribución lineal del esfuerzo-deformación, con todos los esfuerzos en el rango elástico, de acuerdo a lo siguiente:

- Las secciones planas antes de la flexión, permanecen planas después de la misma.
- El esfuerzo es proporcional a la deformación
- Los elementos de mampostería se combinan para formar un miembro homogéneo.

As mínimo refuerzo horizontal:

$$A_{s_{\text{mínimo}}} = (\rho_h)(L_{\text{muro}})(\text{ancho} - \text{block})$$

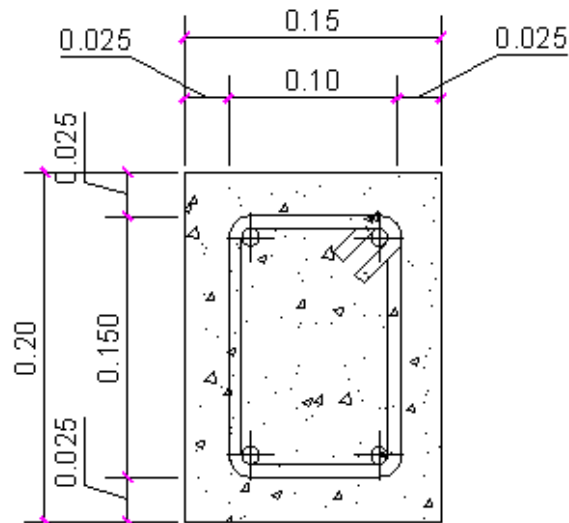
$$A_{s_{\text{mínimo}}} = (0,0013)(255,00\text{cm})(15\text{cm})$$

$$A_{s_{\text{mínimo}}} = 4,97\text{cm}^2$$

Se proponen 3 soleras fundidas de 0.20 m de alto x 0.15 m de ancho más 4 hierros de $\frac{3}{8}$ c/u con estribo $\frac{1}{4}$ @ 0.2 m. siendo éstas las de corona, de humedad y solera intermedia.

$$A_s = 12 \times 0.71 \text{ cm.}^2 = 8.52 \text{ cm}^2 > 4,97 \text{ cm}^2$$

Figura 11. **Soleras típicas**



SOLERA DE HUMEDAD
INTERMEDIA Y DE CORONA
4 NO. 3 Y EST. NO. 2 @ 0.20

Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

3.8.3. Diseño de mochetas

Cálculo de la carga que llega a la columna

$$w = C.M.(\text{separación}) + C.V.(\text{separación}) + C_{\text{viga}} = \text{separación}(C.M + C.V.) + C_{\text{viga}}$$

Donde:

Separación = 2,50 mts.

C.M. = peso carga muerta = 16,58 kg/m²

C.V. = peso de la carga viva = 100,00 kg/m²

C_{viga} = peso de la viga = 8,64 kg/m

$w = \text{separación} * (C.M. + C.V.) + W_{\text{VIGA}}$

$w = 2,50 \text{ mts} * (16,58 \text{ kg/m} + 100 \text{ kg/m}) + 8,64 \text{ kg/m}$

$w = 300,00 \text{ kg/m}$

$$P = \frac{wl}{2}$$

L=3,87 mts

$P = (300,00 \text{ kg/m} * 3,87 \text{ mts}) / 2$

$P = 580,50 \text{ kg}$

Cálculo del armado de la columna

Asumiendo el valor de $\rho = 1 \% = 0.01$

Con columnas de sección 0.15 x 0.10 cm. y un área transversal de 150 cm².

$\rho Ag = 0,01(150 \text{ cm}^2)$

$\rho Ag = 1,50 \text{ cm}^2$

$\rho =$ cuantía de acero

$Ag =$ área gruesa

Si se utilizan 2 varillas No. 3, el área de acero es $0,71 \times 2 = 1,42 \text{ cms}^2$

$$\rho = 1,42 \text{ cm}^2 / 150 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0.00946$$

Usando un reductor de carga a compresión:

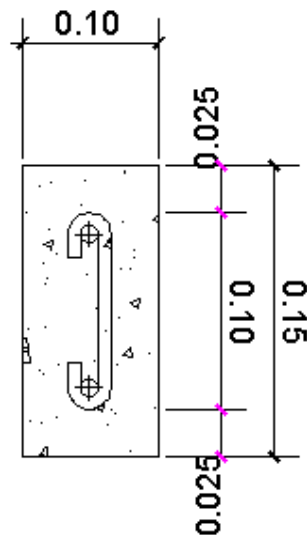
$$P_o = \phi \times 0,80 [0,85 f'c(A_g - A_s) + f_y A_s] \quad \phi = 0.70 \text{ (ACI Ecuación 10-2)}$$

$$P_o = 0,70 \times 0,80 (0,85 \times 210 (150 - 1,42) + (2810) \times (1,42))$$

$$P_o = 18660,16 \text{ kg}$$

$P_o > P$ entonces basta con colocar 2 varillas No. 3

Figura 12. **Diseño de mochetas**



2 No. 3 y esl. No.2 @ 0.15

Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

3.8.4. Diseño del cimiento corrido

Integración de cargas

Peso del muro

$$W_{\text{muro}} = \text{alto} \times \text{ancho} \times \gamma_{\text{mampostería}}$$

$$W_{\text{muro}} = 3,87 \text{ mts} \times 0,15 \text{ mts} \times 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{\text{muro}} = 1044,90 \text{ kg/m}$$

Donde:

$$\text{ancho} = 0,15 \text{ mts.}$$

$$\text{alto} = 3,87 \text{ mts.}$$

$$\gamma_{\text{mampostería}} = 1800 \text{ Kg/m}^3$$

Peso del cimiento

$$W_{\text{cimiento}} = \text{alto} \times \text{ancho} \times \gamma_{\text{concreto}}$$

$$W_{\text{cimiento}} = 0,40 \text{ mts} \times 0,20 \text{ mts} \times 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{\text{cimiento}} = 192,00 \text{ kg/m}$$

Donde:

$$\text{ancho} = 0,40 \text{ mts.}$$

$$\text{alto} = 0,20 \text{ mts.}$$

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

$$W_{\text{que tributa al muro}} = (W_{\text{lámina}} + W_{\text{instalaciones}} + W_{\text{viga}}) \times a$$

$$W_{\text{que tributa al muro}} = (3,94 + 10,60 + 8,64) \times (2,55)$$

$$W_{\text{que tributa al muro}} = 59,10 \text{ kg/m}$$

$$a = \text{ancho tributario}$$

$$a = 2,55$$

Donde:

Peso de la carga viva

$$W_{\text{c.v.}} = 244,05 \text{ kg/m}^2 \times a$$

$$W_{\text{c.v.}} = 244,05 \text{ kg/m}^2 \times 2,55 \text{ mts.}$$

$$W_{\text{cv.}} = 622,32 \text{ kg/m}$$

Peso total del muro

$$W_{\text{muro}} = 1,4 \text{ WC.M.} + 1,7 \text{ WC.V.}$$

$$W_{\text{muro}} = 1.4 (1044,90\text{kg/m} + 192 \text{ kg/m} + 59,10 \text{ kg/m}) + 1.7 (622,32 \text{ kg/m})$$

$$W_{\text{muro}} = 1814,40 \text{ kg/m} + 1057,94\text{Kg/m}$$

$$W_{\text{muro}} = 2872,34 \text{ kg/m}$$

Determinación del ancho

Donde:

b= ancho del cimiento

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

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

$$P_s = 1700,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_s = P/A \longrightarrow A = P/F_s \longrightarrow A = b * l$$

Donde

P_s = peso específico del suelo

$$A = P/P_s$$

$$A = (2872,34\text{kg/m}) / (1700,00 \text{ Kg/m}^2)$$

$$A = 1,68 \text{ mts}$$

$$b = 0,40 \quad h = 0.20$$

Para efectos de diseño, se asumirá un ancho de cimiento de 0.40 mts y peralte de 0.13 mts. con un recubrimiento de 0.07 mts.

Chequeo a corte simple

Con los datos asumidos en el párrafo anterior, se verifica si el corte actuante es menor al corte resistente, si es así, los datos asumidos son correctos.

$$V_r = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f_c}$$

$$V_a = \frac{P}{A}$$

$$V_r = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210}$$

$$V_a = (2872,34 \text{ kg/m}) / (40 \times 13)$$

$$V_r = 6.53 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_a = 5,52 \text{ kg/cm}^2$$

$V_a < V_r$ Sí Chequea

Chequeo a flexión

Con los datos de 0.40 mts. de base, 0.13 mts. de peralte y 0.07 mts. de recubrimiento, se obtiene:

$$W = P/b$$

Donde

$$W = (2872,34 \text{ kg/m}) / 0.40 \text{ mts}$$

P = peso del muro intermedio

$$W = 7180,85 \text{ kg/m}$$

b = base del cimiento

Cálculo del momento

$$M = \frac{WL^2}{2}$$

$$M = ((7180,85\text{kg/m}) \cdot (0,13)^2) / 2$$

$$M = 60,67\text{kg} - \text{m}$$

$$Mu = 60,67\text{kg} - \text{m}$$

$$b = 40 \text{ cms}$$

$$d = 13 \text{ cms}$$

$$As = \left[bd - \sqrt{\left[(bd)^2 - \frac{Mu \cdot b}{0,003825 \cdot f'c} \right]} \right] \times 0,85 \cdot \frac{f'c}{Fy}$$

Donde:

As = área de acero

b = base

d = altura menos recubrimiento

$$As = \left[40 \times 13 - \sqrt{\left[(40 \times 13)^2 - \frac{60,67 \times 40}{0,003825 \times 210} \right]} \right] \times 0,85 \times \frac{210}{2810}$$

$$As = 0,17 \text{ cm}^2$$

Cálculo del refuerzo mínimo

$$As_{\text{min}} = 0,4 \left(\frac{14,1}{Fy} \cdot b \cdot d \right)$$

$$As_{\text{min}} = 0,4 (14,1/2810) \cdot 40 \cdot 13$$

$$As_{\text{min}} = 1,04 \text{ cm}^2$$

As < Asmin, entonces se toma el valor de Asmin = 1.04 cm²

Como el área de acero mínimo es mayor que el área de acero requerida, se utilizará el acero mínimo

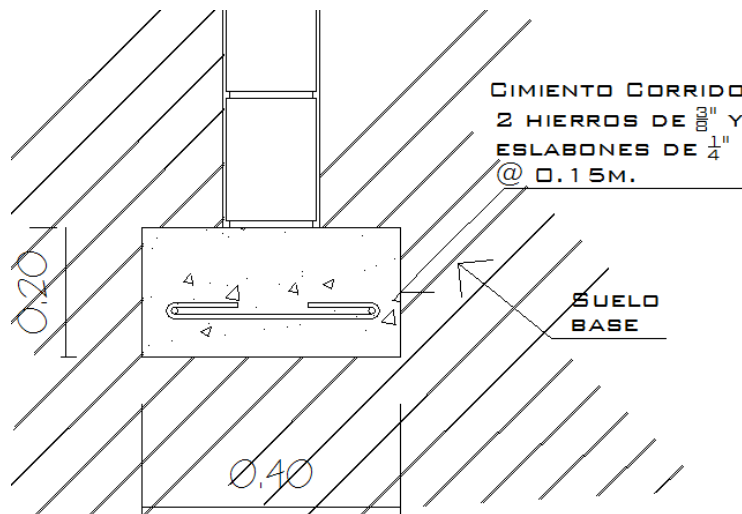
Número de varillas = $A_{smin}/A_{varilla}$ No. 3

Número de varillas = $1.04 \text{ cm}^2 / 0.71 \text{ cm}^2$

Número de varillas = 1.46 = 2 varillas No. 3

Se usarán 2 varillas No. 3 con eslabones No. 2 @ 0.15 m.

Figura 13. **Diseño de cimiento corrido**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

3.8.5. **Diseño de zapatas**

Para la realización del diseño de las zapatas se deben realizar las siguientes consideraciones.

3.8.5.1. Evaluación del tipo de suelo

El valor soporte del suelo, también llamado capacidad de carga o apoyo de los cimientos, es una característica de cada sistema de suelo-cimentación y no solo una cualidad intrínseca del suelo. Los distintos tipos de suelo, difieren en capacidad de carga, pero también ocurre que en un suelo específico, dicha capacidad varía con el tipo, forma, tamaño y profundidad del elemento de cimentación que aplica la presión.

Cuando se pretende calcular la capacidad soporte de cimentaciones, es necesario conocer la distribución de los esfuerzos dentro de los estratos del suelo por medio del ensayo triaxial. Sin embargo, cuando no se es factible realizar un estudio de esta naturaleza por causas económicas, se sugiere realizar una inspección visual del suelo para lograr determinar la capacidad soporte del mismo. Ver tabla XV.

Cálculo del valor soporte de suelos:

Datos (anexo: Ensayo de Comprensión Triaxial, Diagrama de *Mohr*)

Ángulo de fricción interna = $\phi = 24,12^\circ$

Cohesión de suelo = $C_u = 9,02 \text{ ton}/\text{m}^2$

Peso específico del suelo = $\gamma_{\text{suelo}} = 1,410.00 \text{ kg}/\text{m}^3$

Utilizando la ecuación general de Terzaghi

Tabla XV. **Valor soporte permisible, según tipo de suelo**

MATERIAL DEL SUELO	TON/M²	OBSERVACIONES
Roca sana	645	
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada o porosa	22-86	
Suelos gravillosos	90	Compactados, buena granulometría
Suelos arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

Fuente: VILLALAZ, Crespo. Mecánica de suelos y cimentaciones. p. 193.

Se utilizan factores de seguridad por posibles errores en el ensayo triaxial:

$$F_{s\phi} = 24,12/2=12,06$$

F_{sc}= factor de seguridad de cohesión

$$F_{sc} = 9,02/2=4,51$$

$$q_u = 1.3C_u N_c + D_f \gamma_{\text{suelo}} N_q + 0.40B \gamma_{\text{suelo}} N_\gamma$$

Donde: N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga adimensionales que están únicamente en función del ángulo de fricción interna del suelo.

C_u = Cohesión de suelo

D_f = Desplante de cimentación = 2,50 m.

Se utilizan factores de seguridad, por posibles errores en el ensayo triaxial:

$$N_c = \cot\phi \left[\frac{e^{2(3\pi/4 - \phi/2)\tan\phi}}{2\cos^2(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2})} - 1 \right] = \cot 0.2094\text{rad} \times \left[\frac{e^{2(3\pi/4 - 0.244\text{rad}/2)\tan\phi}}{2\cos^2(\frac{\pi}{4} + \frac{0.2094\text{rad}}{2})} - 1 \right]$$

$$N_c = 9,28$$

$$N_q = \frac{e^{2(3\pi/4 - \phi/2)\tan\phi}}{2\cos^2(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2})} - 1 = \frac{e^{2(3\pi/4 - 0.244\text{rad}/2)\tan\phi}}{2\cos^2(\frac{\pi}{4} + \frac{0.2094\text{rad}}{2})} - 1$$

$$N_q = 2,97$$

$$N_\gamma = \left[\frac{\left(\frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi} \right)}{\cos^2\phi} - 1 \right] \times \frac{\tan\phi}{2} = 1,69$$

$$N_\gamma = 1,69$$

Calculando la carga última que soporta el suelo:

$$q_u = 1.3C_u N_c + D_f \gamma_{\text{suelo}} N_q + 0.40B \gamma_{\text{suelo}} N_\gamma$$

$$q_u = 1.3 \times 4,51 \text{ ton/m}^2 \times 9,28 + 2,50\text{m} \times 1.41 \text{ ton/m}^3 \times 2,97 + 0.40 \times 0,70\text{m} \times 1.41 \text{ ton/m}^3 \times 1,69$$

$$q_u = 65,54 \text{ ton/m}^2$$

La carga admisible, se calcula de la siguiente forma:

$$q_a = \frac{q_u}{FS}$$

Donde:

FS = factor de seguridad, depende de la importancia de la edificación.

FS = 3, debido a que se pretende utilizar como centro educativo y como albergue en caso de una catástrofe, por ello, el valor tan alto.

$$q_a = \frac{65,54 \text{ ton/m}^2}{3} = 21,84 \text{ ton/m}^2$$

3.8.5.2. Diseño de zapatas

Se diseñaran las zapatas, tomando como columna crítica, las que se localizan en las aulas con una sección de 0,30 m x 0,30 m. y una altura de 3,87 metros.

Se toman como datos

$$F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\mu = \text{capacidad de carga permisible del terreno} = 21840,00 \text{ kg/m}^2$$

Integración de carga

La carga total de la cubierta soportada por las columnas será de:

$$P = P_c * A$$

Donde:

P = peso de la cubierta

P_c = peso por metro cuadrado de la cubierta

A = área cubierta de techo

$$P = (59,10 \text{ kg/m}^2) \times (165,89 \text{ m}^2)$$

$$P = 9804,10 \text{ kg}$$

Distribuidos sobre las 12 zapatas, que habrán en las columnas críticas

$$\text{Peso sobre columna} = 9804,10 \text{ kg} / 12 = 700,00 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Total de peso de la columna} &= 0,30 \text{ m} \times 0,30 \text{ m} \times 3,87 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\ &= 835,92 \text{ kg.} \end{aligned}$$

$$\text{Peso cemento corrido} = 192,00 \text{ kg}$$

Peso total sobre la zapata = 9804,10 kg +835,92kg +192,00kg = 10832,02kg

Se asumen zapatas con las siguientes dimensiones: 0,90 m x 0,90 m x 0,20 m

$W_{zapata} = 0,70 \text{ m} \times 0,70 \text{ m} \times 0,20 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3$

$W_{zapata} = 2535,20 \text{ kg}$

$W_{total} = W_{zapata} + W_{total \text{ sobre la zapata}}$

$W_{total} = 235,20\text{kg} +10832,02 \text{ kg}$

$W_{total} = 11067,22\text{kg}$

Área de zapata requerida

$$A = P/\mu$$

$A = 11067,22 \text{ kg} / 21840 \text{ Kg/m}^2$

$A = 0,49\text{m}^2$

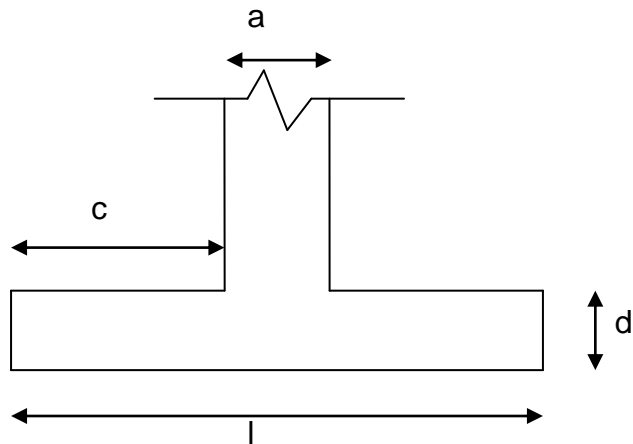
$A_{propuesta} = 0,49 \text{ m} \times 0,49 \text{ m} = 0,81\text{m}^2$

$A < A_{propuesta}$

El área propuesta es mayor que la calculada, por lo que las dimensiones asumidas son correctas.

Nomenclatura de la zapata

Figura 14. **Nomenclatura de zapata**



Presión del suelo

Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Donde:

Q= presión del suelo

$$Q = P/Az$$

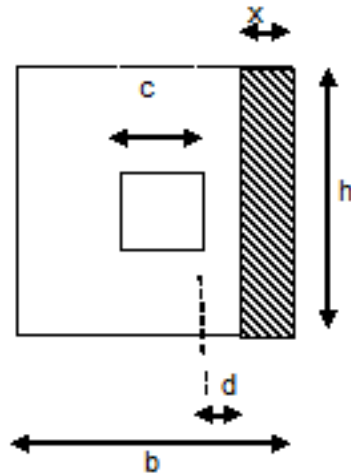
P = peso de la columna crítica

Az = área de la zapata

$$Q = 11067,22 \text{ kg} / 0,49 \text{ m}^2$$

$$Q = 22586,16 \text{ kg/m}^2$$

Figura 15. **Chequeo a corte simple**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Donde:

x = distancia de chequeo de corte simple

h = base de la zapata

Q = presión del suelo

d = peralte = 13 cm

V_r = corte simple

V_{ac} = corte actuante

Chequeo a corte simple

$$V_r = 0.85 * 0.53 * (bd) * \sqrt{f'c}$$

$$V_{ac} = x * h * Q$$

$$x = b/2 - c/2 - d$$

$$x = 70/2 - 30/2 - 13$$

$$x = 7 \text{ cm}$$

$$V_r = 0,85 \times 0,53 \times (70 \times 13) \times \sqrt{210} = 5940,81$$

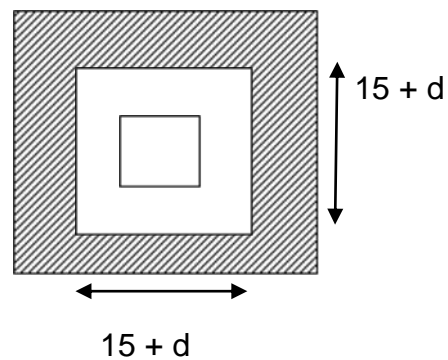
$$V_{ac} = 0,07 \times 0,70 \times 11067,22 = 542,29$$

$$542,29 < 5940,81$$

$$V_{ac} < V_r$$

Las dimensiones de la zapata, cumplen con el chequeo por corte simple

Figura 16. **Chequeo a corte punzonante**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} * b_o * d$$

Donde:

$$b_o = 4 (15 + d)$$

$$b_o = 4 (15 + 13)$$

$$b_o = 112 \text{ cm}$$

b_o = perímetro de sección crítica
de punzonamiento

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 112 * 13$$

$$V_r = 9505,30 \text{ kg}$$

$$V_{ac} = 0,17 * 0,70 * 11067,22 = 1316.99$$

$$V_a = 1316.99 \text{ kg}$$

$$V_r > V_a$$

$$9505.30 \text{ kg} > 1316.99 \text{ kg}$$

Las dimensiones de la zapata, cumplen el chequeo punzonante.

Chequeo a flexión

Datos

$$b = 70 \text{ cm}$$

$$d = 13 \text{ cm}$$

$$M = \frac{w l^2}{2}$$

$$M = \frac{Q l^2}{2}$$

$$M = \frac{11067,22 \times (0,70)^2}{2}$$

$$M = 664,24 \text{ kg} - \text{m}$$

Cálculo del refuerzo

$$M_u = 664,24 \text{ kg} - \text{m}$$

$$b = 70 \text{ cm}$$

$$d = 13 \text{ cm}$$

$$A_s = \left[bd - \sqrt{\left[(bd)^2 - \frac{M_u \cdot b}{0.003825 \cdot f'c} \right]} \right] \cdot 0.85 \cdot \frac{f'c}{F_y}$$

$$A_s = \left[70 \times 13 - \sqrt{\left[(70 \times 13)^2 - \frac{664,24 \times 70}{0.003825 \times 210} \right]} \right] \times 0,85 \times \frac{210}{2810}$$

$$A_s = 7.08 \text{ cm}^2 = 9.63 \text{ varillas No. 3} \approx 10 \text{ varillas No. 3}$$

Por criterio y seguridad, la zapata se reforzará con 6 varillas No. 3 en ambos sentidos.

3.8.6. Instalaciones

A continuación se detallan las condiciones necesarias para las instalaciones en el diseño de la escuela.

3.8.6.1. Agua potable

El proyecto se proveerá de agua potable en cantidad y presión suficiente para satisfacer las necesidades y servicio de los usuarios, de acuerdo a los siguientes requisitos mínimos:

- El servicio de agua potable, será continuo durante las 24 horas del día
- La dotación mínima aceptable es de 200 litros/persona/día, según lo establece el INFOM, para áreas rurales.
- Son aceptables redes de distribución diseñados por circuitos cerrados
- En puntos estratégicos de fácil acceso, deben instalarse válvulas de control, que permitan aislar tramos de tubería para operaciones de mantenimiento; sin que para esto sea necesario cortar el servicio de agua a todo el edificio.
- El tipo de tubería a utilizar, será de cloruro polivinilo PVC de 3/4" de diámetro para ramales principales y PVC de 1/2" de diámetro para las conexiones a los artefactos sanitarios.
- Las tuberías deben colocarse lo más apartado posible de las de drenaje y nunca a nivel inferior que éstas.
- En los puntos de cruce entre tubería de agua y drenaje, las primeras, deben quedar por lo menos 20 cms., por encima, protegidas con mortero o concreto en una longitud de 1 mt., a cada lado del cruce.

- Cuando la presión y el servicio de agua no sean suficientes, se instalarán sistemas que proporcionen un abastecimiento adecuado; siendo estos tanques o cisternas con equipos hidroneumáticos.

Datos:

Presión entrada del sistema = 10 m.c.a

$$H_f = (1743.811 \times Q^{1.85} \times \text{longitud}) / (150)^{1.85} \times (\text{Diámetro})^{4.87}$$

$$CP = (C_{\text{inicial}} - H_f)$$

Datos:

$$L = 2.14$$

$$D = \frac{3}{4}''$$

$$Q = 0.75 \text{ LT/S}$$

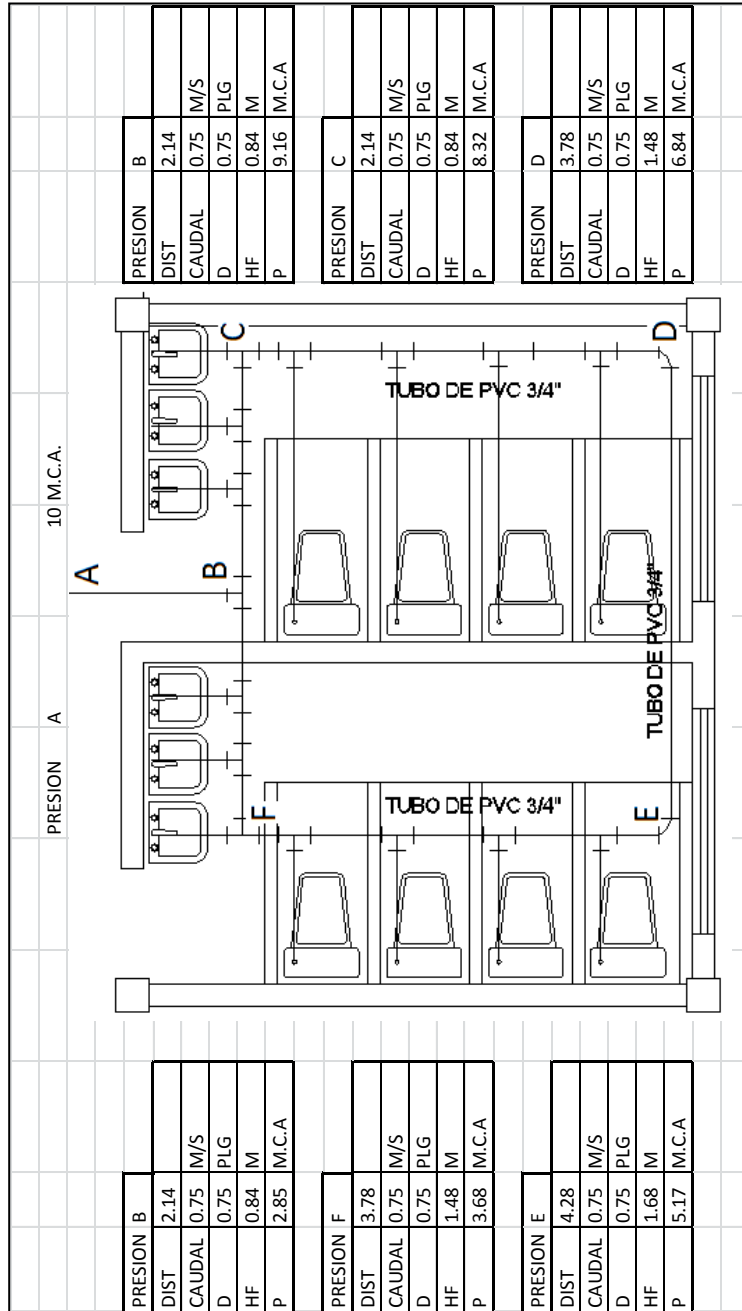
$$H_f = (1743.811 \times 0.75^{1.85} \times 2.14) / (150)^{1.85} \times (3/4)^{4.87}$$

$$H_f = 0.84 \text{ M}$$

$$P_{\text{salida}} = 10 - 0.84$$

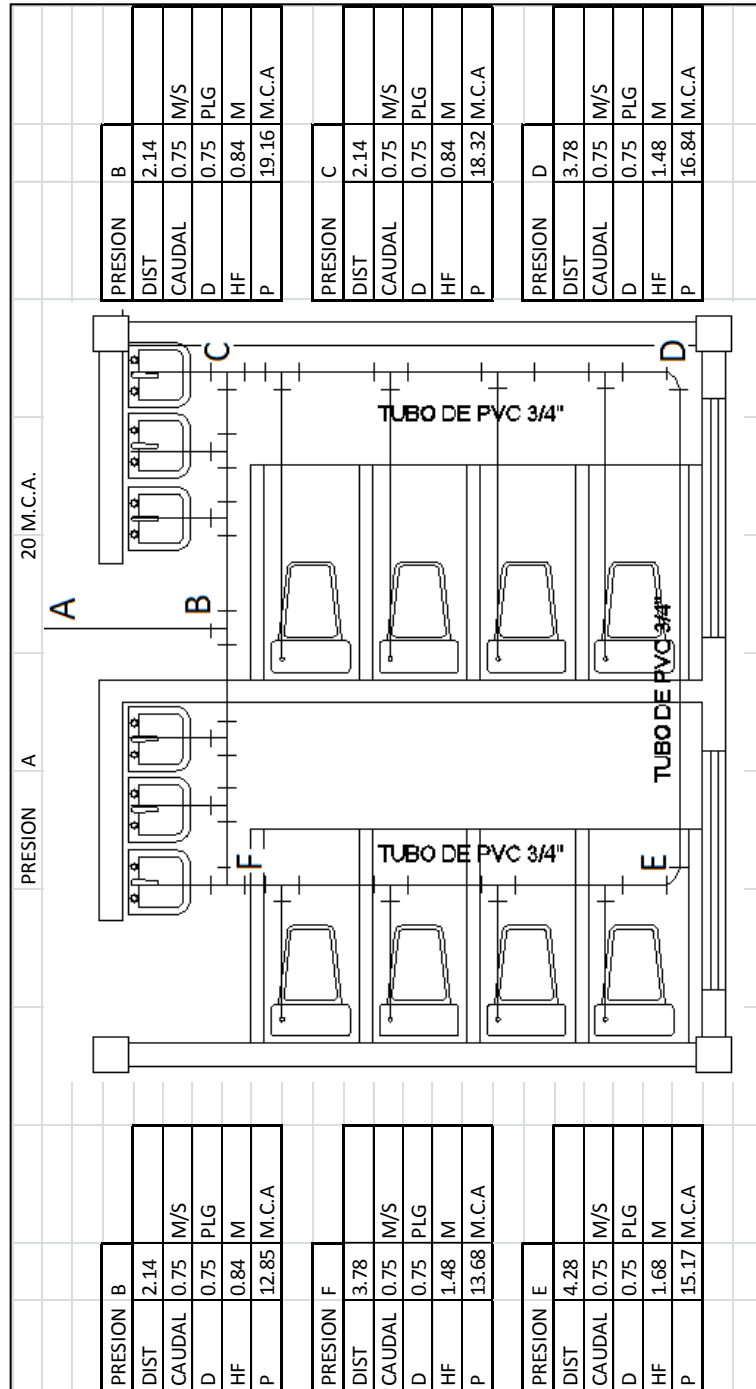
$$P_{\text{salida}} = 9.16 \text{ M.C.A.}$$

Figura 17. Presiones y pérdidas con 10 m.c.a.



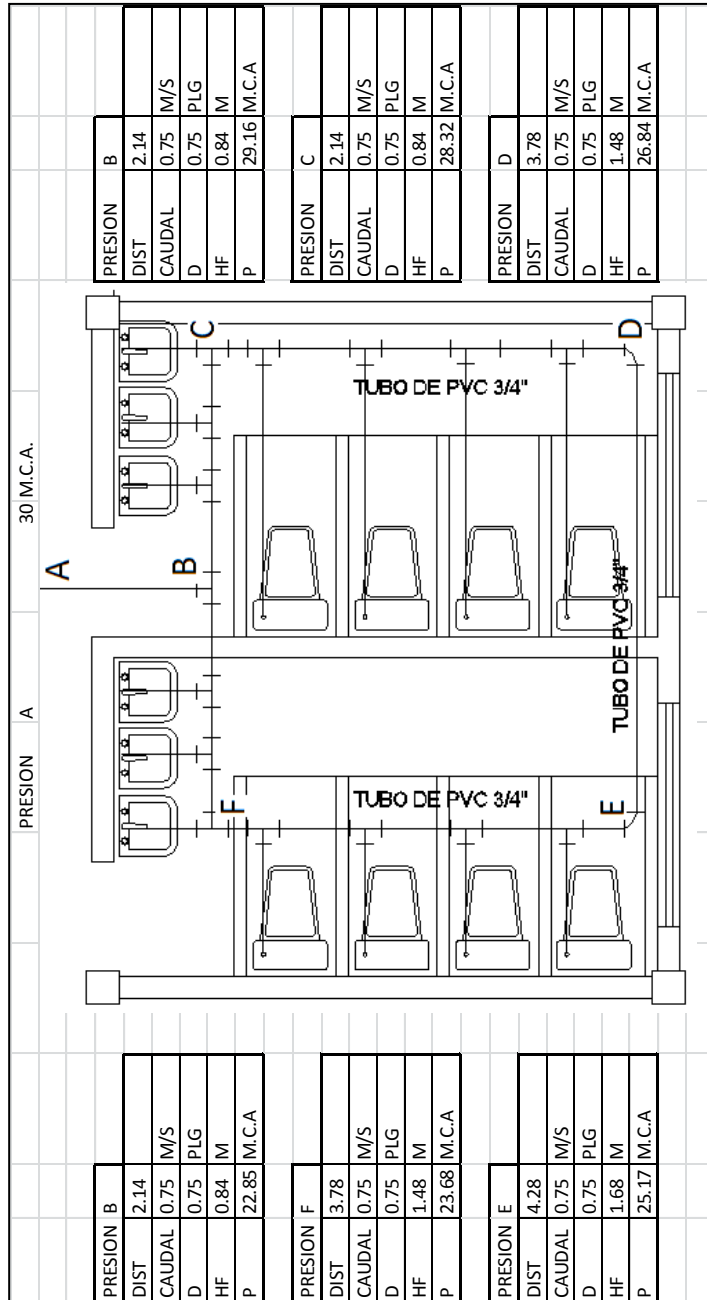
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 18. Presiones y pérdidas con 20 m.c.a.



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 19. Presiones y pérdidas con 30 m.c.a.



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

3.8.6.2. Drenajes

La función del sistema de drenaje en el edificio, consistirá en eliminar con seguridad y rapidez los desechos sólidos, de acuerdo a los siguientes requisitos mínimos:

- Deberá dotarse de un sistema separativo de drenajes, que garantice la correcta evacuación y disposición de las aguas negras y pluviales.
- El objetivo del drenaje sanitario, es la evacuación de las aguas residuales provenientes de sanitarios, cocinas y otros, debiendo diseñarse de acuerdo a los requisitos siguientes:

Tabla XVI. **Diámetros mínimos de tubería por accesorio sanitario**

ARTEFACTO	DIÁMETRO MÍNIMO
Inodoro	4"
Lavamanos	1 ½"
Urinal	1 ½"
Pila	2"
Reposadera de piso	1 ½"

Fuente: elaboración propia.

- Las tuberías enterradas deben tener una pendiente mínima de 2% y una máxima de 6 %.

- El objetivo del drenaje pluvial, es la evacuación de las aguas provenientes de la escorrentía producida por la precipitación pluvial, debiendo diseñarse el sistema de acuerdo a los requisitos siguientes:
 - Las bajadas deben ubicarse si es posible, en paredes que den al exterior de la edificación, protegidas con mortero, concreto u otro material.
 - El área máxima para drenar con un bajante, según el diámetro es el siguiente:

Tabla XVII. **Área máxima a drenar con tubería para drenaje pluvial**

DIÁMETRO	ÁREA MÁXIMA(M ²)
2	30
2 ½	60
3	100
4	210
6	625

Para intensidad de lluvia de 200 mm/hr

Fuente: elaboración propia.

- Los diámetros requeridos para tuberías horizontales son aceptables de 4" en áreas interiores y 6" para áreas exteriores.

Datos:

Parámetros para diseño de tramo

Diámetro de tubería	=	3 pulgadas
Pendiente de tubería	=	2.00 %
Caudal de diseño	=	0.40 L/seg.
Tipo de tubería	=	PVC
Coefficiente n	=	0.009

Caudal (q)

$$q = 0.40 \text{ LT/S}$$

Área de tubo

$$A_{TUBO} = \frac{\pi}{4} * D^2 = \frac{\pi}{4} * (3 * 0.0254)^2 = 0.045m^2$$

Velocidad a sección llena

$$V_{SECLLENA} = \frac{1}{n} * R_H^{2/3} * S^{1/2}$$

$$V_{SECLLENA} = \frac{1}{0.009} * \left(0.03429(3'')^{2/3}\right) * \left(\frac{2.00}{100}\right)^{1/2} = 1.12 \text{ m/s}$$

Caudal a sección llena

$$Q = V * A$$

$$Q = 1.12 \frac{m}{seg} * 0.045 m^2 * 100 = 0.504 \frac{L}{seg}$$

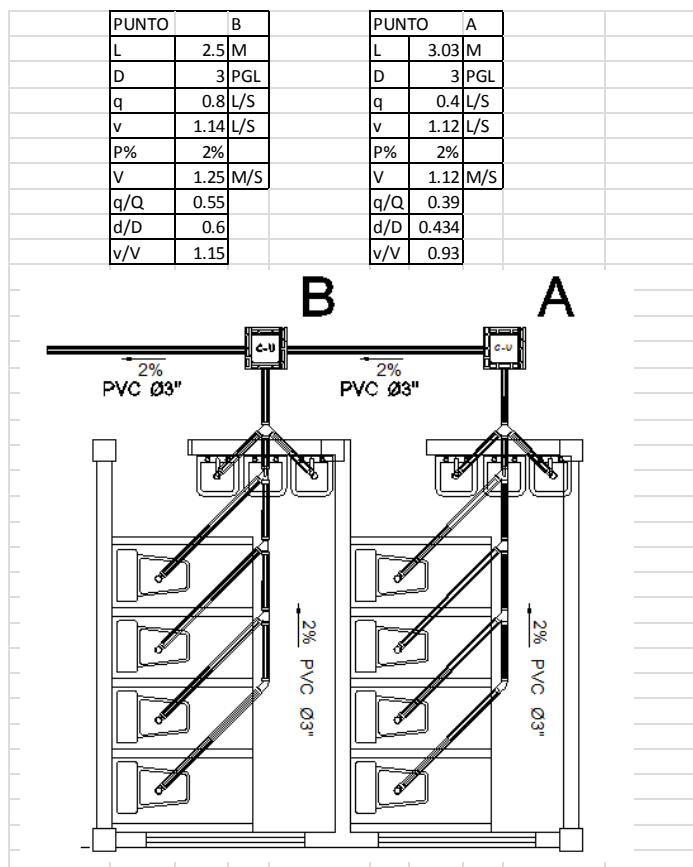
$$\frac{Q_{DIS}}{Q_{SECCLENA}} = \frac{0.20 \frac{L}{seg}}{0.504 \frac{L}{seg}} = 0.39$$

$$\frac{v}{V_{SECCLENA}} = 0.93$$

$$v = 0.33 * 1.12 = 1.05 \frac{m}{seg}$$

$$\frac{d}{D} = 0.434$$

Figura 20. Distribución de tuberías de drenajes



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

3.8.6.3. Instalaciones eléctricas

Con base en el manual de Normas para Acometidas de Servicio Eléctrico de la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA), en la sección V: apartamentos, edificios, centros comerciales y construcciones similares. Normas y códigos para instalación comercial:

- Acometida: conjunto de conductores, componentes y materiales utilizados para transmitir la electricidad desde las líneas de distribución de la empresa eléctrica. La instalación de la acometida, consta de los siguientes elementos básicos:
 - Poste de distribución
 - Poste de acometida
 - Cables de acometida
 - Contador o medidor
 - Caja *socket* para contador
 - Medios de protección
 - Tableros de distribución

De acuerdo a lo anterior, se colocará un contador, un tablero principal con tierra física. Para conexión de electrodos a tierra, se debe colocar una varilla de cobre de una longitud mínima de 2.5 metros y 1/2" de diámetro.

- Circuitos: según la norma, los circuitos de iluminación y tomacorrientes se protegerán con un *flip-on* de 15 a 20 amperios por cada 12 unidades como máximo, basándose principalmente en lo que determinen los cálculos.

Se consideró el método del total de potencia que son los watts o kilowatts, que suman todas las lámparas, tomacorrientes y el resto de conexiones eléctricas y así lograr la iluminación adecuada en cada área específica.

- 7 lámparas de 150 watts cada una = 1050,00 watts
 - 16 tomacorrientes de 300 Watts cada uno = 4800,00 watts
- Sumatoria = 5850 watts

Con base en lo especificado por la norma y teniendo una potencia de 5850 watts, se colocarán 4 circuitos, 2 para iluminación y 2 circuitos para fuerza de la escuela.

- Conductores: el calibre de los conductores, será de acuerdo estrictamente al cálculo respectivo, pero en ningún momento, podrá ser menor de 12 AWG, TW. Para el cálculo del calibre de la iluminación, se debe determinar la corriente de los 2 circuitos:

$$(2 \text{ circuito}) 150 \text{ Watts} * 7 \text{ lámparas} = 1050,00 \text{ watts}$$

$$I_{\text{alumbrado}} = \frac{P}{V} = \frac{1050,00 \text{ Watts}}{120} = 8,75 \text{ A.}$$

Tomando en cuenta que la longitud promedio entre cada lámpara es de 4.00 metros, se determina que el calibre del conductor requerido para cargas nominales de 120 voltios con un 2 % de caída de voltaje es 12 AWG, TW.

Para el cálculo del calibre de fuerza, se debe determinar la corriente del circuito para cada nivel, tomando en cuenta el uso simultáneo de los tomacorrientes y la conexión de computadoras:

$$(2 \text{ circuitos}) 300 \text{ watts} * 16 \text{ tomacorrientes} = 4800,00 \text{ watts}$$

$$I_{\text{fuerza}} = \frac{P}{V} = \frac{4800,00 \text{ Watts}}{120} = 40 \text{ A.}$$

Tomando en cuenta que la longitud promedio entre cada tomacorriente de 5 metros, se determina que el calibre del conductor requerido para cargas nominales de 120 voltios con un 2 % de caída de voltaje es 12 AWG, TW.

Debido a que la corriente es de 8,75 A para iluminación y de 40 A para fuerza, se colocará un *flip-on* de 20 A por cada circuito, dando como resultado es uso de 4 flipones.

- Tubería y ductos: se utilizará tubería plástica (poliducto), en caso de quedar enterrada o bajo tierra, se deberá proteger con concreto pobre, las uniones deberán ser completamente impermeables. Dependiendo del calibre y el número de conductores que pasan por el tubo, así será el diámetro requerido.

3.9. Presupuesto

A continuación se detalla el presupuesto necesario para la realización del diseño del proyecto

Tabla XVIII. Presupuesto diseño de escuela

Integración precios unitarios					
Proyecto	Escuela primaria para aldea el Cohetero				
Municipio	Jutiapa				
Departamento	Jutiapa				
Renglon	1	Cantidad	400,00	Unidad m2	
Concepto	Trabajos preliminares				
Fecha	25/02/2013		Precio u.	Q 11,08	
Concepto		Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
A. costo directo					
1. Mano de obra					
Limpieza y chapeo	m2	300,00	Q10,00	Q3 000,00	
2. Materiales					
pala	unidad	10,00	Q10,00	Q100,00	
piocha	unidad	10,00	Q11,00	Q110,00	
carreta	unidad	5,00	Q12,00	Q60,00	
machete	unidad	1,00	Q13,00	Q13,00	
3. Maquinaria y equipo					
4. Herramienta					
5. Combustible y lubricante					
Sub total de material, maquinaria					Q3 283,00
Total Costo Directo					Q3 283,00
Costo indirecto (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)		%	35,00		Q1 149,05
Costo directo + indirecto					Q4 432,05
Precio unitario					Q4 432,05

Continuación de la tabla XVIII.

Integración precios unitarios						
Proyecto	Escuela primaria para aldea el Cohetero					
Municipio	Jutiapa					
Departamento	Jutiapa					
Renglon	2,1	Cantidad	14,00	Unidad	unidad	
Concepto	Cimentación Zapata Z-1 (0,90 x 0,90 x 0,20)					
Fecha	25/02/2013			Precio u.	Q	2329,71,
Concepto		Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total	
A. costo directo						
1. Mano de obra						
Mano de obra	unidad	14,00	Q500,00	Q7 000,00		
prestaciones	%	50,00		Q3 500,00		
Sub total de mano de obra				Q10 500,00		
2. Materiales						
Cemento	Sacos	160,00	Q 71,00	Q11 360,00		
Arena de río	m ³	1,00	Q 190,00	Q190,00		
Piedrín	m ³	1,00	Q 250,00	Q250,00		
Hierro grado 40 1/2	qq	4,00	Q 450,00	Q1 800,00		
Alambre de amarre	libra	10,00	Q 6,00	Q60,00		
3. Maquinaria y equipo						
4. Herramienta						
5. Combustible y lubricante						
6. Transporte						
Sub total de material, maquinaria				Q24 160,00		
Total Costo Directo	%	35,00		Q8 456,00		
costo directo + costo indirecto				Q32 616,00		
Precio unitario				Q 32 616,00		

Continuación de la tabla XVIII.

Integración precios unitarios						
Proyecto	Escuela primaria para aldea el Cohetero					
Municipio	Jutiapa					
Departamento	Jutiapa					
Renglon	2,2	Cantidad	90,00	Unidad	ml	
Concepto	Cimentación Cimiento corrido (0,20 x 0,20 m)					
Fecha	25/02/2013			Precio u.	Q	123,52
Concepto		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL	
A. costo directo						
1. Mano de obra						
Mano de obra		ml	90,00	Q15,00	Q1 350,00	
prestaciones		%	50,00		Q675,00	
Sub total de mano de obra					Q2 025,00	
2. Materiales						
Cemento		Sacos	25,00	Q 71,00	Q1 775,00	
Arena de río		m ³	1,71	Q 190,00	Q324,90	
Piedrín		m ³	1,48	Q 250,00	Q370,00	
Hierro grado 40 3/8		qq	7,00	Q 350,00	Q2 450,00	
Hierro grado 40 1/4		qq	4,00	Q 300,00	Q1 200,00	
Alambre de amarre		libra	15,00	Q 6,00	Q90,00	
3. Maquinaria y equipo						
4. Herramienta						
5. Combustible y lubricante						
6. Transporte						
Sub total de material, maquinaria					Q8 234,90	
Total Costo Directo		%	35,00		Q2 882,22	
costo directo + costo indirecto					Q11 117,12	
Precio unitario					Q	11 117,12

Continuación de la tabla XVIII.

Integración precios unitarios					
Proyecto	Escuela primaria para aldea el Cohetero				
Municipio	Jutiapa				
Departamento	Jutiapa				
Renglon	2,3	Cantidad	82,00	Unidad	ml
Concepto	Cimentación solera de humedad (0,15 x 0,20m)				
Fecha	25/02/2013			Precio u.	Q 232,87
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total	
A. costo directo					
1. Mano de obra					
Mano de obra	ml	82,00	Q15,00	Q1 230,00	
prestaciones	%	50,00		Q615,00	
Sub total de mano de obra				Q1 845,00	
2. Materiales					
Cemento	Sacos	17,00	Q 71,00	Q1 207,00	
Arena de rio	m ³	1,16	Q 190,00	Q220,40	
Piedrín	m ³	1,01	Q 250,00	Q252,50	
Hierro grado 40 3/8	qq	4,50	Q 350,00	Q1 575,00	
Hierro grado 40 1/4	qq	2,65	Q 300,00	Q795,00	
Alambre de amarre	libra	20,00	Q 6,00	Q120,00	
Madera (tablas de 1" x 12" x 10')	Pie tabla	670,00	Q 12,00	Q8 040,00	
Clavo	libra	15,00	Q 6,00	Q90,00	
3. Maquinaria y equipo					
4. Herramienta					
5. Combustible y lubricante					
6. Transporte					
Sub total de material, maquinaria				Q14 144,90	
Total Costo Directo	%	35,00		Q4 950,72	
costo directo + costo indirecto				Q19 095,62	
Precio unitario				Q19 095,62	

Continuación de la tabla XVIII.

Integración precios unitarios				
Proyecto	Escuela primaria para aldea el Cohetero			
Municipio	Jutiapa			
Departamento	Jutiapa			
Renglon	3	Cantidad	345,00	Unidad m2
Concepto	Levantado de muro			
Fecha	25/02/2013		Precio u.	Q 158,09
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
A. costo directo				
1. Mano de obra				
Mano de obra	m2	345,00	Q35,00	Q12 075,00
prestaciones	%	50,00		Q6 037,50
Sub total de mano de obra				Q18 112,50
2. Materiales				
Block pomez de 50 kg	unidad	4500,00	Q3,50	Q15 750,00
Cemento	saco	68,00	Q71,00	Q4 828,00
Arena de rio	m3	9,00	Q190,00	Q1 710,00
3. Maquinaria y equipo				
4. Herramienta				
5. Combustible y lubricante				
6. Transporte				
Sub total de material, maquinaria				Q40 400,50
Total Costo Directo	%	35,00		Q14 140,18
costo directo + costo indirecto				Q54 540,68
Precio unitario				Q54 540,68

Continuación de la tabla XVIII.

Integración precios unitarios				
Proyecto	Escuela primaria para aldea el Cohetero			
Municipio	Jutiapa			
Departamento	Jutiapa			
Renglon	4	Cantidad	82,00	Unidad ml
Concepto	Solera intermedia (0.15 x 0.20)			
Fecha	25/02/2013			Precio u. Q 232,87
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
A. costo directo				
1. Mano de obra				
Mano de obra	ml	82,00	Q15,00	Q1 230,00
prestaciones	%	50,00		Q615,00
Sub total de mano de obra				Q1 845,00
2. Materiales				
Cemento	Sacos	17,00	Q 71,00	Q1 207,00
Arena de río	m ³	1,16	Q 190,00	Q220,40
Piedrín	m ³	1,01	Q 250,00	Q252,50
Hierro grado 40 3/8	qq	4,50	Q 350,00	Q1 575,00
Hierro grado 40 1/4	qq	2,65	Q 300,00	Q795,00
Alambre de amarre	libra	20,00	Q 6,00	Q120,00
Madera (tablas de 1" x 12" x 10')	Pie tabla	670,00	Q 12,00	Q8 040,00
Clavo	libra	15,00	Q 6,00	Q90,00
3. Maquinaria y equipo				
4. Herramienta				
5. Combustible y lubricante				
6. Transporte				
Sub total de material, maquinaria				Q14 144,90
Total Costo Directo	%	35,00		Q4 950,72
costo directo + costo indirecto				Q19 095,62
Precio unitario				Q19 095,62

Continuación de la tabla XVIII.

Integración precios unitarios					
Proyecto	Escuela primaria para aldea el Cohetero				
Municipio	Jutiapa				
Departamento	Jutiapa				
Renglon	5	Cantidad	82,00	Unidad	ml
Concepto	Solera final (0.15 x 0.20m)				
Fecha	25/02/2013			Precio u.	Q 232,87
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total	
A. costo directo					
1. Mano de obra					
Mano de obra	ml	82,00	Q15,00	Q1 230,00	
prestaciones	%	50,00		Q615,00	
Sub total de mano de obra				Q1 845,00	
2. Materiales					
Cemento	Sacos	17,00	Q 71,00	Q1 207,00	
Arena de río	m³	1,16	Q 190,00	Q220,40	
Piedrín	m³	1,01	Q 250,00	Q252,50	
Hierro grado 40 3/8	qq	4,50	Q 350,00	Q1 575,00	
Hierro grado 40 1/4	qq	2,65	Q 300,00	Q795,00	
Alambre de amarre	libra	20,00	Q 6,00	Q120,00	
Madera (tablas de 1" x 12" x 10')	Pie tabla	670,00	Q 12,00	Q8 040,00	
Clavo	libra	15,00	Q 6,00	Q90,00	
3. Maquinaria y equipo					
4. Herramienta					
5. Combustible y lubricante					
6. Transporte					
Sub total de material, maquinaria				Q14 144,90	
Total Costo Directo	%	35,00		Q4 950,72	
costo directo + costo indirecto				Q19 095,62	
Precio unitario				Q19 095,62	

Continuación de la tabla XVIII.

Integración precios unitarios				
Proyecto	Escuela primaria para aldea el Cohetero			
Municipio	Jutiapa			
Departamento	Jutiapa			
Renglon	6,1	Cantidad	87,40	Unidad ml
Concepto	Columnas Columna C-1 (0.20 x 0.20)			
Fecha	25/02/2013		Precio u.	Q 228,17
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
A. costo directo				
1. Mano de obra				
Mano de obra	ml	87,40	Q12,00	Q1 048,80
prestaciones	%	50,00		Q524,40
Sub total de mano de obra				Q1 573,20
2. Materiales				
Cemento	Sacos	29,00	Q 71,00	Q2 059,00
Arena de río	m ³	1,50	Q 190,00	Q285,00
Piedrín	m ³	1,50	Q 250,00	Q375,00
Hierro grado 40 3/8	qq	8,00	Q 350,00	Q2 800,00
Hierro grado 40 1/4	qq	2,00	Q 300,00	Q600,00
Alambre de amarre	libra	25,00	Q 6,00	Q150,00
Madera (tablas de 1" x 12" x 10')	Pie tabla	570,00	Q 12,00	Q6 840,00
Clavo	libra	15,00	Q 6,00	Q90,00
3. Maquinaria y equipo				
4. Herramienta				
5. Combustible y lubricante				
6. Transporte				
Sub total de material, maquinaria				Q14 772,20
Total Costo Directo	%	35,00		Q5 170,27
costo directo + costo indirecto				Q19 942,47
Precio unitario				Q19 942,47

Continuación de la tabla XVIII.

Integración precios unitarios				
Proyecto	Escuela primaria para aldea el Cohetero			
Municipio	Jutiapa			
Departamento	Jutiapa			
Renglon	6,2	Cantidad	44,00	Unidad ml
Concepto	Columnas	Columna C-2 (0.20 x 0.20)		
Fecha	25/02/2013		Precio u.	Q 215,33
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
A. costo directo				
1. Mano de obra				
Mano de obra	ml	44,00	Q12,00	Q528,00
prestaciones	%	50,00		Q264,00
Sub total de mano de obra				Q792,00
2. Materiales				
Cemento	Sacos	15,00	Q 71,00	Q1 065,00
Arena de rio	m³	0,85	Q 190,00	Q161,50
Piedrín	m³	0,85	Q 250,00	Q212,50
Hierro grado 40 3/8	qq	2,50	Q 350,00	Q875,00
Hierro grado 40 1/4	qq	1,00	Q 300,00	Q300,00
Alambre de amarre	libra	12,00	Q 6,00	Q72,00
Madera (tablas de 1" x 12" x 10')	Pie tabla	290,00	Q 12,00	Q3 480,00
Clavo	libra	10,00	Q 6,00	Q60,00
3. Maquinaria y equipo				
4. Herramienta				
5. Combustible y lubricante				
6. Transporte				
Sub total de material, maquinaria				Q7 018,00
Total Costo Directo	%	35,00		Q2 456,30
costo directo + costo indirecto				Q9 474,30
Precio unitario				Q9 474,30

Continuación de la tabla XVIII.

Integración precios unitarios				
Proyecto	Escuela primaria para aldea el Cohetero			
Municipio	Jutiapa			
Departamento	Jutiapa			
Renglon	7,1	Cantidad	50,00	Unidad ml
Concepto	Electricidad Acometida electrica			
Fecha	25/02/2013			Precio u. Q 75,60
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
A. costo directo				
1. Mano de obra				
Mano de obra	ml	50,00	Q25,00	Q1 250,00
prestaciones	%	50,00		Q625,00
Sub total de mano de obra				Q1 875,00
2. Materiales				
Calavera diametro 1" 1/4	ml	1,00	Q30,00	Q30,00
Conducto galvanizado	unidad	1,000	Q140,00	Q140,00
Niple galvanizado	unidad	1,00	Q20,00	Q20,00
Varilla de cobre de 1/2"	unidad	1,00	Q75,00	Q75,00
Contador de 100 Amp	unidad	1,00	Q400,00	Q400,00
Alambre THW calibre 8	ml	65,00	Q4,00	Q260,00
3. Maquinaria y equipo				
4. Herramienta				
5. Combustible y lubricante				
6. Transporte				
Sub total de material, maquinaria				Q2 800,00
Total Costo Directo	%	35,00		Q980,00
costo directo + costo indirecto				Q3 780,00
Precio unitario				Q3 780,00

Continuación de la tabla XVIII.

Integración precios unitarios				
Proyecto	Escuela primaria para aldea el Cohetero			
Municipio	Jutiapa			
Departamento	Jutiapa			
Renglon	7,20	Cantidad	200,00	Unidad ml
Concepto	Electricidad Iluminacion y fuerza			
Fecha	25/02/2013			Precio u. Q 23,63
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
A. costo directo				
1. Mano de obra				
Mano de obra	ml	200,00	Q25,00	Q5 000,00
prestaciones	%	50,00		Q2 500,00
Sub total de mano de obra				Q7 500,00
2. Materiales				
Alambre THW calibre 12	ml	200,00	Q 2,30	Q 460,00
Poliducto	ml	200,00	Q 1,40	Q 280,00
Caja octogonal	unidad	9,00	Q 5,00	Q 45,00
Caja rectangular de 4 x 2"	unidad	8,00	Q 5,00	Q 40,00
Caja cuadrada de 4 x 4"	unidad	1,00	Q 10,00	Q 10,00
Plafonera	unidad	9,00	Q 5,00	Q 45,00
Bombilla Ahorradora	unidad	9,00	Q 25,00	Q 225,00
Reflectores	unidad	2,00	Q90,00	Q 180,00
Interruptor simple	unidad	7	Q15,00	Q 105,00
Interruptor doble	unidad	2	Q15,00	Q 30,00
interruptor triple	unidad	1	Q15,00	Q 15,00
Tomacorriente doble 110v	unidad	8	Q15,00	Q 120,00
Tomacorriente 220v	unidad	1	Q25,00	Q 25,00
Flipon de 20 amperidos (para 110v)	unidad	2	Q30,00	Q 60,00
Tablero de distribucion monofasico 8fl	unidad	1	Q200,00	Q 200,00
6. Transporte				
Sub total de material, maquinaria				Q3 500,00
Total Costo Directo	%	35,00		Q1 225,00
costo directo + costo indirecto				Q4 725,00
Precio unitario				Q4 725,00

Continuación de la tabla XVIII.

Integración precios unitarios				
Proyecto	Escuela primaria para aldea el Cohetero			
Municipio	Jutiapa			
Departamento	Jutiapa			
Renglon	8	Cantidad	122,00	Unidad ml
Concepto	Agua potable			
Fecha	25/02/2013			Precio u. Q 52,56
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
A. costo directo				
1. Mano de obra				
Mano de obra	ml	122,00	Q15,00	Q1 830,00
prestaciones	%	50,00		Q915,00
Sub total de mano de obra				Q2 745,00
2. Materiales				
Llave de paso 3/4"	unidad	1,00	Q 50,00	Q 50,00
Contador de agua	unidad	1,00	Q 500,00	Q 500,00
Valvula de compuerta 3/4"	unidad	1,00	Q 50,00	Q 50,00
Valvula de globo 3/4"	unidad	1,00	Q 40,00	Q 40,00
Cheque horizontal 3/4"	unidad	1,00	Q 80,00	Q 80,00
Tubo PVC 3/4" 250 PSI	unidad	20,00	Q 42,00	Q 840,00
Codo 90° PVC 3/4"	unidad	10,00	Q 4,00	Q 40,00
Tee PVC 3/4"	unidad	5,00	Q 4,00	Q 20,00
Codo 90° PVC 1/2"	unidad	20	Q 3,00	Q 60,00
Reductor bushing 3/4" a 1/2"	unidad	15	Q 3,00	Q 45,00
Caja de cemento grande	unidad	1	Q 60,00	Q 60,00
Caja de cemento pequeña	unidad	1	Q 50,00	Q 50,00
Pegamento PVC tubo 100 gr	gl	2	Q 85,00	Q 170,00
6. Transporte				
Sub total de material, maquinaria				Q4 750,00
Total Costo Directo	%	35,00		Q1 662,50
costo directo + costo indirecto				Q6 412,50
Precio unitario				Q6 412,50

Continuación de la tabla XVIII.

Integración precios unitarios					
Proyecto	Escuela primaria para aldea el Cohetero				
Municipio	Jutiapa				
Departamento	Jutiapa				
Renglon	9	Cantidad	75,00	Unidad	ml
Concepto	Drenaje				
Fecha	25/02/2013			Precio u.	Q 215,99
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total	
A. costo directo					
1. Mano de obra					
Mano de obra	ml	75,00	Q20,00	Q1 500,00	
prestaciones	%	50,00		Q750,00	
Sub total de mano de obra				Q2 250,00	
2. Materiales					
Tubo PVC 4"	unidad	9,00	Q 300,00	Q2 700,00	
Tubo PVC 3"	unidad	3,00	Q 210,00	Q630,00	
Codo PVC 90° 3"	unidad	10,00	Q 23,00	Q230,00	
Codo PVC 90° 1/2"	unidad	6,00	Q 35,00	Q210,00	
Codo PVC 45° 2"	unidad	1,00	Q 22,00	Q22,00	
Sifon terminal	unidad	2,00	Q 25,00	Q50,00	
Pegamento PVC 100 gr	unidad	6,00	Q 35,00	Q210,00	
Tee sanitaria 4"	unidad	2,00	Q 50,00	Q100,00	
Yee de 4"	unidad	3	Q 75,00	Q225,00	
Reductor Buxhing de 4" a 3"	unidad	5	Q 20,00	Q100,00	
Fosa septica, pozo de absorcion y caas					
Block pomez de 50 kg.		430	Q 3,25	Q1 397,50	
Cemento	unidad	25	Q 63,00	Q1 575,00	
Arena de río	m3	3	Q 180,00	Q540,00	
Piedrin Triturado 3/4"	m3	2	Q 180,00	Q360,00	
Hierro de 3/8"	quintañ	3	Q 350,00	Q1 050,00	
Hierro de 1/4"	quintal	1	Q 350,00	Q350,00	
6. Transporte					
Sub total de material, maquinaria				Q11 999,50	
Total Costo Directo	%	35,00		Q4 199,83	
costo directo + costo indirecto				Q16 199,33	
Precio unitario				Q16 199,33	

Continuación de la tabla XVIII.

Integración precios unitarios						
Proyecto	Escuela primaria para aldea el Cohetero					
Municipio	Jutiapa					
Departamento	Jutiapa					
Renglon	10	Cantidad	1,00	Unidad	global	
Concepto	Artefactos sanitarios					
Fecha	25/02/2013			Precio u.	Q	18 562,50
Concepto		Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total	
A. costo directo						
1. Mano de obra						
Instalacion		global	1,00	Q2 500,00	Q2 500,00	
prestaciones		%	50,00		Q1 250,00	
Sub total de mano de obra					Q3 750,00	
2. Materiales						
Inodoro incesa estandar		unidad	8,00	Q 500,00	Q4 000,00	
lavamanos incesa estandar		unidad	6,00	Q 500,00	Q3 000,00	
Accesorios		global	1,00	Q 3 000,00	Q3 000,00	
3. Maquinaria y equipo						
4. Herramienta						
5. Combustible y lubricante						
6. Transporte						
Sub total de material, maquinaria					Q13 750,00	
Total Costo Directo		%	35,00		Q4 812,50	
costo directo + costo indirecto					Q18 562,50	
Precio unitario					Q18 562,50	

Continuación de la tabla XVIII

Integración precios unitarios						
Proyecto	Escuela primaria para aldea el Cohetero					
Municipio	Jutiapa					
Departamento	Jutiapa					
Renglon	11,1	Cantidad	505,00	Unidad	m2	
Concepto	Acabados Repello + cernido vertical en pared					
Fecha	25/02/2013			Precio u.	Q	6,68
Concepto		Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total	
A. costo directo						
1. Mano de obra						
Mano de obra		m2	1010,00	Q22,50	Q22 725,00	
prestaciones		%	50,00		Q11 362,50	
Sub total de mano de obra					Q34 087,50	
2. Materiales						
Cemento		saco	48,00	Q71,00	Q3 408,00	
Cal hidratada		saco	82,000	Q25,00	Q2 050,00	
Arena blanca		m3	3,00	Q180,00	Q540,00	
Arena de río		m3	14,00	Q180,00	Q2 520,00	
3. Maquinaria y equipo						
4. Herramienta						
5. Combustible y lubricante						
6. Transporte						
Sub total de material, maquinaria					Q2 500,00	
Total Costo Directo		%	35,00		Q875,00	
costo directo + costo indirecto					Q3 375,00	
Precio unitario					Q3 375,00	

Continuación de la tabla XVIII.

Integración precios unitarios				
Proyecto	Escuela primaria para aldea el Cohetero			
Municipio	Jutiapa			
Departamento	Jutiapa			
Renglon	11,2	Cantidad	36,00	Unidad m2
Concepto	Acabados Azulejo			
Fecha	25/02/2013			Precio u. Q 86,25
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
A. costo directo				
1. Mano de obra				
Instacion	m2	36,00	Q25,00	Q900,00
prestaciones	%	50,00		Q450,00
Sub total de mano de obra				Q1 350,00
2. Materiales				
Azulejo 0.15 x 0.15 m	m2	36,00	Q65,00	Q2 340,00
Pegamix	saco	4,000	Q45,00	Q180,00
Siza	saco	1,00	Q35,00	Q35,00
3. Maquinaria y equipo				
4. Herramienta				
5. Combustible y lubricante				
6. Transporte				
Sub total de material, maquinaria				Q2 300,00
Total Costo Directo	%	35,00		Q805,00
costo directo + costo indirecto				Q3 105,00
Precio unitario				Q3 105,00

Continuación de la tabla XVIII.

Integración precios unitarios						
Proyecto	Escuela primaria para aldea el Cohetero					
Municipio	Jutiapa					
Departamento	Jutiapa					
Renglon	11,3	Cantidad	150,00	Unidad	m2	
Concepto	Acabados Piso granito					
Fecha	25/02/2013			Precio u.	Q	217,25
Concepto		Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total	
A. costo directo						
1. Mano de obra						
Instalacion	m2	150,00	Q35,00	Q5 250,00		
prestaciones	%	50,00			Q2 625,00	
Sub total de mano de obra					Q7 875,00	
2. Materiales						
Piso de granito	m2	150,00	Q 55,00	Q8 250,00		
Cemento	saco	4,000	Q 71,00	Q284,00		
Cal hidratada	saco	50,00	Q 25,00	Q1 250,00		
Arena de río	m3	6,00	Q 180,00	Q1 080,00		
Mateiría celecto	m3	30,00	Q 180,00	Q5 400,00		
3. Maquinaria y equipo						
4. Herramienta						
5. Combustible y lubricante						
6. Transporte						
Sub total de material, maquinaria					Q24 139,00	
Total Costo Directo	%	35,00			Q8 448,65	
costo directo + costo indirecto					Q32 587,65	
Precio unitario					Q32 587,65	

Continuación de la tabla XVIII.

Integración precios unitarios				
Proyecto	Escuela primaria para aldea el Cohetero			
Municipio	Jutiapa			
Departamento	Jutiapa			
Renglon	11,4	Cantidad	20,00	Unidad m2
Concepto	Acabados Fachaleta			
Fecha	25/02/2013			Precio u. Q 391,16
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
A. costo directo				
1. Mano de obra				
Mano de obra	m2	20,00	Q25,00	Q500,00
prestaciones	%	50,00		Q250,00
Sub total de mano de obra				Q750,00
2. Materiales				
Cemento	sacos	25,00	Q 71,00	Q1 775,00
Arena de rio	m3	3,000	Q 180,00	Q540,00
Piedrín triturado 3/4"	m3	2,00	Q 180,00	Q360,00
Fachaleta	unidades	790,00	Q 3,00	Q2 370,00
3. Maquinaria y equipo				
4. Herramienta				
5. Combustible y lubricante				
6. Transporte				
Sub total de material, maquinaria				Q5 795,00
Total Costo Directo	%	35,00		Q2 028,25
costo directo + costo indirecto				Q7 823,25
Precio unitario				Q7 823,25

Continuación de la tabla XVIII.

Integración precios unitarios						
Proyecto	Escuela primaria para aldea el Cohetero					
Municipio	Jutiapa					
Departamento	Jutiapa					
Renglon	11,5	Cantidad	7,00	Unidad	unidad	
Concepto	Acabados		Ventaneria			
Fecha	25/02/2013			Precio u.	Q	2 581,88
Concepto		Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total	
A. costo directo						
1. Mano de obra						
Instalacion		unidad	7,00	Q275,00	Q1 925,00	
prestaciones		%	50,00		Q962,50	
Sub total de mano de obra					Q2 887,50	
2. Materiales						
Ventana de 2.50 x 1.25		unidad	5,00	Q 1 700,00	Q8 500,00	
Ventana de 2.50 x 0.50		unidad	2,00	Q 1 000,00	Q2 000,00	
3. Maquinaria y equipo						
4. Herramienta						
5. Combustible y lubricante						
6. Transporte						
Sub total de material, maquinaria					Q13 387,50	
Total Costo Directo		%	35,00		Q4 685,63	
costo directo + costo indirecto					Q18 073,13	
Precio unitario					Q18 073,13	

Continuación de la tabla XVIII.

Integración precios unitarios						
Proyecto	Escuela primaria para aldea el Cohetero					
Municipio	Jutiapa					
Departamento	Jutiapa					
Renglón	11,6	Cantidad	7,00	Unidad	unidad	
Concepto	Acabados		Puertas			
Fecha	25/02/2013			Precio u.	Q	2 581,88
Concepto		Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total	
A. costo directo						
1. Mano de obra						
Instalacion		unidad	7,00	Q275,00	Q1 925,00	
prestaciones		%	50,00		Q962,50	
Sub total de mano de obra					Q2 887,50	
2. Materiales						
Puerta de 1.00 x 2.50 m		unidad	7,00	Q 1 500,00	Q10 500,00	
3. Maquinaria y equipo						
4. Herramienta						
5. Combustible y lubricante						
6. Transporte						
Sub total de material, maquinaria					Q13 387,50	
Total Costo Directo		%	35,00		Q4 685,63	
costo directo + costo indirecto					Q18 073,13	
Precio unitario					Q18 073,13	

Continuación de la tabla XVIII.

Integración precios unitarios				
Proyecto	Escuela primaria para aldea el Cohetero			
Municipio	Jutiapa			
Departamento	Jutiapa			
Renqlon	12	Cantidad	159,63	Unidad m2
Concepto	Techo			
Fecha	25/02/2013			Precio u. Q 446,67
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
A. costo directo				
1. Mano de obra				
Mano de obra	m2	159,63	Q150,00	Q23 944,50
prestaciones	%	50,00		Q11 972,25
Sub total de mano de obra				Q35 916,75
2. Materiales				
Costanera metalica de 6 x 2" legitima	unidad	13,00	Q 180,00	Q2 340,00
Costanera metalica de 3 x 2" legitima	unidad	15,00	Q 160,00	Q2 400,00
Capotes 8' calibre 28 legitima	unidad	6,00	Q 50,00	Q300,00
Angulares 2" x 2"	unidad	2,00	Q 180,00	Q360,00
Tomillo polser 1 1/4"	unidad	700,00	Q 0,50	Q350,00
Lamina acanalada 8' cal. 28 legitimo	unidad	30,00	Q 125,00	Q3 750,00
Lamina acanalada 10' cal. 28 legitimo	unidad	20,00	Q 140,00	Q2 800,00
Pintura de aceite	cubeta	2,00	Q 500,00	Q1 000,00
Lamina acanalada 12' cal 28 legitimo	unidad	24,00	Q 150,00	Q3 600,00
4. Herramienta				
5. Combustible y lubricante				
6. Transporte				
Sub total de material, maquinaria				Q52 816,75
Total Costo Directo	%	35,00		Q18 485,86
costo directo + costo indirecto				Q71 302,61
Precio unitario				Q71 302,61

Continuación de la tabla XVIII.

No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Precio total	%
1	Trabajos preliminares	400,00	m2	Q 11,08	Q 4 432,05	0,82%
2,0	Cimentación					
2,1	Cimentación Zapata Z-1 (0,90 x 0,90 x 0,20)	14,00	unidad	Q 2 329,71	Q 32 616,00	6,01%
2,2	Cimentación Cimiento corrido (0,20 x 0,20 m)	90,00	ml	Q 123,52	Q 11 117,12	2,05%
2,3	Cimentación solera de humedad (0,15 x 0,20m)	82,00	ml	Q 232,87	Q 19 095,62	3,52%
3	Levantado de muro	345,00	m2	Q 158,09	Q 54 540,68	10,05%
4	Solera intermedia (0.15 x 0.20)	82,00	ml	Q 232,87	Q 19 095,62	3,52%
5	Solera final (0.15 x 0.20m)	82,00	ml	Q 232,87	Q 19 095,62	3,52%
6	Columnas					
6,1	Columnas Columna C-1 (0.20 x 0.20)	87,40	ml	Q 232,87	Q 20 353,14	3,75%
6,2	Columnas Columna C-2 (0.20 x 0.20)	44,00	ml	Q 215,33	Q 9 474,30	1,75%
7	Electricidad					
7,1	Electricidad Acometida electrica	50,00	ml	Q 75,60	Q 3 780,00	0,70%
7,20	Electricidad Iluminacion y fuerza	200,00	ml	Q 23,63	Q 4 725,00	0,87%
8	Agua potable	122,00	ml	Q 52,56	Q 6 412,50	1,18%
9	Drenaje	75,00	ml	Q 215,99	Q 16 199,33	2,99%
10	Artefactos sanitarios	1,00	global	Q 18 562,50	Q 18 562,50	3,42%
11	Acabados					
11,1	Acabados Repello + cernido vertical en pared	505,00	m2	Q 6,68	Q 3 375,00	0,62%
11,2	Acabados Azulejo	36,00	m2	Q 86,25	Q 3 105,00	0,57%
11,3	Acabados Piso granito	150,00	m2	Q 217,25	Q 32 587,65	6,01%
11,4	Acabados Fachaleta	20,00	ml	Q 7 823,25	Q 156 465,00	28,84%
11,5	Acabados Ventanería	7,00	unidad	Q 2 581,88	Q 18 073,13	3,33%
11,6	Acabados Puertas	7,00	unidad	Q 2 581,88	Q 18 073,13	3,33%
12	Techo	159,63	m2	Q 446,67	Q 71 302,61	13,14%
Costo total					Q 542 481,00	100,00%

Fuente: elaboración propia.

3.10. Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

Dentro de los factores a considerar se encuentran los siguientes:

3.10.1. Impactos ambientales de las aguas residuales

El término aguas residuales, comprende numerosos tipos de desechos líquidos, desde las aguas de drenaje doméstico y de servicios, hasta los subproductos industriales y las aguas pluviales colectadas en la red municipal. Cuando estas aguas no reciben tratamiento alguno y son conducidas ya fuera de la mancha urbana; como ocurre en la mayoría de las poblaciones de Latinoamérica, representan un problema a las áreas silvestres y a la calidad de vida de las comunidades rurales.

Se estima que alrededor del 70 % del agua descargada a la red de drenaje, proviene del consumo doméstico; además, la calidad de esas aguas está en relación a los diferentes elementos desechado, como excretas, aguas de aseo, de lavado de cocina, de lavado de ropa, descargas de sustancias químicas, etc., los contaminantes de las aguas residuales, regularmente están constituidos de materia orgánica e inorgánica (a manera de sólidos disueltos y suspendidos), microorganismos patógenos. Los indicadores de calidad de aguas servidas más monitoreados son:

3.10.2. Plan de Gestión Ambiental

Los impactos potenciales que las directrices del Banco Mundial consideran tener presentes hará una evaluación del sistema de drenaje, tratamiento, reusó y disposición de aguas servidas, son las siguientes:

- Perturbación del curso de canales, hábitat de plantas y animales acuáticos, áreas de desolve y cría.
- Alteraciones en el balance de las aguas superficiales
- Degradación de vecindades por donde atraviesan las aguas servidas o que reciben el flujo.
- Riesgos a la salud en la vecindad del curso de las aguas servidas
- Riegos a la salud en la vecindad del curso de las aguas servidas
- Contaminación del suelo en los sitios de aplicación
 - Suelos y cultivos: contaminación con patógenos y sustancias químicas.
 - Aguas subterráneas: contaminación por patógenos y nitrógeno
- Falla en la conducción y recepción de las aguas residuales
- Malos olores
- Criaderos de fauna nociva. (ratas, cucarachas, zancudos)
- Molestias y riesgos a la salud pública
- Fracaso a no lograr los servicios de tratamiento en las áreas de servicio de drenaje.
- Derrames o rupturas a lo largo del cauce

3.10.3. Medidas de mitigación

Dentro de las medidas de mitigación a considerar se encuentran:

3.10.3.1. En construcción

- Diseñar tratando de adecuarse al entorno existente
- En el momento de iniciar la construcción, señalizar el área
- Repoblar con árboles nativos de la región, las áreas libres
- Restringir uso de maquinaria pesada a horas diurnas

- Utilizar rutas alternas al centro de la población
- Enterrar las bolsas (envases de cemento y cal) en vez de quemarlas
- Fundir y trasladar materiales de construcción en días no festivos o días de plaza.
- Después de cada jornada de trabajo, limpiar el área (recoger: estacas de madera, tablas con clavos, restos de mezcla, pedazos de hierro etc.).
- Cuando sea posible, limitar el mover tierra solo durante la estación seca
- Compactar la tierra removida
- Establecer letrinas temporales para la cuadrilla de trabajadores
- Garantizar uso de equipo adecuado de trabajo (guantes, botas, mascarillas, cascos).
- Diseñar drenaje para la evacuación de las aguas servidas con materiales compatibles con el medio ambiente.
- Incluir botiquín de primeros auxilios

3.10.3.2. En operación

- Establecer plan de monitoreo ambiental.
- Capacitación permanente y continua a operadores del sistema.
- Mantenimiento preventivo.

3.11. Evaluación socioeconómica

Los proyectos deben de ser sometidos a un análisis económico para determinar la conveniencia de ejecutarlos y para este efecto se debe identificar, cuantificar, valorar los costos y beneficios.

3.11.1. Valor Presente Neto

La cuota de mantenimiento del establecimiento educativo es de Q.5.00/mensual por familia.

Datos del proyecto:

Costo total del proyecto = Q. 542 481.00

Costo de mantenimiento = Q. 24000,00/anual

Ingresos anuales por mantenimiento = Q. 9000,00

n= 8 años

Valor Presente Neto para un interés del 10 % anual en un período de 8 años.

$$VPN = -542\,481.00 + 24000.00 \left(\frac{(1+0.10)^8 - 1}{0.10(1+0.10)^8} \right) - 9000.00 \left(\frac{(1+0.10)^8 - 1}{0.10(1+0.10)^8} \right)$$

$$VPN = - Q. 238\,533,56$$

Valor Presente Neto para un interés del 18 % anual en un período de 8 años.

$$VPN = -542\,481.00 + 24000.00 \left(\frac{(1+0.18)^8 - 1}{0.18(1+0.18)^8} \right) - 9000.00 \left(\frac{(1+0.18)^8 - 1}{0.18(1+0.18)^8} \right)$$

$$VPN = - Q. 410\,374,00$$

3.11.2. Tasa Interna de Retorno

Para calcular la tasa interna de retorno se utilizó la siguiente expresión:

$$TIR = i1 + \left[\frac{VPN1}{VPN1 + VPN2} \right] (i2 - i1)$$

$$TIR = (0.10) + \left[\frac{410\,374,00}{410\,374,00 + 238\,533,56} \right] (0.18 - 0.10)$$

$$TIR = 12,94 \%$$

3.11.3. Relación Beneficio/Costo

Datos:

$$B = Q. 238\,533,56$$

$$C = Q. 410\,374,00$$

$$\frac{B}{C} = \frac{238533.56}{410374.00} = 0,58 < 1$$

La propuesta de disposición del sistema educativo en términos financieros no es rentable para la Municipalidad de Jutiapa, ya que el índice beneficio-costo, es menor a uno, lo que indica que el costo de la obra es mayor a los ingresos que generará la misma. Sin embargo este proyecto traerá consigo beneficios tales como: la educación a niveles rurales. Por lo tanto, la inversión que hará la municipalidad estará respaldada por todos los beneficios que obtendrán los habitantes de Jutiapa al ser este un proyecto social.

CONCLUSIONES

1. La realización del proyecto de alcantarillado sanitario, traerá beneficios para la aldea El Estoraque, siendo la eliminación de focos de contaminación y proliferación de enfermedades, se evitará el mal aspecto que ocasionan las aguas negras que corren a flor de tierra y lo más importante es que mejorará la calidad de vida de los habitantes.
2. El proyecto de alcantarillado sanitario, es un proyecto que tiene una longitud lineal de 2187,29 metros. Se decidió la utilización de tubería de PVC Norma 3034, por las razones siguientes: facilidad y rapidez en la instalación, permite que la ejecución del proyecto se realice en menos tiempo, el transporte y manipulación de la tubería, no requiere de equipo especial, por lo que el costo es más barato, respecto a la manipulación de la tubería de concreto, ya que, no es necesario utilizar maquinaria para la colocación de la tubería.
3. El costo para el proyecto de alcantarillado sanitario es de Q 1 666 176,02 cabe mencionar que el proyecto no es viable económicamente ya que la inversión es alta comparada con la población, a la cual se le hará el servicio. También al hacer la relación de beneficio económico entre el costo, da como resultado 0,99 que es menor que 1, lo cual indica que el proyecto, tampoco será rentable, pero queda justificada la ejecución debido al gran beneficio que recibirán las personas del departamento de Jutiapa.

4. El diseño del sistema de alcantarillado sanitario, contempla las consideraciones dadas por el Instituto de Fomento Municipal, el cual brinda lineamientos técnicos para el correcto funcionamiento de los drenajes, como el diseñado en este documento, es necesario mencionar que se han utilizado pendientes menores al 2 % en algunos ramales para reducir el costo del sistema y facilitar la construcción, ya que de haberse mantenido una pendiente mínima del 2 % en la tubería, la altura de los últimos pozos de visita, hubieran sido de aproximadamente 8 metros.

5. El sistema constructivo utilizado en el centro educativo, es de mampostería reforzada, este diseño realiza un análisis de techos, muros, columnas y cimentación, todos estos elementos son afectados directamente por las cargas aplicadas a la estructura, para este diseño, se contemplaron los lineamientos que brinda el Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas, el cual proporciona especificaciones técnicas para estructuras de mampostería como la descrita en este documento.

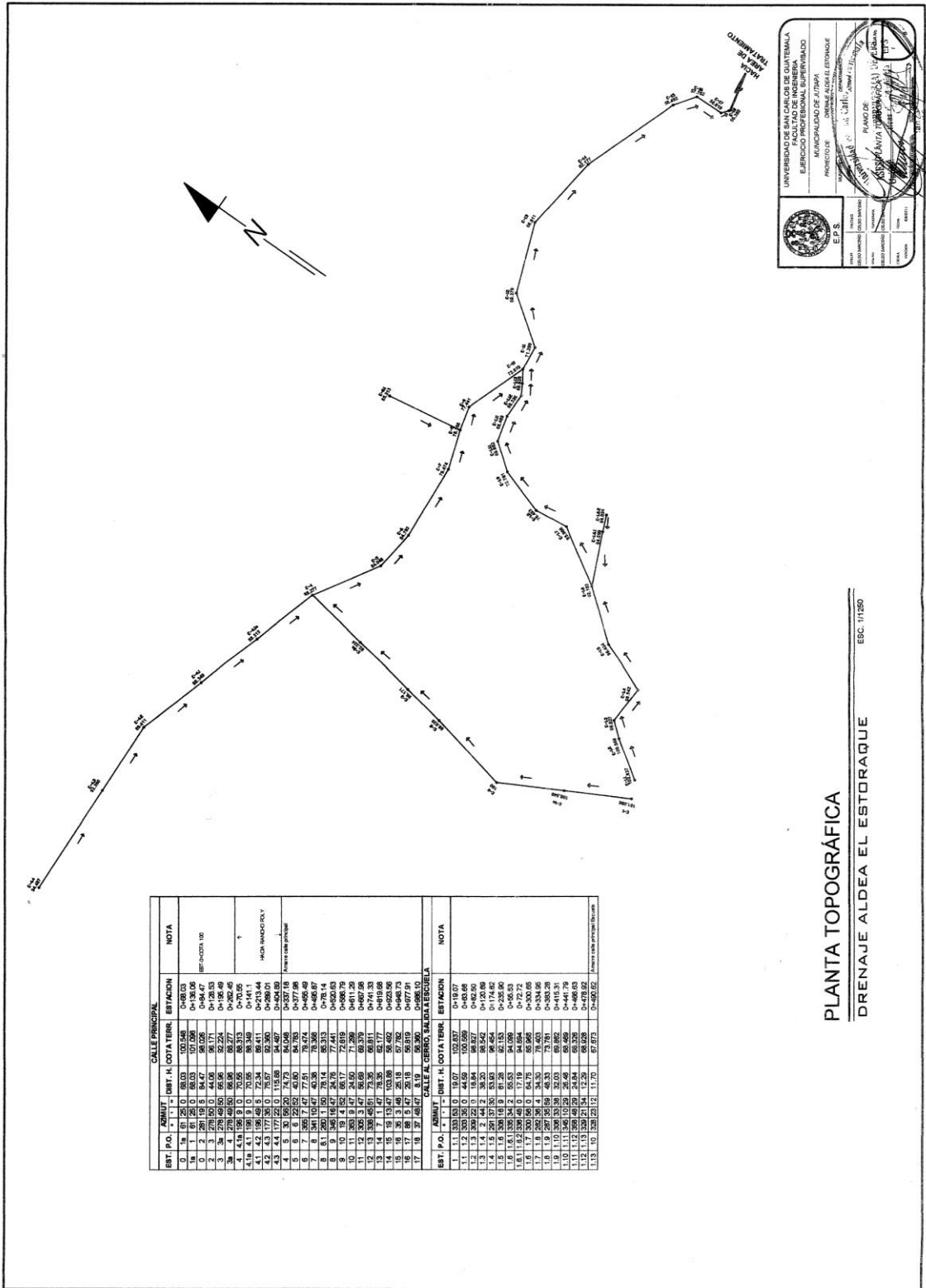
RECOMENDACIONES

1. Que la comunidad beneficiada con proyecto de drenaje sanitario, conforme un comité encargado de aplicar técnicas, que permitan conservar el alcantarillado en buenas condiciones físicas y de funcionamiento, con el propósito de alcanzar la duración esperada de acuerdo con la vida útil para la cual fue diseñada.
2. Ejecutar los proyectos en corto plazo, de no ser así, será necesario una adecuación de los precios de los materiales y en el caso del sistema de alcantarillado sanitario, deberá revisarse el diseño hidráulico tanto de la red de recolección como de los pozos y fosas y si el estudio lo amerita, readecuar todo el sistema a la nueva población existente.
3. A la Municipalidad de Jutiapa, actualizar los precios presentados en los presupuestos, antes de la construcción, porque los precios de materiales están sujetos a cambios por variaciones en la economía.
4. Establecer medidas de supervisión y control de todas las fases de ejecución de los proyectos para puestos el centro educativo y construcción de drenajes ubicados en áreas propensas a peligros naturales, para lograr niveles aceptables de mitigación de riesgo.

BIBLIOGRAFÍA

1. FERNÁNDEZ Larrañaga, Bonifacio. *Introducción a la mecánica de fluidos*. 2a ed. México: Alfaomega, 1998. 235 p.
2. FRANZINI, Joseph B.; FINNEMORE, E. John. *Mecánica de fluidos con aplicaciones en ingeniería*. 9a ed. Madrid: McGraw-Hill, 2000. 110 p.
3. HUGHES, William F.; BRIGHTON, John A. *Teoría y problemas de dinámica de fluidos*. Serie de Compendios Schaum. Norma, Cali, 1970. 110 p.
4. Instituto De Fomento Municipal. *Normas generales para diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2001. 78 p.
5. *Reglamento de las construcciones de concreto reforzado (ACI 318-05) y comentarios*. México: Limusa, 1995. 75 p.
6. STREETER, Victor L.; WYLIE E., Benjamin; BEDFORD, Keith W. *Mecánica de fluidos*, 9a ed. Santa fé de Bogotá: McGraw-Hill, 1999. 285 p.

APENDICES



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

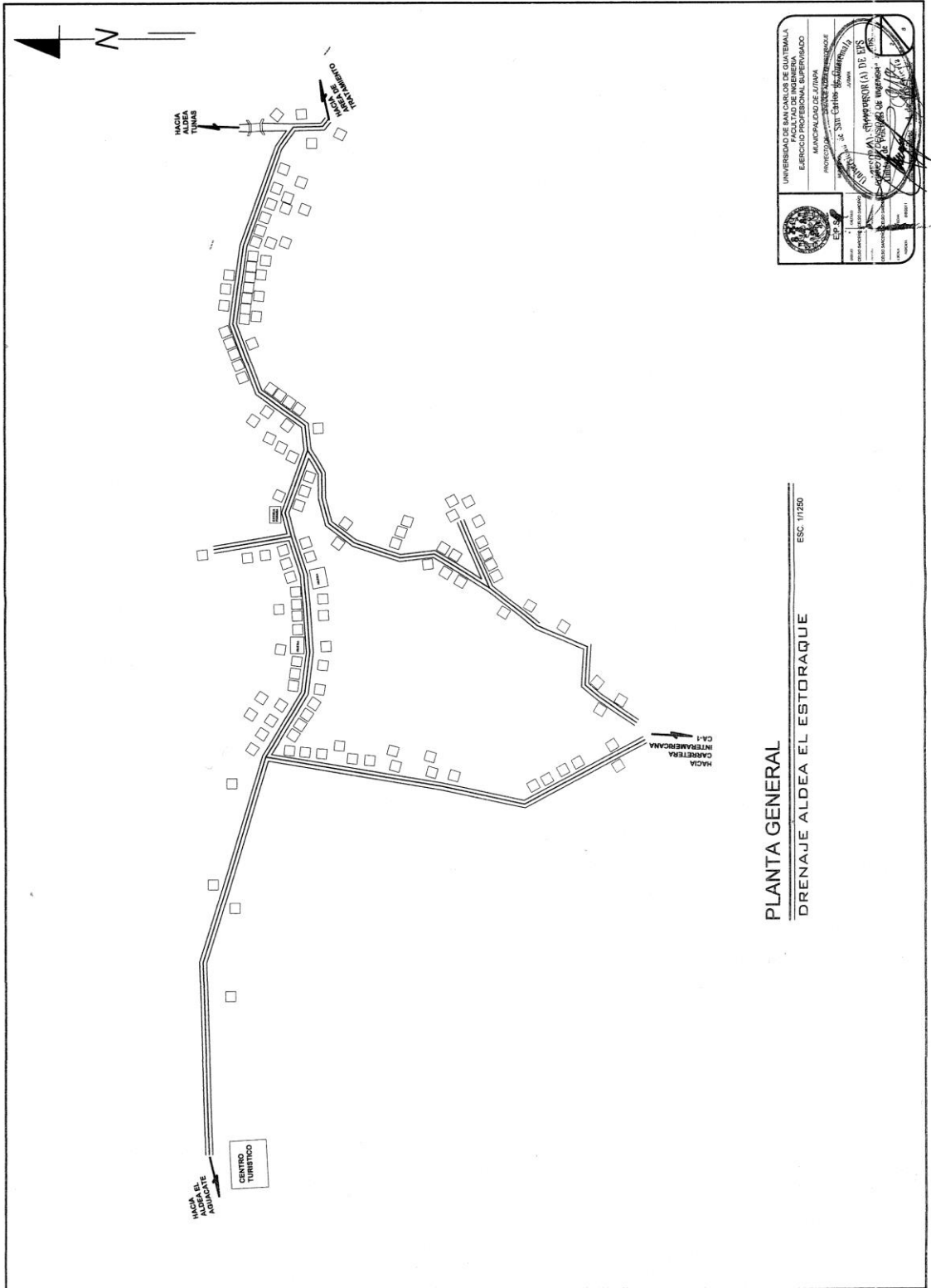
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR
 PROYECTO: DRENAJE ALDEA EL ESTORAQUE

EPS

PLANO DE
 DRENAJE ALDEA EL ESTORAQUE


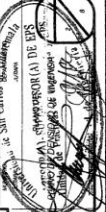
ESC. 1/1250

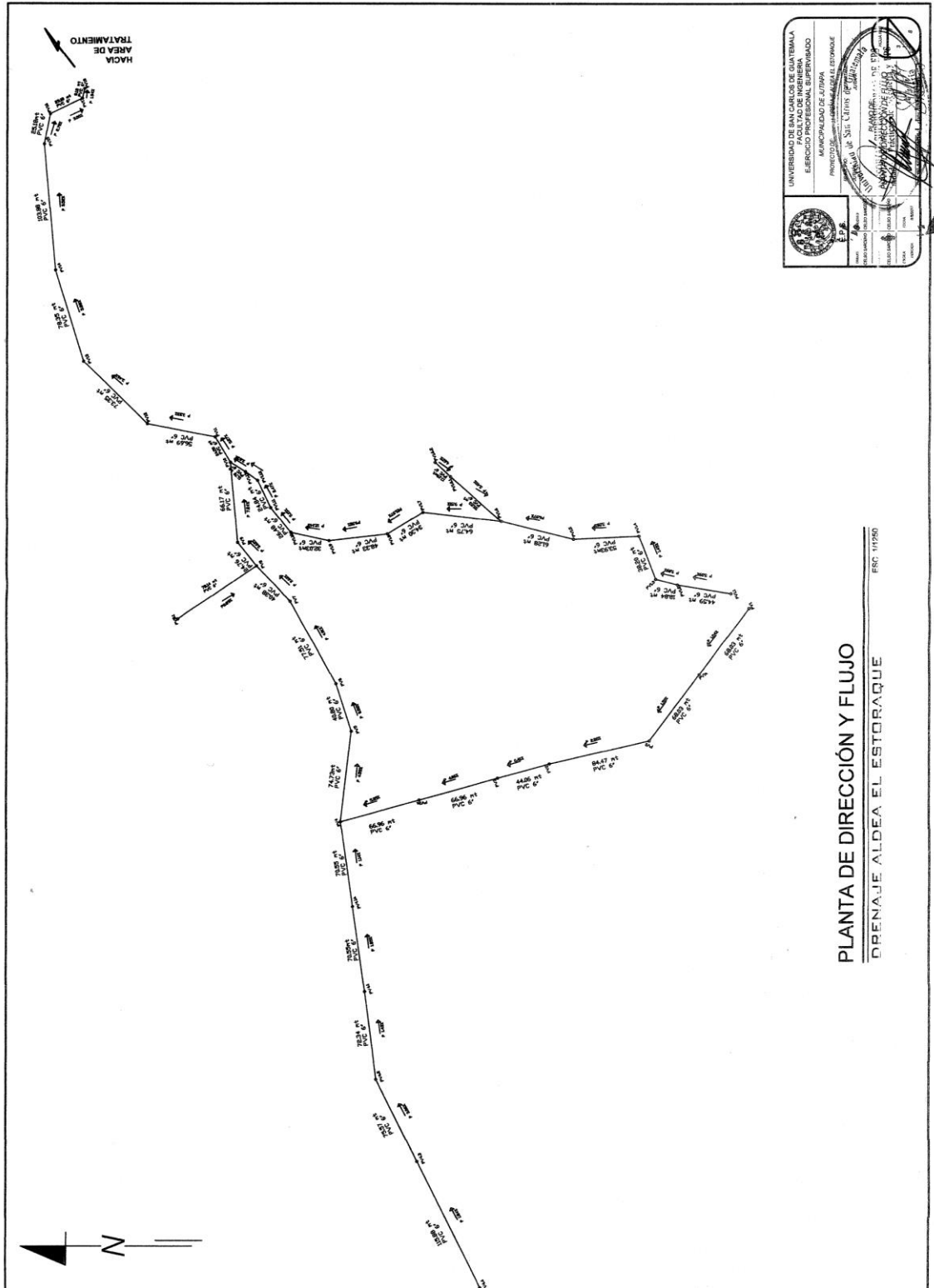
PLANTA TOPOGRAFICA
 DRENAJE ALDEA EL ESTORAQUE



PLANTA GENERAL
DRENAJE ALDEA EL ESTORAQUE

ESC. 1/1250

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE AJUTZ'UJ PROYECTO DE DRENAJE DE LA COMUNIDAD
	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL ESCUELA DE INGENIERIA DE OBRAS DE BARRIO ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS DE BARRIO
TITULO: PROYECTO DE DRENAJE DE LA COMUNIDAD AUTOR: ING. CARLOS A. GONZALEZ FECHA: 15/05/2010 LUGAR: ALDEA EL ESTORAQUE ESCALA: 1/1250	



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 SERVICIO PROFESIONAL DE INGENIERIA
 MUNICIPALIDAD DE LETRADA
 PROYECTO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE
 MUNICIPALIDAD DE SAN LUIS CANTÓN
 GUATEMALA

PROYECTO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE
 MUNICIPALIDAD DE LETRADA
 PROYECTO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE
 MUNICIPALIDAD DE LETRADA

PROYECTO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE
 MUNICIPALIDAD DE LETRADA

PROYECTO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE
 MUNICIPALIDAD DE LETRADA

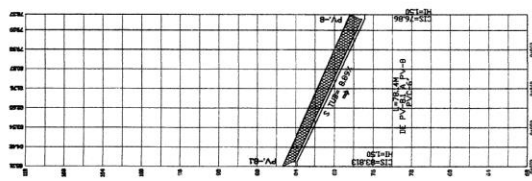
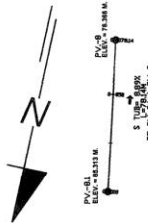
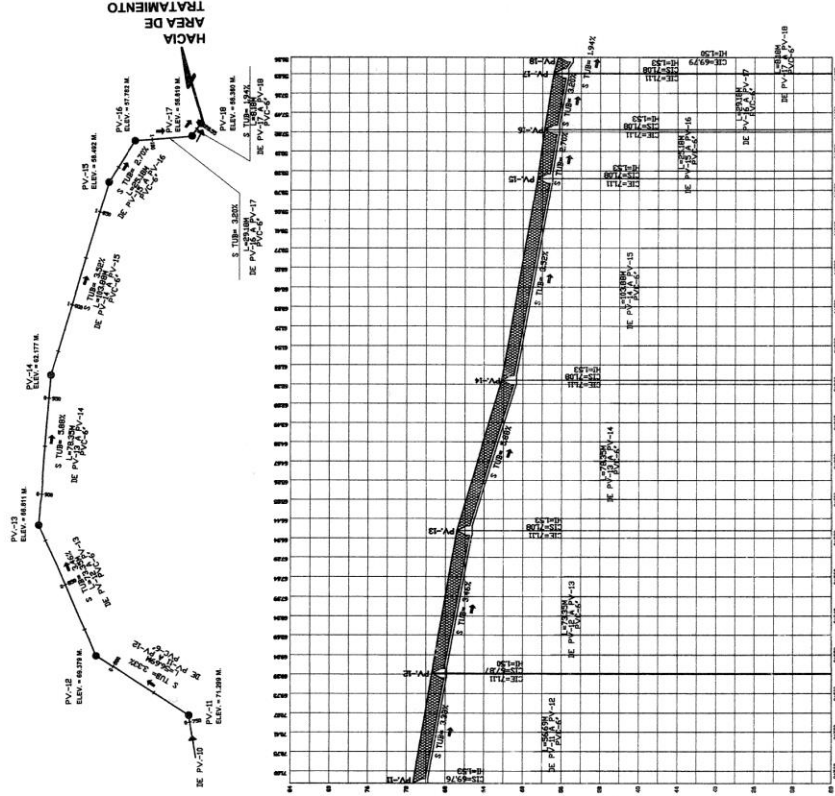
PLANTA DE DIRECCIÓN Y FLUJO
DRENAJE ALDEA EL ESTORAQUE

ESC: 1:1250

NOTA
LOS ESTACIONAMIENTOS ESTAN
DADOS EN METROS.

NOMENCLATURA	
CS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
EL	ELEVACION DE TUBERIA EN VISITA
PS	PERCENTUAL DE PENDIENTE
LT	LONGITUD DE TUBERIA
CT	COTA DEL TERRENO
DT	DIAMETRO DE TUBERIA
AL	ALCANTARILLADO
AS	ASPH. 20CM
MS	M.SUELDO

HACIA
AREA DE
TRATAMIENTO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE DISEÑO DE LA REJILLA DE ESTORAJE

MANIFIESTO

FECHA: 15/05/2018

PROFESOR: DR. JUAN CARLOS GONZALEZ

ALUMNO: JUAN CARLOS GONZALEZ

INGENIERO CIVIL

JUAN CARLOS GONZALEZ

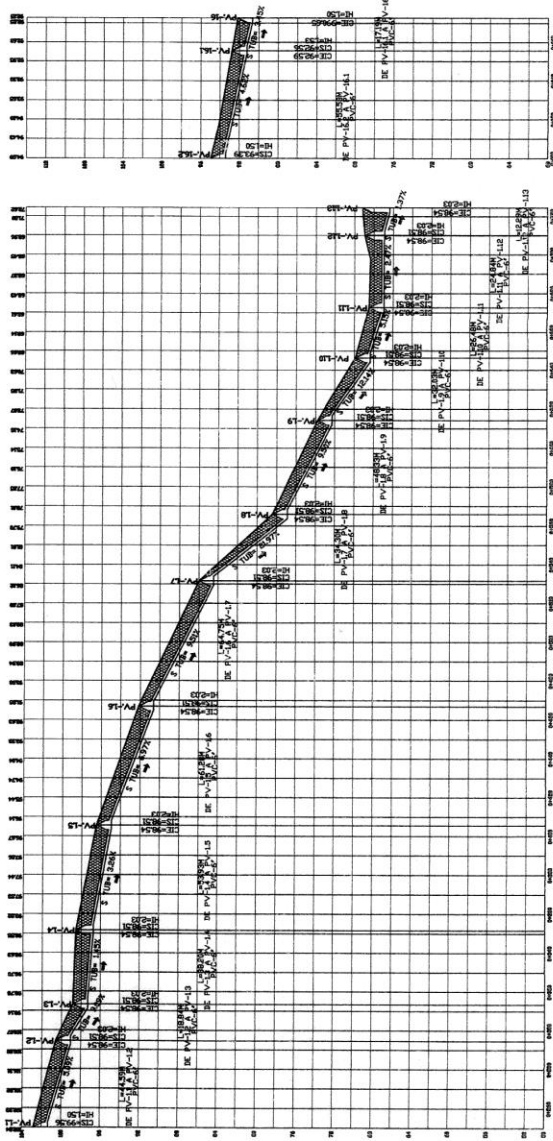
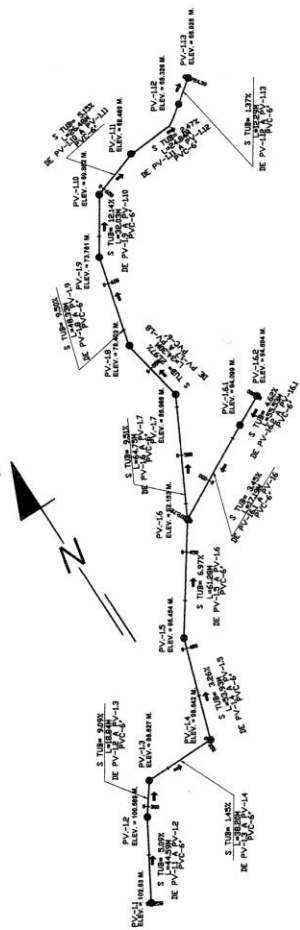
NO. 12345

PLANTA - PERFIL DE PV-11 A PV. 11.8
DRENAJE ALDEA EL ESTORAQUE

PLANTA - PERFIL DE PV-8.1 A PV. 8
DRENAJE ALDEA EL ESTORAQUE

NOTA
LOS ESTACIONAMIENTOS ESTAN
DADOS EN METROS.

NOMENCLATURA	
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
HE	ALTIMETRIA DE ENTRADA
LE	ALTIMETRIA DE PUNTO DE VISITA
SE	ALTIMETRIA DE PUNTO DE VISITA
ST	SUBPUNTO DE VISITA
L	LONGITUD DE TUBERIA
PV	PUNTO DE VISITA
PT	PUNTO DE VISITA
DT	DIRECCION DE TUBERIA
D	DIRECCION DEL FLUJO
MM	METROS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
EN OBRAS PUBLICAS Y URBANAS
PROYECTO DE OBRAS ALDEA EL ESTORAQUE

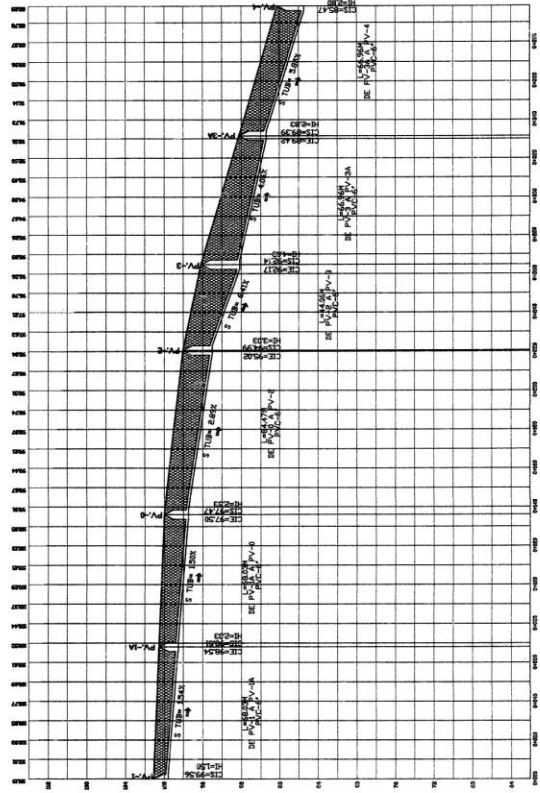
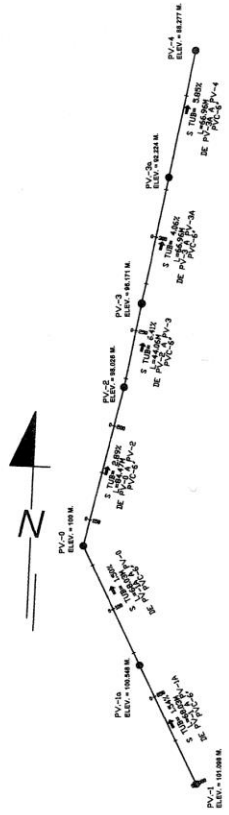
PLANO DE
DRENAJE
ALDEA EL ESTORAQUE

PLANTA - PERFIL DE PV-16.2 A PV. 16
DRENAJE ALDEA EL ESTORAQUE
ESC: H 1/1,000
ESC: H 1/200

PLANTA - PERFIL DE PV-1.1 A PV. 1.13
DRENAJE ALDEA EL ESTORAQUE
ESC: H 1/1,000
ESC: H 1/200

NOMENCLATURA	
CS	COTA INVERSA DE SALIDA
CE	COTA INVERSA DE ENTRADA
RI	RADIUS DE CURVATURA EN ESTIA
SP	PENDIENTE DEL TERRENO
ST	PENDIENTE DE TUBERIA
LS	LONGITUD DE TUBERIA
LC	LONGITUD DE CUBIERTA
CT	COTA DEL TERRENO
ST	DIAMETRO DE TUBERIA
ST	DIAMETRO DEL FLEJO
ST	ANCHO DE TUBERIA
ST	ANCHO DE FLEJO
XX	SEÑAL

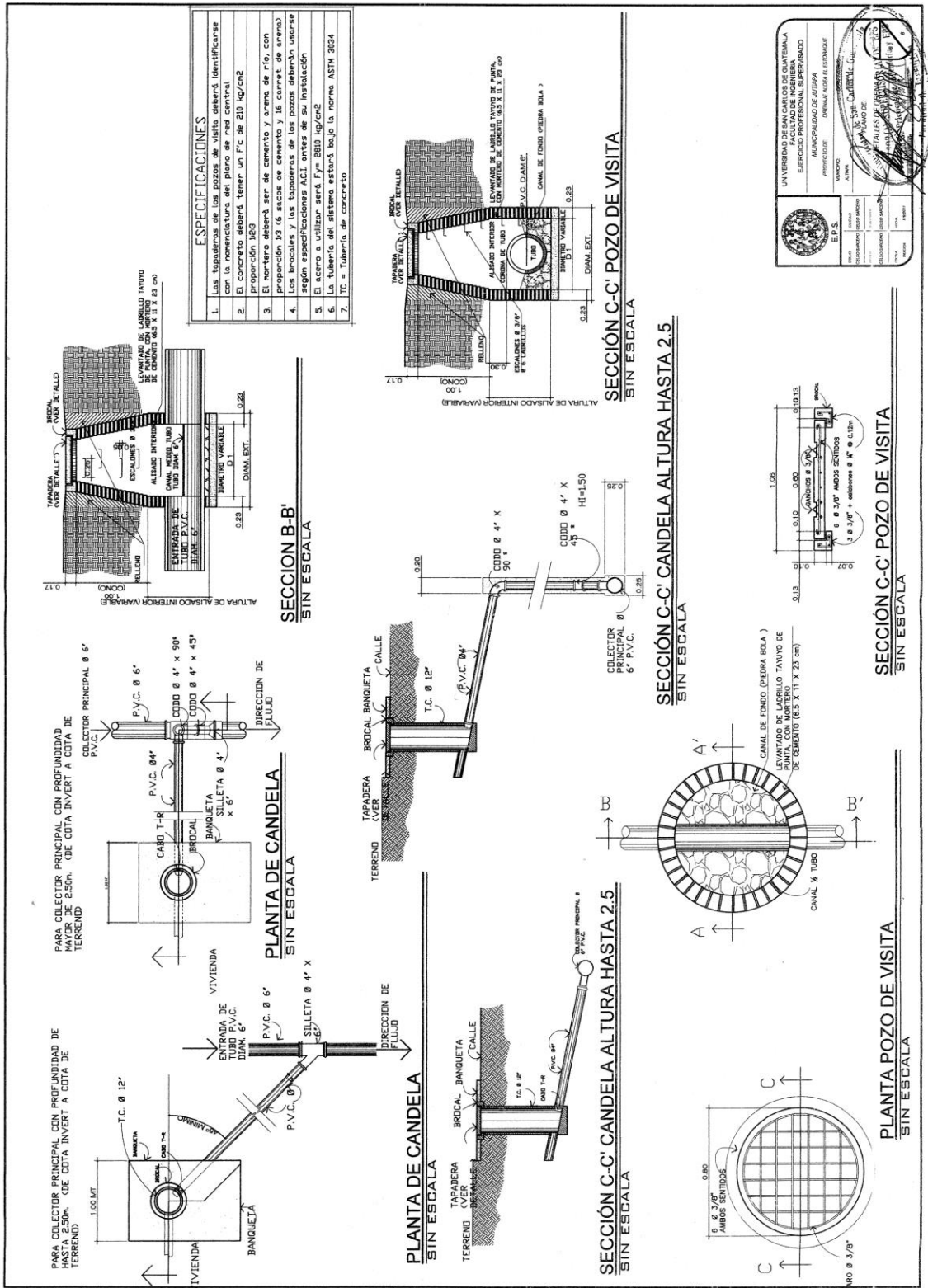
NOTA
 LOS ESPESORAMIENTOS ESTAN
 DADOS EN METROS



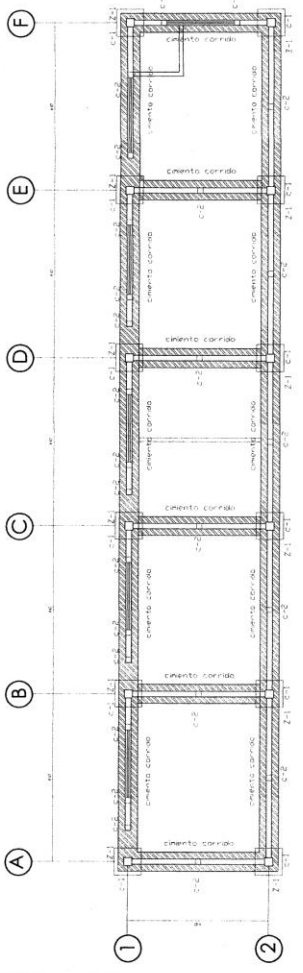
PLANTA - PERFIL DE PV-1 A PV. 4
DRENAJE ALDEA EL ESTORAQUE

ESC. H 1/1000
 ESC. H 1/200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERIA
	MANDO SUPERVISOR
	PROYECTO DE DRENAJE ALDEA EL ESTORAQUE
	MANDO SUPERVISOR
	MANDO SUPERVISOR

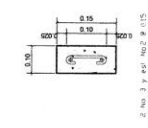


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE JAJAJA
 PROYECTO DE: OBRAS DE ABASTECIMIENTO
 E.P.S.
 MUNICIPIO DE JAJAJA
 CANTÓN DE JAJAJA
 CALLES DE SAN CARLOS, GUATEMALA
 TALLERES DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
 INGENIERO EN CAROLINA A. B. GARCÍA
 INGENIERO EN CARLOS A. GARCÍA
 INGENIERO EN CARLOS A. GARCÍA
 INGENIERO EN CARLOS A. GARCÍA



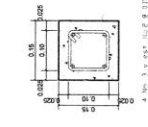
PLANTA DE CIMENTACIÓN

ESC. 1/100



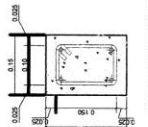
COLUMNNA TIPO C-3

4 No. 3 x 1/2 # 115



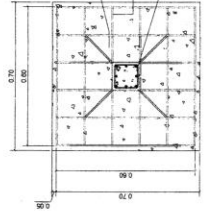
COLUMNNA TIPO C-2

4 No. 3 x 1/2 # 115



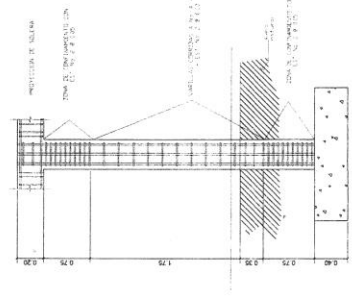
SOLERA DE HUMEDAD

4 No. 3 x 1/2 # 115



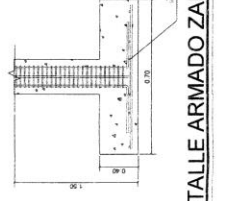
ZAPATA TIPO Z-1

SIN ESCALA



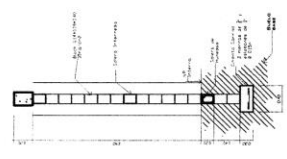
DETALLE F ARMADO COLUMNA TIPO C-1

ESC. 1/25



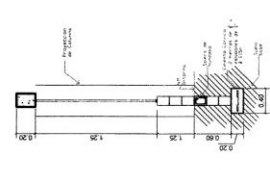
DETALLE ARMADO ZAPATA Z-1

SIN ESCALA



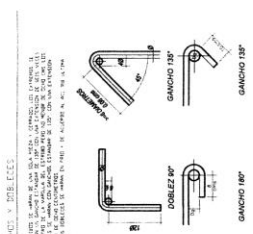
DETALLES DE MURO

ESC. 1/20



MUIROS CON VENTANAS

ESC. 1/20

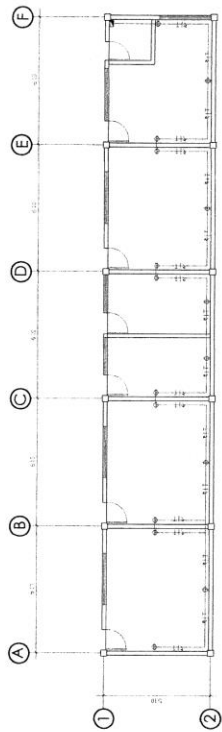


ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

CEMENTO
 ACERO
 ALAMBRE DE REFUERZO
 ...

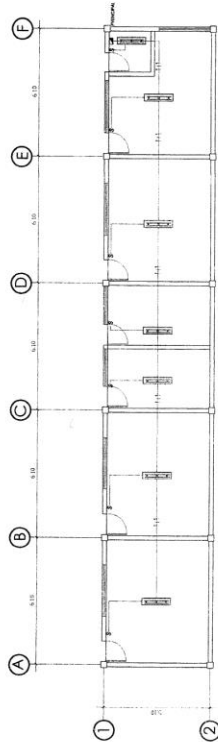
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 MANIFIESTO DE OBRAS
 PROYECTO DE
 ...

ESC. 1/25



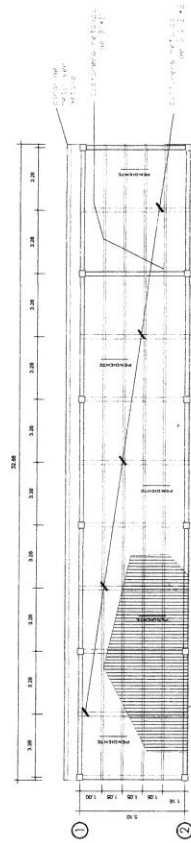
PLANTA DE FUERZAS

ESC: 1/100



PLANTA DE ILUMINACIÓN

ESC: 1/100



AREA A TECHAR
139.63 M²

DETALLE DE TECHOS

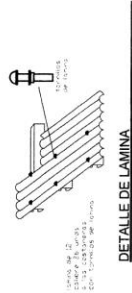
ESC: 1/100

simbología de Puertas

1	PUERTA DE ALUMINIO
2	PUERTA DE MADERA
3	PUERTA DE ACERO
4	PUERTA DE VIDRIO
5	PUERTA DE ALUMINIO Y VIDRIO
6	PUERTA DE ALUMINIO Y ACERO
7	PUERTA DE ALUMINIO Y MADERA
8	PUERTA DE ALUMINIO Y ACERO Y VIDRIO
9	PUERTA DE ALUMINIO Y MADERA Y VIDRIO
10	PUERTA DE ALUMINIO Y ACERO Y MADERA
11	PUERTA DE ALUMINIO Y ACERO Y VIDRIO Y MADERA
12	PUERTA DE ALUMINIO Y MADERA Y VIDRIO Y ACERO
13	PUERTA DE ALUMINIO Y ACERO Y MADERA Y VIDRIO
14	PUERTA DE ALUMINIO Y MADERA Y VIDRIO Y ACERO Y VIDRIO
15	PUERTA DE ALUMINIO Y ACERO Y MADERA Y VIDRIO Y VIDRIO
16	PUERTA DE ALUMINIO Y MADERA Y VIDRIO Y ACERO Y VIDRIO Y VIDRIO
17	PUERTA DE ALUMINIO Y ACERO Y MADERA Y VIDRIO Y VIDRIO Y VIDRIO
18	PUERTA DE ALUMINIO Y MADERA Y VIDRIO Y ACERO Y VIDRIO Y VIDRIO Y VIDRIO
19	PUERTA DE ALUMINIO Y ACERO Y MADERA Y VIDRIO Y VIDRIO Y VIDRIO Y VIDRIO
20	PUERTA DE ALUMINIO Y MADERA Y VIDRIO Y ACERO Y VIDRIO Y VIDRIO Y VIDRIO Y VIDRIO

simbología de Iluminación

1	LUZ RECINTO
2	LUZ DE TUBO FLUORESCENTE
3	LUZ DE TUBO INCANDESCENTE
4	LUZ DE TUBO FLUORESCENTE EN CIELO FALSO
5	LUZ DE TUBO INCANDESCENTE EN CIELO FALSO
6	LUZ DE TUBO FLUORESCENTE EN CIELO FALSO Y TUBO INCANDESCENTE
7	LUZ DE TUBO INCANDESCENTE EN CIELO FALSO Y TUBO FLUORESCENTE
8	LUZ DE TUBO FLUORESCENTE EN CIELO FALSO Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE
9	LUZ DE TUBO INCANDESCENTE EN CIELO FALSO Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE
10	LUZ DE TUBO FLUORESCENTE EN CIELO FALSO Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE
11	LUZ DE TUBO INCANDESCENTE EN CIELO FALSO Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE
12	LUZ DE TUBO FLUORESCENTE EN CIELO FALSO Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE
13	LUZ DE TUBO INCANDESCENTE EN CIELO FALSO Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE
14	LUZ DE TUBO FLUORESCENTE EN CIELO FALSO Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE
15	LUZ DE TUBO INCANDESCENTE EN CIELO FALSO Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE
16	LUZ DE TUBO FLUORESCENTE EN CIELO FALSO Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE
17	LUZ DE TUBO INCANDESCENTE EN CIELO FALSO Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE
18	LUZ DE TUBO FLUORESCENTE EN CIELO FALSO Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE
19	LUZ DE TUBO INCANDESCENTE EN CIELO FALSO Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE
20	LUZ DE TUBO FLUORESCENTE EN CIELO FALSO Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE Y TUBO INCANDESCENTE Y TUBO FLUORESCENTE



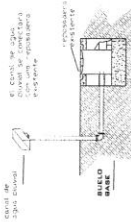
DETALLE DE LAMINA

REFERENCIA



DETALLE DE COSTANERA

REFERENCIA



DETALLE DE CONEXIÓN DE CANAL

REFERENCIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE JUTIQUA
PROYECTO DE
LA ALCAZAR DEL CONTORNO

PROFESOR
MAG. JUAN CARLOS GONZALEZ GONZALEZ

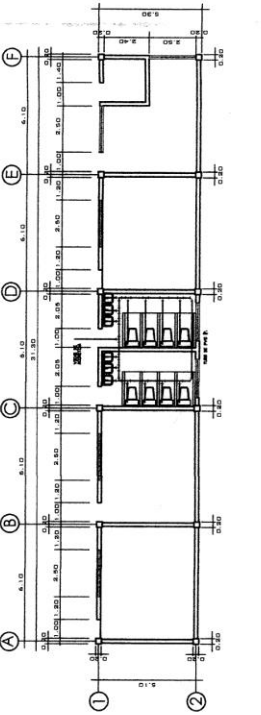
ESTUDIANTE
MAG. JUAN CARLOS GONZALEZ GONZALEZ

PLANTA DE FUERZAS
PLANTA DE ILUMINACIÓN
DETALLE DE TECHOS

FECHA: 15/05/2018

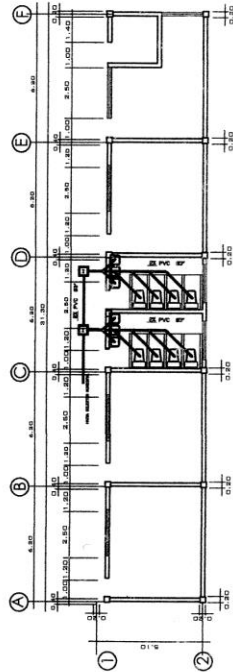
ESQUEMA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE JUTIQUA
PROYECTO DE
LA ALCAZAR DEL CONTORNO



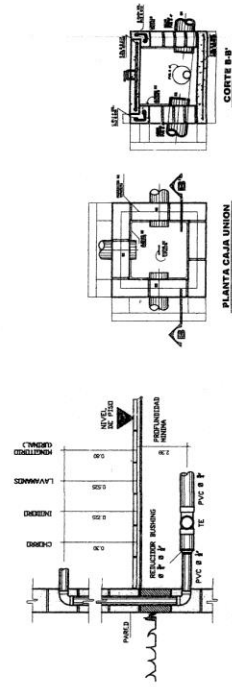
PLANTA DE AGUA POTABLE

ESC. 1/100



PLANTA DE DRENAJE

ESC. 1/100



SIMBOLOGIA DE PLUMBERIA	
1.5"	1.5\"/>
2"	2\"/>
3"	3\"/>
4"	4\"/>
5"	5\"/>
6"	6\"/>
8"	8\"/>
10"	10\"/>
12"	12\"/>
15"	15\"/>
20"	20\"/>
25"	25\"/>
30"	30\"/>
36"	36\"/>
42"	42\"/>
48"	48\"/>
54"	54\"/>
60"	60\"/>
66"	66\"/>
72"	72\"/>
78"	78\"/>
84"	84\"/>
90"	90\"/>
96"	96\"/>
102"	102\"/>
108"	108\"/>
114"	114\"/>
120"	120\"/>
126"	126\"/>
132"	132\"/>
138"	138\"/>
144"	144\"/>
150"	150\"/>
156"	156\"/>
162"	162\"/>
168"	168\"/>
174"	174\"/>
180"	180\"/>
186"	186\"/>
192"	192\"/>
198"	198\"/>
204"	204\"/>
210"	210\"/>
216"	216\"/>
222"	222\"/>
228"	228\"/>
234"	234\"/>
240"	240\"/>
246"	246\"/>
252"	252\"/>
258"	258\"/>
264"	264\"/>
270"	270\"/>
276"	276\"/>
282"	282\"/>
288"	288\"/>
294"	294\"/>
300"	300\"/>
306"	306\"/>
312"	312\"/>
318"	318\"/>
324"	324\"/>
330"	330\"/>
336"	336\"/>
342"	342\"/>
348"	348\"/>
354"	354\"/>
360"	360\"/>
366"	366\"/>
372"	372\"/>
378"	378\"/>
384"	384\"/>
390"	390\"/>
396"	396\"/>
402"	402\"/>
408"	408\"/>
414"	414\"/>
420"	420\"/>
426"	426\"/>
432"	432\"/>
438"	438\"/>
444"	444\"/>
450"	450\"/>
456"	456\"/>
462"	462\"/>
468"	468\"/>
474"	474\"/>
480"	480\"/>
486"	486\"/>
492"	492\"/>
498"	498\"/>
504"	504\"/>
510"	510\"/>
516"	516\"/>
522"	522\"/>
528"	528\"/>
534"	534\"/>
540"	540\"/>
546"	546\"/>
552"	552\"/>
558"	558\"/>
564"	564\"/>
570"	570\"/>
576"	576\"/>
582"	582\"/>
588"	588\"/>
594"	594\"/>
600"	600\"/>
606"	606\"/>
612"	612\"/>
618"	618\"/>
624"	624\"/>
630"	630\"/>
636"	636\"/>
642"	642\"/>
648"	648\"/>
654"	654\"/>
660"	660\"/>
666"	666\"/>
672"	672\"/>
678"	678\"/>
684"	684\"/>
690"	690\"/>
696"	696\"/>
702"	702\"/>
708"	708\"/>
714"	714\"/>
720"	720\"/>
726"	726\"/>
732"	732\"/>
738"	738\"/>
744"	744\"/>
750"	750\"/>
756"	756\"/>
762"	762\"/>
768"	768\"/>
774"	774\"/>
780"	780\"/>
786"	786\"/>
792"	792\"/>
798"	798\"/>
804"	804\"/>
810"	810\"/>
816"	816\"/>
822"	822\"/>
828"	828\"/>
834"	834\"/>
840"	840\"/>
846"	846\"/>
852"	852\"/>
858"	858\"/>
864"	864\"/>
870"	870\"/>
876"	876\"/>
882"	882\"/>
888"	888\"/>
894"	894\"/>
900"	900\"/>
906"	906\"/>
912"	912\"/>
918"	918\"/>
924"	924\"/>
930"	930\"/>
936"	936\"/>
942"	942\"/>
948"	948\"/>
954"	954\"/>
960"	960\"/>
966"	966\"/>
972"	972\"/>
978"	978\"/>
984"	984\"/>
990"	990\"/>
996"	996\"/>
1002"	1002\"/>
1008"	1008\"/>
1014"	1014\"/>
1020"	1020\"/>
1026"	1026\"/>
1032"	1032\"/>
1038"	1038\"/>
1044"	1044\"/>
1050"	1050\"/>
1056"	1056\"/>
1062"	1062\"/>
1068"	1068\"/>
1074"	1074\"/>
1080"	1080\"/>
1086"	1086\"/>
1092"	1092\"/>
1098"	1098\"/>
1104"	1104\"/>
1110"	1110\"/>
1116"	1116\"/>
1122"	1122\"/>
1128"	1128\"/>
1134"	1134\"/>
1140"	1140\"/>
1146"	1146\"/>
1152"	1152\"/>
1158"	1158\"/>
1164"	1164\"/>
1170"	1170\"/>
1176"	1176\"/>
1182"	1182\"/>
1188"	1188\"/>
1194"	1194\"/>
1200"	1200\"/>

SIMBOLOGIA DE DRENAJE	
1.5"	1.5\"/>
2"	2\"/>
3"	3\"/>
4"	4\"/>
5"	5\"/>
6"	6\"/>
8"	8\"/>
10"	10\"/>
12"	12\"/>
15"	15\"/>
20"	20\"/>
25"	25\"/>
30"	30\"/>
36"	36\"/>
42"	42\"/>
48"	48\"/>
54"	54\"/>
60"	60\"/>
66"	66\"/>
72"	72\"/>
78"	78\"/>
84"	84\"/>
90"	90\"/>
96"	96\"/>
102"	102\"/>
108"	108\"/>
114"	114\"/>
120"	120\"/>
126"	126\"/>
132"	132\"/>
138"	138\"/>
144"	144\"/>
150"	150\"/>
156"	156\"/>
162"	162\"/>
168"	168\"/>
174"	174\"/>
180"	180\"/>
186"	186\"/>
192"	192\"/>
198"	198\"/>
204"	204\"/>
210"	210\"/>
216"	216\"/>
222"	222\"/>
228"	228\"/>
234"	234\"/>
240"	240\"/>
246"	246\"/>
252"	252\"/>
258"	258\"/>
264"	264\"/>
270"	270\"/>
276"	276\"/>
282"	282\"/>
288"	288\"/>
294"	294\"/>
300"	300\"/>
306"	306\"/>
312"	312\"/>
318"	318\"/>
324"	324\"/>
330"	330\"/>
336"	336\"/>
342"	342\"/>
348"	348\"/>
354"	354\"/>
360"	360\"/>
366"	366\"/>
372"	372\"/>
378"	378\"/>
384"	384\"/>
390"	390\"/>
396"	396\"/>
402"	402\"/>
408"	408\"/>
414"	414\"/>
420"	420\"/>
426"	426\"/>
432"	432\"/>
438"	438\"/>
444"	444\"/>
450"	450\"/>
456"	456\"/>
462"	462\"/>
468"	468\"/>
474"	474\"/>
480"	480\"/>
486"	486\"/>
492"	492\"/>
498"	498\"/>
504"	504\"/>
510"	510\"/>
516"	516\"/>
522"	522\"/>
528"	528\"/>
534"	534\"/>
540"	540\"/>
546"	546\"/>
552"	552\"/>
558"	558\"/>
564"	564\"/>
570"	570\"/>
576"	576\"/>
582"	582\"/>
588"	588\"/>
594"	594\"/>
600"	600\"/>
606"	606\"/>
612"	612\"/>
618"	618\"/>
624"	624\"/>
630"	630\"/>
636"	636\"/>
642"	642\"/>
648"	648\"/>
654"	654\"/>
660"	660\"/>
666"	666\"/>
672"	672\"/>
678"	678\"/>
684"	684\"/>
690"	690\"/>
696"	696\"/>
702"	702\"/>
708"	708\"/>
714"	714\"/>
720"	720\"/>
726"	726\"/>
732"	732\"/>
738"	738\"/>
744"	744\"/>
750"	750\"/>
756"	756\"/>
762"	762\"/>
768"	768\"/>
774"	774\"/>
780"	780\"/>
786"	786\"/>
792"	792\"/>
798"	798\"/>
804"	804\"/>
810"	810\"/>
816"	816\"/>
822"	822\"/>
828"	828\"/>
834"	834\"/>
840"	840\"/>
846"	846\"/>
852"	852\"/>
858"	858\"/>
864"	864\"/>
870"	870\"/>
876"	876\"/>
882"	882\"/>
888"	888\"/>
894"	894\"/>
900"	900\"/>

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 INGENIERIA DE SISTEMAS DE AGUAS
 PLAN DE DRENAJE

EPS
 EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS
 DE GUATEMALA

PROYECTO: [Illegible]
 LUGAR: [Illegible]
 FECHA: [Illegible]

[Seal and Signature]

