



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

**DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO
“EL TERRERO” Y DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA EL
CASERÍO “LOS JIMÉNEZ”, MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA**

Edson Roberto Bonilla Sarmiento

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, julio de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO
“EL TERRERO” Y DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA EL
CASERÍO “LOS JIMENEZ”, MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

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

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO “EL TERRERO” Y DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA EL CASERÍO “LOS JIMÉNEZ”, MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA

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



Edson Roberto Bonilla Sarmiento.



Guatemala, 07 de marzo de 2012
Ref.EPS.DOC.461.03.12

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

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Edson Roberto Bonilla Sarmiento** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200412726**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO "EL TERRERO" Y DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA EL CASERÍO "LOS JIMENEZ", MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA"**.

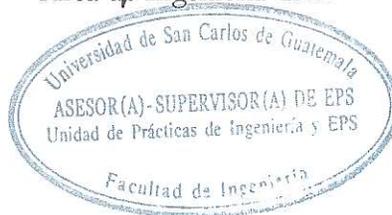
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

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



Guatemala, 05 de junio de 2012
Ref.EPS.D.570.06.12

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO "EL TERRERO" Y DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA EL CASERÍO "LOS JIMENEZ", MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Edson Roberto Bonilla Sarmiento**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

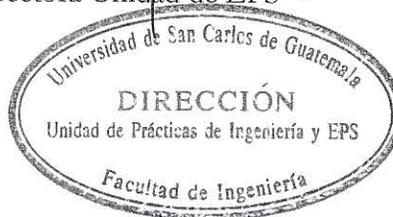
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


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

NISZ/ra





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



Guatemala,
18 de abril de 2012

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

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO "EL TERRERO" Y DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA EL CASERÍO "LOS JIMENEZ", MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Edson Roberto Bonilla Sarmiento, 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



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



Guatemala,
4 de junio de 2012

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

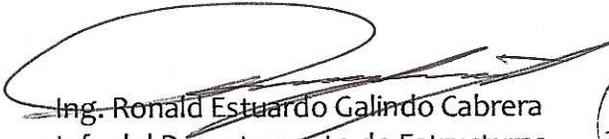
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO "EL TERRERO" Y DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA EL CASERÍO "LOS JIMENEZ", MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Edson Roberto Bonilla Sarmiento, 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 INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Edson Roberto Bonilla Sarmiento, titulado DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO "EL TERRERO" Y DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA EL CASERÍO "LOS JIMENEZ", MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, julio 2012

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO "EL TERRERO" Y DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA EL CASERÍO "LOS JIMÉNEZ", MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA**, presentado por el estudiante universitario **Edson Roberto Bonilla Sarmiento**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 18 de julio de 2012

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Toda la gloria sea para Él, porque este logro no hubiese sido posible sin su gracia sobre mi vida.
- Mis padres** Alirio Roberto Bonilla Pérez, Nancy Maribel Sarmiento de Bonilla, por su gran amor, sacrificio y ejemplo que han marcado mi vida, Dios los bendiga.
- Mi hermano** David Alejandro Bonilla Sarmiento, por su apoyo incondicional, amor y ejemplo en mi vida. Te quiero mucho.
- Mis abuelos** David Sarmiento Santos, Rosaura Zeceña de Sarmiento, por su interminable amor y sabios consejos, y ser mis grandes ejemplos a seguir, Dios lo bendiga.
- Mis tías** Norma Sarmiento de Serrano, Silvia Carina Sarmiento de Sandoval, Leslie Patricia Sarmiento de Carías, gracias por su apoyo, y por su amor. Las quiero mucho.
- Mis tíos** Sergio Sandoval, Alexander Carías, Mario Serrano, por su gran apoyo, han sido una bendición en mi vida.

Mis primos

Sergio, Nathalie, Karina, Alexandra, Katherine, Mario José, César, que este logro sea de inspiración y ejemplo para triunfos en su vida.

Amigos

A todos en general, gracias por su apoyo.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Porque si Él no me hubiese alcanzado, este logro no hubiese sido posible.
Mi padre	Por sus sabios consejos y amor incondicional. Dios te bendiga.
Mi madre	A quien nunca existirán palabras para expresar mi infinito agradecimiento y amor por su sacrificio, este triunfo te lo debo a ti, te amo.
Mis abuelos	Por ser los pilares importantes en mi formación como persona, por su apoyo incondicional cuando más lo necesite, y por hacer de mi lo que ahora soy, Dios los bendiga.
Norma Sarmiento de Serrano	Por su gran amor e incondicional apoyo a lo largo de mi vida y mi carrera universitaria. Dios te bendiga.
Tíos y tías	Por siempre estar conmigo a lo largo de mi vida, por su fiel amor y apoyo en todo momento. Dios los bendiga.
Ing. David Ruano y Hugo Roque Lima	Por su apoyo en la etapa final de mi carrera, Dios los bendiga.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio de Jalapa, Jalapa.....	1
1.1.1. Aspectos étnicos, sociales y físicos	1
1.1.1.1. Ubicación.....	2
1.1.1.2. Localización.....	2
1.1.1.3. División política.....	2
1.1.1.4. Clima	3
1.1.1.5. Hidrografía	4
1.1.1.6. Orografía	4
1.1.1.7. Producción agrícola	4
1.1.1.8. Población.....	6
1.1.2. Aspectos de infraestructura	6
1.1.2.1. Vías de acceso	6
1.1.2.2. Servicios públicos	7
1.1.2.3. Organización comunitaria	8
1.2. Diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Jalapa, Jalapa.....	8
1.2.1. Descripción de las necesidades.....	8

1.2.2.	Análisis y priorización de las necesidades	15
2.	DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO	
	“EL TERRERO”, JALAPA, JALAPA	19
2.1.	Descripción general del proyecto	19
2.2.	Normas a utilizar	20
2.3.	Levantamiento topográfico	20
2.3.1.	Planimetría	21
2.3.2.	Altimetría	21
2.4.	Partes de un alcantarillado	21
2.4.1.	Colector	22
2.4.2.	Pozos de visita	22
2.4.3.	Conexiones domiciliarias	22
2.5.	Período de diseño	22
2.6.	Población futura	23
2.7.	Determinación de caudales	24
2.7.1.	Población tributaria	24
2.7.2.	Dotación	25
2.7.3.	Factor de retorno al sistema	25
2.7.4.	Caudal sanitario	25
2.7.5.	Caudal domiciliar	26
2.7.6.	Caudal industrial	26
2.7.7.	Caudal comercial	27
2.7.8.	Caudal por conexiones ilícitas	27
2.7.9.	Caudal por infiltración	28
2.7.10.	Caudal medio	28
2.7.11.	Factor de caudal medio	28
2.7.12.	Factor de Harmond	30
2.7.13.	Caudal de diseño	30

2.7.14.	Fundamentos hidráulicos	31
2.7.15.	Ecuación de Manning para flujo de canales	31
2.7.16.	Relaciones hidráulicas	32
2.8.	Parámetros de diseño hidráulico	33
2.8.1.	Coeficiente de rugosidad	33
2.8.2.	Sección llena y parcialmente llena.....	34
2.8.3.	Velocidades máximas y mínimas.....	36
2.8.4.	Diámetro del colector.....	37
2.8.5.	Profundidad del colector	38
2.8.6.	Profundidad mínima del colector.....	38
2.8.7.	Ancho de zanja	39
2.8.8.	Volumen de excavación.....	40
2.8.9.	Cota invert.	41
2.8.10.	Ubicación de pozos de visita	41
2.8.11.	Profundidad de pozos de visita	42
2.8.12.	Características de las conexiones domiciliarias	42
2.8.13.	Diseño hidráulico	42
2.9.	Propuesta de tratamiento	42
2.9.1.	Fosas sépticas.....	46
2.9.2.	Dimensionamiento de pozos de absorción	71
2.10.	Administración, operación y mantenimiento	77
2.11.	Elaboración de planos	79
2.12.	Elaboración de presupuestos	79
2.13.	Evaluación de impacto ambiental inicial (EIAI).....	80
2.14.	Evaluación socio-económica	80
2.14.1.	Valor presente neto.....	81
2.14.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR)	81

3.	DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA EL CASERÍO LOS JIMÉNEZ.....	83
3.1.	Descripción del proyecto	83
3.1.1.	Tres aulas.....	84
3.1.2.	Área administrativa.....	85
3.1.3.	Módulo de baños	85
3.2.	Normas a utilizar	85
3.3.	Cargas.....	86
3.3.1.	Carga viva	86
3.3.2.	Carga muerta.....	86
3.3.3.	Carga por viento	86
3.3.4.	Carga por sismo	87
3.4.	Método de análisis de mampostería	87
3.4.1.	Método por resistencia de trabajo	87
3.4.2.	Análisis realista.....	87
3.4.3.	Análisis simplista	88
3.4.4.	Método a utilizar	89
3.5.	Sistema constructivo	89
3.6.	Diseño de escuela.....	90
3.6.1.	Diseño del techo.....	90
3.6.2.	Diseño de muros y soleras	101
3.6.3.	Diseño de mochetas.....	108
3.6.4.	Diseño de cimentación	109
3.6.5.	Diseño de fosas sépticas.....	115
3.7.	Presupuesto y planos.....	117
3.8.	Cronograma de actividades	118
3.9.	Evaluación de impacto ambiental inicial (EIAI).....	118
3.10.	Evaluación socio-económica.....	118
3.10.1.	Valor presente neto	118

3.10.2.	Tasa interna de retorno.....	119
3.11.	Diseño de instalaciones.....	119
CONCLUSIONES		133
RECOMENDACIONES		137
BIBLIOGRAFÍA.....		139
ANEXOS		141

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Detalle de costanera	94
2.	Detalle de viga.....	96

TABLAS

I.	Especificaciones hidráulicas.....	33
II.	Coeficientes de rugosidad para distintas clases de tuberías.....	34
III.	Profundidad mínima del colector de concreto	38
IV.	Profundidad mínima del colector de PVC.....	38
V.	Ancho de zanja dependiendo de la profundidad	40
VI.	Costo de construcción de fosas sépticas	71
VII	Medidas de diseño para costanera	91
VIII.	Coeficientes para diseño a flexión.....	105
IX.	Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones simples y sifones de descarga.....	126
X.	Diámetro de las derivaciones en colector.....	127
XI.	Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios	130
XII	Gastos probables para el método de Hunter.....	131

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área de la tubería (en caso a/A) expresada en m ²
A	Área del terreno (en caso Q=CIA) expresada en Ha
a	Área que ocupa el tirante en la tubería expresada en m ²
Cant	Cantidad
Q	Caudal a sección llena en tuberías expresada en m ³ /s
Qdis	Caudal de diseño
C	Coefficiente de escorrentía superficial
n	Coefficiente de rugosidad
D	Diámetro de la tubería expresada en metros
Dist	Distancia
Est	Estación
FH	Factor de Harmond
Hab	Habitantes
I	Intensidad de lluvia
L/hab/día	Litros por habitante por día
PVC	Material fabricado a base de cloruro de polivinilo
Máx	Máxima
m²	Metros al cuadrado
m³	Metros cúbicos
m³/s	Metros cúbicos por segundo
m/s	Metros por segundo
mm/h	Milímetros por hora
Min	Mínima

S	Pendiente
S%	Pendiente en porcentaje
P	Población
PV	Pozo de visita
PU	Precio unitario
PO	Punto observado
R	Radio
Rh	Radio hidráulico
a/A	Relación de área de flujo / área a sección llena
q/Q	Relación de caudal / caudal a sección llena
d/D	Relación de profundidad de flujo / profundidad a sección llena
v/V	Relación de velocidad de fluidos / velocidad a sección llena
r	Tasa de crecimiento de la población, expresado en porcentaje
U	Unidad
V	Velocidad a sección llena de la tubería expresada en m/s
v	Velocidad del flujo en la tubería expresada en m/s

GLOSARIO

Aguas negras	Agua 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 éstas mismas, al colector del sistema de drenaje.
Carga de sismo	Estas cargas son las que se conocen con el nombre de cargas laterales; son puramente dinámicas. Una de las características de estas cargas es que su aplicación es en un corto período de tiempo.
Carga muerta	Comprende todas las cargas de elementos permanentes de la construcción, incluyendo la estructura en sí, pisos, vidrieras, rellenos, tabiques fijos, equipo permanente fijo anclado.
Carga viva	Es la carga que deberá soportar la estructura debido al uso u ocupación de la misma.
Caudal de diseño	Suma de los caudales que se utilizarán para diseñar un tramo de alcantarillado.
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo.

Concreto	Material utilizado para fundir el refuerzo de la mampostería, logrando que este trabaje eficientemente.
Conexión	Tubería que conduce las aguas negras desde el domiciliar interior de la vivienda, hasta la candela.
Dotación	Estimación de la cantidad de agua que se consume en promedio por habitante diariamente.
EPS	Ejercicio Profesional Supervisado.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
Mampostería	Sistema de construcción que consiste en la unión de bloques de concreto o arcilla con un mortero para formar una pared.
Mortero	Es una mezcla con materiales aglomerantes utilizada para unir las unidades de mampostería.
Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, y para iniciar un tramo de tubería.
VPN	Se basa en la creencia de que el valor del dinero se ve afectado por el tiempo en que se recibe.

RESUMEN

A través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), se atendieron las necesidades del Caserío El Terrero y Caserío Los Jiménez, en el municipio y departamento de Jalapa. El caserío El Terrero necesita la construcción del drenaje sanitario para 192 conexiones domiciliarias, con una longitud de 1 634 metros; por su lado, el caserío Los Jiménez requiere de un edificio escolar, para poder atender a niños de nivel primario.

En el caserío El Terrero se diseñó la red de alcantarillado sanitario, así como, los pozos de visita necesarios para un correcto funcionamiento. Para este proyecto se propone la utilización de tubería de PVC y se proponen 31 pozos de visita que permitirán que el sistema trabaje adecuadamente, así como, la utilización de un conjunto de fosas sépticas, cada una con sus respectivos pozos de absorción, para darle un tratamiento primario a las aguas residuales y que éstas no sean tan nocivas para el medio ambiente.

En el caserío Los Jiménez, el sistema estructural propuesto para la escuela es de muros de mampostería reforzada. La escuela estará conformada por: tres aulas, área administrativa y servicios sanitarios, ubicados en un terreno que pertenece a la comunidad. Las cargas consideradas son: viva, muerta, de viento y de sismo; la primera depende del uso de la estructura, la segunda del material y método constructivo, la tercera del viento y la cuarta considera un porcentaje de las anteriores.

Para ambos proyectos se ha elaborado el respectivo presupuesto de ejecución, así también, el juego de planos que servirá como una guía para la

construcción de los proyectos priorizados y diseñados en el presente documento.

OBJETIVOS

General

Reducir los índices de morbilidad del caserío El Terrero, para mejorar el ornato municipal, con el diseño del alcantarillado sanitario, asimismo, el diseño de la escuela primaria en el caserío Los Jiménez para contribuir con el desarrollo social del municipio de Jalapa.

Específicos

1. Realizar una investigación monográfica y un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Jalapa, Jalapa.
2. Capacitar a los miembros del COCODE del caserío El Terrero, sobre el mantenimiento y buen uso del sistema de alcantarillado sanitario.
3. Proveer a los vecinos de caserío Los Jiménez, una escuela que les permita obtener desarrollo a nivel educativo, para que los estudiantes del nivel primario puedan recibir clases en mejores condiciones y el aprendizaje se les facilite.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de graduación contiene el diseño de dos proyectos elaborados mediante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Ingeniería. Los proyectos consisten en el diseño del alcantarillado sanitario para el caserío El Terrero y el diseño de la escuela primaria para el caserío Los Jiménez, municipio de Jalapa, Jalapa.

Para conocer las deficiencias de las comunidades fue necesaria una investigación, sobre las condiciones locales y gestionarla, tanto de las autoridades municipales, como de los miembros del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), para determinar las necesidades de infraestructura y servicios básicos de las comunidades ya mencionadas y priorizar su atención.

En el caso de los proyectos de drenaje sanitario ha sido necesario realizar el diseño, puesto que el caserío El Terrero no ha contado nunca con el servicio; esto ha llevado a tomar medidas no adecuadas a la población tales como tener que evacuar sus aguas servidas hacia la calle, todo esto ha venido a crear un ambiente antihigiénico, lo cual se va a evitar con el proyecto que realizará la Municipalidad y le dará mejores condiciones de vida a los habitantes evitando alteraciones de los sistemas ambientales.

En el caso del diseño y construcción de la escuela en el caserío Los Jiménez, se considera de mucha importancia, puesto que no existe un lugar donde los alumnos puedan recibir sus clases, sin ruidos, en un ambiente protegido, con techo, sin tener que recibir inclemencias del tiempo; así también elevar el nivel educativo y propiciar el desarrollo de dicha comunidad.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Jalapa, Jalapa

El municipio de Jalapa está situado en el oriente del país, y es uno de los siete municipios que conforma el departamento de Jalapa.

1.1.1. Aspectos étnicos, sociales y físicos

La población se distribuye de la siguiente manera: ladina 55%, mestiza un 25% e indígena un 20% en el municipio de Jalapa.

La vida en Jalapa es de un ambiente hogareño donde sus construcciones son de mampostería de block y levantado de adobe.

Costumbres de la cabecera de Jalapa:

- Celebrar casamientos y 15 años.
- Llevarle flores a los difuntos.
- Hacer platillos típicos para la Semana Santa, Día de los Santos y Finados y Noche Buena.
- Hacer tamales los sábados y miércoles.
- Salir en familia los días domingos.

Grupos étnicos:

En el departamento de Jalapa existen dos grupos y el lugar donde están radicados es en la montaña; estos dos grupos están divididos en dos comunidades llamadas: Ladinos Pardos y Santa María Xalapán. Esta división se ve en la situación geográfica de sus tierras, ya que la montaña de Jalapa está dividida en dos partes. La carretera de Jalapa que conduce a Mataquescuintla es la que divide las dos comunidades.

1.1.1.1. Ubicación

El departamento de Jalapa se encuentra situado en la región sur-oriente de Guatemala. Limita al norte con los departamentos de El Progreso y Zacapa; al sur con los departamentos de Jutiapa y Santa Rosa; al este con el departamento de Chiquimula; y al oeste con el departamento de Guatemala. La cabecera departamental de Jalapa se encuentra aproximadamente a una distancia de 96 km de la ciudad capital vía Sanarate y a una distancia aproximada de 168 Km vía Jutiapa - Santa Rosa.

1.1.1.2. Localización

Según el Instituto Geográfico Nacional, el parque de la cabecera se encuentra a 1 361,91 mts. snm, latitud 14°38'02", longitud 89°58'52".

1.1.1.3. División política

El departamento de Jalapa cuenta con siete municipios:

- Jalapa (municipio)

- Mataquescuintla
- Monjas
- San Carlos Alzatate
- San Luis Jilotepeque
- San Manuel Chaparrón
- San Pedro Pinula

1.1.1.4. Clima

El clima de la cabecera departamental de Jalapa es el siguiente: datos obtenidos de la estación meteorológica del INSIVUMEH, E-23 Potrero Carrillo:

- Temperatura media anual para el 2 006 = 16,7 C
- Lluvia en milímetros anual para el 2 006 = 1 195
- Velocidad del viento en Km/Hr = 2,4

En cuanto al clima del municipio de Jalapa y que es el resultado de la acción de muchos factores como la humedad, los vientos, la precipitación, la altura sobre el nivel del mar (snm) las montañas, etc. El clima de la cabecera municipal está clasificado como templado húmedo semi-seco.

- Temperatura

El clima es factor clave y estimulante en la vida del hombre, en Jalapa se goza de una temperatura media templada y oscila entre 18 °C y 28 °C. Por ello a Jalapa se le ha dado el nombre de: la Climatológica de Oriente.

1.1.1.5. Hidrografía

La tala inmoderada de árboles, ha provocado que muchas de las vertientes hidrográficas disminuyan como en el caso del río Jalapa que es el más importante y forma un semicírculo que atraviesa el suroeste de la ciudad.

Entre algunos de los ríos se localizan, Blanco, Orchoj, AguaZarca, Frío, Irisapa, Confitero; además existen varias lagunetas como la de Salfate, Achiotes, Los Izotes, El Sapo, El Pito, Itzacoba, del Jutillo, Quebraditas, Parinaque y Chagüite. Cuenta además con quebradas y riachuelos que aumentan el caudal en la época de lluvia y disminuye considerablemente en época seca.

1.1.1.6. Orografía

Existen grandes planicies y valles, así como cerros, colinas, desfiladeros y barrancos cubiertos de variada vegetación.

Asimismo, presenta elevaciones de diversos niveles, especialmente por el suroeste donde se localiza la montaña de Santa María Xalapán y la de los Ladinos Pardos. Al oriente hay un pequeño macizo montañoso, que es una prolongación del sistema que nace en las faldas de los cerros Jumay y Alcoba; al sur Arluta, al norte las montañas de San Ignacio.

1.1.1.7. Producción agrícola

La economía del departamento de Jalapa, es rica y gira alrededor de la agricultura y, en menor proporción de la industria y las artesanías.

- Agropecuaria y ganadería

La actividad agropecuaria del departamento de Jalapa está dividida así: El 36,7% del área total se dedica al cultivo de pastos en un total de 2 448 fincas; el 20,7% del área se encuentra cubierta con bosques y montes en 3 060 fincas; el 40,3% de la totalidad del área, se dedica a los cultivos agrícolas en un número de 20 335 fincas y el 2,3% restante, se dedica a otras actividades como crianza de ganado y aves domésticas.

La actividad agropecuaria del departamento de Jalapa se desarrolla en 17 476 fincas, incluyendo entre estas las formas simples, mixtas y las menores de una cuerda de 625 varas cuadradas, que ocupan 147 723,03 manzanas y son fincas desde una cuerda a cinco manzanas y el 2% de una o más de 50 caballerías. Este 2% de los propietarios posee el 51,12% de la superficie total del departamento.

- Agricultura y sistema de cultivos

La agricultura en todo el departamento de Jalapa, no ha avanzado mucho en sus cultivos, ya que son los mismos de antes, tales como:

Maíz, arroz, tomate, tabaco, legumbres, frijoles, papa, trigo, y frutas que son parte de los productos de la economía local, aunque hay más cultivos importantes, pero que no se cultivan en gran cantidad.

Para mejorar los productos agrícolas, a nuestras montañas y municipios llegan peritos especializados a orientar a los agricultores para que hagan injertos, aboneras naturales, almácigos, y aprendan a seleccionar semillas.

En todas las clases de cultivos del departamento se usa la aplicación de insecticidas, herbicidas y fertilizantes. Éstos se aplican en forma de rociamiento o se colocan en la raíz en forma de granos.

1.1.1.8. Población

Según datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), el municipio de Jalapa tenía en el último censo poblacional, realizado en el 2 002 una población de 105 796 habitantes.

1.1.2. Aspectos de infraestructura

A continuación se menciona los aspectos más importantes de infraestructura en jalapa, vías de acceso, servicios públicos, y las organizaciones comunitarias, ya que estos mismos nos darán a conocer las necesidades más urgentes con respecto a infraestructura, de la población jalapaneca.

1.1.2.1. Vías de acceso

La cabecera de Jalapa está comunicada con sus municipios por medio de las vías siguientes:

- De Jalapa al municipio de San Luis Jilotepeque: carretera de terracería.
- De Jalapa al municipio de Monjas: carretera asfaltada, que también comunica con la capital.
- De Jalapa al municipio de San Pedro Pinula: carretera de terracería.
- De Jalapa al municipio de San Carlos Alzatate: carretera parte asfaltada y parte de terracería.

- De Jalapa al municipio de Sansare: carretera asfaltada, que termina al unirse con la carretera CA-9 y comunica con la capital.
- De Jalapa al municipio de Mataquescuintla: carretera de terracería que también comunica con la capital.
- Existen también carreteras de terracería que comunican con las aldeas de Santa María Xalapán y otras.
- Distancias en kilómetros desde Jalapa:

Monjas:	23
San Luis Jilotepeque:	41
San Pedro Pinula:	20
Mataquescuintla:	41
San Carlos Alzatate:	54
San Manuel Chaparrón:	36

1.1.2.2. Servicios públicos

La cabecera municipal cuenta con los servicios públicos principales aunque estos prácticamente cumplen las necesidades en un alto porcentaje en el casco urbano, ciertas comunidades todavía no cuentan con ellos.

- Servicio de agua potable y drenajes
- Energía eléctrica
- Sistema vial
- Educación
- Servicios de salud

1.1.2.3. Organización comunitaria

Esta se da por medio de los COCODE, estos comités comunales de desarrollo están organizados en cada una de las aldeas y barrios principales de la cabecera municipal.

1.2. Diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Jalapa, Jalapa

Para la realización de cualquier tipo de proyecto de infraestructura en determinado lugar, es necesario realizar un diagnóstico, ya que este nos dará a conocer cuáles son las necesidades reales de una población.

1.2.1. Descripción de las necesidades

Guatemala está clasificada internacionalmente dentro del rango de “país en desarrollo”. Ésta clasificación se da a raíz del desarrollo en cuanto a la calidad de vida que hemos alcanzado a través del tiempo. En el interior del país existe una carencia de infraestructura y servicios básicos, independientemente de las causas, la realidad presente es que las comunidades no han podido mejorar sus condiciones de vida. No siendo la excepción el municipio de Jalapa, departamento de Jalapa, el cual está situado en el oriente de la República de Guatemala, colinda al norte con los departamentos de El Progreso y Zacapa, al oeste con el departamento de Chiquimula, al sur con los departamentos de Jutiapa y Santa Rosa, al este con el departamento de Guatemala, El principal sistema de acceso es la vía (CA-9) que conduce al departamento de Jutiapa, Santa Rosa con una distancia de 170 kilómetros hacia la ciudad capital asfaltado en su totalidad, la otra vía que conduce hacia la ciudad capital es por Sanarate que conecta a la ruta del atlántico, con una

longitud de 98 kilómetros también asfaltada; con una extensión territorial de 554 kilómetros cuadrados, una altitud sobre el nivel del mar de 1 362 metros, el clima es templado, según el último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística, la población del municipio de Jalapa asciende a 105 796 habitantes y cuenta con 33 aldeas, 112 caseríos y una ciudad, la cual se divide en barrios y colonias de la siguiente manera:

Nombre del barrio:

- Llano Grande
- Chipilapa
- La Esperanza
- San Francisco
- El Porvenir
- Colonia Los Laureles
- Colonia Chinchilla
- Colonia Bosques de Viena
- Colonia Linda Vista

En sí el casco urbano de Jalapa se reconoce y se limita por mojones, que con el transcurso del tiempo los vecinos han reconocido como linderos, los cuales sirven de referencia para saber hasta dónde llega el pueblo y lo demarcan en los cuatro puntos cardinales de la siguiente manera:

- Norte: por laguna de Achiotes y volcán Jumay
- Sur: por la aldea Salfate y cerro Arluta
- Este: por el Cerro Alcoba
- Oeste: montaña Santa María Jalapa y aldea El Arenal

- Infraestructura básica con la que cuenta el municipio de Jalapa
 - Servicio de agua potable

El agua que surte en gran parte a la ciudad de Jalapa en su casco urbano, proviene del río Jalapa, este río es alimentado por varios nacimientos y riachuelos en lo alto de la montaña de Santa María Xalapán.

Del río el agua se conduce hacia tanques de distribución los cuales se encuentran en la parte alta del pueblo, aproximadamente a dos kilómetros de la ciudad, en el sitio denominado El arenal, aquí se da el proceso de filtración, purificación y clarificación del agua para que después por gravedad llegue a los usuarios.

Debido al incremento de la población y a su vez el incremento en la demanda de este servicio, la municipalidad ha tenido que buscar formas de abastecer a la población de este vital líquido, mediante la perforación de pozos mecánicos en distintos puntos de la cabecera, los cuales proveen de agua a los barrios y colonias que es imposible que llegue el agua de la planta de distribución municipal.

Hasta el momento se cuenta con la cantidad de 4 pozos perforados, de los cuales uno está sin funcionar, por no contar con equipo de bombeo.

No obstante el pueblo se ha ido extendiendo hacia puntos en los cuales a sido imposible cubrir este servicio.

Es por ello que se observa la necesidad de introducir el servicio de agua potable hacia esos puntos, ya que este es un servicio indispensable para los habitantes.

- Servicio de alcantarillado sanitario

Se cuenta con alcantarillado sanitario en el 75% de la cabecera quedando un 25% de la población sin acceso a este servicio.

En la mayor parte donde existe este servicio ya se ha completado el periodo de diseño; en un 100% el servicio es combinado, el cual conforme ha ido pasando el tiempo a llegado a causar estragos en distintos puntos de la ciudad, donde converge la mayor parte del caudal acumulado.

Se suma a esta problemática el incremento de la población, que introduce al sistema de drenajes todo tipo de caudal, sumado a esto el cambio que se ha registrado en la intensidad con la que se precipita la lluvia, esto empeora la situación.

Es por ello que en la actualidad se están tomando medidas al respecto, una de ellas es la introducción de tubería para el caudal sanitario y tubería para el caudal pluvial, esta será de pvc, ya que la existente es de concreto.

Se espera que en los próximos meses se cuente con este tipo de tubería en la mayor parte del sistema principal.

En cuanto al resto de la población que no cuenta con este servicio, se encuentra distribuida en distintos puntos de la ciudad.

En la fracción donde no existe este servicio, la situación es difícil ya que los vecinos se ven obligados a seguir utilizando sistemas de letrización tradicionales como lo son los pozos ciegos ventilados, causando la reproducción de insectos, y la contaminación de los mantos acuíferos subterráneos. Por la falta de este servicio corren los desagües a flor de tierra, dando un aspecto visual desagradable, a la vez que se cría un ambiente para la proliferación de enfermedades y parásitos, que deterioran el estado de salud de la población y se contamina el medio ambiente.

- Energía eléctrica

La energía eléctrica de Jalapa proviene de la Hidroeléctrica Chixoy, que se desvía de la línea principal a Guatemala a la altura de Sanaráte. Este servicio cubre en un 90% de la población, el que es brindado por la Municipalidad de la cabecera, mediante la Empresa Eléctrica Municipal, el otro 10% lo provee DEORSA.

Este servicio, por la magnitud que alcanzó lugar, a tendido ha ser obsoleto y deficiente, a tal grado que está a punto de colapsar por el deterioro que sufre la red de distribución, ya que data desde principios de la década de los sesenta, lo que indica que su periodo de diseño, que fué de 40 años ya fue rebasado y necesita ser sustituido, al menos el 90% de la red.

- Sistema vial

En la ciudad de Jalapa, el 65% de sus calles se encuentran pavimentadas, un 20% adoquinadas y un 15% se encuentra aún de terracería, es de gran importancia hacer mención en cuanto al estado, señalización y reordenamiento vial, con la cual se cuenta en este momento.

En cuanto al estado de las distintas vías, está en marcha un programa de rehabilitación de las principales calles, mediante el cambio de adoquín por pavimento de concreto, debido a que el adoquinado presenta un deterioro avanzado.

Para el resto de las calles se tiene planificado realizar un estudio, que será ejecutado por fases, dichas fases pretenden cubrir las necesidades en lo que respecta a la pavimentación, serán tomadas en cuenta y ordenadas por el grado de importancia que presenten, tanto por la ubicación como la contribución a la fluidez del tránsito mediante la habilitación de vías alternas.

Con la puesta en marcha de este proyecto se contribuye al desarrollo y la mejora en cuanto al aspecto visual de la ciudad y el servicio a los usuarios.

En lo que respecta a la señalización de la ciudad se puede comentar que existen ciertas deficiencias en la misma, tanto en las lumínicas como en las físicas, debido al desorden que existe en el sistema; ya que los semáforos existentes no funcionan, los altos en las intersecciones no cuentan con la visibilidad mínima y los indicadores del sentido de las vías, algunos ya no existen. Es por ello que es de suma importancia la rehabilitación del sistema.

El ordenamiento vial de la ciudad de Jalapa es una necesidad latente que se hace notar en los puntos de convergencia de la mayoría de la población, debido a la desorganización que se ha venido dando conforme se ha incrementado el número de vehículos que transitan por las diferentes arterias.

Es por ello que el sistema vial de la población necesita ser intervenido, orientado y establecido, en una forma que alivie el problema ya existente.

- Servicios de salud

La cabecera departamental cuenta con los siguientes servicios públicos en cuanto a salud: la población en general es atendida por, el Hospital Nacional Nicolasa Cruz, Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), Cruz Roja Guatemalteca, un centro de salud, cuatro hospitales privados, además de varias clínicas médicas.

- Educación

La educación en la cabecera departamental de Jalapa, puede considerarse aceptable debido a que existen distintos centros educativos, públicos y privados que brindan este servicio, entre los cuales se puede mencionar:

Establecimientos públicos: uno de nivel pre-pimario, doce de nivel primario, cuatro de nivel básico, tres de nivel diversificado y la sede regional de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Establecimientos privados: cinco de nivel pre-pimario, nueve de nivel primario, diez de nivel básico, 10 de nivel diversificado y dos sedes regionales de universidades privadas.

- Recreación

En cuanto a la recreación en el pueblo de Jalapa, cuenta con pocos lugares públicos a los cuales los vecinos puedan acudir, dentro del perímetro del casco urbano existen tres parques, éstos son:

- Parque Justo Rufino Barrios: se localiza en la salida del departamento de Jalapa hacia el municipio de Monjas, en su mayor parte cuenta con área verde y una cancha polideportiva la cual es utilizada para practicar distintos deportes.
- Parque Infantil Navidad: su infraestructura básicamente son juegos infantiles como resbaladeros, los cuales son utilizados por niños.
- Dichas instalaciones se encuentran en deterioro avanzado, lo que indica que necesita una rehabilitación e implementar un plan de mantenimiento para conservarlo y funcionando, sin que atente contra la seguridad de los niños.
- Parque Central: éste data desde principio de siglo, ya que fue construido durante el año 1906, estas instalaciones han tenido dos remodelaciones durante el tiempo que tiene de existir. En este momento está en marcha la tercera remodelación, la que tiene como fin cambiar totalmente el aspecto del parque, se estima que esta remodelación se concluirá dentro de cinco meses y se contará con la nueva área de recreación.

Tomando en cuenta lo elemental que para todo ser humano representa la recreación y la necesidad de distraerse, es importante impulsar proyectos de esta naturaleza, los cuales puedan llevarse a cabo y estar al servicio de todos los pobladores.

1.2.2. Análisis y priorización de las necesidades

Después de realizado el diagnóstico en el casco urbano de la ciudad de Jalapa, mediante visitas a los lugares donde no se cuenta con infraestructura

básica, se pudo constatar que hay varias necesidades de servicios básicos. Los habitantes del lugar se ven directamente afectados por la falta de esos servicios.

Es por ello que se procede a la identificación de estas necesidades enumerándolas según prioridad para establecer el orden en que deben ser satisfechas.

- Cambios en la red de distribución de agua potable
- Cambio de la red de distribución de energía eléctrica
- Construcción de sistemas de alcantarillado sanitario
- Construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales
- Construcción de puentes vehiculares
- Implementación de un tren de aseo
- Implementación de un relleno sanitario y traslado del basurero actual
- Señalización y nomenclatura de la ciudad

Éstas son las principales necesidades en cuanto a infraestructura básica que presenta la cabecera municipal de Jalapa.

Las autoridades hacen el mejor de los esfuerzos y enfocan la atención hacia este tipo de situaciones, las cuales merecen ser atendidas y aliviadas para contribuir con el mejoramiento de las condiciones de los vecinos, al mismo tiempo que se contribuye con el ornato Municipal.

- Priorización de las necesidades

Las necesidades que a continuación se priorizan han sido identificadas a través de una investigación de la problemática real que viven los pobladores del área urbana de la cabecera municipal de Jalapa.

- Sistema de alcantarillado sanitario para el caserío El Terrero.
- Construcción de la escuela para caserío Los Jiménez.
- Introducción de agua potable colonia El Milagro y Panorámicas.
- Perforación de pozos mecánicos para los barrios Chipilapa, Porvenir y Llano Grande.
- Construcción del sistema de alcantarillado sanitario de la 1ra. calle y colonia Chinchilla zona 5 Jalapa.
- Construcción de plantas de tratamiento de agua potable para los principales barrios de la ciudad.
- Construcción de un colector municipal de aguas residuales en el perímetro del casco urbano.
- Construcción de colector Municipal de aguas residuales para Bosque de Viena, Los Encinos y colonia Linda Vista.
- Construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales para la cabecera municipal.
- Construcción del puente vehicular para colonia Los Laureles.
- Implementación de un tren de aseo municipal.
- Implementación de un relleno sanitario y traslado del basurero actual.
- Señalización y numeración de la ciudad de Jalapa.

2. DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO “EL TERRERO”, JALAPA, JALAPA

2.1. Descripción general del proyecto

Se va a realizar el diseño del alcantarillado sanitario en dicho caserío, considerando la necesidad de la comunidad que actualmente no cuenta con este servicio. El presente diseño contempla 1634 metros lineales de tubería PVC de diámetro de 6 pulgadas que por sus características hidráulicas, bajo coeficiente de rugosidad y manejabilidad brinda la condiciones adecuadas en cuanto a construcción y funcionamiento, 30 pozos de visita de altura variable según sea la necesidad y la pendiente del terreno, que estarán conformados de ladrillo tayuyo de 0,05 X 0,10 X 0,20 metros, con tapadera de concreto armado de 0.80 metros de diámetro, 192 conexiones domiciliarias con tubos de 12” de diámetro, que se conectarán a la red principal con una tubería de 4” de diámetro.

El lugar estipulado para la descarga contará con 4 fosas sépticas, las cuales serán diseñadas para distintos caudales según la población futura y así dar un tratamiento adecuado a las aguas servidas, el terreno con el que se cuenta en la comunidad para la fosas cumple con requerimientos de no ocasionar problemas de carácter sanitario a las comunidades situadas aguas abajo, ya que no está cerca de ningún nacimiento de agua y además es el punto más bajo del sistema.

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 al desarrollo humano de esta población.

2.2. Normas a utilizar

El diseño del proyecto del sistema de drenaje sanitario para el caserío El Terrero, ha sido realizado tomando las normativas del 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%, esto implica en algunos tramos un menor volumen de excavación y principalmente una menor altura en los pozos de visita. El ahorro es considerable así como también el aspecto constructivo es importante, 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 de alrededor de 13 metros, lo que habría representado un costo considerablemente más elevado.

2.3. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico para un alcantarillado sanitario es la base fundamental para definir el diseño, ya que tiene por objeto medir extensiones de terreno, determinar y elevación de los puntos situados sobre y bajo la superficie del terreno. No sólo hay que tomar en cuenta el área edificada en la actualidad, sino también en el futuro que puedan contribuir al sistema, incluyendo la localización exacta de todas las calles y áreas sin edificación.

2.3.1. Planimetría

Los levantamientos planimétricos se pueden realizar con diferentes métodos, entre ellos, por doble deflexión, por rumbo y distancia, conservación de azimut, sirviendo esencialmente para ubicar la red dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y todos los puntos de importancia como ramales o entradas domiciliarias al colector principal. Generalmente, entre todos los métodos se utiliza más el de conservación de azimut, por tener la ventaja de que permite conocer el error de cierre. Dichos datos son anotados en una libreta topográfica de campo, acompañando el croquis de recorrido.

2.3.2. Altimetría

El levantamiento altimétrico o nivelación se realiza comúnmente con instrumento de topografía (nivel), el cual permite una precisión de 1 centímetro por kilómetro o más, tomando las mediciones a distancias no mayores de los 20 m sobre el eje de las calles, los puntos obligados en cambios de pendiente, intermedios de pendientes grandes, los cruces de calles.

Las marcas de nivelación (bench marks) deben colocarse con anterioridad a los trabajos de nivelación, y de tal forma que se asegure completamente su conservación. Este procedimiento puede efectuarse con precisión por medio de los métodos de nivelación simple y/o nivelación compuesta.

2.4. Partes de un alcantarillado

Las componentes principales de una red de alcantarillado sanitario, descritas en la circulación de agua, son:

2.4.1. Colector

Son las tuberías por las que se conduce el agua residual. Deben de cumplir con ciertas especificaciones técnicas las cuales serán descritas posteriormente, pero la principal es que trabajan como canales abiertos.

2.4.2. Pozos de visita

Son estructuras que se construyen en los sistemas de alcantarillado para operación, mantenimiento, reparaciones al sistema, revisiones, ventilas, etc.

Normalmente se construyen de ladrillo, concreto o block; se debe garantizar que sus paredes sean impermeables.

2.4.3. Conexiones domiciliarias

Una 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. Es conveniente que el empotramiento con el colector principal se haga con la parte superior para impedir que las aguas negras retornen por la conexión domestica cuando el colector esté funcionando a su máxima capacidad.

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 este es necesario rehabilitar el mismo. Los sistemas de alcantarillado serán

proyectados para llenar adecuadamente su función durante un periodo de 30 años a partir de la fecha de su construcción, según normas de instituciones como la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS), Organización Panamericana de la Salud (OPS). En el presente proyecto utilizaremos un periodo de diseño de 40 años.

Para seleccionar el periodo 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 del crecimiento poblacional.

2.6. Población futura

- Método de incremento geométrico:

El diseño de una red de alcantarillado sanitario se debe adecuar a un funcionamiento eficaz durante el período de diseño, realizando una proyección de la población futura que determina el aporte de caudales al sistema al final del período de diseño. Para encontrar la proyección de población futura existen 3 métodos diferentes:

- Método de incremento aritmético
- Método de incremento gráfico
- Método de incremento geométrico; el más aplicado por ser práctico y eficaz, definiéndose por la siguiente ecuación:

$$Pf = Po * (1 + r)^n$$

Donde:

Pf = población futura

Po = población último censo

R = tasa de crecimiento

N = lapso de tiempo entre el último censo y el año correspondiente al final del período de diseño

2.7. Determinación de caudales

Para obtener un diseño adecuado del sistema de alcantarillado para el caserío El Terrero, con el fin de conocer la cantidad de aguas servidas que circulan por el mismo, se tomaron los parámetros descritos a continuación:

2.7.1. Población tributaria

En el proyecto de alcantarillado sanitario se utilizarán los siguientes parámetros:

Po = 192 casas x 6 hab/casa= 1 152 habitantes

r = 2,5% (según INE)

n = 40 años

$$Pf = Po \cdot (1 + r)^n$$

$$Pf = 1\ 152 (1,025)^{40}$$

$$Pf = 3\ 093 \text{ habitantes}$$

2.7.2. Dotación

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

Para este diseño se utilizará una dotación de 120 l/hab/día, este dato fue proporcionado por la municipalidad local.

2.7.3. Factor de retorno al sistema

El factor de retorno es el porcentaje de agua entubada abastecida, que después de ser utilizada, va al drenaje. Este valor puede oscilar entre 0,7-0,9. La decisión de tomar cualquiera de estos valores influirá mucho en los costos que el proyecto representará. Un valor mayor dará como resultado caudales y diámetros tuberías más grandes, lo que implicaría altos costos, por el contrario un valor menor dará como resultado caudales y diámetros de tuberías pequeños, por lo que reduciría los costos.

En este caso se utilizará un factor de retorno de 0,80.

2.7.4. Caudal sanitario

El caudal sanitario está integrado por caudal domiciliar, comercial, industrial, las infiltraciones y las conexiones ilícitas. Para este diseño solo serán tomados en cuenta: el domiciliar, conexiones ilícitas y por infiltración, debido que el caserío carece de industrias y comercios.

La fórmula es la siguiente:

$$Q_s = Q_{dom} + Q_{ci} + Q_{inf}$$

Donde:

Q_s = caudal sanitario

Q_{dom} = caudal domiciliar

Q_{ci} = caudal por conexiones ilícitas

Q_{inf} = caudal por infiltración

2.7.5. Caudal domiciliar

Es el agua evacuada de las viviendas una vez utilizada por los humanos.

El caudal domiciliar en este diseño queda integrado de la siguiente manera:

$$Q_{dom} = \frac{\text{Dotacion} \times \text{No. de habitantes futuro} \times \text{factor de retorno}}{86\ 400}$$

$$Q_{dom} = \frac{120\text{ lts/hab/dia} \times 3\ 093\ \text{hab} \times 0,80}{86\ 400}$$

$$Q_{dom} = 3,44\ \text{lts/seg}$$

2.7.6. Caudal industrial

En este caso no se estima el caudal industrial porque no existe ninguna industria en este caserío.

2.7.7. Caudal comercial

Se define como la cantidad de aguas negras que desecha un comercio, está en función de la dotación asignada para este fin.

Para el proyecto del caserío el terrero, este caudal es nulo, ya que los comercios son pequeños y no cuentan con una dotación especial, usan la misma del domicilio que alberga el comercio y que sirve de vivienda para sus propietarios.

2.7.8. Caudal por conexiones ilícitas

Corresponde básicamente a la incorporación de los desagües pluviales provenientes de techos y patios a la red sanitaria; se debe evaluar tales caudales y adicionarlos al caudal sanitario. Para su estimación se recomienda tomarlos como un porcentaje total de conexiones, como función del área de techos y patios, y de su permeabilidad, así como la intensidad de lluvia. Se estima un porcentaje de viviendas que pueden realizar estas conexiones ilícitas que varían entre 0,5 a 2,5%.

Para calcular el caudal por conexiones ilícitas, se deben tomar en cuenta ciertos criterios de instituciones que ya han establecido, éstos son:

- El INFOM, toma como el 10% mínimo del caudal domiciliar
- La Municipalidad de Guatemala lo toma como 150 lts/hab/día
- Otros autores, determinan la conexión ilícita en 100 lts/hab/día
- Método Racional

Para este diseño se optó por tomar el criterio utilizado por el INFOM, por las características del caserío que se determinó al momento de realizar la visita al lugar, ya que la mayor parte del drenaje pluvial es desfogado a los terrenos, tomaremos como un 35% del caudal domiciliar.

$$Q_{ci} = 0,35 \times Q_{dom}$$

$$Q_{ci} = 0,35 \times 3,44 \text{ lts /hab/día}$$

$$Q_{ci} = 1,20 \text{ lts/seg}$$

2.7.9. Caudal por infiltración

Para este caso, no existe un caudal de infiltración por utilizar tubería PVC, dadas las propiedades del material.

2.7.10. Caudal medio

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

$$Q_{med} = \text{No. habitantes futuro} \times \text{FQM}$$

Donde:

FQM = factor de caudal medio

2.7.11. Factor de caudal medio

Éste regula la aportación de caudal en la tubería; se considera que es el caudal con que contribuye un habitante debido a sus actividades, sumando los

caudales domésticos, de infiltración, por conexiones ilícitas, comerciales e industriales, entre la población total.

Este factor debe estar dentro del siguiente rango:

$$0,002 < FQM < 0,005$$

Si da un valor inferior al rango anterior se tomara 0,002 y si por el contrario da un valor mayor al rango anterior se tomara 0,005.

El caudal medio para este proyecto está dado por:

$$F. Q. M = \frac{Q_s}{\text{No. de habitantes futuro}}$$

Donde:

$$Q_s = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{ci}}$$

$$Q_s = 3,44 \text{ lts/seg} + 1,20 \text{ lts/seg}$$

$$Q_s = 4,64 \text{ lts/seg}$$

$$F. Q. M = \frac{4,64 \text{ lts/seg}}{3\ 093}$$

$$F. Q. M = 0,0015$$

Como $0,0015 < 0,002$, se tomará como $FQM = 0,002$ para nuestro diseño.

2.7.12. Factor de Harmond

Conocido también como factor de flujo instantáneo, es el factor que se encarga de regular un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico, determinando la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso del servicio o la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas se estén utilizando simultáneamente.

Estará siempre en función del número de habitantes localizados en el área de aporte y su cálculo se realiza según la siguiente ecuación:

$$F.H = \frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}}$$

Donde:

F.H = factor de harmond

P = población futura acumulada en miles

Para este diseño:

$$F.H = \frac{18 + \sqrt{3\ 093/1\ 000}}{4 + \sqrt{3\ 093/1\ 000}}$$

F.H = 3,43

2.7.13. Caudal de diseño

Es el que se determina para establecer qué cantidad de caudal puede transportar el sistema en cualquier punto en todo el recorrido de la red, siendo

este el que establecerá las condiciones hidráulicas sobre las que se realizará el diseño del alcantarillado.

$$Q_{dis} = \text{No. habitantes} \times F. H \times F. Q. M$$

Donde:

Q_{dis} = caudal de diseño

F.H = factor de Harmond

F.Q.M = factor de caudal medio

$$Q_{dis} = 3\,093 \times 3,43 \times 0,002$$

$$Q_{dis} = 21,22 \text{ lts/seg}$$

2.8. Fundamento hidráulicos

A continuación se presentan los fundamentos a utilizar:

2.8.1. Ecuación de Manning para flujo de canales

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

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

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

La ecuación de Manning se define así:

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

Donde:

- V = velocidad m/s
- R = radio hidráulico
- S = pendiente del canal
- n = coeficiente de rugosidad, propiedad del canal

2.8.2. Relaciones hidráulicas

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena y agilizar de alguna manera los resultados de velocidad y caudal, se relacionan los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcial.

Se deberá determinar los valores de la velocidad y caudal a sección llena por medio de las ecuaciones ya establecidas, se procederá a obtener la relación de caudales (q/Q), donde q es el caudal de diseño y Q caudal a sección llena.

Se deben considerar las siguientes especificaciones hidráulicas:

Tabla I. **Especificaciones hidráulicas**

	Sanitario	Pluvial
Caudal	$Q_{dis} < Q$ sec llena	$q_{dis} < Q$ sec llena
Velocidad	$0.6 < v < 3.00$ (T.C)	$0.6 < v < 3.00$ (T.C)
	$0.4 < v < 5.00$ (PVC)	$0.4 < v < 5.00$ (PVC)
Tirante	$0.1 < d/D < 0.75$	$d/D < 0.90$
Diámetro	8 pulgadas (T.C)	10 pulgadas
	6 pulgadas (PVC)	

Fuente: Universidad de Medellín, Centro de Investigaciones.

2.9. Parámetros de diseño hidráulico

Son los lineamientos básicos con los cuales debe cumplir el diseño de alcantarillado sanitario, los cuales se mencionan a continuación:

2.9.1. Coeficiente de rugosidad

Actualmente existen empresas que se encargan de la fabricación de tuberías para la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario, teniendo que realizar pruebas que determinen un factor para establecer cuán lisa o rugosa es la superficie interna de la tubería que se vende. Manejan parámetros de rugosidad para diferentes materiales y diámetros, ya estipulados por instituciones que regulan la construcción de alcantarillados sanitarios.

Existen valores de factores de rugosidad de algunas de las tuberías más empleadas en nuestro medio, entre las que se puede mencionar:

Tabla II. **Coefficientes de rugosidad para distintas clases de tuberías**

No.	Tubería	Coefficiente de rugosidad "n"
1	PVC	0,009
2	HIERRO FUNDIDO	0,013
3	TUBO DE METAL CORRUGADO	0,021
4	TUBOS DE CEMENTO > 24 D	0,013
5	TUBOS DE CEMENTO < 24 D	0,015

Fuente: Manual de AMANCO S.A. 2005.

2.9.2. Sección llena y parcialmente llena

Para el cálculo de la velocidad se emplea la fórmula de Manning descrita anteriormente, la cual se define de la siguiente manera:

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

El caudal que transportará:

$$Q = A * V \quad A = \pi/4 * D^2$$

Donde:

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

Simplificando la fórmula para obtener el área directamente en metros cuadrados en función del diámetro en pulgadas debemos utilizar la fórmula siguiente:

$$A = 0.0005067 * D^2 * 1000$$

Donde:

D = diámetro del tubo en pulgadas

Las ecuaciones para calcular las características hidráulicas de la sección parcialmente llena del flujo de una tubería circular se presentan a continuación:

$$a = D^2/4 * (\theta * \pi/360 * \text{sen } \theta/2)$$

$$p = D/2 * \theta * \pi/360$$

$$v = \frac{r^{2/3} * \sqrt{S}}{n}$$

$$r = D/4 * (1 - 360/2\pi\theta * \text{sen } \theta)$$

$$q = a * v$$

$$d = D/2 * (1 - \cos \theta/2)$$

Donde:

- D = diámetro del tubo
- d = tirante de la sección
- v = velocidad a sección parcial
- q = caudal a sección parcial
- θ = ángulo
- π = constante PI
- a = área del tubo

Con base a las ecuaciones anteriores, tomando en cuenta la relación entre estas y la ecuación de Manning y para minimizar trabajo, se creó la fórmula siguiente, con dimensionales m/s, la cual aplicaremos en este diseño:

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

Donde:

- V = velocidad a sección llena (m/s)
- D = diámetro del tubo (Plg)
- S = pendiente del terreno (%/100)
- n = rugosidad del material (tubo de PVC = 0.009 y tubo de Concreto = 0.014, ambas adimensionales)

2.9.3. Velocidades máximas y mínimas

Se debe diseñar de modo que la velocidad mínima de flujo para tuberías, trabajando a cualquier sección, sea de 0,60 m/seg. No siempre es posible

obtener esa velocidad, debido a que existen ramales que sirven a sólo unas cuantas casas y producen flujos bastante bajos, en tales casos, se acepta una velocidad de 0,30 m/seg.; una velocidad menor permite que ocurra decantación de los sólidos.

La velocidad máxima será de 3,00 m/seg. ya que velocidades mayores causan efectos dañinos, debido a que los sólidos en suspensión (arena, cascajo, piedras, etc.) producen un efecto abrasivo a la tubería.

2.9.4. Diámetro del colector

El diámetro mínimo de tubería que se utiliza para el diseño de alcantarillados sanitarios se determinará según las características y materiales existentes en el lugar y que cumplan con las condiciones hidráulicas para su buen funcionamiento, como lo son la velocidad a sección parcial v y la relación de tirantes d/D .

Los diámetros más convenientes por razones de fácil instalación y manejo, larga vida útil, bajos costos de mantenimiento, bajos volúmenes de excavación y, principalmente, excelente comportamiento hidráulico en el alcantarillado, son los siguientes:

- Ocho pulgadas cuando se trabaja con tubería de concreto; esto se debe a requerimientos de flujo y limpieza, con lo cual se evitan las obstrucciones en la tubería.
- En tubería de cloruro de polivinilo (PVC), diámetro mínimo de 6 pulgadas, para no perder las condiciones hidráulicas requeridas.
- Para este proyecto se utilizara tubería PVC de 6", en todo el colector.

2.9.5. Profundidad del colector

A continuación, según estudios realizados sobre cargas efectuadas por distintos tipos de transportes, se determinan distancias mínimas para la colocación del colector, desde la superficie del terreno hasta la parte superior externa de la tubería, en cualquier punto de su extensión.

Tubo de concreto:

- Para tránsito liviano (menor a 2 toneladas) = 1,00 m
- Para tránsito pesado (mayor a 2 toneladas) = 1,20 m

Tubo de PVC:

- Para tránsito liviano (menor a 2 toneladas) = 0,60 m
- Para tránsito pesado (mayor a 2 toneladas) = 0,90 m

2.9.6. Profundidad mínima del colector

A continuación se presenta en la tabla III las profundidades mínimas según estudios de:

- Profundidad mínima del colector para tubería de concreto

Tabla III. **Profundidades Mínimas para colector de concreto**

DIÁMETROS	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
TRÁFICO LIVIANO	111	117	122	128	134	140	149	165
TRÁFICO PESADO	131	137	142	148	154	460	169	185

Fuente: Universidad de Medellín, Centro de Investigaciones.

- Profundidad mínima del colector para tubería de PVC

Tabla IV. **Profundidades Mínimas para Colector PVC**

DIÁMETROS	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
TRÁFICO LIVIANO	60	60	60	90	90	90	90	90
TRÁFICO PESADO	90	90	90	110	110	120	120	120

Fuente: Universidad de Medellín, Centro de Investigaciones.

2.9.7. Ancho de la zanja

Para llegar a las profundidades mínimas del colector se deben hacer excavaciones de estación a estación (pozos de visita), en la dirección que se determinó en la topografía de la red general; la profundidad de estas zanjas está condicionada por el diámetro y profundidad requeridos por la tubería a

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

Tabla V. **Ancho de zanja dependiendo de la profundidad**

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

Fuente: Universidad de Medellín, Centro de Investigaciones.

2.9.8. Volumen de excavación

La cantidad de tierra que se removerá para colocar la tubería está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de zanja, que depende del diámetro de la tubería que se va a instalar, y la longitud entre pozos, siendo sus dimensionales m³.

$$V = \frac{h_1 + h_2}{2} \times d \times z$$

Donde:

V = volumen de excavación (m³)

h1 = profundidad del primer pozo (m)

- h2 = profundidad del segundo pozo (m)
d = distancia entre pozos (m)
z = ancho de la zanja (m)

2.9.9. Cota invert

Elevación sobre el nivel del mar, u otro plano de referencia, de la parte inferior del tubo en el punto considerado.

Se debe tomar en cuenta para el cálculo del colector, que la cota invert de salida de un pozo esté colocada, al menos, tres centímetro más baja que la cota invert de llegada de la tubería más baja.

2.9.10. Ubicación de pozos de visita

Luego de determinada la ruta por donde correrá y se ejecutara la red de alcantarillado, se diseñarán pozos de visita en los siguientes casos o combinación de ellos:

- Donde exista cambio de diámetro
- En intersecciones de dos o más tuberías
- En cambio de pendiente
- En el inicio de cualquier ramal
- En distancias no mayores de 100 m
- En las curvas no más de 30 m
- Donde sea necesario y posible reducir la profundidad del colector

2.9.11. Profundidad de pozos de visita

La profundidad del pozo de visita al inicio del tramo está definida por la cota Invert de salida; es decir, está determina por la siguiente ecuación:

$HP.V = \text{Cota del terreno al inicio} - \text{Cota invert de salida del tramo} - 0,15$
de base.

2.9.12. Características de las conexiones domiciliarias

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

El tubo de la conexión que sale de la candela domiciliar debe ser de menor diámetro que el del tubo de la red principal, con el objeto de que sirva de retenedor de algún objeto que pueda obstruir el colector principal.

2.9.13. Diseño hidráulico

Con base a los parámetros presentados anteriormente se realizó el diseño del alcantarillado sanitario, ver anexos.

2.10. Propuesta de tratamiento

- Tratamiento primario: éste reduce los sólidos sedimentables y algo del DBO. Los elementos patógenos no se reducen en forma sensible, es decir que con estos tratamientos se reduce en un porcentaje el daño al medio, pero no se protege la salud.

El tratamiento de aguas consta de diferentes características las cuales son: fosas sépticas (Separa las partes sólidas del agua servida por un proceso de sedimentación), cuyo elemento básico en la entrada a la fosa séptica es la trampa de grasas (se instala solo cuando hay grasas en gran cantidad).

Los tanques Imhoff son cámaras en las cuales pasan las aguas negras, por tener un comportamiento de digestión para un período de sedimentación. Los sedimentadores primarios se fundamentan en separar partículas por diferencia de densidad con ayuda de la fuerza de gravedad.

- Tratamiento secundario: es un método que se utiliza para la remoción de sólidos transformando los organismos no sedimentables. Durante estos procesos hay una reducción sensible del número de patógenos en especial por los procesos aeróbicos. Con esto se reduce notablemente el daño al medio ambiente al reducir DBO a valores comparables con los cuerpos receptores naturales, se reduce el riesgo a la salud, pero no se remueven nutrientes. En los cuerpos con periodo de retención prolongados aumentan la concentración a los valores que tienden a producir eutrofización.
- Tratamiento terciario: este método remueve los sólidos, en especial nitratos, fosfatos y también los metales pesados. Existen muchos sistemas de tratamiento de aguas residuales, entre más avanzado sean, son más complejos en su operación y mantenimiento, por ende el costo es más elevado.

Para este sistema de alcantarillado sanitario, se eligió el tratamiento primario, utilizando fosas sépticas para el tratamiento de las aguas negras, ya que el costo de construcción, operación y mantenimiento, es bajo a comparación de otros tratamientos existentes y debe estar acorde a la capacidad económica de la municipalidad local.

- 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 de alcantarillado sanitario. 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 SS (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 a la misma.
- La fosa debe tener acceso apropiado para que su 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:

- 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 efluentes de fosas sépticas no deben estar dispuestos directamente en un cuerpo de agua superficial. Deben ser tratados adicionalmente para mejorar la calidad del vertimiento.

Funciones de las fosas sépticas: los desechos sólidos caseros sin ningún tratamiento obstruirán fácilmente casi todas las formaciones más porosas de grava. La fosa séptica acondiciona las aguas negras para que estén en capacidad de infiltrarse con mayor facilidad en el subsuelo. Se deduce entonces que, la función más importante de una fosa séptica, es asegurar la protección para conservar la capacidad de absorción del suelo. Para lograr esta protección deberán cumplirse tres funciones básicas:

- Eliminación de sólidos
- Proceso biológico de descomposición
- Almacenamiento de natas y lodos

2.10.1. Fosas sépticas

Diseño de fosas:

- 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

De acuerdo con el volumen generado de aguas residuales del sistema de drenaje sanitario para caserío El Terrero el caudal total de aguas residuales a futuro es de 21,22l/s. Considerando que para un caudal como este se necesitaría una fosa séptica de más de 30 m de largo, 10 de ancho y 3 de alto, lo que dificultaría su construcción y no sería funcional puesto que el tiempo requerido para llenarla sería de 40 años y no proveería un tratamiento adecuado a las aguas residuales, se ha optado por la construcción de 4 fosas, diseñadas para un caudal futuro de 5, 15, 25 y 40 años, debiendo para el diseño de cada una restar el caudal que reciben las fosas anteriores. A continuación se desarrolla el diseño de cada fosa séptica.

- Diseño de fosa séptica para población a 5 años

Población a 5 años: $P_f = P_o(1+n)^5$

Donde:

P_f = población futura

P_o = población actual

n = tasa de crecimiento

$$P_f = (192)(6)(1,025)^5 = 1\,304 \text{ hab.}$$

Caudal de diseño para la fosa

$$Q_d = \blacksquare$$

Donde:

f_{qm} = factor de caudal medio (utilizando como en el drenaje 0.002)

F.H = factor de Harmond

$$F.H = \frac{18 + \sqrt{1\,304/1\,000}}{4 + \sqrt{1\,304/1\,000}}$$

$$F.H = 3,72$$

$$Q_d = 0,002 \times 3,72 \times 1\,304$$

$$Q_d = 9,70 \text{ l/s}$$

$$Q_d = 970,18 \text{ m}^3/\text{día}$$

- Tiempo de retención

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

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

Donde:

PR = tiempo promedio de retención hidráulica, en días

Qdis = caudal de entrada a la fosa en m³/día

PR = 1,5 - 0,3xLog(970,18)

PR = 0,60

Por criterio se tomará un período de retención de 0,5 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 65 lt/hab/año, y un período de limpieza del tanque de un año.

- Volumen de sedimentación (Vs) $V_s = Q * PR$

Donde:

Vs = volumen de sedimentación

Q = caudal de diseño de entrada a la fosa

PR = período de retención

$V_s = (970,18 \text{ m}^3/\text{día}) * (0,5 \text{ día})$

$V_s = 485,09 \text{ m}^3$

- Volumen de acumulación de lodos (Vd) $Vd = Pob * TAL * PL$

Donde:

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:

$$Vd = (1\,304\text{hab}) * (65\text{lt/hab/año}) * (1\text{año}) / (1\,000\text{lt/m}^3)$$

$$Vd = 84,76\text{m}^3$$

Para un volumen total de: $Vt = Vs + Vd$

$$Vt = (485,09\text{ m}^3) + (84,76\text{m}^3)$$

$$Vt = 569,85\text{m}^3$$

La altura propuesta de la fosa es de 3,00m hasta el espejo de agua, con un borde libre de 0,30 m desde el espejo de agua hasta la parte más alta. Entonces se tiene un área total superficial de:

$$A = (569,85\text{m}^3) / (3,00\text{m})$$

$$A = 189,95\text{m}^2$$

- 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 , enm) 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

$$H_e = 0,7 / 189,95m^2$$

$$H_e = 0,004m \approx 4mm$$

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, su 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.

Donde:

$$H_s = V_s / A$$

$$H_s = (485,09 m^3) / (189,95m^2)$$

$$H_s = 2,55m$$

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.

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

Hs =2,55m y Ho=0,30

HI= 2,55m

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.

$$Hd=Vd/A$$

$$Hd=(84,76m^3) / (189,95m^2)$$

$$Hd=0,45 m$$

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

$$Hte= Hd+HI +He$$

$$Hte= 0,45+ 2,55+0,004$$

$$Hte= 3,004m\approx 3,00m$$

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

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

$$\text{Ancho}=\sqrt{189,95 * (1/3)}$$

$$\text{Ancho}= 7,96m$$

Y el lado largo de la fosa será:

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

$$\text{Largo} = 3 * 7,96$$

$$\text{Largo} = 23,88\text{m}$$

- Diseño de fosa séptica para población a 15 años

$$\text{Población a 15 años: } P_f = P_o (1+n)^{15}$$

Donde:

P_f = población futura

P_o = población actual

n = tasa de crecimiento

$$P_f = (192)(6)(1,025)^{15} = 1\,669 \text{ hab.}$$

Caudal de diseño para la fosa

$$Q_d = \blacksquare$$

Donde:

F_{qm} = factor de caudal medio (utilizando como en el drenaje 0,002)

F.H = factor de Harmond

$$F.H = \frac{18 + \sqrt{1\,669/1\,000}}{4 + \sqrt{1\,669/1\,000}}$$

$$F.H = 3,65$$

$$Qd = 0,002 \times 3,65 \times 1\,669$$

$$Qd = 12,18 \text{ l/s}$$

$$Qd = 1\,218,37 \text{ m}^3/\text{día}$$

Pero se debe restar el caudal que está recibiendo la primera fosa, entonces el caudal de diseño para esta fosa es de:

$$Qd = (1\,218,37 \text{ m}^3/\text{día}) - (970,18 \text{ m}^3/\text{día})$$

$$Qd = 248,19 \text{ m}^3/\text{día}$$

- Tiempo de retención

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

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

Donde:

PR = tiempo promedio de retención hidráulica, en días

Q_{dis} = caudal de entrada a la fosa en $\text{m}^3/\text{día}$

$$PR = 1,5 - 0,3 \times \text{Log}(248,19)$$

$$PR = 0,78$$

Por criterio se tomará un período de retención de 0,5 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 65 lt/hab/año, y un período de limpieza del tanque de un año.

- Volumen de sedimentación (Vs) $V_s = Q * PR$

Donde:

Vs = volumen de sedimentación

Q = caudal de diseño de entrada a la fosa

PR = período de retención

$V_s = (248,19\text{m}^3/\text{día}) * (0,5 \text{ día})$

$V_s = 124,10 \text{ m}^3$

- Volumen de acumulación de lodos (Vd) $V_d = P_{ob} * TAL * PL$

Donde:

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, y restando la población futura de 5 años (1 669 hab – 1 304 hab) entonces se tiene:

$V_d = (365\text{hab}) * (65\text{lt}/\text{hab}/\text{año}) * (1\text{año}) / (1\ 000\text{lt}/\text{m}^3)$

$$V_d = 23,73\text{m}^3$$

Para un volumen total de: $V_t = V_s + V_d$

$$V_t = (124,10\text{ m}^3) + (23,73\text{m}^3)$$

$$V_t = 147,83\text{m}^3.$$

La altura propuesta de la fosa es de 3,00m hasta el espejo de agua, con un borde libre de 0,30 m desde el espejo de agua hasta la parte más alta. Entonces se tiene un área total superficial de:

$$A = (147,83\text{m}^3) / (3,00\text{m}^2)$$

$$A = 49,28\text{m}.$$

- 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

$$H_e = 0,7 / 49,28\text{m}^2$$

$$H_e = 0,014\text{m} \approx 14\text{mm}$$

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, su 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.

Donde:

H_s = profundidad mínima de sedimentación

$$H_s = V_s / A$$

$$H_s = (124,10 \text{ m}^3) / (49,28 \text{ m}^2)$$

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

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.

Donde:

H_l = profundidad de espacio libre

H_l = el mayor valor entre H_s y $H_o + 0,1$

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

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

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

$$Hd=Vd/A$$

Donde:

Hd= profundidad de digestión y almacenamiento de lodos

$$Hd= (23,73m^3) / (49,28m^2)$$

$$Hd= 0,48 \text{ m}$$

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

$$Hte= Hd+HI +He$$

Donde:

Hte= profundidad total efectiva

$$Hte= 0,48 + 2,52 +0,014$$

$$Hte= 3,014m \approx 3,00m$$

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

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

$$\text{Ancho} = \sqrt{49,28 * (1/3)}$$

$$\text{Ancho} = 4.05 \text{ m}$$

Y el lado largo de la fosa será:

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

$$\text{Largo} = 3 * 4,05$$

$$\text{Largo} = 12,15 \text{ m}$$

- Diseño de fosa séptica para población a 25 años

Población a 25 años: $P_f = P_o (1+n)^{25}$

Donde:

P_f = población futura

P_o = población actual

n = tasa de crecimiento

$P_f = (192)(6)(1,025)^{25} = 2\ 136$ hab.

Caudal de diseño para la fosa

$Q_d =$ XXXXXXXXXX

Donde:

f_{qm} = factor de caudal medio (utilizando como en el drenaje 0,002)

F.H = factor de Harmond

$$F.H = \frac{18 + \sqrt{2\ 136/1\ 000}}{4 + \sqrt{2\ 136/1\ 000}}$$

F.H = 3,56

$Q_d = 0,002 \times 3,56 \times 2\ 136$

$Q_d = 15,20$ l/s

$Q_d = 1520,83\text{m}^3/\text{día}$

Pero se debe restar el caudal que está recibiendo la primera fosa, entonces el caudal de diseño para esta fosa es de:

$$Q_d = (1\,520,83 \text{ m}^3/\text{día}) - (1\,218,37 \text{ m}^3/\text{día})$$

$$Q_d = 302,46 \text{ m}^3/\text{día}$$

- Tiempo de retención

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

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

Donde:

PR = tiempo promedio de retención hidráulica, en días

Q_{dis} = caudal de entrada a la fosa en $\text{m}^3/\text{día}$

$$PR = 1,5 - 0,3 \times \text{Log}(302,46)$$

$$PR = 0,76$$

Por criterio se tomará un período de retención de 0.5 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 65 lt/hab/año, y un período de limpieza del tanque de un año.

- Volumen de sedimentación (Vs) $V_s = Q * PR$

Donde:

Vs = Volumen de sedimentación

Q = Caudal de diseño de entrada a la fosa

PR = Período de retención

$$V_s = (302,46\text{m}^3/\text{día}) * (0,5 \text{ día})$$

$$V_s = 151,23 \text{ m}^3$$

- Volumen de acumulación de lodos (Vd) $V_d = P_{ob} * TAL * PL$

Donde:

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, y restando la población futura de 15 años (2 136 hab – 1 669 hab) entonces se tiene:

$$V_d = (467\text{hab}) * (65\text{lt}/\text{hab}/\text{año}) * (1\text{año}) / (1\ 000\text{lt}/\text{m}^3)$$

$$V_d = 30,36\text{m}^3$$

Para un volumen total de: $V_t = V_s + V_d$

$$V_t = (151,23 \text{ m}^3) + (30,36\text{m}^3)$$

$$V_t = 181,59\text{m}^3$$

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

Entonces se tiene un área total superficial de:

$$A = (181,59\text{m}^3) / (3,00\text{m})$$

$$A = 60,53\text{m}^2$$

- 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

$$H_e = 0,7 / 60,53 \text{ m}^2$$

$$H_e = 0,012 \text{ m} \approx 12 \text{ mm}$$

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, su 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.

$$H_s = V_s / A$$

Donde:

H_s = profundidad mínima de sedimentación

$$H_s = (151,23 \text{ m}^3) / (60,53 \text{ m}^2)$$

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

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_I = el mayor valor entre H_s y $H_o + 0,1$

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

$$H_o = 0,30$$

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

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.

$$H_d = V_d / A$$

Donde:

H_d = profundidad de digestión y almacenamiento de lodos

$$H_d = (30,36\text{m}^3) / (60,53 \text{ m}^2)$$

$$H_d = 0,50\text{m}$$

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

Donde:

H_{te} = profundidad total efectiva

$$H_{te} = H_d + H_l + H_e$$

$$H_{te} = 0,50 + 2,50 + 0,012$$

$$H_{te} = 3,012\text{m} \approx 3,00\text{m}$$

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

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

$$\text{Ancho} = \sqrt{60.53 * (1/3)}$$

$$\text{Ancho} = 4.49 \text{ m}$$

Y el lado largo de la fosa será:

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

$$\text{Largo} = 3 * 4.49$$

$$\text{Largo} = 13.47 \text{ m}$$

- Diseño de fosa séptica para población a 40 años

$$\text{Población a 40 años: } P_f = P_o(1+n)^{40}$$

Donde:

Pf = población futura

Po= población actual

n = tasa de crecimiento

$$Pf = (192)(6)(1,025)^{40} = 3\,093 \text{ hab.}$$

Caudal de diseño para la fosa

$$Qd = \blacksquare$$

Donde:

fqm = factor de caudal medio (utilizando como en el drenaje 0,002)

F.H = factor de Harmond

$$F.H = \frac{18 + \sqrt{3\,093/1\,000}}{4 + \sqrt{3\,093/1\,000}}$$

$$F.H = 3,43$$

$$Qd = 0,002 \times 3,43 \times 3\,093$$

$$Qd = 21,22 \text{ l/s}$$

$$Qd = 2121,80 \text{ m}^3/\text{día}$$

Pero se debe restar el caudal que está recibiendo la primera fosa, entonces el caudal de diseño para esta fosa es de:

$$Qd = (2\,121,80 \text{ m}^3/\text{día}) - (1\,520,83 \text{ m}^3/\text{día})$$

$$Qd = 600,97 \text{ m}^3/\text{día}$$

- Tiempo de retención

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

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

Donde:

PR = tiempo promedio de retención hidráulica, en días

Qdis = caudal de entrada a la fosa en m³/día

$$PR = 1,5 - 0,3 \times \log(600,97)$$

$$PR = 0,67$$

Por criterio se tomará un período de retención de 0.5 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 65 lt/hab/año, y un período de limpieza del tanque de un año.

- Volumen de sedimentación (Vs) $V_s = Q * PR$

Donde:

Vs = volumen de sedimentación

Q = caudal de diseño de entrada a la fosa

PR = período de retención

$$V_s = (600,97 \text{ m}^3/\text{día}) * (0,5 \text{ día})$$

$$V_s = 300,49 \text{ m}^3$$

- Volumen de acumulación de lodos (V_d) $V_d = \text{Pob} * \text{TAL} * \text{PL}$

Donde:

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, y restando la población futura de 25 años (3 093 hab – 2 136 hab) entonces se tiene:

$$V_d = (957 \text{ hab}) * (65 \text{ lt/hab/año}) * (1 \text{ año}) / (1 000 \text{ lt/m}^3)$$

$$V_d = 62,20 \text{ m}^3$$

Para un volumen total de: $V_t = V_s + V_d$

$$V_t = (300,49 \text{ m}^3) + (62,20 \text{ m}^3)$$

$$V_t = 362,69 \text{ m}^3$$

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

Entonces se tiene un área total superficial de:

$$A = (362,69\text{m}^3) / (3,00\text{m})$$

$$A = 120,90\text{m}^2$$

- 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

$$H_e = 0,7 / 120,90 \text{ m}^2$$

$$H_e = 0,006 \text{ m} \approx 6 \text{ mm}$$

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, su 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.

Donde:

Hs= profundidad mínima de sedimentación

$$Hs = V_s / A$$

$$Hs = (300,49 \text{ m}^3) / (120,90 \text{ m}^2)$$

$$Hs = 2,49\text{m}.$$

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 (Hs), se elige la mayor profundidad.

HI = el mayor valor entre Hs y $H_o+0,1$

$$Hs = 2,49\text{m}$$

$$H_o = 0,30$$

$$HI = 2,49\text{m}$$

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.

Donde:

Hd= profundidad de digestión y almacenamiento de lodos

$$Hd = V_d / A$$

$$Hd = (62,20\text{m}^3) / (120,90 \text{ m}^2)$$

$$Hd = 0,51\text{m}$$

La profundidad total efectiva: es la suma de la profundidad de digestión y almacenamiento de lodos(Hd), la profundidad del espacio libre(HI) y

la profundidad máxima de las espumas sumergidas (H_e).

Donde:

H_{te} = profundidad total efectiva

$H_{te} = H_d + H_l + H_e$

$H_{te} = 0,51 + 2,49 + 0,006$

$H_{te} = 3,006\text{m} \approx 3,00\text{m}$

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

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

$$\text{Ancho} = \sqrt{120,90 * (1/3)}$$

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

Y el lado largo de la fosa será:

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

$$\text{Largo} = 3 * 6,35$$

$$\text{Largo} = 19,05\text{m}$$

Después de realizar el procedimiento para la determinación de las alturas, largos y anchos para las respectivas fosas según el periodo de diseño para el cual son diseñadas, de común acuerdo con el Director Municipal de Planificación por razones económicas se construirá, en una primera etapa, únicamente la fosa que está diseñada para 15 años, a continuación se presenta una tabla con el análisis respectivo:

Tabla VI. **Costo de construcción de fosas sépticas**

DESCRIPCIÓN	PERÍODO DE DISEÑO	COSTO
FOSA SEPTICA (7,96 x 23,88 x 3,00 espesor 0,2)	5 años	Q. 390 440,70
FOSA SEPTICA (4,05 x 12,15 x 3,00 espesor 0,2)	15 años	Q. 137 241,77
FOSA SEPTICA (4,49 x 13,47 x 3,00 espesor 0,2)	25 años	Q. 168 507,72
FOSA SEPTICA (6,35 x 19,05 x 3,00 espesor 0,2)	40 años	Q. 262 300,31

Fuente: elaboración propia.

2.10.2. Dimensionamiento de pozos de absorción

El pozo de absorción consiste en una excavación en el terreno, por general de 2,00 a 3,00 m de diámetro.

Todo pozo debe tener una cubierta o losa de hormigón armado de 0,20m de espesor descansada 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. Debe estar protegida con malla de alambre fino que impida el acceso de moscas, cucarachas, mosquitos y otros insectos.

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 sólo se recomienda en los siguientes casos:

- Cuando se vacían sólo aguas de lavado, desagües de piscinas o aguas pluviales.
- Como efluente de fosa séptica.
- Cuando se dispone de bastante terreno.
- Como solución transitoria.
- Cuando la capa freática lo permita.

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 $0,30 \times 0,30$ 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, midiendo el 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.

Conocido el coeficiente de absorción, la profundidad del pozo se determina con base en la siguiente fórmula:

$$H = \frac{\text{Área requerida}}{d * \pi}$$

Donde:

Área requerida = área requerida para la infiltración (m²)

d = diámetro del pozo (m)

El área requerida está en función de la capacidad de absorción del suelo, y viene de la fórmula:

$$\text{Área requerida} = Q/q$$

Donde:

Q = caudal que recibirá el pozo de absorción (lt/día)

q = factor que depende de la capacidad de absorción del suelo (lt/día*m²)

El factor de filtración del suelo está en función de la velocidad que tarda en bajar el agua 2,5 cm en la prueba descrita con anterioridad en esta sección y viene dado por:

$$q = 5/\sqrt{t}$$

Donde:

t= tiempo que tarda el agua en descender 2,5 cm.

- Dimensionamiento de los pozos

Se diseñarán pozos de absorción para cada una de las fosas del proyecto de drenaje sanitario para el caserío El Terrero, en el desarrollo del dimensionamiento de las fosas se trabajó cada una con una población a servir, para encontrar la profundidad de los pozos se trabajará también con el mismo número de personas para cada pozo respectivamente.

En la prueba de filtración del suelo los resultados muestran un tiempo promedio de descenso de 2,5 cm de agua en un tiempo de 2 minutos.

Entonces el factor “q” es el siguiente:

$$q=5/\sqrt{2}$$

$$q=3.54 \text{ Gal/día*ft}^2$$

Convirtiendo el resultado a dimensionales lt/día*m² tenemos el valor de:

$$q= 143,97\text{lt/día*m}^2$$

Para la primera fosa séptica se tiene una población a servir de 1 304 personas y el sistema sanitario fue diseñado con una dotación de 120 lt/hab/día esto significa que el área de absorción será de:

$$\text{Área de absorción} = \frac{(120 \text{ lt/hab/día}) \times (1\,304 \text{ hab})}{143,97 \text{ lt/día} \times \text{m}^2} =$$

$$\text{Área de absorción} = 1\,086,89 \text{ m}^2$$

Se calcula un pozo con un diámetro de 3 metros, entonces la profundidad será:

$$H = 1\,086 / 3\pi$$

$$H = 115,32 \text{ m.}$$

Que es una profundidad demasiado grande entonces se proponen 4 pozos con un diámetro de 3 metros y una profundidad de:

$$H = 115,32 / 4$$

$$H = 28,83 \text{ m.}$$

Para la segunda fosa séptica se tiene una población a servir de 365 habitantes y el sistema sanitario fue diseñado con una dotación de 120 lt/hab/día esto significa que el área de absorción será de:

$$\text{Área de absorción} = \frac{(120 \text{ lt/hab/día}) \times (365 \text{ hab})}{143,97 \text{ lt/día} \times \text{m}^2} =$$

$$\text{Área de absorción} = 304,23 \text{ m}^2$$

Se calcula un pozo con un diámetro de 3 metros, entonces la profundidad será:

$$H = 304,23 / 3\pi$$

H= 32,28 mts.

Que es una profundidad demasiado grande entonces se proponen 3 pozos con un diámetro de 3 metros y una profundidad de:

H= 32,28/3

H=10,75 mts

Para la tercera fosa séptica se tiene una población a servir de 467 habitantes y el sistema sanitario fue diseñado con una dotación de 120 lt/hab/dia esto significa que el área de absorción será de:

$$\text{Área de absorción} = \frac{(120 \text{ lt/hab/dia}) \times (467 \text{ hab})}{143,97 \text{ lt/dia} \times \text{m}^2} =$$

Área de absorción= 389,25 m²

Se calcula un pozo con un diámetro de 3 metros, entonces la profundidad será:

H=389,25/3π

H= 41,30 m.

Que es una profundidad demasiado grande entonces se proponen 3 pozos con un diámetro de 3 metros y una profundidad de:

H=41,30/3

H=13,76

Para la cuarta fosa séptica se tiene una población a servir de 957 habitantes y el sistema sanitario fue diseñado con una dotación de 120 lt/hab/día esto significa que el área de absorción será de:

$$\text{Área de absorción} = \frac{(120 \text{ lt/hab/día}) \times (467 \text{ hab})}{143,97 \text{ lt/día} \times \text{m}^2} =$$

$$\text{Área de absorción} = 797,67 \text{ m}^2$$

Se calcula un pozo con un diámetro de 3 metros, entonces la profundidad será:

$$H = 797,67 / 3\pi$$

$$H = 84,64 \text{ m}$$

Que es una profundidad demasiado grande entonces se proponen 3 pozos con un diámetro de 3 metros y una profundidad de:

$$H = 84,64 / 3$$

$$H = 28,21 \text{ m}$$

2.11. Administración, operación y mantenimiento

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

Para que el sistema de alcantarillado sanitario del caserío El Terrero, funcione adecuadamente durante su período de diseño, es necesario promover el mantenimiento necesario.

Técnicas de inspección: se requieren programas de inspección para determinar la condición actual del alcantarillado y tener la planificación de una estrategia de mantenimiento. Idealmente las inspecciones del alcantarillado deben realizarse en condiciones de bajo caudal. De presentarse condiciones de flujo que pudieran alterar las inspecciones, estas deben llevarse a cabo durante los periodos de menor caudal entre la medianoche y las cinco de la mañana, o se puede hacer un taponamiento temporal del colector para reducir el caudal.

Las conexiones domiciliarias presentan generalmente problemas de tubería obstruida (parcial o total) y conexión de aguas pluviales, por lo que habrá que verificar las condiciones de la candela y su tapadera y, en caso de ser necesario, repararlas o cambiarlas y evitar que se introduzca tierra o basura y provoque algún taponamiento. Si existiera conexión de aguas pluviales, ésta se debe cancelar y así evitar que la tubería se sature ya que no fue diseñada para conducir aguas pluviales.

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

para localizarla y si es necesario, se excavará hasta descubrir la tubería para retirar los residuos acumulados.

2.12. Elaboración de planos

Los planos elaborados son los siguientes:

- Planta general
- Planta topográfica
- Planta de dirección de flujo
- Planta-Perfil pozos 1 al 15
- Planta-Perfil pozos 1al 30
- Detalles de pozos de visita
- Detalle de fosas y pozos de absorción

2.13. Elaboración de presupuesto

El presupuesto se elaboró con base en los precios unitarios, en los que se tomaron en cuenta los precios locales de materiales y mano de obra calificada y no calificada de la región.

La mano de obra calificada y no calificada se consideró con base a las cantidades de los renglones de trabajo, la integración de costos indirectos se basó en la estimación de gastos administrativos, imprevistos y utilidades.

Se aplicó un porcentaje del 5% en imprevisto y el 30% en indirectos. El presupuesto del drenaje está descrito en la tabla.

2.14. Evaluación de impacto ambiental inicial (EIAI)

Es el análisis de las posibles consecuencias de un proyecto sobre la salud ambiental, la integridad de los ecosistemas y la calidad de los servicios ambientales. Actualmente se han visto afectados los ríos que rodean al municipio de Jalapa, ya que la población dirige sus aguas residuales a zanjonés que van a dar a los ríos, por lo que la población está teniendo una participación negativa para el ambiente.

La ejecución de este proyecto no tendrá impacto ambiental negativo permanente, ya que solo sucederá durante la época de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio, por ser removido al momento de la excavación y este a su vez provocará polvo, que afectará a las personas que viven cerca de donde pasará el sistema de alcantarillado, debido a las condiciones del clima, del viento, entre otras.

Como impacto ambiental positivo, se menciona la eliminación de aguas servidas, que fluyen sobre la superficie del suelo del lugar, la eliminación de fuentes de proliferación de mosquitos y zancudos y la disminución de enfermedades que estos puedan transmitir a los habitantes del lugar; además las aguas servidas que sean transportadas por el sistema de alcantarillado, recibirán un tratamiento primario, antes de ser evacuadas a su destino final.

2.15. Evaluación socio económica

La evaluación social de proyectos consiste en comparar los beneficios con los costos que dichos proyectos implican para la sociedad; es decir, consiste en determinar el efecto que el proyecto tendrá sobre el bienestar de la sociedad.

2.15.1. Valor presente neto

Debido a que este es un proyecto de carácter social, no se contempla ningún tipo de utilidad (no hay ingresos), los egresos se establecen como el costo total del proyecto.

$$\text{VPN} = 0 - \text{costo total del proyecto}$$

$$\text{VPN} = - \text{costo total del proyecto}$$

2.15.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Para este proyecto, por ser de carácter social, no se prevé ningún tipo de ingreso, por lo que no se puede hacer el cálculo de la TIR, mediante el uso de alguna fórmula.

3. DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA EL CASERÍO LOS JIMÉNEZ

3.1. Descripción del proyecto

El lugar donde se construirá la escuela tiene 60 metros de largo por 25 metros de ancho que da como resultado 1 500 metros cuadrados de área del terreno.

Según los datos proporcionados por la topografía realizada en el terreno para la escuela no será necesario hacer ningún tipo de relleno o excavación, puesto que el terreno es muy plano y adecuado para una edificación como la que se ha diseñado. También es notable que el lugar se encuentra alejado de ruidos, malos olores y otros inconvenientes.

Se tomará en cuenta otro aspecto muy importante, el cual es la ventilación, puesto que el clima en la región es cálido y que el techo de la estructura será de lámina, la mayor parte del tiempo las aulas estarán con una temperatura elevada, alrededor de los 35C, razón por la cual es necesario un planteo óptimo de ventanas para una ventilación adecuada. La dirección de los vientos en Guatemala es de norte a sur y viceversa, por eso el área de ventilación está orientada en este sentido para proveer una ventilación cruzada; el área de ventilación es el 50% del área de la ventana. Existe otro tipo de aspectos que se toman en cuenta a la hora de diseñar una escuela, puesto que se debe considerar lo siguiente: la capacidad de alumnos por aula, el área por alumno, la forma, el confort, etc.

- Capacidad de alumnos por aula

El número de alumnos recomendable para desarrollar actividades en este tipo de locales educativos es de 30 óptimo y 40 máximo para el nivel primario.

- Área por alumno

La superficie por alumno en las aulas teóricas será dependiendo del nivel educativo, en este caso que es primario, la cantidad mínima es de 1,25 y el máximo es de 1,50 metros cuadrados por cada uno.

- La forma

La manera más recomendable de realizar las aulas de nivel educativo, es que tengan ya sea la forma cuadrada o rectangular.

- El confort

Esto encierra varios temas dentro de los cuales se toman en cuenta lo visual, que el estudiante que esté en la última fila no esté a una distancia mayor de 8 metros del pizarrón. También la iluminación debe ser uniforme, y el aislamiento acústico es recomendable, para evitar la distracción de los alumnos.

3.1.1. Tres aulas

Se va a realizar un diseño de tres aulas puras en el caserío Los Jiménez, tomando en cuenta el factor económico. Las medidas serán de 7,59 metros de largo por 8,19 de ancho. Se va a tomar en cuenta para la construcción de

dichas aulas que las medidas a considerar por alumno son de 1,20 a 1,50 metros cuadrados por cada uno que es el espacio que debe tener cada estudiante según el Ministerio de Educación.

3.1.2. Área Administrativa

Se diseñará de la misma manera un área administrativa la cual contará con las siguientes medidas: 3,86 metros de largo por 8,19 de ancho, esta área contará con espacios para: dirección, bodega y cocina.

3.1.3. Módulo de baños

Se diseñará un módulo de baños el cual contará con las siguientes medidas: 6,12 metros de largo por 8,19 de ancho, los cuales serán divididos en dos áreas un módulo para hombres y el otro para mujeres.

3.2. Normas a utilizar

El diseño de la escuela para el caserío Los Jiménez ha sido realizado tomando en cuenta consideraciones y lineamientos brindados por el FHA (Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas), en su documento de Normas de Planificación y Construcción para Casos Proyectados en el cual se encuentran especificaciones técnicas mínimas que brindan condiciones adecuadas para el correcto desempeño de estructuras tipo habitacional. Los aspectos contemplados en el presente diseño incluyen especificaciones dadas para estructuras de mampostería que básicamente brindan las dimensiones mínimas de columnas, zapatas, cimientado corrido etc.

3.3. Cargas

Son todas las fuerzas que deberá soportar el edificio: vivas, muertas, viento, sismo.

3.3.1. Carga viva

Es la carga que deberá soportar la estructura debido a su uso u ocupación. Los agentes que producen estas cargas no están rígidamente sujetos a la estructura. Estos incluyen pero no están limitados a: los ocupantes en sí, el mobiliario y su contenido así como el equipo no fijo. Existen tabulaciones de valores de carga viva mínima que ha de soportar cada estructura de acuerdo a su función.

3.3.2. Carga muerta

Las cargas muertas comprenden todas las cargas de elementos permanentes de la construcción incluyendo la estructura en sí, pisos, rellenos, cielos, vidrieras, tabiques fijos, equipo permanente rígidamente anclado. Las fuerzas netas de pre esfuerzo también se consideran cargas muertas.

3.3.3. Carga por viento

La carga por viento será dada por el mayor registro de velocidad del viento según INSIVUMEH, afectada por factor de golpe interno y externo.

3.3.4. Cargas 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 su aplicación es en un corto período de tiempo.

3.4. Método de análisis de mampostería

Existen varios métodos, pero los más utilizados en el diseño de escuelas, son lo que se mencionan a continuación:

3.4.1. Método por resistencia de trabajo

Este método 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 la que la estructura será sometida, incrementadas por seguridad.

3.4.2. Análisis realista

Este tipo de análisis es más laborioso que el análisis simplista, pero los resultados que se logran obtener son más cercanos a la realidad.

Para la elaboración del análisis realista se deben de tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las rigideces y deformaciones de los muros de corte se podrán calcular por medio de principios elementales.

- Para analizar una estructura de mampostería por este método se debe dividir la misma en arreglos.
- Las fuerzas que se inducen en un arreglo son proporcionales a su rigidez y deformación.

Entre sus limitaciones podemos mencionar:

- Se limita en el análisis de secciones considerando diafragmas rígidos.
- No contempla cambios en la rigidez de los muros o arreglos cuando existe una abertura en ellos tanto para puertas o ventanas.
- Solo se toman en cuenta los muros completos de piso a cielo y de abertura a abertura.

3.4.3. Análisis simplista

Este tipo de análisis es menos laborioso que el realista, por lo que la obtención de resultados se logra en menor tiempo.

Para la elaboración del análisis simplista se deben de tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para la distribución de la fuerza lateral a cada muro se deben considerar únicamente los muros paralelos a la dirección en que esta actúa, en la misma dirección y otro de rotación respecto al centro de rigidez cuando no coincide con el centro de masa.
- Los muros tienden a experimentar ladeo paralelo al plano que contiene al muro, no se debe de considerar en el sentido contrario.
- Los muros generalmente actúan como miembros verticales que están sujetos a fuerzas horizontales en los niveles de piso.

Entre sus limitaciones se pueden mencionar:

Como se mencionó anteriormente únicamente se toman en cuenta los muros paralelos a la acción de la carga, despreciándose de esta manera la contribución a la resistencia de los muros perpendiculares, también supone rigidez mayor en el diafragma horizontal que la presentada por los muros de corte.

3.4.4. Método a utilizar

Para efectos de diseño para la escuela para el caserío Los Jiménez, tomando en cuenta los métodos ya mencionados, por el tipo de construcción que solo es un nivel de tres aulas más áreas administrativas y baños, el Método por resistencia de trabajo es el que más se adopta a la necesidades planteadas, ya que este método no presenta tantos inconvenientes a la hora del diseño, que con él se incrementan las cargas netas a la estructura, con lo cual brindaremos más seguridad a la escuela.

3.5. Sistema Constructivo

- Estructura de techo

Considerando varios tipos de estructura para el techo de esta escuela, y tomando en cuenta las condiciones económicas de comunidades y la municipalidad de Jalapa, 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 deberán 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.

- Cimentación

La cimentación será a base de concreto armado, la cual estará conformada por el cimiento corrido, estos tipos de estructura se detallarán en la parte de análisis y diseño estructural.

3.6. Diseño de escuela

Para este diseño según el método por resistencia de trabajo, se realizaron lo siguientes cálculos:

3.6.1. Diseño del techo

- Integración de cargas

Carga muerta

W Lámina	4,25 kg/m ²
W Costanera	4,00 kg/m ²
W Instalaciones	0,64 kg/m ² (15% W Lámina)
W C. M.	8,89 kg/m ²

Donde:

W = peso

W C.M.= peso de carga muerta

Costanera

Tabla VII. **Medidas de diseño para costanera**

Base	Alto	Espesor	Dimensional
2	4	1/16	pulgadas
5,080	10,160	0,159	centímetros

Fuente: elaboración propia.

$$C = \frac{(\text{alto}) + 2(\text{base})}{100} * \text{espesor} * \gamma_{\text{acero}}$$

$$\gamma_{\text{acero}} = 7,850 \text{ kg/m}^3$$

$$C = \frac{(10,160\text{cm}) + 2(5,080\text{cm})}{100} * 0,00159\text{m} * 7\,850\text{kg/m}^3$$

$$C = 2,53 \text{ kg/m}$$

Carga viva

$$\text{Carga de servicio CV} = 97,80 \text{ kg/m}^2$$

(Peso para servicios o mantenimiento del techo según Código UBC – 97)

Esto se refiere al peso de las personas que colocarán el techo.

El total de la carga viva será la sumatoria de la carga de servicio más la carga por viento.

Carga por viento

$$q = 0,005 V^2$$

Donde:

V = Mayor velocidad de viento registrada en Guatemala según INSIVUMEH

V = 150 km/h

$q = 0,005 (150 \text{ km/h})^2$

$q = 112,5 \text{ kg/m}^2$

Donde:

q=carga de viento.

Esta carga por viento será afectada por un factor, el cual resulta del contacto que la fuerza ejerce sobre la estructura, como existen aberturas (ventanas) en el edificio escolar, cuando el viento golpea externamente la edificación el factor es 0,8 y cuando el viento produce contacto en el interior de la estructura el factor toma un valor de 0,5, para este caso, como suceden ambas situaciones, se tomará como factor el promedio de ambos.

$PV = \text{factor promedio} * q$

Factor = 0,8 golpe externo 0,5 golpe interno

Factor promedio = factor golpe externo + factor golpe interno

Factor promedio = 0,80+0,50 =1,3

$PV = 1,3 * 112,5$

$PV = 146,25 \text{ kg/m}^2$

La carga viva es:

$CV = 146,25 \text{ kg/m}^2 + 97,80 \text{ kg/m}^2$

$CV = 244,05 \text{ kg/m}^2$

La carga total que soportará será de:

$$CT = 244,05 \text{ kg/m}^2 + 8,89 \text{ kg/m}^2$$

$$CT = 252,94 \text{ kg/m}^2$$

- Cálculo de separación de costaneras

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

$$w = \text{separación} * (8,89 \text{ kg/m}^2 + 244,05 \text{ kg/m}^2) + 2,53 \text{ kg/m} \quad \text{Ecuación 1}$$

De acuerdo con la distribución de ambientes la mayor luz es de 7,59 m

$$\text{Luz} = L = \text{luz mayor} / 3$$

$$L = 7,59/3$$

$$L = 2,53$$

Cálculo de momento

$$M = wI^2/8$$

$$M = (w * (2,53)^2) / 8$$

$$M = 0,80 * w \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

M = momento

I = inercia

S = módulo de sección

C = distancia al eje neutro

Según el teorema de ejes paralelos, se calcula la inercia con:

B= base

H= altura

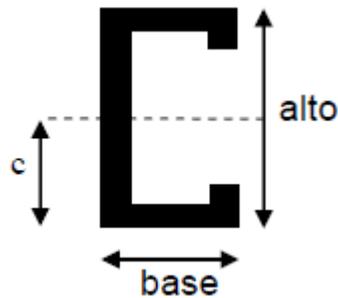
A= área

d= peralte

t= espesor

Detalle de costanera

Figura 1. Detalle de costanera



Fuente: elaboración propia.

$$\sum I = \frac{bh^3}{12} + Ad^2$$

$$\sum I = \frac{(t)(\text{alto})^3}{12} \times 2 + \left[\frac{(\text{alto})(t)^3}{12} + (\text{alto})(t)(\text{base})^2 \right] \times 2$$

$$\sum I = \frac{(0,159)(10,16)^3}{12} \times 2 + \left[\frac{(10,16)(0,159)^3}{12} + (10,16)(0,159)(5,08)^2 \right] \times 2$$

$$I = 55,40 \text{ cm}^4.$$

Cálculo del módulo de sección

Donde:

$$S = I / c$$

S= módulo de sección

$$S = 55,50 \text{ cm}^4 / 5,08 \text{ cm}$$

I= inercia

$$S = 10,93 \text{ cm}^3$$

C= distancia al eje neutro

Cálculo de momento resistente;

Donde:

Donde de AISC $F_b = 0,6 F_y$

$F_y = 36 \text{ ksi}$.

$$F_b = 0,6 * (2 531,16 \text{ kg/cm}^2)$$

$1 \text{ ksi} = 70,31 \text{ kg/cm}^2$

$$F_b = 1 518,70 \text{ kg/cm}^2$$

$F_y = 70,31 \text{ kg/cm}^2 * 36 \text{ ksi}$

$F_y = 2 531,16 \text{ kg/cm}^2$

$$M_r = S * F_b$$

Donde:

$$M_r = 10,93 \text{ cm}^3 * 1 518,70 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M_r = 16 599,39 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

M_r = momento resistente

$$M_r = 165,99 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

F_b = esfuerzo en flexión

S= módulo de sección

Igualando ecuaciones 1 y 2

$$M = 0,80 * w$$

Ecuación 2

$$w = \text{separación} * (8,89 \text{ kg/m}^2 + 244,05 \text{ kg/m}^2) + 2,53 \text{ kg/m}$$

Ecuación 1

$$0,80 * (\text{separación} * (8,89 \text{ kg/m}^2 + 244,05 \text{ kg/m}^2) + 2,53 \text{ kg/m}) = M_r$$

$$0,80 * (\text{separación} * (252,94 \text{ kg/m}^2) + 2,53 \text{ kg/m}) = 165,99 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$202,35 * \text{separación} = 165,99 - 2,53$$

separación = $163,46 / 202,35$

separación = 0,81 metros

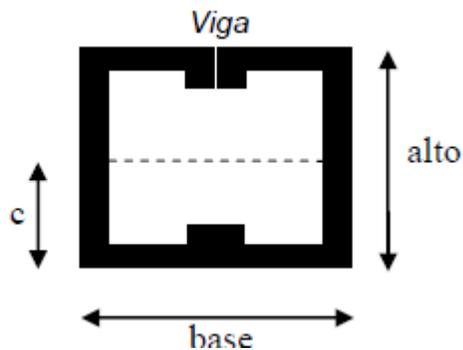
En el caso de colocar las costaneras con una separación de 0,81mts, la cubierta corre el riesgo de flexionarse en caso de hacer algún tipo de mantenimiento en el techo de la edificación, además con el propósito de resguardar la seguridad de los usuarios y por fines constructivos, se optará por colocar costaneras con una separación de 0,75 mts.

- Cálculo de la viga metálica

Viga de metal

Se toma como una viga simplemente apoyada, conformada por la unión de dos costaneras.

Figura 2. **Detalle de viga**



Fuente: elaboración propia.

Debido a que la viga está formada por la unión de dos costaneras, la inercia y el módulo de sección serán el doble del dato calculado para una costanera.

Donde:

$$I = 110,80 \text{ cm}^4$$

$$S = 21,86 \text{ cm}^3$$

$$F_b = 1\,518,70 \text{ Kg/cm}^2$$

F_b= esfuerzo en flexión

I= inercia

S= módulo de sección

Cálculo del peso de la costanera en kg/m², si se usan costaneras @ 0,75 m de separación y C = 2,53 kg/m, que es el valor calculado a partir de la fórmula:

$$C = \frac{(\text{alto}) + 2(\text{base})}{100} * \text{espesor} * \gamma_{\text{acero}}$$

$$W_{\text{costanera}} = C / 0,75$$

$$W_{\text{costanera}} = 2,53 \text{ kg/m} / 0,75 \text{ m}$$

$$W_{\text{costanera}} = 3,37 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo del momento resistente de la viga

$$M_r = S \times F_b$$

$$M_r = 21,86 \text{ cm}^3 * 1\,518,70 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_r = 33\,198,78 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$M_r = 331,99 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Donde:

M_r = Momento resistente

F_b = Esfuerzo en flexión

Integrando cargas para la viga metálica

Carga muerta

Wlámina (peso de la lámina)	4,25 kg/m ²
Wcostanera (peso de la costanera)	3,37 kg/m ²
Winstalaciones (15% wlámina)	0,64 kg/m ²
WC.M. =	<hr/> 8,26 kg/m ²
WC.V. =	244,05 kg/m ²
WC.M + WC.V. =	<hr/> 252,31 kg/m ²

Peso de la viga = Peso de la costanera * 2 = 2 * 2,53 kg/m = 5,06 kg/m

W = separación * (WC.M + WC.V.) + WVIGA

Donde:

W = 0,75 m * (252,31 kg/m²) + 5,06 kg/m

W = 194,29 kg/m

WC.M.= peso carga muerta

WC.V.= peso carga viva

Igualando el momento para una viga simplemente apoyada con el momento resistente se tiene:

Donde:

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

$$M_r = F \times S_b$$

M_r = momento resistente

W = peso de la carga

S_b = módulo de sección

F_b = esfuerzo en flexión

F_s = esfuerzo a tensión

Igualando:

$$\frac{Wl^2}{8} = F \times S_b$$

Despejando F_s = esfuerzo a tensión

$$F_s = WL^2/8S$$

Donde L =longitud= 2,39 m

$$F_s = [194,29 \text{ kg/m} * (2,39 \text{ m})^2] * 100 / (8 * 21,86 \text{ cm}^3)$$

$$F_s = 634,61 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_s < F_b$$

$$F_s = 634,61 \text{ kg/cm}^2 \text{ es menor a } F_b = 1518,70 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo de pernos

$$\text{Con } L = 2,39 \text{ m}$$

$$\text{Separación} = 0,75 \text{ m}$$

$$W = \text{separación} * (\text{WC.M.} + \text{WC.V.}) + \text{WVIGA}$$

$$W = 0,75 \text{ m} * (252,31 \text{ kg/m}^2) + 5,06 \text{ kg/m}$$

$$W = 194,29 \text{ kg/m}$$

Donde:

W= peso

WC.M.=peso carga muerta

WC.V.=peso carga viva

$$\text{Tensión en apoyos} = WL$$

$$T = 194,29 \text{ kg/m} * 2,39 \text{ m}$$

$$T = 464,35 \text{ kg}$$

Donde:

$$F_y = 2 523,10 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{pt} = 0,5 F_y$$

$$F_{pt} = 0,5 * 2 523,10 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{pt} = 1 261,55 \text{ kg/cm}^2$$

$$T = A * f_s$$

$$A = T / f_s$$

$$A = T/F_{pt}$$

F_y = fluencia del acero

F_{pt} = esfuerzo permisible a tensión

A = área

T = tensión entre apoyos

$$A = 464,35 \text{ kg} / 1261,55 \text{ kg/cm}^2$$

$$A = 0,37 \text{ cm}^2$$

$$\text{No. de pernos} = A / A_{\text{perno}}$$

$$\text{No. de pernos} = 0,37 \text{ cm}^2 / 0,71 \text{ cm}^2$$

$$\text{No. de pernos} = 0,52 < 1$$

No. de pernos = 1 perno de $\varnothing 3/8$ " Pero por razones de seguridad de utilizarán
2 pernos de $\varnothing 3/8$ "

Revisando acciones en apoyos de pieza de metal

$$W = 194,29 \text{ kg/m}$$

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

$$V = (194,29 \text{ kg/m} * 7,59 \text{ m})/2$$

$$V = 737,33 \text{ kg}$$

$$P = A_c * f$$

Despejando A_c = área de corte

$$A_c = P/f$$

Donde:

$$F_c = 0,4 F_y$$

$$F_c = 0,4 * 2 523,10 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_c = 1 009,24 \text{ kg/cm}^2$$

$$V = \text{esfuerzo cortante}$$

$$A_c = V/f$$

$$A_c = 737,33 \text{ kg} / 1 009,24 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_c = 0,74 \text{ cm}^2$$

$$\text{No. de pernos} = A/A_{\text{perno}}$$

$$\text{No. de pernos} = 0,73 \text{ cm}^2 / 0,71 \text{ cm}^2$$

$$\text{No. de pernos} \approx 1 \text{ de } \varnothing 3/8$$

Por seguridad se utilizarán: 4 pernos de Ø 3/8"

3.6.2. Diseño de muros y soleras

Para esta estructura que tiene diafragma flexible encima, el corte y momento por sismo se calcula por área tributaria.

WT = peso a sostener

WT = WC.M. + WC.V.

Donde:

W=peso.

WC.M.=peso carga muerta.

WC.V.=peso carga viva.

Carga muerta

W lámina 4,25 kg/m²

W costanera Wcostanera/l 3,37 kg/m²

W instalaciones (15% Wlámina) 0,64 kg/m²

Viga Wviga/L L=L/3=7.59/3 2,53 kg/m²

WC.M. = 10,79 kg/m²

Acotaciones:

- La separación l es igual a 0,75 m, que es la separación entre costaneras.
- La separación L es igual a 7,59 m, que es la luz del aula, y se divide en tres ya que existen dos vigas entre los muros.

Carga viva

WC.V. = 244,05 kg/m²

WC.M. + WC.V. = 254,84 kg/m²

Para un muro interior de aulas

$$L \text{ muro} = 7,59 \text{ m}$$

$$W = P = \text{Peso Total} * \text{ancho tributario} * \text{largo del muro}$$

$$W = 254,84 \text{ Kg/m}^2 * 2,39\text{m} * 7,59 \text{ m}$$

$$W = 4 622,82 \text{ Kg}$$

Cálculo de carga de sismo para el muro

$$F_s = 0,20 * W$$

$$F_s = 0,20 * 4 622,84 \text{ kg}$$

$$F_s = 924,56 \text{ kg}$$

Cálculo del momento generado por la fuerza de sismo

$$M_s = F_s * h$$

$$h_{\text{muro}} = 3,59 \text{ m}$$

$$M_s = 924,56 \text{ kg} * 3,59 \text{ m}$$

$$M_s = 3 319.17 \text{ kg-m}$$

Chequeo a compresión

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

$$A_{\text{muro}} = \text{espesor de muro} * \text{ancho de muro}$$

$$A_{\text{muro}} = 15 \text{ cm} * 759 \text{ cm} = 11 385 \text{ cm}^2.$$

$$f_c = W/A$$

$$f_c = 4 622,82 \text{ kg} / 11 385\text{cm}^2$$

$$f_c = 0,40 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_c = 0,40 \text{ kg/cm}^2 < f_u = 25 \text{ kg/cm}^2$$

Chequeo a Flexión:

Según la técnica conocida como:

Técnica universal de diseño a flexión elástica

Llamando $F_b = f_b$ permisible y a $F_s = f_s$ permisible el momento basado en el esfuerzo a compresión de la mampostería es:

$$M = b d^2 (j k / 2) F_b, \text{ puede despejarse } (2 / j k) = (b d^2) * F_b / M$$

De la misma forma ya que el momento basado en el esfuerzo del acero es:

$$M = b d^2 (\rho j) F_s, \text{ puede despejarse } n \rho j = n M (b d^2) * F_s$$

Entonces, pueden tabularse valores de $(2/jk)$ y de $(n\rho j)$ que puede encontrarse en algunas publicaciones sobre mampostería, o pueden calcularse, y de ellos despejar el valor de (ρ) .

$$E_m = 400 * f'_m \text{ cuando } f'_m < 50$$

$$E_m = 600 * f'_m \text{ cuando } f'_m > 50$$

$$E_m = 800 * f'_m \text{ cuando } f'_m > 100$$

$$k = \sqrt{(\rho \times n)^2 + (2 \times \rho \times n)} - \rho \times n$$

Asumiendo un valor para f_u de 25 kg/cm^2

$$F_u = \text{corte último} = 25 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_m = 0,7 f_u = 17,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_b = 0,3 f' m = 5,25 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_m = 400 f' m = 7000 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_s = 0,5 f_y = 1405 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Donde: } F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

Calculando el valor de n

$$n = E_{\text{acero}} / E_{\text{mampostería}}$$

$$n = 2 \times 10^6 / E_m$$

$$n = 2000000 \text{ kg/cm}^2 / 7000 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = 286$$

Por mampostería:

$$\frac{2}{jk} = \frac{bd^2 f_b}{M} = \frac{14 \text{ cm} \times (759 \text{ cm})^2 \times 5,25 \text{ kg/cm}^2}{331917 \text{ kg} \cdot \text{cm}}$$

$$\frac{2}{jk} = \frac{bd^2 f_b}{M} = 128$$

Por acero:

$$n \rho_j = \frac{nM}{bd^2 f_s} = \frac{286 \times 331917 \text{ cm}}{14 \text{ cm} \times (759 \text{ cm}) \times 1405 \text{ kg/cm}^2}$$

$$n \rho_j = \frac{nM}{bd^2 f_s} = 0,008377$$

Se asume un valor de n ρ_j y se calcula el valor de k, el valor de j, y los valores de (2/jk) y (n j)

Tabla VIII. **Coefficientes para diseño a flexión**

np	k	j	(2/jk)	(npj)
0.000117	0.01518051	0.99493983	132.417972	0.00011641
0.000118	0.01524474	0.99491842	131.862823	0.00001174
0.000119	0.01530871	0.9948971	131.314688	0.00011839
0.00012	0.0153732	0.9948756	130.761877	0.00011938
0.000121	0.01543743	0.99485419	130.210235	0.00012037
0.000122	0.01550166	0.99483278	129.658593	0.00012136
0.000123	0.01556589	0.99481137	129.106951	0.00012235
0.000124	0.01563012	0.99478996	128.555309	0.00012334
0.000125	0.01569435	0.99476855	128.003667	0.00012433
0.000126	0.01575858	0.99474714	127.452025	0.00012532
0.000127	0.01582281	0.99472573	126.900383	0.00012631
0.008727	0.12367646	0.95877451	16.8659834	0.00836726
0.008728	0.12368312	0.95877229	16.8651038	0.0083682
0.008729	0.12368978	0.95877007	16.8642241	0.00836914
0.00873	0.12369644	0.95876785	16.8633445	0.00837008
0.008731	0.1237031	0.95876563	16.8624648	0.00837102
0.008732	0.12370976	0.95876341	16.8615852	0.00837196
0.008733	0.12371642	0.95876119	16.8607056	0.0083729
0.008734	0.12372308	0.95875897	16.8598259	0.00837384
0.008735	0.12372974	0.95875675	16.8589463	0.00837478
0.008736	0.1237364	0.95875453	16.8580666	0.00837572
0.008737	0.12374306	0.95875231	16.857187	0.00837666
0.008738	0.12374972	0.95875009	16.8563074	0.0083776

Fuente: AMRHEIN, James E. Reinforcer Masonry Engineering Handbook. p. 567.

$$np = 0,008738$$

$$\rho = 0,008738/n$$

$$\rho = 0,008738/286$$

$$\rho = 0,00003$$

$$As = \rho bd$$

$$A_s = 0,00003 * 14 \text{ cm} * 759 \text{ cm}$$

$$A_s = 0,32 \text{ cm}^2$$

Como el área de acero calculada anteriormente es menor al área de acero mínimo entonces, los muros de mampostería reforzada se diseñarán con refuerzo mínimo de acuerdo con las Normas del Instituto de Fomento de Hipotecas (FHA), las que recomiendan ubicar columnas principales con 4 varillas No. 3, estribos No. 2 a cada 0,20 m al centro de la luz. Para marcos de puertas y ventanas se recomiendan columnas intermedias.

Revisando corte

$$f_u = P/A$$

$$P = f_s = 924,56 \text{ kg}$$

$$A = t * l = 14 * 759 = 10\,626 \text{ cm}^2$$

$$f_u = 924,56 \text{ kg} / 10\,626 \text{ cm}^2$$

$$f_u = 0,10 \text{ kg/cm}^2$$

Si f_u es $< 0,50$ utilizar refuerzo mínimo

Refuerzo horizontal

$$\rho_h = \frac{A_{sh}}{d \times t} \geq 0,0007$$

Refuerzo vertical

$$\rho_h = \frac{A_{sh}}{d \times t} \geq 0,0007$$

Donde:

d = longitud del muro

t = espesor del muro

Diseño de muros longitudinales

- Diseño a flexión:

As vertical= $0,0007 (759 \text{ cm})(14 \text{ cm})$

As vertical= $7,44 \text{ cm}^2$

Usando varillas No. 3 ($0,71 \text{ cm}^2$) tenemos

Número de varillas = $7,44 \text{ cm}^2 / 0,71 \text{ cm}^2$

Número de varillas = $10,48 \approx 11$ varillas a lo largo del muro

Por ser un muro de más de 7,00 m. Se usarán cuatro mochetas con 4 varillas No. 3 y estribos No. 2 @ cada 0,15 m. Proporcionando un área de acero de $11,36 \text{ cm}^2$ a lo largo del muro, cubriendo de esta manera el área de acero requerida ($7,44 \text{ cm}^2$).

- Diseño a corte:

As horizontal= $0,0009 (759 \text{ cm})(14 \text{ cm})$

As horizontal= $9,56 \text{ cm}^2$

Se utilizó un $0,0009$ tomando en cuenta que estamos en un país altamente sísmico.

Usando varillas No. 3 ($0,71 \text{ cm}^2$) tenemos

Número de varillas = $9,56 \text{ cm}^2 / 0,71 \text{ cm}^2$

Número de varillas = 13,5 ≈ 14 varillas a lo largo del muro.

Se usarán 5 y 4 soleras, según la altura del muro y el armado será de 4 varillas No. 3 y estribos No. 2 @ 0,20 m. cubriendo así el requerimiento de 13,5 cm² para el área de acero a lo largo del muro.

3.6.3. Diseño de mochetas

Cálculo de la carga que llega a la columna

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

Donde:

$$\text{Separación} = 2,39 \text{ m}$$

$$C.M. = \text{peso carga muerta} = 10,79 \text{ kg/m}^2$$

$$C.V. = \text{peso de la carga viva} = 244,05 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{viga}} = \text{peso de la viga} = 5,06 \text{ kg/m}$$

$$w = \text{separación} * (WC.M. + WC.V.) + WVIGA$$

$$w = 2,39 \text{ m} * (254,84 \text{ kg/m}^2) + 5,06 \text{ kg/m}$$

$$w = 614,13 \text{ kg/m}$$

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

$$l = 7,59 \text{ m}$$

$$P = (614,13 \text{ kg/m} * 7,59 \text{ m}) / 2$$

$$P = 2330,62 \text{ kg}$$

$$f_c = P/A$$

$$f_c = 2330,62 \text{ kg} / 196 \text{ cm}^2$$

$$f_c = 11,89 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo del armado de la mocheta

Asumiendo el valor de $\rho = 1\% = 0,01$

Con columnas de sección $0,14 \times 0,14 \text{ cm}$. y un área transversal de 196 cm^2 .

$$\rho A_g = 0,01(196 \text{ cm}^2)$$

$$\rho A_g = 1,96 \text{ cm}^2$$

Si se utilizan 4 varillas No.3, el área de acero es $2,84 \text{ cm}^2$

$$\rho = 2,84 \text{ cm}^2 / 225 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,0126$$

Usando un reductor de carga a compresión:

$$P_o = \theta [0,85 f'_c (A_g - A_s) + F_y A_s]$$

Donde:

$$P_o = 0,75 * 0,70 (0,85 * 210 (196 - 2,84) + (2810) * (2,84))$$

$$P_o = 22\,291,22 \text{ kg}$$

$$\theta = 0,70$$

$$\theta = 0,75$$

$P_o \gg P$ entonces basta con colocar 4 varillas No. 3

3.6.4. Diseño de cimentación

- Diseño de cimiento corrido
 - Integración de cargas

Peso del muro

$$W_{\text{muro}} = \text{alto} * \text{ancho} * \gamma \text{ mampostería}$$

$$W_{\text{muro}} = 3,95 \text{ m} * 0,14 \text{ m} * 1\ 800 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{\text{muro}} = 995,40 \text{ kg/m}$$

Donde

$$\text{ancho} = 0,14 \text{ m}$$

$$\text{alto} = 3,95 \text{ m}$$

$$\gamma \text{ mampostería} = 1\ 800 \text{ Kg/m}^3$$

Peso del cimiento

$$W_{\text{cimiento}} = \text{alto} * \text{ancho} * \gamma \text{ concreto}$$

$$W_{\text{cimiento}} = 0,40 \text{ m} * 0,20 \text{ m} * 2\ 400 \text{ kg/m}^3$$

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

Donde

$$\text{ancho} = 0,40 \text{ m}$$

$$\text{alto} = 0,20 \text{ m}$$

$$\gamma \text{ concreto} = 2\ 400 \text{ kg/m}^3$$

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

$$W_{\text{que tributa al muro}} = (4,25 + 3,37 + 2,53 + 0,64) * (2,39) \quad \text{Donde}$$

$$W_{\text{que tributa al muro}} = 25,79 \text{ kg/m}$$

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

$$a = 2,39$$

Peso de la carga viva

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

$$W_{\text{c.v.}} = 244,05 \text{ kg/m}^2 * 2,39 \text{ m}$$

$$W_{\text{c.v.}} = 583,28 \text{ kg/m}$$

Peso total del muro

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

$$W_{\text{muro}} = 1,4 (995,40 \text{ kg/m} + 192 \text{ kg/m} + 25,79 \text{ kg/m}) + 1,7 (583,28 \text{ kg/m})$$

$$W_{\text{muro}} = 1\ 698,47 \text{ kg/m} + 991,58 \text{ Kg/m}$$

$$W_{\text{muro}} = 2\,690,05 \text{ kg/m}$$

- Determinación del ancho

Donde:

b = ancho del cimiento

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

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

$$F_s = 211\,610 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$A = b * l$$

Donde:

$$b = P/F_s$$

$$b = (2\,690,05 \text{ kg/m}) / (211\,610 \text{ kg/cm}^2)$$

$$b = 0,01$$

$$b < 2t \text{ donde } t = \text{espesor del muro} = 0,14 \text{ m.}$$

Para efectos de diseño se asumirá un ancho de cimiento de 0,40 m y peralte de 0,13 m con un recubrimiento de 0,07 m.

- 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.

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c}$$

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210}$$

$$V_r = 6,53 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_a = P/A$$

$$V_a = (2\,690,05 \text{ kg/m}) / (40 * 13)$$

$$V_a = 4,80 \text{ kg/cm}^2$$

$V_a < V_r$ Si chequea

- Chequeo a flexión

Con los datos de 0,40 m de base, 0,13 m de peralte y 0,07 m de recubrimiento se obtiene:

Donde

$$W = P/b$$

$$W = (2\,690,05 \text{ kg/m}) / 0,40 \text{ m}$$

$$W = 6\,725,13 \text{ kg/m}$$

P = peso del muro intermedio

b = base del cimiento

Cálculo del momento

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

$$M = ((6\,725,13 \text{ kg/m}) * (0,13)^2) / 2$$

$$M = 56,82 \text{ kg - m}$$

$$M_u = 56,82 \text{ kg - m}$$

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

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

$$A_s = \left[bd - \sqrt{\left[bd^2 - \frac{M_u \times b}{0,003825 \times f'_c} \right]} \right] \times 0,85 \times \frac{f'_c}{F_y}$$

$$A_s = \left[40 * 13 - \sqrt{\left[(40 * 13)^2 - \frac{56,28 * 40}{0,003825 \times 210} \right]} \right] \times 0,85 \times \frac{210}{2810}$$

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

Cálculo del refuerzo mínimo

$$A_{smin} = 0,4 \left(\frac{14,1}{F_y} \times b \times d \right)$$

$$A_{smin} = 0,4 (14,1 / 2810) * 40 * 13$$

$$A_{smin} = 1,04 \text{ cm}^2$$

$A_s < A_{smin}$, entonces se toma el valor de $A_{smin} = 1,04 \text{ cm}^2$

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

Por seguridad se usarán 3 varillas No. 3 con eslabones No. 2 @ 0,20 m

El cimiento corrido por sí mismo es capaz de soportar las cargas a las que la estructura estará expuesta y trasladarlas al suelo, por lo se ha decidido no reforzar la cimentación de la escuela con zapatas, ya que las propiedades mecánicas del suelo nos permiten la no inclusión de las mismas.

En los ensayos de laboratorio, se ha determinado que el suelo es una arena limosa, lo que significa que es un suelo con comportamiento estable con la presencia de agua, y según el ensayo de compresión triaxial practicado a una muestra de terreno, el ángulo de fricción interna es de $34,97^\circ$ y la cohesión es de $3,50 \text{ T/m}^2$, a estos datos se les aplicó un factor de seguridad de 2 dado que, por las condiciones del suelo, su manejabilidad a la hora de realizar el análisis puede variar, este valor es el que utilizamos en el cálculo y diseño del cimiento corrido.

Según la ecuación general de la capacidad de carga de suelo, del libro Principios de Ingeniería de Cimentaciones de BRAJA M. DAS. En su tercera edición, el suelo en estudio tiene un valor soporte de $27,17 \text{ T/m}^2$, que es la utilizada en el cálculo y diseño del cimiento corrido.

En lo relacionado con las columnas o mochetas, el diseño del muro de mampostería que según la técnica de diseño a flexión elástica, pide un área de acero de $7,44 \text{ cm}^2$ a lo largo del muro, entonces los estaremos distribuyendo en las 4 mochetas o columnas, cada una con 4 varillas No.3, lo que proporcionara un área de $11,36 \text{ cm}^2$, con lo que aportamos el acero requerido, y cada mocheta o columna tendrá estribos de varilla No.4 @ $0,15 \text{ cm}$ como refuerzo para corte, con una sección de 15 cm por lado.

Se menciona que el área de acero requerida por el diseño es menor al área que aporta el armado propuesto, pero debido a requerimientos del Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA), el cual recomienda para proyectos de este tipo el armado de 4 varillas No.3, además, en los códigos de diseño de mampostería, se menciona que cuando la demanda de acero de los miembros sea menor a $11,36 \text{ cm}^2$ aportados por las 4 varillas No.3, se optará por hacer el armado con las 4 varillas No.3, proporcionando un sistema

adecuado para hacer el armado de refuerzo para corte, con una cama superior e inferior.

La cuantía recomendada por los códigos para el diseño de mampostería va desde un 0,0025 hasta 0,04 en relación con el área gruesa o neta de la columna, esto significa que deberá estar entre el orden del 0,25% al 4% de la sección transversal de la columna, distribuyendo esta área en un mínimo de 4 miembros para su armado vertical o longitudinal.

3.6.5. Diseño de fosas sépticas

Para este diseño se tomaron las siguientes consideraciones: Dado que el uso de los baños en una escuela no es tan frecuente como lo sería en un domicilio, la dotación la asumimos a 80 lt/hab/día con un factor de retorno de 0.60 y un número de habitantes a servir de 24 habitantes, esto lo tomamos a partir de que la cantidad de alumnos que se recibirá en la escuela que es de 150 niños, de los cuales no todos usaran este servicio.

Período de retención	24 horas = 1 día
Dotación	80 lt/hab/día
Factor de retorno	0,60
Habitantes a Servir	24 hab.promedio
Periodo de limpieza	4 años
Relación largo/ancho (L/A)	2
Lodos acumulados	25 lt/hab/día

Cálculo del volumen para líquidos:

$$V_{liq} = N * Dot * F.R. * T$$

Donde:

T= periodo de retención y N= habitantes futuro

$$V_{liq} = N * \text{Dot} * F.R. * T$$

$$V_{liq} = 24 * 80 \text{ lt/hab/dia} * 0,60 * 1 \text{ dia}$$

$$V_{liq} = 1,152 \text{ lt} = 1.152 \text{ m}^3$$

Cálculo de volumen para lodos:

$$V_{lod} = N * \text{lodos Acum.} * \text{Periodo de limp}$$

$$V_{lod} = 24 * 25 \text{ lt/hab/dia} * 4$$

$$V_{lod} = 2400 \text{ lt} = 2,4 \text{ m}^3$$

Volumen total:

$$V = V_{liq} + V_{lod} = 1,152 \text{ m}^3 + 2,4 \text{ m}^3 = 3,55 \text{ m}^3.$$

Como volumen = largo * ancho * altura

$$\text{y } L/A = 2, L = 2A$$

Tomando un H= 2 m (como criterio propio)

$$V = L * A * H = 2 * A * A * H = 2 * A^2 * H$$

$$\text{Despejando A, } A = \sqrt{\frac{\text{vol}}{2 * H}} = A = \sqrt{\frac{3,55}{2 * 2}}$$

$$A = 0,94 \text{ tomar como } 1,00 \text{ m}$$

$$\text{Como } L = 2 * A = 2 * 1 = 2,00 \text{ m}$$

Las dimensiones de la fosa séptica son las siguientes:

Largo = 2,00 m, ancho = 1,00 m, altura = 2,00 m, teniendo presente que estas medidas son interiores y la altura es la del líquido dejado libre en la superficie de 0,30 a 0,40.

3.7. Presupuesto y planos

El presupuesto se elaboró a base de precios unitarios, en los que se tomaron en cuenta los precios locales de materiales y mano de obra calificada y no calificada de la región.

La mano de obra calificada y no calificada se consideró con base a las cantidades de los renglones de trabajo, la integración de costos indirectos se basó en la estimación de gastos administrativos, imprevistos y utilidades, se aplicó un porcentaje del 5% en imprevisto y el 30% en indirectos. El presupuesto de la escuela está descrito en la tabla.

Los planos elaborados son los siguientes:

- Planta localización y ubicación del proyecto.
- Planta amueblada + fachadas.
- Planta acotada + secciones.
- Planta de acabados + detalles.
- Planta de cimentación y columnas + detalles y planta armado de techos + detalles.
- Cortes típico en muros.
- Planta de iluminación y fuerza.
- Planta de drenaje, planta de hidráulica más detalles de baños.
- Planta de drenaje hidráulica + detalles de cocina y detalle de fosa séptica + pozo de absorción.

3.8. Cronograma de actividades

El cronograma presentado para el diseño de la escuela para caserío “Los Jiménez” tiene una duración de 6 meses, ver anexos.

3.9. Evaluación de impacto ambiental inicial (EIAI)

La construcción de este proyecto no tendrá impacto ambiental negativo permanente, ya que solo sucederá durante la época de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio, por ser removido al momento de la excavación y este a su vez provocará polvo, que afectará a las personas que viven cerca de donde se construirá la escuela, debido a las condiciones del clima, del viento, etc.

3.10. Evaluación socio-económica

La evaluación social de proyectos consiste en comparar los beneficios con los costos que dichos proyectos implican para la sociedad; es decir, consiste en determinar el efecto que el proyecto tendrá sobre el bienestar de la sociedad.

3.10.1. Valor presente neto

El método del valor presente neto es bastante utilizado por dos razones: la primera porque es de muy fácil aplicación, la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman al presente y así puede verse fácilmente si los ingresos son mayores que los egresos.

Cuando el VPN es menor que cero, implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés, o por el contrario, si el VPN es mayor que cero representa una ganancia.

$$\text{VPN} = \text{ingresos} - \text{egresos}$$

Debido a que este es un proyecto de carácter social, no se contempla ningún tipo de utilidad (no hay ingresos), los egresos se establecen como el costo total del proyecto.

$$\text{VPN} = 0 - \text{costo total del proyecto.}$$

$$\text{VPN} = - \text{costo total del proyecto.}$$

3.10.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno, como su nombre lo indica es el interés que hace que los ingresos y los egresos tengan el mismo valor, cuando se analiza una alternativa de inversión. Para este proyecto, por ser de carácter social, no se prevé ningún tipo de ingreso, por lo que no se puede hacer el cálculo de la TIR, mediante el uso de alguna fórmula.

3.11. Diseño de instalaciones

A continuación se presenta el diseño de las instalaciones hidráulicas, instalaciones eléctricas e instalaciones sanitarias, se detalla el tipo de materiales que se deben de utilizar, según normas establecidas para que se garantice la utilidad.

- Electricidad

La instalación de iluminación cuenta con un circuito, calculado de la siguiente manera:

Las lámparas de iluminación serán de 2 tubos de 40watts cada tubo y las plafoneras será con bombilla incandescente de 80watts cada una y un voltaje de 110 voltios.

$$\text{Intensidad} = \frac{\text{unidades} * \text{watts por unidad}}{\text{voltaje}}$$

$$\text{Intensidad} = \frac{(8 * 80) + (4 * 80)}{110}$$

$$\text{Intensidad} = 8,73 \text{ amp.}$$

La intensidad la incrementamos por seguridad en un 40%

$$\text{Intensidad} = 8,73 \text{ amp.} * 1,40 = 12,22 \text{ amp.}$$

Con un cable calibre 12 AWG. Se debe de colocar un flip-on con un amperaje máximo de 20 amp. Con el cual cubrimos la demanda para este circuito.

La caída de tensión se calcula multiplicando un factor de caída de tensión en función del calibre del cable (en este caso 1,03), por la intensidad, por la distancia más larga (en metros), todo esto dividido 100. El resultado debe de ser menor a 3, si es mayor a 3 se debe aumentar el calibre del cable o reacondicionar el sistema.

$$C.T. = \frac{1,03 * 7,59 * 10}{100} = 0,78$$

Para la instalación de fuerza, se han diseñado cuatro circuitos en el primer nivel, calculado de la siguiente manera.

El tomacorriente simple se toma como 150 watts y los dobles 300 watts, con este dato se pasa a calcular la intensidad.

$$\text{Intensidad} = \frac{\text{unidades} * \text{watts por unidad}}{\text{voltaje}}$$

$$\text{Intensidad} = \frac{5 * 300}{110}$$

$$\text{Intensidad} = 13,64 \text{ amp.}$$

La intensidad se incrementa por seguridad en un 40%

$$\text{Intensidad} = 13,64 \text{ amp.} * 1,40 = 19,10 \text{ amp.}$$

Con un cable calibre 12 AWG. Se debe de colocar un flip-on con un amperaje máximo de 20 amp. Con el cual cubrimos la demanda para este circuito.

La caída de tensión se calcula como se hizo anteriormente.

$$C.T. = \frac{1,03 * 13,64 * 15}{100} = 2,11$$

Con base en lo calculado anteriormente se tendrán un total de ocho circuitos, cuatro circuitos de iluminación y cuatro circuitos de fuerza. En cada circuito se empleará un flip-on de 20 amperios y cable calibre 12 AWG.

- Drenaje pluvial

Estimando una frecuencia de ocurrencia de 20 años, y tiempo de concentración de 5 minutos el cálculo de la intensidad de lluvia se utiliza la fórmula siguiente.

$$I = \frac{A}{t+B}$$

Donde:

I = intensidad de lluvia en mm/h

t = tiempo de concentración en minutos

A = parámetros de ajuste

B = parámetros de ajuste

$$I = \frac{844}{5+7}$$

$$I = 70,33 \text{ mm/h}$$

Los parámetros de ajuste A y B corresponden a la estación meteorológica más cercana, siendo en este caso la estación Potrero Carrilo Jalapa, departamento de Jalapa.

Por ser una superficie impermeable de techos se estimara una C (relación entre la esorrentía y la cantidad de lluvia caída en el área) de 1, debido a que hay un 0% de infiltración. El área a drenar por cada bajada será de 35 cm² o 0,0035 hectáreas, el cual es una cuarta parte del área total a drenar, el caudal es calculado de la siguiente manera.

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Donde:

C = coeficiente de esorrentía

I = intensidad de lluvia

A = área a drenar

$$Q = \frac{1 * 70,33 * 0,0035}{360}$$

$$Q = 0,000683 \text{ m}^3/\text{s} = 0,68 \text{ l/s}$$

Ahora se calcula el diámetro de la tubería por medio de la fórmula de Manning. Utilizando tubería PVC con un coeficiente de rugosidad de 0,009 y una pendiente de 1%

$$D = \left(\frac{691\ 000 * Q * n}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Donde:

Q = caudal

n = coeficiente de rugosidad

S = pendiente

$$D = \left(\frac{691\,000 * 0,000683 * 0,009}{0,01^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$D = 6,28 \text{ cm} = 2,47''$$

Se recomienda utilizar tubería PVC de 3" de diámetro

- Drenaje sanitario

La evacuación de aguas se realiza por medio de un conjunto de tuberías que deberán llenar las condiciones siguientes:

- Evacuar rápidamente las aguas, alejándolas de los aparatos sanitarios.
- Impedir el paso del aire, olores y organismos patógenos de las tuberías al interior de los edificios o viviendas.
- Las tuberías deben ser de materiales durables e instaladas de manera que no se provoquen alteraciones con los movimientos de los edificios.

- Los materiales de las tuberías deben resistir la acción corrosiva de las aguas que transportan.

Para fines de diseño de las instalaciones sanitarias, es necesario tomar en cuenta el uso que se va a hacer de dichas instalaciones, el cual depende fundamentalmente del tipo de casa o edificio al que se va a prestar servicio, por lo que para diseñar se clasifican las instalaciones sanitarias en tres tipos o clases.

- Primera clase: ésta es de uso privado y se aplica para instalaciones en vivienda, cuartos de baño privado, hoteles o instalaciones similares, destinados a una familia o una persona.
 - Segunda clase: ésta es la llamada de uso semipúblico, corresponde a instalaciones en edificios de oficinas, fábricas, o similares, en donde los muebles son usados por un número limitado de personas que ocupan la edificación.
 - Tercera clase: a esta clase corresponden las instalaciones de uso público, donde no existe límite en el número de personas ni en el uso, tal es el caso de los baños públicos, sitios de espectáculos y similares.
- Selección de pendientes y diámetros

El diámetro de las redes está en función del diámetro de descarga de cada aparato sanitario, y de la descarga acumulada del grupo de artefactos conectados al ramal, tomando en cuenta que cualquier ramal debe ser mayor o igual al diámetro del sifón al que esté conectado.

La pendiente mínima para los ramales de descarga debe ser del 2 por ciento para diámetros menores o iguales a 3 pulgadas y, para diámetros mayores, de la pendiente mínima debe ser 1 por ciento.

Tabla IX. **Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones simples y sifones de descarga**

Tipo de mueble o aparato	Unidades de descarga			Diámetro mínimo del sifón y derivación		
	Clase			Clase		
	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra
Lavabo	1	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Inodoro	4	5	6	3	3	3
Tina	3	4	4	1 ¼	2	2
Bidet	2	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Cuarto de baño completo	7	----	----	3	3	3
Regadera	2	3	3	1 ¼	2	2
Urinario suspendido	2	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Urinario vertical	----	4	4	----	2	2
Fregadero de viviendas	3	----	----	1 ¼	----	----
Fregadero de restaurante	----	8	8	----	3	3
Lavadero (ropa)	3	3	----	1 ¼	1 ¼	----
Vertedero	----	8	8	4	4	----
Bebedero	1	1	1	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Lavaplatos de Casa	2	----	----	1 ½	----	----
Lavaplatos comercial	----	4	----	----	----	2

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 71.

Dimensionamiento de las derivaciones en colector:

Las derivaciones o ramales se calculan a partir del conocimiento del número de descargas a las que dará servicio dicha tubería, esto se logra con la suma de las unidades de descarga de todos los muebles sanitarios que va a desalojar la derivación.

Tabla X. **Diámetro de las derivaciones en colector**

Derivación en colector		Número máximo de unidades de descarga			
mm	pulg.	Derivación horizontal s=0	Pendiente		
			1/100	2/100	3/100
32	1 ½	1	1	1	1
38	1 ½	2	2	2	2
50	2	4	5	6	8
63	2 ½	10	12	15	18
75	3	20	24	27	36
100	4	68	84	96	114
125	5	144	180	234	280
150	6	264	330	440	580
200	8	696	870	1150	1680
250	10	1392	1740	2500	3600
300	12	2400	3000	4200	6500
350	14	4800	6000	8500	135000

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 72.

- Instalaciones hidráulicas

Las instalaciones de agua potable, fría y caliente, precisan de materiales muy resistentes al impacto y a la vibración, entre los cuales se encuentran el PVC y el hierro galvanizado, entre otros.

Para las instalaciones hidráulicas del edificio escolar se usar PVC ya que es un material de alta calidad, durabilidad y por su facilidad de instalación lo hace ideal para las instalaciones de agua potable.

A pesar de ser muy liviano, el PVC ofrece alta resistencia a la tensión y al impacto. Una de las ventajas mayores del PVC es su alta resistencia a la corrosión y a los químicos. El PVC no se corroe, lo que elimina la necesidad de mantenimiento y le da larga vida.

- Método de Hunter

Para el diseño de la red hidráulica se usará el método de Hunter, este es un método probabilístico, que establece que un sistema trabajará eficientemente, si contando con “n” artefactos, se diseña para “m” de ellos funcionando el 1 por ciento del tiempo.

Este método considera aparatos sanitarios de uso intermitente y tiene en cuenta el hecho de que cuanto mayor es su número, la proporción del uso simultáneo de los aparatos.

Para estimar la máxima demanda de agua de un edificio o sección de él, debe tenerse en cuenta si el tipo de servicio que prestarán los aparatos es público o privado.

La demanda máxima se determina calculando el total de unidades de descarga o unidades Hunter en función del número y tipo de artefactos a servir y multiplicándolos por su correspondiente factor de carga unidad de gasto o unidad Hunter, estos valores se muestran en la tabla VIII.

Se recomienda aplicar al resultado de demanda máxima probable calculada un factor de corrección de 0,60.

Estimación de la demanda:

Se tienen los siguientes artefactos sanitarios:

Seis lavamanos	* 2 unidades Hunter = 12 U.H.
Cinco inodoros	* 5 unidades Hunter = 25 U.H.
Tres mingitorios	* 3 unidades Hunter = <u>9 U.H.</u>
Total	46 U.H.

Se usará el valor de 50 unidades Hunter

Tabla XI. **Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios**

Pieza	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Tina		4	3	3
Lavadero de ropa		8	4,50	4,50
Ducha		4	3	3
Inodoro	Con tanque	5	5	--
Inodoro	Con válvula semiautomática	8	8	--
Lavadero	Cocina hotel, restaurante	4	3	3
Lavadero	Repostería	3	2	2
Bebedero	Simple	1	1	--
Bebedero	Múltiple	1*	1*	--
Lavatorio	Corriente	2	1,50	1,50
Lavatorio	Múltiple	2*	1,50	1,50
Botadero		3	2	2
Urinario	Con tanque	3	3	--
Urinario	Con válvula semiautomática	5	5	--

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 49.

A continuación se muestran los gastos probables para la aplicación del método de Hunter, los datos están dados en litros por segundo.

Tabla XII. **Gastos probables para el método de Hunter**

No. de	Gasto		No. de	Gasto	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
3	0,12	--	40	0,91	1,74
4	0,16	--	42	0,95	1,78
5	0,23	0,91	44	1,00	1,82
6	0,25	0,94	46	1,03	1,84
7	0,28	0,97	48	1,09	1,92
8	0,29	1,00	50	1,13	1,97
9	0,32	1,03	55	1,19	2,04
10	0,34	1,06	60	1,25	2,11
12	0,38	1,12	65	1,31	2,17
14	0,42	1,17	70	1,36	2,23
16	0,46	1,22	75	1,41	2,29
18	0,50	1,27	80	1,45	2,35
20	0,54	1,33	85	1,50	2,40
22	0,58	1,37	90	1,56	2,45
24	0,61	1,42	95	1,62	2,50
26	0,57	1,45	100	1,67	2,55
28	0,71	1,51	110	1,75	2,60
30	0,75	1,55	120	1,83	2,72
32	0,79	1,59	130	1,91	2,80
34	0,82	1,63	140	1,98	2,85
36	0,85	1,67	150	2,03	2,95
38	0,88	1,70	160	2,14	3,04

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 50.

De la tabla XII se obtiene que la demanda máxima probable es de: 1,25 l/s.

Aplicando factor de corrección DMP = $1,25 * 0,50 = 0,63 \text{ l/s} = 6,3^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

Según la Dirección Municipal de Planificación, pruebas realizadas en el área dieron como resultado que la velocidad en este sector de la red municipal es de 2 metros por segundo.

Diámetro de la tubería:

$$Q = A * V$$

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{6,3^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{2 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 3,15^{-4} \text{m}^2 * \frac{(39,37 \text{plg})^2}{1 \text{m}^2} = 0,5 \text{plg}^2$$

Se usará la tubería de 3/4" tiene un área de $0,75 \text{plg}^2$.

CONCLUSIONES

1. El sistema constructivo utilizado en el edificio escolar es de mampostería reforzada, para este diseño se realizará un análisis de techos, muros, columnas y cimentación, todos estos elementos son afectados directamente por las cargas aplicadas a la estructura. 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, y además, se están respetando las recomendaciones del Ministerio de Educación, en cuanto al espacio mínimo por alumno para un desarrollo óptimo de actividades escolares.
2. Los proyectos no tendrán impacto ambiental negativo permanente, ya que sólo sucederá durante la época de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio, por ser removido al momento de la excavación y éste a su vez provocará polvo, que afectará a las personas que viven cerca donde se construirá la escuela y el drenaje, debido a las condiciones del clima, del viento, al igual habrá ruido por el uso de maquinaria durante el período de ejecución de los mismos.
3. El costo total del proyecto para la escuela en el caserío Los Jiménez es de Q. 1 224 844,78, el costo unitario por metro cuadrado de construcción será de Q. 4 082,82 el cual se encuentra dentro del costo promedio que se cobra en la cabecera del municipio, tomando en cuenta que se tomaron materiales de alta calidad. Se debe mencionar que el beneficio será mayor al costo de la obra, por la que su ejecución es viable,

económicamente hablando, el proyecto no es rentable dado que no se recibirá ningún ingreso por la ejecución del mismo, pero queda justificada su ejecución debido al gran beneficio social que recibirán las personas del caserío.

4. El proyecto de alcantarillado sanitario es un proyecto que tiene una longitud lineal de 1 634 m. Se decidió la utilización de tubería de PVC Norma ASTM 3034, por las razones siguientes: facilidad y rapidez en su instalación, permite que la ejecución del proyecto se realice en un menor 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.
5. El costo para el proyecto de alcantarillado sanitario es de Q.1 729 686,87 y el proyecto no es viable económicamente hablando, puesto que, la inversión del mismo es bastante alta y la población a la que se va a dar el servicio es pequeña, lo cual indica que no será rentable económicamente, pero queda justificada su ejecución debido al gran beneficio social que recibirán las personas del caserío.
6. 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 su construcción, ya que de haberse mantenido una pendiente mínima del 2% en la tubería, la altura de algunos pozos de visita hubiera sido de aproximadamente 13 metros.

7. En el proyecto de drenaje sanitario habrán 4 fosas sépticas, una a construirse conjuntamente con el resto del proyecto y las otras deberán construirse dentro de 25 y 40 años respectivamente, esto debido a que si se optara por la construcción de una sola fosa, el tamaño de ésta sería tan grande que complicaría su construcción y aumentaría el costo. Además, no le daría las aguas residuales un tratamiento adecuado, puesto que quedarían acumuladas en la fosa por un período de 15 años, de común acuerdo con la municipalidad de Jalapa por aspectos económicos y funcionales la primera fosa a construir será la diseñada para 15 años. Cada una de las fosas contará con sus respectivos pozos de absorción. Con el sistema de fosas sépticas y pozos de absorción se da un tratamiento primario a las aguas residuales, disminuyendo los niveles de contaminación en el ambiente.

RECOMENDACIONES

1. Que la comunidad beneficiada con el proyecto, 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. Utilizar mano de obra local para la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, generando empleos en la comunidad y que los pobladores del sector tomen conciencia del buen uso y mantenimiento del sistema de alcantarillado.
3. Capacitar a la población del caserío El Terrero sobre aspectos de saneamiento ambiental, y al mismo tiempo, de la operación y el mantenimiento del sistema de drenaje sanitario, el cual se debe realizar como mínimo cada año, revisando fosas, etc.
4. En el caso de las fosas sépticas y los pozos de absorción debe dársele mantenimiento cada año, en el cual se destapa la fosa y los pozos y sacar lo que se acumuló en el período de uso para que éstos no colapsen.
5. Para el edificio escolar, la dirección de la escuela debe realizar inspecciones periódicas y capacitar a los estudiantes sobre el buen uso de las instalaciones, para que la estructura cuente con un mayor tiempo de vida útil y se mantenga en óptimas condiciones.

6. Generar procesos de seguridad industrial mediante la utilización del equipo adecuado para construcción (guantes, calzado, mascarillas, etc.) por parte de todas las personas involucradas en la ejecución de los proyectos, para evitar percances en la vida y salud de los trabajadores al momento de construir las obras.

7. Que durante la ejecución de los proyectos, en los diferentes proyectos se mantengan en constante riego para evitar el levantamiento de polvo, ya que esto puede afectar a los vecinos de los caseríos correspondientes.

8. Ejecutar los proyectos en corto plazo, de no ser así, serán 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.

BIBLIOGRAFÍA

1. Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas. *Normas de planificación y construcción para casos proyectados*. Guatemala: IFHA, 2008. 130 p.
2. Instituto de Fomento Municipal. *Normas Generales para diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2001. 90 p.
3. _____. *Normas generales para el diseño de alcantarillado sanitario*. Guatemala: INFOM, 2008. 41 p.
4. *Manual de Amanco S.A.* Guatemala: AMANCO, 2011. 30 p.
5. Masonry Institute of America. *Reinforced masonry engineering handbook, clay and concrete masonry. 6a ed.* Washington DC: Masonry Institute of America, 2010. 550 p.
6. Organización Panamericana de la Salud. *Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques imhoff, lagunas de estabilización y pozos de absorción*. Lima: OPS, 2005. 50 p.
7. Universidad de Medellín. *Normas de diseño para alcantarillados sanitarios*. Centro de Investigaciones. Medellín: Universidad de Medellín, 2005. 25 p.

8. VÁZQUEZ, Luis Alberto. *Diseño de la red de alcantarillado sanitario para el asentamiento Monja Blanca del municipio de Villa Canales, departamento de Villa Canales*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. *Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería*. 2004. 131 p.

ANEXOS

Diseño de alcantarillado sanitario para el caserío El Terrero:

1. Cálculo hidráulico
2. Presupuesto
3. Planos
 - 3.1. Planta general
 - 3.2. Planta topográfica + dirección de flujo
 - 3.3. Planta-perfil pozos de visita del 1 a 30
 - 3.4. Pozos de visita del 15 a 17, 32 a 2, 31 a 4

Diseño de la escuela primaria para el caserío Los Jiménez:

1. Presupuesto
2. Estudio de suelo
3. Planos
 - 3.1. Planta de localización y ubicación del proyecto
 - 3.2. Planta amueblada + fachadas
 - 3.3. Planta acotada + secciones
 - 3.4. Planta de acabados + detalles
 - 3.5. Planta de cimentación y columnas + detalles
 - 3.6. Cortes típicos en muros
 - 3.7. Planta de armado de techo + detalles
 - 3.8. Planta de iluminación y fuerza
 - 3.9. Planta de drenaje, planta hidráulica más detalles de baños
 - 3.10. Planta de drenaje hidráulica + detalles de cocina, detalle de fosa séptica y pozo de absorción

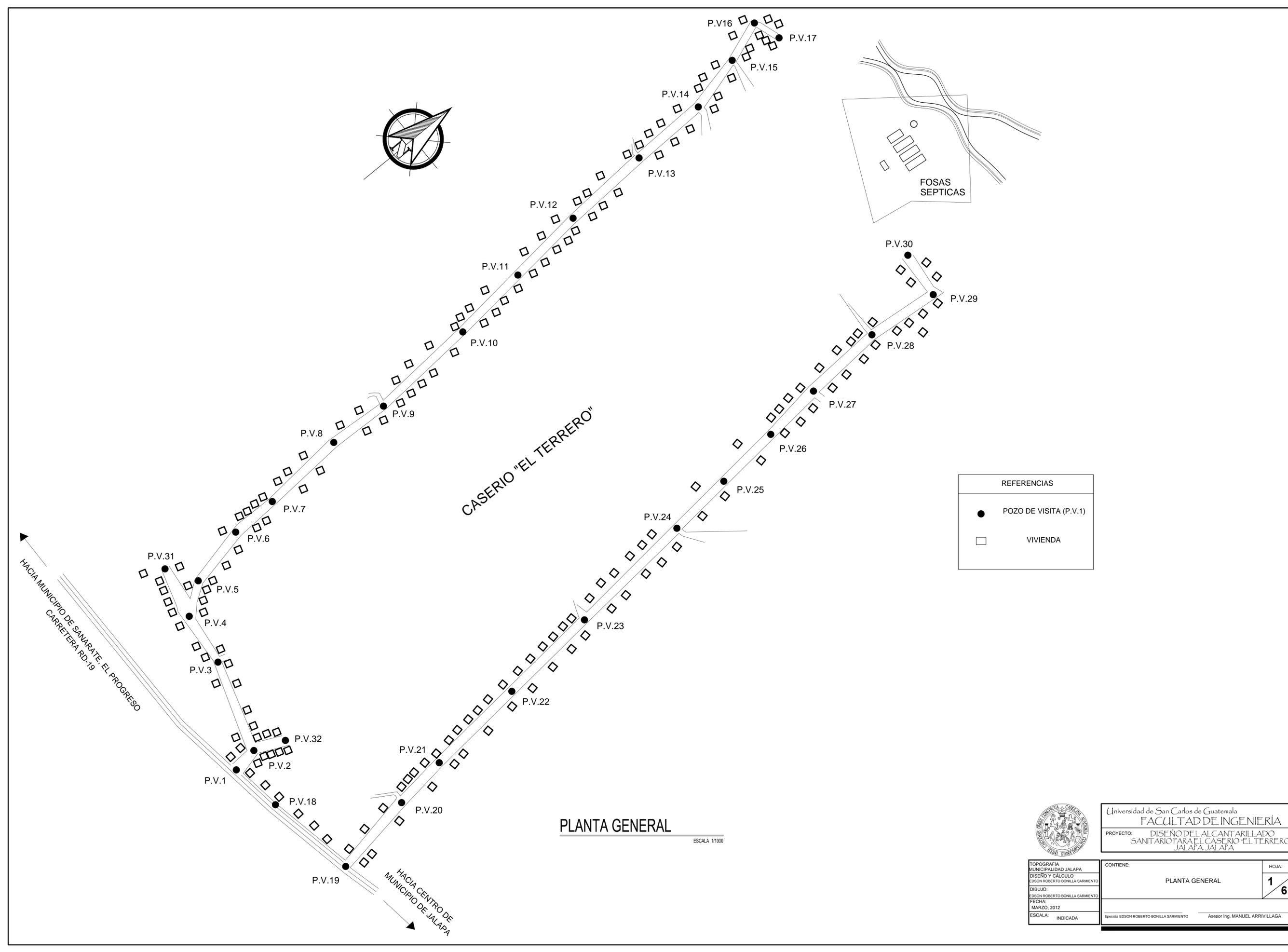
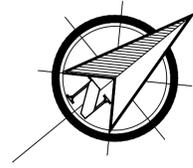
De	A	cota inicial	cota final	longitud	pendiente	numero de	Poblacion	Población	Factor del	Factor de	Factor de	caudal	caudal	diametro	s
				metros	terreno	casas acumu	Futura	Actual	Caudal de Diseño	hardmon	hardmon	l/s	l/s	pulgadas	%
										futuro	actual	actual	futuro		
1	2	99,438	98,990	20,00	2,24	7	113	42	0,0020	4,23	4,33	0,36	0,95	6	2,39
32	2	99,420	98,990	25,42	1,69	8	129	48	0,0020	4,21	4,32	0,41	1,09	6	1,81
2	3	98,990	97,748	73,10	1,70	22	354	132	0,0020	4,05	4,21	1,11	2,87	6	1,74
3	4	97,748	97,518	41,40	0,56	26	419	156	0,0020	4,01	4,19	1,31	3,36	6	0,89
31	4	97,895	97,518	40,80	0,92	7	113	42	0,0020	4,23	4,33	0,36	0,95	6	1,05
4	5	97,518	97,438	28,05	0,29	38	612	228	0,0020	3,93	4,13	1,88	4,81	6	1,00
5	6	97,438	97,230	47,05	0,44	42	677	252	0,0020	3,90	4,11	2,07	5,28	6	0,87
6	7	97,230	97,158	36,50	0,20	48	773	288	0,0020	3,87	4,09	2,35	5,98	6	0,75
7	8	97,158	96,382	65,05	1,19	53	854	318	0,0020	3,84	4,07	2,59	6,56	6	1,35
8	9	96,382	94,924	47,20	3,09	57	918	342	0,0020	3,82	4,05	2,77	7,02	6	3,19
9	10	94,924	94,069	83,20	1,03	65	1047	390	0,0020	3,79	4,03	3,14	7,93	6	1,09
10	11	94,069	92,990	60,70	1,78	72	1160	432	0,0020	3,76	4,01	3,46	8,72	6	1,86
11	12	92,990	91,876	60,70	1,84	80	1289	480	0,0020	3,73	3,98	3,82	9,60	6	1,92
12	13	91,876	91,660	68,50	0,32	87	1402	522	0,0020	3,70	3,96	4,14	10,37	6	0,90
13	14	91,660	90,968	59,95	1,15	94	1514	564	0,0020	3,68	3,95	4,45	11,14	6	1,24
14	15	90,968	90,728	44,10	0,54	100	1611	600	0,0020	3,66	3,93	4,72	11,78	6	0,88
15	16	90,728	89,988	33,30	2,22	104	1675	624	0,0020	3,64	3,92	4,90	12,21	6	2,37
16	17	89,988	89,530	22,07	2,08	109	1756	654	0,0020	3,63	3,91	5,12	12,75	6	2,30
1	18	99,438	98,855	40,20	1,45	5	81	30	0,0020	4,27	4,35	0,26	0,69	6	1,52
18	19	98,855	93,266	71,65	7,80	12	193	72	0,0020	4,15	4,28	0,62	1,61	6	7,90
19	20	93,266	92,079	65,00	1,83	18	290	108	0,0020	4,08	4,23	0,91	2,37	6	1,90
20	21	92,079	91,921	42,00	0,38	24	387	144	0,0020	4,03	4,20	1,21	3,12	6	0,97
21	22	91,921	91,156	78,05	0,98	34	548	204	0,0020	3,95	4,14	1,69	4,33	6	1,11
22	23	91,156	89,707	78,05	1,86	44	709	264	0,0020	3,89	4,10	2,17	5,52	6	1,92
23	24	89,707	89,336	99,80	0,37	56	902	336	0,0020	3,83	4,06	2,73	6,91	6	0,92
24	25	89,336	89,209	50,85	0,25	59	951	354	0,0020	3,81	4,05	2,87	7,25	6	0,84
25	26	89,209	89,192	50,85	0,03	61	983	366	0,0020	3,80	4,04	2,96	7,48	6	0,82
26	27	89,192	88,875	46,60	0,68	69	1112	414	0,0020	3,77	4,02	3,32	8,38	6	1,11
27	28	88,865	88,265	62,20	0,96	74	1192	444	0,0020	3,75	4,00	3,55	8,94	6	1,45
28	29	88,265	88,154	56,20	0,20	78	1257	468	0,0020	3,73	3,99	3,73	9,38	6	1,09
29	30	88,154	87,187	35,90	2,69	83	1337	498	0,0020	3,72	3,98	3,96	9,94	6	2,69

area tuberia	velocidad	capacidad llena	relaciones	relaciones	velocidad	verificar	tirante	verificar	relaciones	relaciòn
m^2	secciòn llena	l/s	q/Q	v/V	v(m/s)	v	d/D	d/D	q/Q	v/V
			actual	actual	actual	actual	actual	actual	futuro	futuro
0,01824145	1,9449	35,48	0,01025	0,32	0,63	correcto	0,11	correcto	0,0269	0,43
0,01824145	1,6924	30,87	0,01343	0,35	0,59	correcto	0,11	correcto	0,0352	0,47
0,01824145	1,6596	30,27	0,03670	0,47	0,78	correcto	0,130	correcto	0,0948	0,63
0,01824145	1,1893	21,70	0,06019	0,55	0,65	correcto	0,17	correcto	0,1549	0,73
0,01824145	1,2870	23,48	0,01549	0,36	0,30	correcto	0,11	correcto	0,0406	0,49
0,01824145	1,2570	22,93	0,08207	0,60	0,76	correcto	0,193	correcto	0,2097	0,79
0,01824145	1,1715	21,37	0,09692	0,63	0,74	correcto	0,21	correcto	0,2472	0,83
0,01824145	1,0860	19,81	0,11880	0,67	0,73	correcto	0,23	correcto	0,3021	0,87
0,01824145	1,4599	26,63	0,09714	0,63	0,92	correcto	0,21	correcto	0,2464	0,83
0,01824145	2,2487	41,02	0,06759	0,57	1,28	correcto	0,18	correcto	0,1712	0,75
0,01824145	1,3121	23,93	0,13125	0,69	0,91	correcto	0,24	correcto	0,3314	0,90
0,01824145	1,7158	31,30	0,11059	0,66	1,13	correcto	0,22	correcto	0,2785	0,86
0,01824145	1,7422	31,78	0,12033	0,67	1,18	correcto	0,23	correcto	0,3022	0,88
0,01824145	1,1930	21,76	0,19019	0,77	0,92	correcto	0,30	correcto	0,4767	0,99
0,01824145	1,3996	25,53	0,17437	0,75	1,05	correcto	0,28	correcto	0,4361	0,96
0,01824145	1,1831	21,58	0,21864	0,80	0,95	correcto	0,32	correcto	0,5460	1,02
0,01824145	1,9378	35,35	0,13850	0,70	1,36	correcto	0,25	correcto	0,3455	0,91
0,01824145	1,9087	34,82	0,14694	0,72	1,36	correcto	0,26	correcto	0,3661	0,92
0,01824145	1,5535	28,34	0,00922	0,31	0,48	correcto	0,10	correcto	0,0243	0,42
0,01824145	3,5356	64,50	0,00956	0,32	1,12	correcto	0,10	correcto	0,0249	0,42
0,01824145	1,7355	31,66	0,02889	0,44	0,76	correcto	0,12	correcto	0,0748	0,59
0,01824145	1,2400	22,62	0,05344	0,53	0,66	correcto	0,16	correcto	0,1377	0,70
0,01824145	1,3244	24,16	0,07000	0,58	0,76	correcto	0,18	correcto	0,1793	0,76
0,01824145	1,7435	31,80	0,06809	0,57	0,99	correcto	0,18	correcto	0,1735	0,75
0,01824145	1,2086	22,05	0,12366	0,68	0,82	correcto	0,24	correcto	0,3133	0,88
0,01824145	1,1529	21,03	0,13624	0,70	0,81	correcto	0,25	correcto	0,3448	0,91
0,01824145	1,1393	20,78	0,14231	0,71	0,81	correcto	0,25	correcto	0,3598	0,92
0,01824145	1,3251	24,17	0,13753	0,70	0,93	correcto	0,25	correcto	0,3467	0,91
0,01824145	1,5133	27,61	0,12868	0,69	1,04	correcto	0,24	correcto	0,3239	0,89
0,01824145	1,3118	23,93	0,15603	0,73	0,95	correcto	0,27	correcto	0,3922	0,94
0,01824145	2,0648	37,66	0,10512	0,65	1,34	correcto	0,22	correcto	0,2638	0,84

velocidad	verificar	tirante	verificar	altura pozo	cota invert	altuar pozo	cota invert	pendiente	condición	volumen excavación	velocidad
v(m/s)	v	d/D	d/D	agua arriba	agua arriba	agua abajo	agua abajo	tubería	pendiente >11%	entre pozo	
futuro	futuro	futuro	futuro								
0,84	correcto	0,11	correcto	1,20	98,238	1,23	97,760	2,39	continuar	21,87	0,84
0,79	correcto	0,13	correcto	1,20	98,220	1,23	97,760	1,81	continuar	27,80	0,79
1,04	correcto	0,21	correcto	1,23	97,760	1,26	96,488	1,74	continuar	81,91	1,04
0,86	correcto	0,27	correcto	1,26	96,488	1,40	96,118	0,89	continuar	49,56	0,86
0,63	correcto	0,14	correcto	1,35	96,545	1,40	96,118	1,05	continuar	50,49	0,63
0,99	correcto	0,31	correcto	1,40	96,118	1,60	95,838	1,00	continuar	37,87	0,99
0,97	correcto	0,34	correcto	1,60	95,838	1,80	95,430	0,87	continuar	71,99	0,97
0,95	correcto	0,38	correcto	1,80	95,430	2,00	95,158	0,75	continuar	62,42	0,95
1,21	correcto	0,34	correcto	2,00	95,158	2,10	94,282	1,35	continuar	120,02	1,21
1,68	correcto	0,28	correcto	2,10	94,282	2,15	92,774	3,19	continuar	90,27	1,68
1,18	correcto	0,40	correcto	2,15	92,774	2,20	91,869	1,09	continuar	162,86	1,18
1,47	correcto	0,36	correcto	2,20	91,869	2,25	90,740	1,86	continuar	121,55	1,47
1,53	correcto	0,38	correcto	2,25	90,740	2,30	89,576	1,92	continuar	124,28	1,53
1,18	correcto	0,49	correcto	2,30	89,576	2,70	88,960	0,90	continuar	154,13	1,18
1,35	correcto	0,46	correcto	2,70	88,960	2,75	88,218	1,24	continuar	147,03	1,35
1,21	correcto	0,53	correcto	2,75	88,218	2,90	87,828	0,88	continuar	112,12	1,21
1,76	correcto	0,41	correcto	2,90	87,828	2,95	87,038	2,37	continuar	87,66	1,76
1,76	correcto	0,42	correcto	2,95	87,038	3,00	86,530	2,30	continuar	59,09	1,76
0,65	correcto	0,11	correcto	1,20	98,238	1,23	97,625	1,52	continuar	43,96	0,65
1,49	correcto	0,11	correcto	1,23	97,625	1,30	91,966	7,90	continuar	81,57	1,49
1,02	correcto	0,19	correcto	1,30	91,966	1,35	90,729	1,90	continuar	77,51	1,02
0,87	correcto	0,25	correcto	1,35	90,729	1,60	90,321	0,97	continuar	55,76	0,87
1,00	correcto	0,29	correcto	1,60	90,321	1,70	89,456	1,11	continuar	115,90	1,00
1,31	correcto	0,28	correcto	1,70	89,456	1,75	87,957	1,92	continuar	121,17	1,31
1,07	correcto	0,38	correcto	1,75	87,957	2,30	87,036	0,92	continuar	181,89	1,07
1,05	correcto	0,41	correcto	2,30	87,036	2,60	86,609	0,84	continuar	112,12	1,05
1,05	correcto	0,41	correcto	2,60	86,609	3,00	86,192	0,82	continuar	128,14	1,05
1,20	correcto	0,41	correcto	3,00	86,192	3,20	85,675	1,11	continuar	130,01	1,20
1,35	correcto	0,39	correcto	3,20	85,665	3,50	84,765	1,45	continuar	187,53	1,35
1,23	correcto	0,43	correcto	3,50	84,765	4,00	84,154	1,09	continuar	189,68	1,23
1,74	correcto	0,35	correcto	4,00	84,154	4,00	83,187	2,69	continuar	129,24	1,74

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 CUADRO DE RESUMEN
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EPS INGENIERÍA CIVIL
 EPESISTA:EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
 PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO EL TERRERO

REGLÓN No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
1	Topografía	1 634	ML	Q. 11,44	Q. 18 685,65
2	Preliminares	4 634	ML	Q. 25,00	Q. 115 853,08
3	Excavación	128,14	M ³	Q. 94,30	Q. 12 084,09
4	Tubería de red de 6"	1 634	ML	Q. 369,26	Q. 603 373,21
5	Pozo de visita	31	UNIDAD	Q. 9 410,64	Q. 291 729,79
6	Conexiones domiciliarias	192	UNIDAD	Q. 2 066,56	Q. 396 780,38
7	Fosa séptica	1	UNIDAD	Q. 137 241,77	Q. 137 241,77
8	Pozo de absorción	3	UNIDAD	Q. 15 759,38	Q. 47 278,14
GRAN TOTAL					Q. 1 623 026,11



REFERENCIAS	
●	POZO DE VISITA (P.V.1)
□	VIVIENDA

PLANTA GENERAL

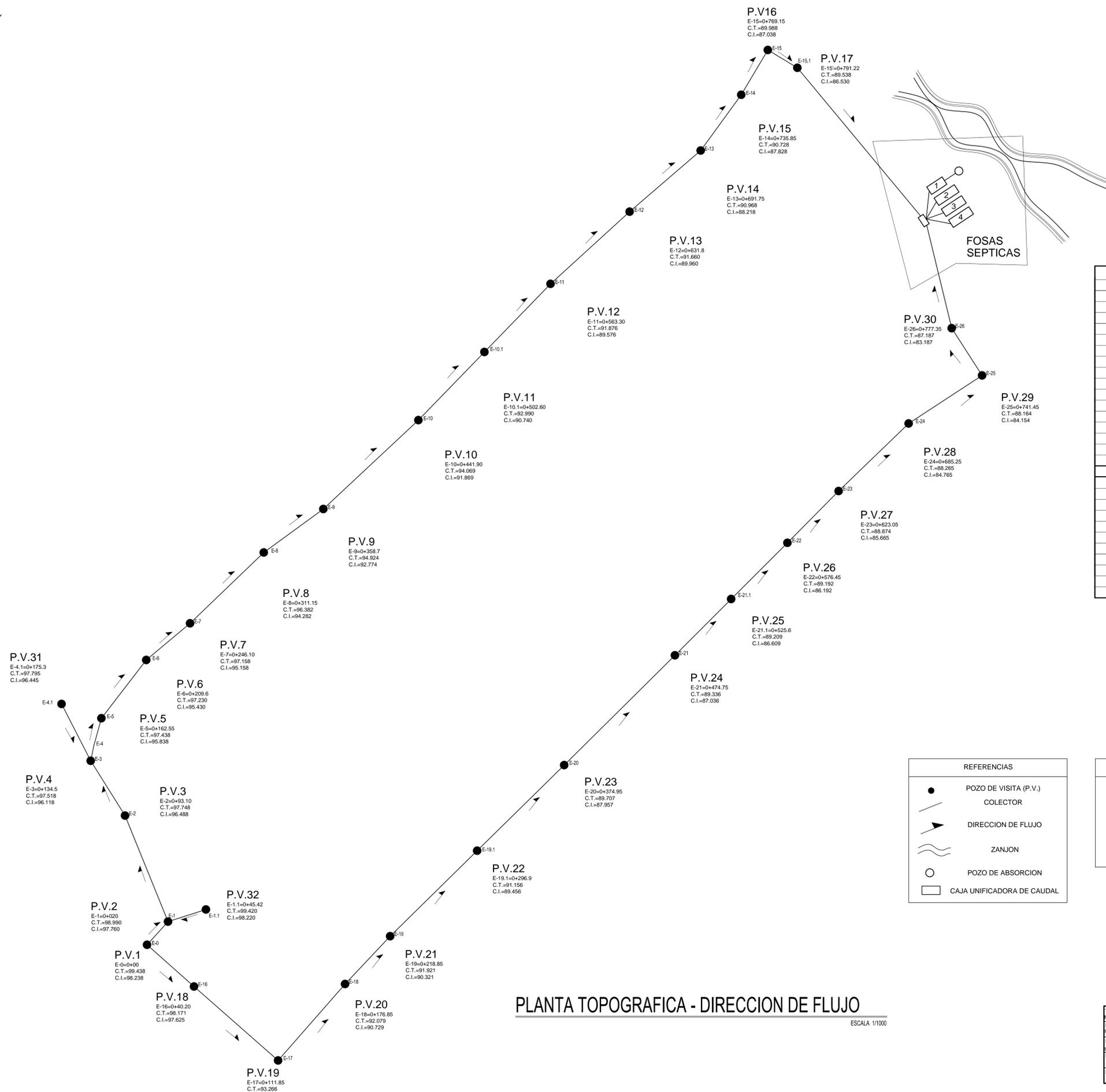
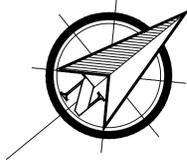
ESCALA 1/1000



Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
 PROYECTO: DISEÑO DEL ALCANTARILLADO
 SANITARIO PARA EL CASERIO "EL TERRERO"
 JALAPA, JALAPA

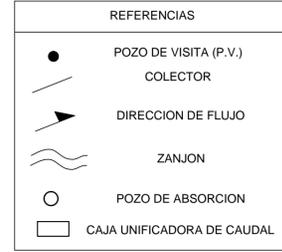
TOPOGRAFÍA: MUNICIPALIDAD JALAPA
 DISEÑO Y CÁLCULO: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
 DIBUJO: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
 FECHA: MARZO, 2012
 ESCALA: INDICADA

CONTIENE:	PLANTA GENERAL	HOJA:	1 / 6
Episista EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO		Asesor Ing. MANUEL ARRIVILLAGA	



ESTACIÓN	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA	COTA
E 0	E 1	42°16'15"	20.00	99.438
E 1	E 2	337°51'55"	73.10	98.600
E 2	E 3	327°53'20"	41.40	97.748
E 3	E 4	11°47'05"	10.00	97.518
E 4.1	E 4	323°59'40"	40.73	97.795
E 4	E 5	15°35'30"	18.05	97.438
E 5	E 6	37°37'35"	47.05	97.230
E 6	E 7	50°06'20"	36.50	97.158
E 7	E 8	46°11'20"	65.40	96.382
E 8	E 9	53°55'00"	47.20	94.924
E 9	E 10	46°58'00"	83.20	94.069
E 10	E 11	44°10'25"	121.40	92.990
E 11	E 12	47°39'20"	68.50	91.876
E 12	E 13	47°17'00"	59.95	91.660
E 13	E 14	36°09'15"	44.10	90.968
E 14	E 15	30°39'00"	33.30	90.728
E 15	E 15.1	31°00'10"	22.07	89.988

E 0	E 16	131°37'45"	40.20	99.438
E 16	E 17	131°16'00"	71.65	98.171
E 17	E 18	41°14'00"	65.00	93.266
E 18	E 19	43°23'25"	42.00	92.079
E 19	E 20	45°31'55"	156.10	91.921
E 20	E 21	45°17'00"	99.80	91.156
E 21	E 22	45°02'30"	101.70	89.707
E 22	E 23	44°43'40"	46.60	89.336
E 23	E 24	46°03'35"	62.20	89.209
E 24	E 25	56°52'20"	56.20	89.192
E 25	E 26	327°10'10"	35.90	88.875



ESTACIONES TOPOGRAFICAS

E-10 : NUMERO DE ESTACION

0+351.68 : CAMINAMIENTO

C.T. : COTA DE TERRENO

C.I. : COTA INVERT DEL POZO

P.V.3 : POZO DE VISITA

NOTA:
FOSA 1 CONSTRUIRSE AL MOMENTO
DE EJECUTARSE EL PROYECTO.

PLANTA TOPOGRAFICA - DIRECCION DE FLUJO

ESCALA 1/1000

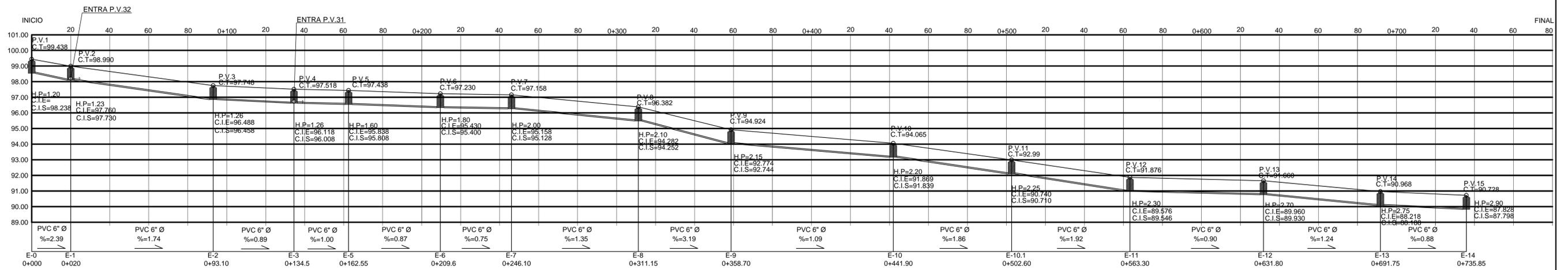
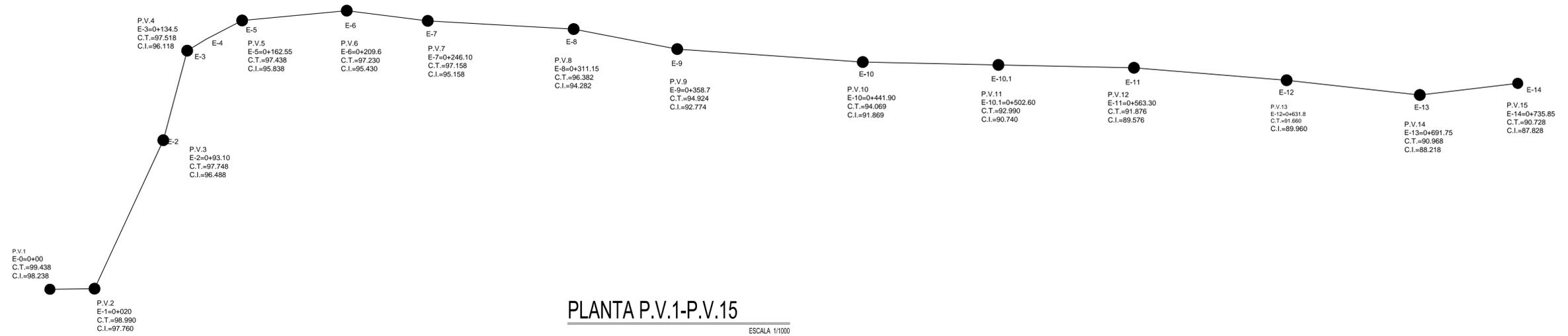
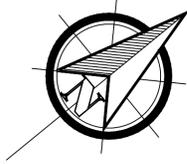


Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERIA
PROYECTO: DISEÑO DEL ALCANTARILLADO
SANITARIO PARA EL CASERIO "EL TERRERO"
JALAPA, JALAPA

TOPOGRAFIA
MUNICIPALIDAD JALAPA
DISEÑO Y CALCULO
EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
DIBUJO:
EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
FECHA:
MARZO, 2012
ESCALA:
INDICADA

CONTIENE:	PLANTA TOPOGRAFICA - DIRECCION DE FLUJO	HOJA:	2
			6

Asesor Ing. MANUEL ARRIVILLAGA



REFERENCIAS	
E-10 : NUMERO DE ESTACION	H.P. : ALTURA DE POZO
0+351.68 : CAMINAMIENTO	% : PENDIENTE DE TERRENO
C.I.E. : COTA INVERT DE ENTRADA	C.T. : COTA DE TERRENO
C.I.S. : COTA INVERT DE SALIDA	PVC 6" Ø : DIAMETRO DE LA TUBERIA
— DIRECCION DE FLUJO	

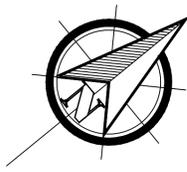
NOTA: TODA LA TUBERIA PVC ESTA BAJO NORMA ASTM 3034



Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERIA
PROYECTO: DISEÑO DEL ALCANTARILLADO
SANITARIO PARA EL CASERIO "EL TERRERO"
JALAPA, JALAPA

TOPOGRAFIA
MUNICIPALIDAD JALAPA
DISEÑO Y CALCULO
EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
DIBUJO:
EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
FECHA:
MARZO, 2012
ESCALA:
INDICADA

CONTIENE:
PLANTA-PERFIL
POZOS DE VISITA 1 AL15
HOJA:
3
6
Especialista EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
Asesor Ing. MANUEL ARRIVILLAGA



P.V.1
E-0=0+00
C.T.=99.438
C.I.=98.238

P.V.18
E-16=0+40.20
C.T.=98.171
C.I.=97.625

P.V.19
E-17=0+111.85
C.T.=93.266
C.I.=91.966

P.V.20
E-18=0+176.85
C.T.=92.079
C.I.=90.729

P.V.21
E-19=0+218.85
C.T.=91.921
C.I.=90.321

P.V.22
E-19.1=0+296.9
C.T.=91.156
C.I.=89.456

P.V.23
E-20=0+374.95
C.T.=89.707
C.I.=87.957

P.V.24
E-21=0+474.75
C.T.=89.336
C.I.=87.036

P.V.25
E-21.1=0+525.6
C.T.=89.209
C.I.=86.609

P.V.26
E-22=0+576.45
C.T.=89.192
C.I.=86.192

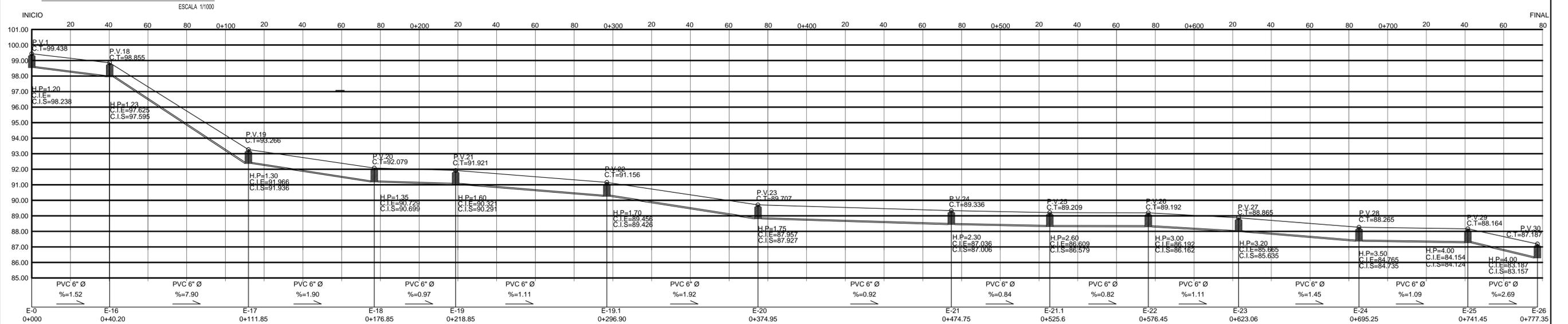
P.V.27
E-23=0+623.06
C.T.=88.865
C.I.=85.665

P.V.28
E-24=0+685.25
C.T.=88.265
C.I.=84.765

P.V.29
E-25=0+741.45
C.T.=88.164
C.I.=84.154

P.V.30
E-26=0+777.35
C.T.=87.187
C.I.=83.187

PLANTA P.V.1 - P.V.30



PERFIL P.V.1 - P.V.30

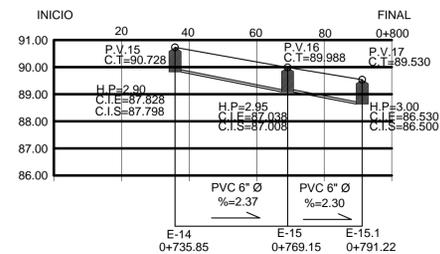
ESCALA H 1/1000
V 1/500

REFERENCIAS	
E-10 : NUMERO DE ESTACION	H.P : ALTURA DE POZO
0+351.68 : CAMINAMIENTO	% : PENDIENTE DE TERRENO
C.I.E : COTA INVERT DE ENTRADA	C.T. : COTA DE TERRENO
C.I.S : COTA INVERT DE SALIDA	PVC 6" Ø : DIAMETRO DE LA TUBERIA
— DIRECCION DE FLUJO	

NOTA: TODA LA TUBERIA PVC ESTA BAJO NORMA ASTM 3034

PLANTA P.V.15 - P.V.17

ESCALA 1/1000

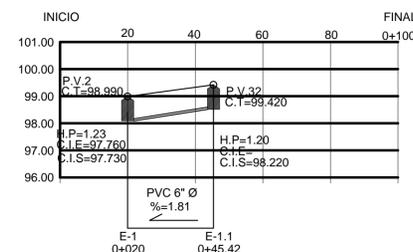


PERFIL P.V.15 - P.V.17

ESCALA H 1/1000
V 1/500

PLANTA P.V.32 - P.V.2

ESCALA H 1/1000
V 1/500



PERFIL P.V.32 - P.V.2

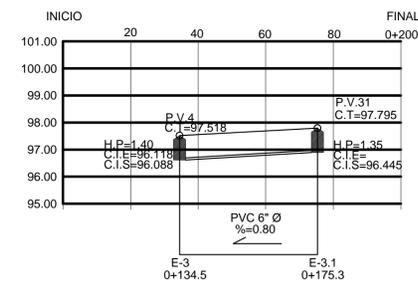
ESCALA H 1/1000
V 1/500

PLANTA P.V.31 - P.V.4

ESCALA 1/1000

P.V.31
E-41=0+175.3
C.T.=97.795
C.I.=96.445

P.V.4
E-3=0+134.5
C.T.=97.518
C.I.=96.118



PERFIL P.V.31 - P.V.4

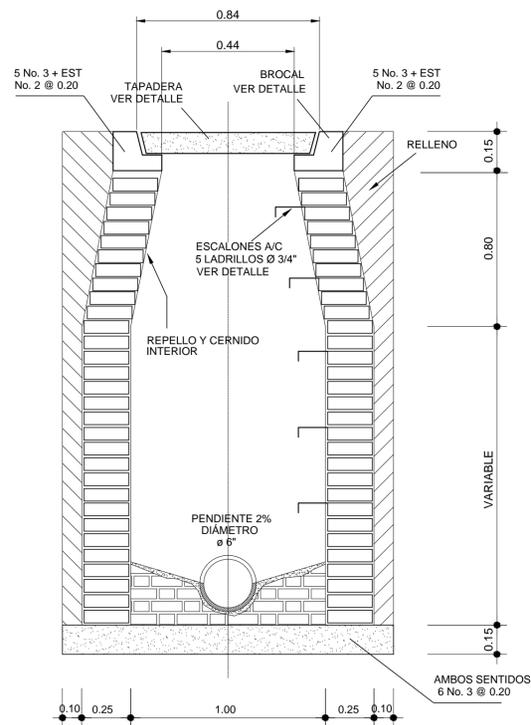
ESCALA H 1/1000
V 1/500



Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERIA
PROYECTO: DISEÑO DEL ALCANTARILLADO
SANITARIO PARA EL CASERIO "EL TERRERO"
JALAPA, JALAPA

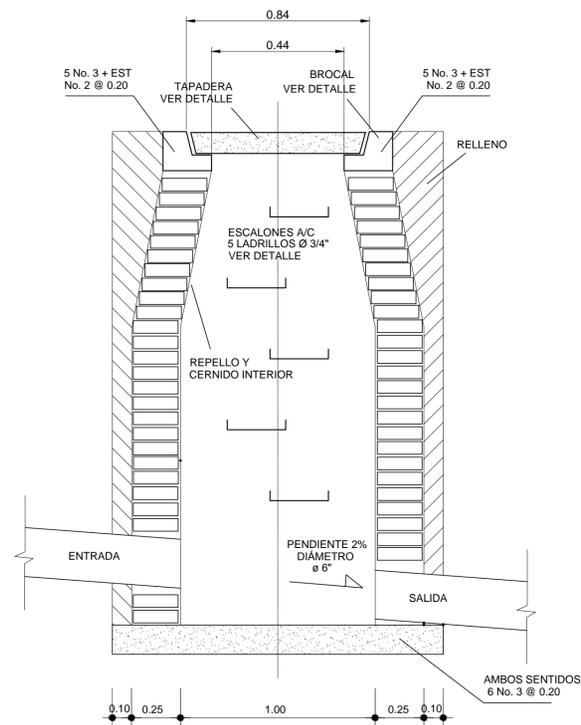
TOPOGRAFIA
MUNICIPALIDAD JALAPA
DISEÑO Y CALCULO
EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
DIBUJO:
EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
FECHA:
MARZO, 2012
ESCALA:
INDICADA

CONTIENE:	PLANTA-PERFIL POZOS DE VISITA 1 AL 30	HOJA: 4 6
Ejecuta EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO		Asesor Ing. MANUEL ARRIVILLAGA



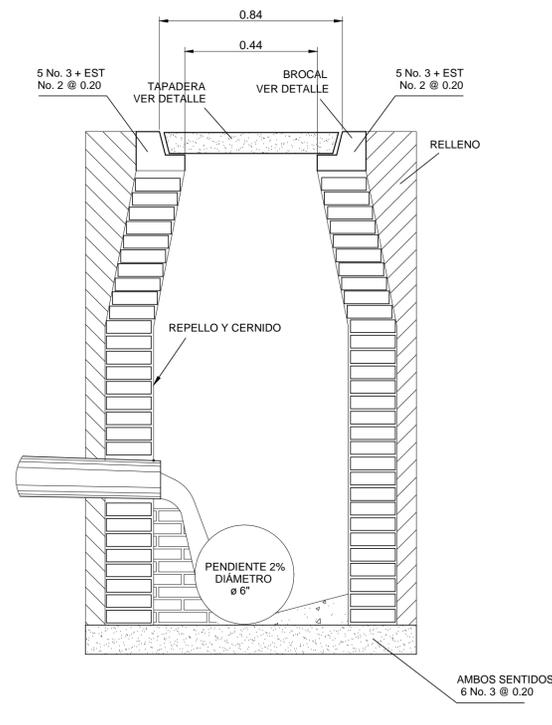
CORTE A-A'

POZO DE VISITA TÍPICO PARA PROFUNDIDADES MENORES A 1.81m SIN ESCALA



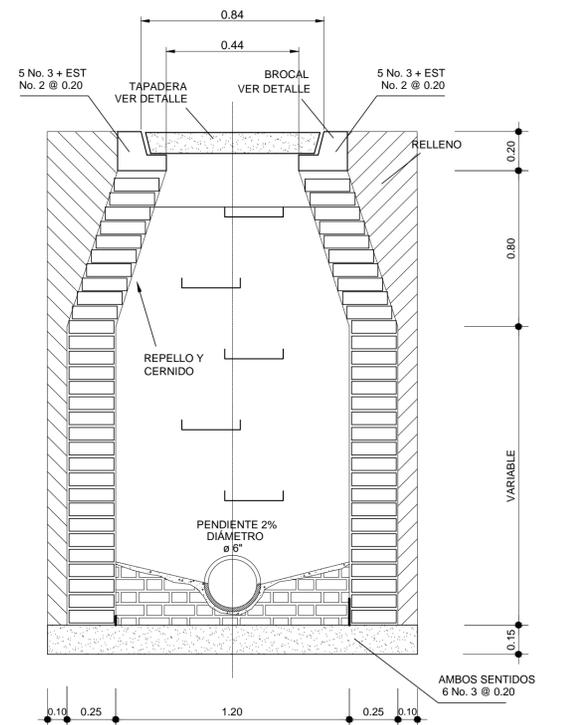
CORTE B-B'

SIN ESCALA



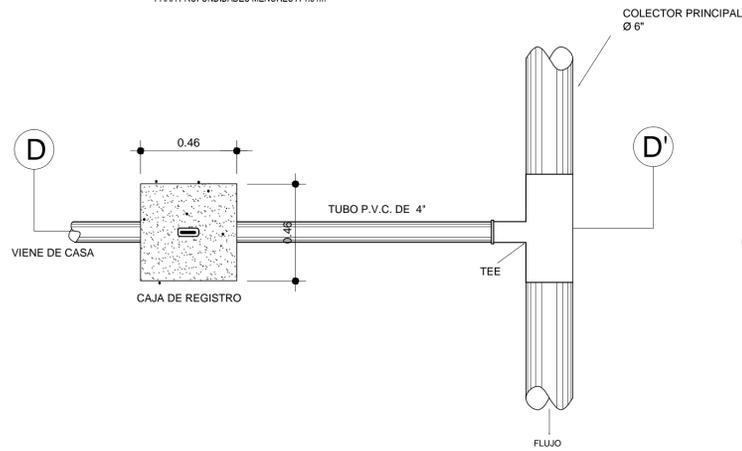
CORTE C-C'

POZO DE VISITA DE 2 ENTRADAS SIN ESCALA



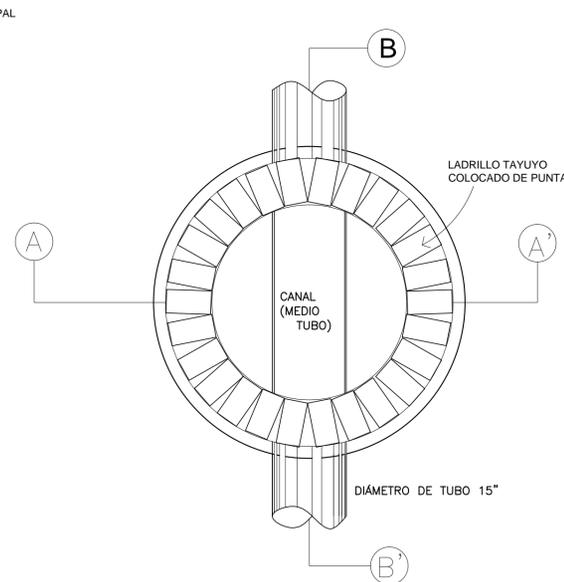
CORTE C-C'

POZO DE VISITA TÍPICO PARA PROFUNDIDADES MAYORES A 1.81m SIN ESCALA



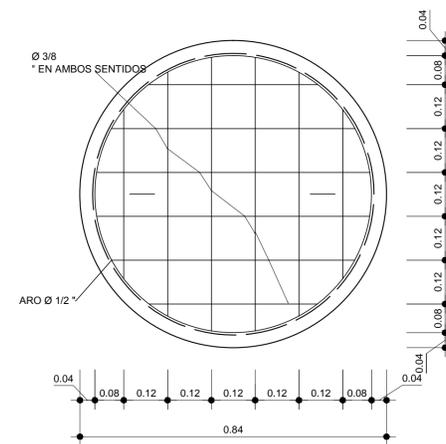
PLANTA ACOMETIDA DOMICILIAR

SIN ESCALA



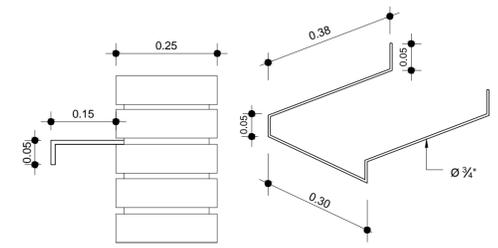
PLANTA DE POZO

SIN ESCALA



PLANTA - TAPADERA DE POZO

SIN ESCALA



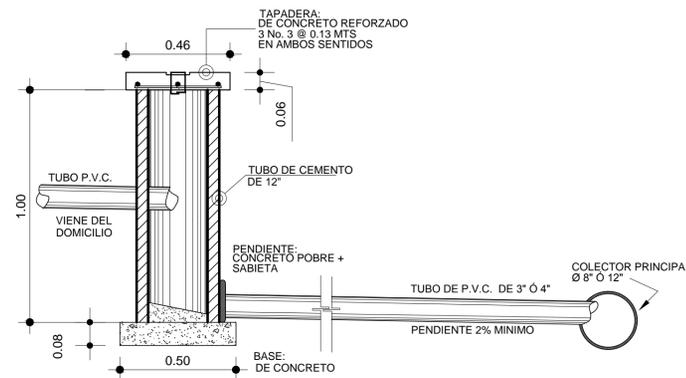
DETALLE DE ESCALON

SIN ESCALA

NOTAS:

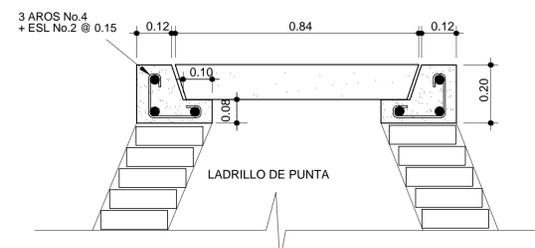
- A) EL POZO TÍPICO SE INSTALARA SOBRE SUELO FIRME, Y SE COMPACTARA
- B) LAS JUNTAS TUBERIA - LOSETA DEBEN SELLARSE
- C) PARA LAS LOSETAS, APLICAR CONCRETO DE 5,000 PSI
- D) EL TAPON HEMBRA DE BOCA DE INSPECCION SOLAMENTE VA SOBREPUESTO ASTM - 3034
- E) LA TUBERIA PVC - SANITARIA Y ACCESORIOS, CUMPLIRAN CON LA NORMA
- F) CADA POZO TÍPICO Y/O BOCA DE INSPECCION SE INSTALARAN Y ADAPTARAN A CADA CASO EN PARTICULAR, LAS INSTALACIONES OBLIGADA VERTICALIDAD

- CONCRETO 210 Kg/cm ²	REPELLO: MORTERO CEMENTO PROPORCIÓN 1:3 PARA 1m ³ 12 SACOS DE CEMENTO Y 16 BOTES DE ARENA ESPESOR 1 cm.
- PARA TAPADERA, BROCAL Y BASE, USAR CEMENTO 210kg/cm ² EN PROPORCIÓN 1:2:3 PARA 1m ³ 9 SACOS DE CEMENTO, 68 BOTES DE ARENA Y 103 BOTES DE PIEDRIN	- SABIETA: PROPORCIÓN 1:2 PARA 1m ³ 15 SACOS DE CAL, 191 BOTES DE ARENA



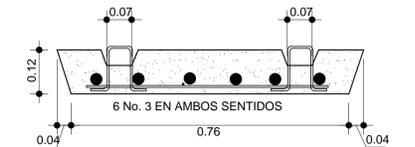
CORTE D-D' - ACOMETIDA

SIN ESCALA



DETALLE ANILLO DE BROCAL

SIN ESCALA



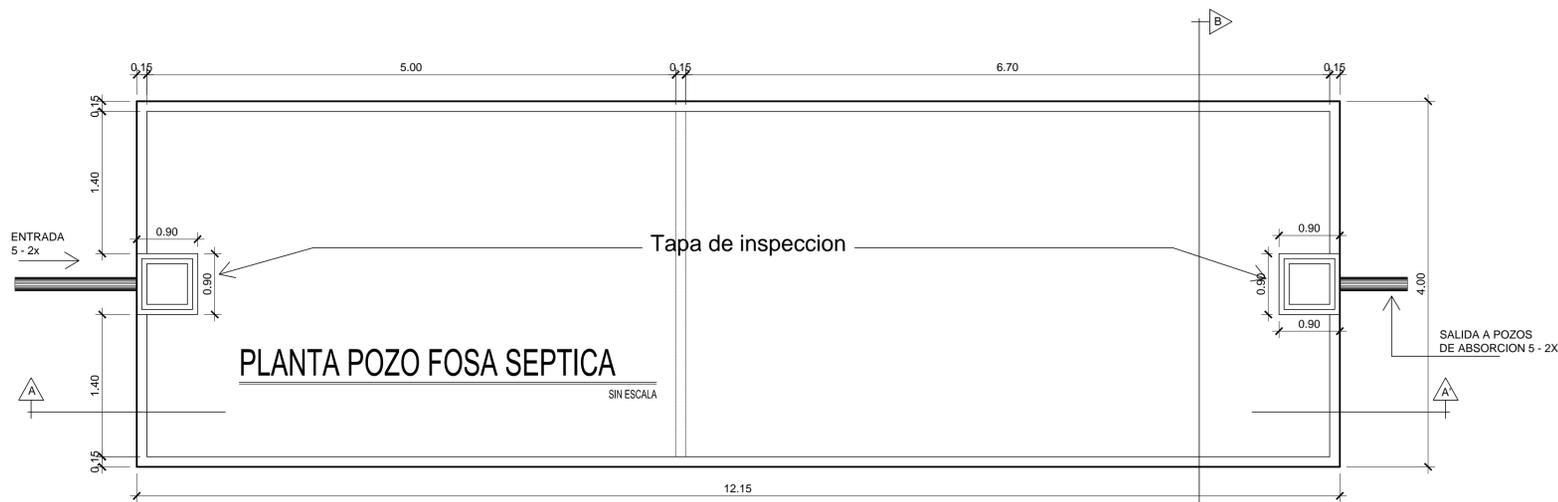
SECCION - TAPADERA DE POZO

SIN ESCALA

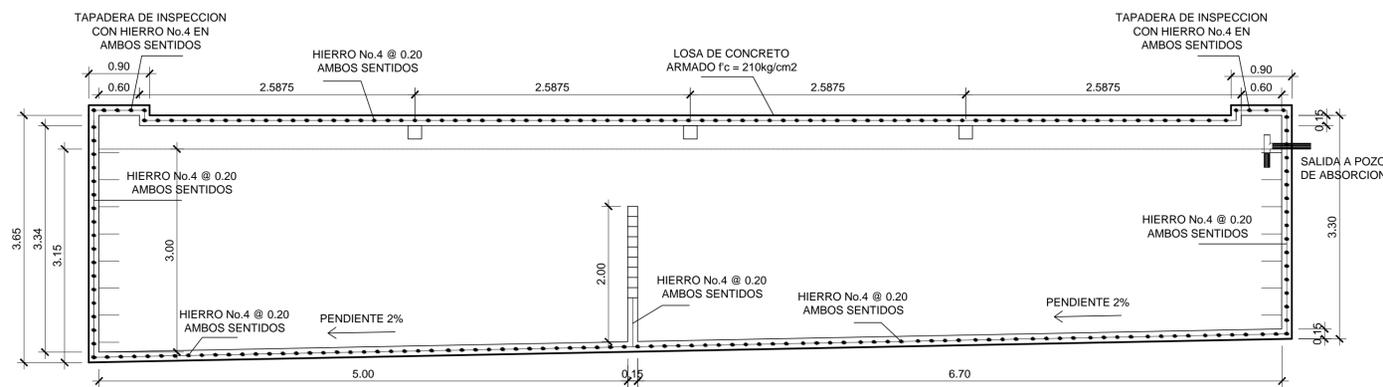


Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERIA
 PROYECTO: DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO "EL TERRERO" JALAPA, JALAPA

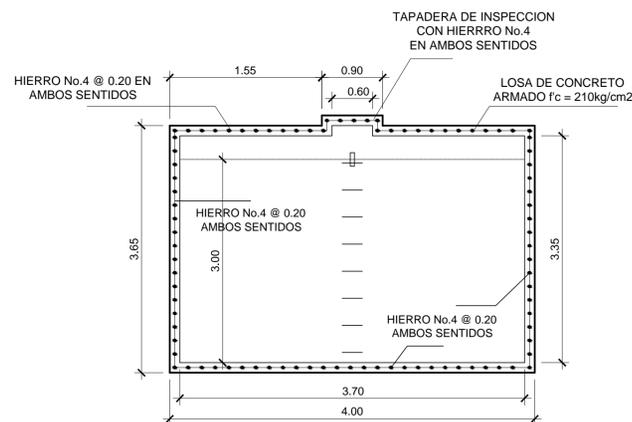
TOPOGRAFIA MUNICIPALIDAD JALAPA DISEÑO Y CALCULO EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO DIBUJO: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO FECHA: MARZO, 2012 ESCALA: INDICADA	CONTIENE: PLANTA-PERFIL POZOS DE VISITA 15 AL 17, POZOS DE VISITA 32 AL 2, POZOS DE VISITA 31 AL 4. DETALLES DE POZOS DE VISITA	HOJA: 5/6
Especialista EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO		Asesor Ing. MANUEL ARRIVILLAGA



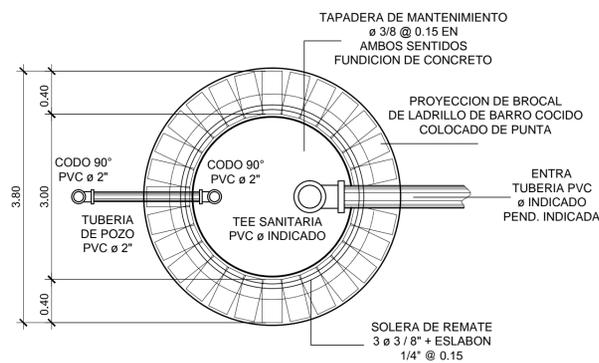
PLANTA POZO FOSA SEPTICA



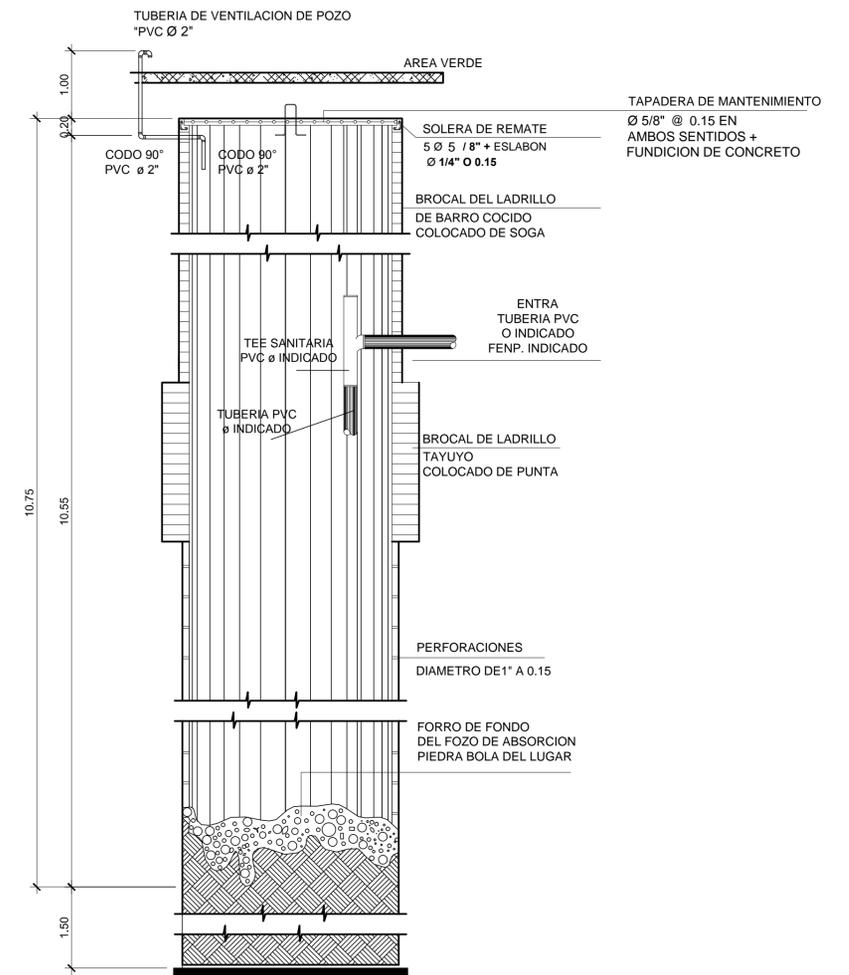
SECCION DE FOSA A-A'



SECCION DE FOSA B-B'



PLANTA POZO DE ABSORCION



SECCION POZO DE ABSORCION



Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERIA
 PROYECTO: DISEÑO DEL ALCANTARILLADO
 SANITARIO PARA EL CASERIO "EL TERRERO"
 JALAPA, JALAPA

TOPOGRAFIA MUNICIPALIDAD JALAPA	CONTIENE: FOSA SEPTICA Y POZO DE ABSORCION	HOJA: 6
DISEÑO Y CALCULO EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO		6
DIBLLO: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO		
FECHA: MARZO, 2012		
ESCALA: INDICADA	Epessita EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO	Asesor Ing. MANUEL ARRIVILLAGA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 CUADRO DE RESUMEN
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EPS INGENIERÍA CIVIL
 EPESISTA: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
 PROYECTO: ESCUELA, CASERIO LOS JIMÉNEZ

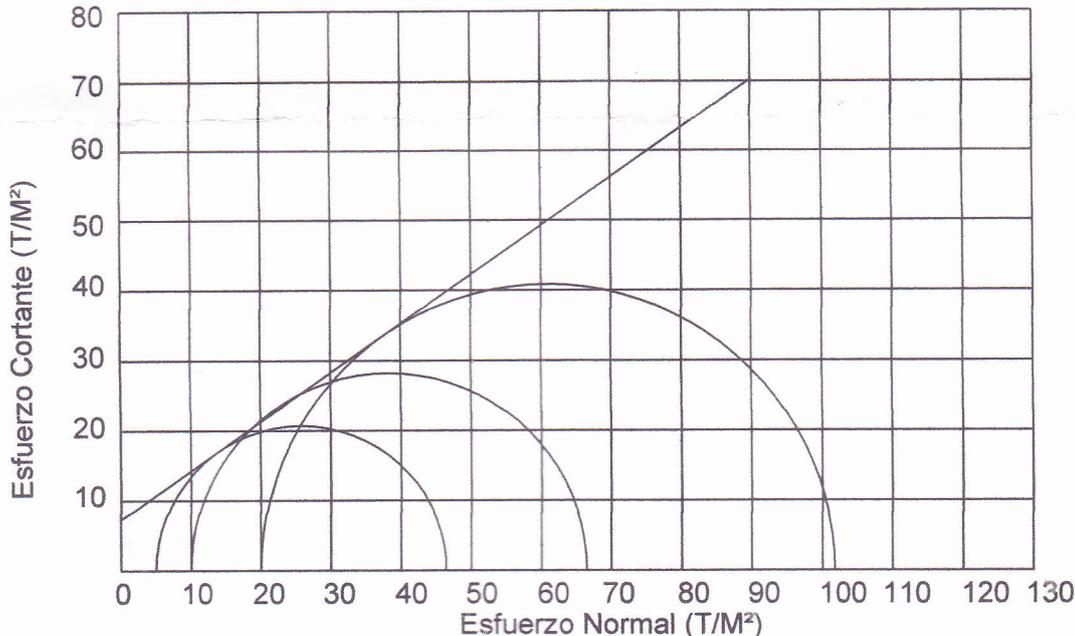
RENGLÓN No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
1	Preliminares	300	M ²	Q. 31,13	Q. 9 337,99
3	Cimiento corrido	154	ML	Q. 725,68	Q. 111 754,64
4	Columnas	312	ML	Q. 494,69	Q. 154 343,60
5	Solera de humedad	154	ML	Q. 656,70	Q. 101 131,68
6	Solera intermedia	140	ML	Q. 510,08	Q. 71 411,20
7	Sillar	55,64	ML	Q. 435,90	Q. 24 253,24
8	Solera final	154	ML	Q. 664,13	Q. 102 276,17
9	Solera de mojinete	72,24	ML	Q. 539,98	Q. 39 008,25
10	Levantado de muro	553	M ²	Q. 410,26	Q. 226 875,63
11	Techo	268,22	M ²	Q. 652,69	Q. 175 064,12
12	Piso	260,22	M ²	Q. 534,58	Q. 139 109,70
13	Instalación eléctrica (luz)	1	GLOBAL	Q. 23 551,23	Q. 23 551,23
14	Instalación eléctrica (fuerza)	1	GLOBAL	Q. 9 098,11	Q. 9 098,11
15	Puertas y ventanas	1	GLOBAL	Q. 26 601,01	Q. 26 601,01
16	Baños, fosas y pozo de absorcion	1	GLOBAL	Q. 11 028,22	Q. 11 028,22
GRAN TOTAL					Q. 1 224 844,78



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 243 S.S. O.T.: 28,159

INTERESADO: Edson Roberto Bonilla Sarmiento
 PROYECTO: EPS- Diseño de Escuela Primaria
 Ubicación: Caserio "Los Jimenez", Municipio de Jalapa, Departamento de Jalapa
 Fecha: 30 de junio del 2011
 pozo: 1 Profundidad: 2.00 m Muestra: 1



PARÁMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 34.97$	COHESIÓN: $C_u = 7.29$
---	--

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCION DEL SUELO: Arena Limosa Color Beige
 DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	11.28	18.43	31.15
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	4.5	6.0	8.5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.50	1.50	1.50
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.82	1.82	1.82
HUMEDAD (%H)	32.2	32.2	32.2

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Atentamente,

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





INFORME No. 244 S. S.

O.T.: 28159

Interesado: Edson Roberto Bonilla Sarmiento
Proyecto: EPS- Diseño de Escuela Primaria

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Caserío "Los Jimenes", Jalapa

FECHA: 30 de Junio de 2011

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	NP	NP	S.M.	Arena Limosa color beige

(*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 19333

INFORME No. 145 S.S.

O.T. No. 28,159

Interesado:

Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.

Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11

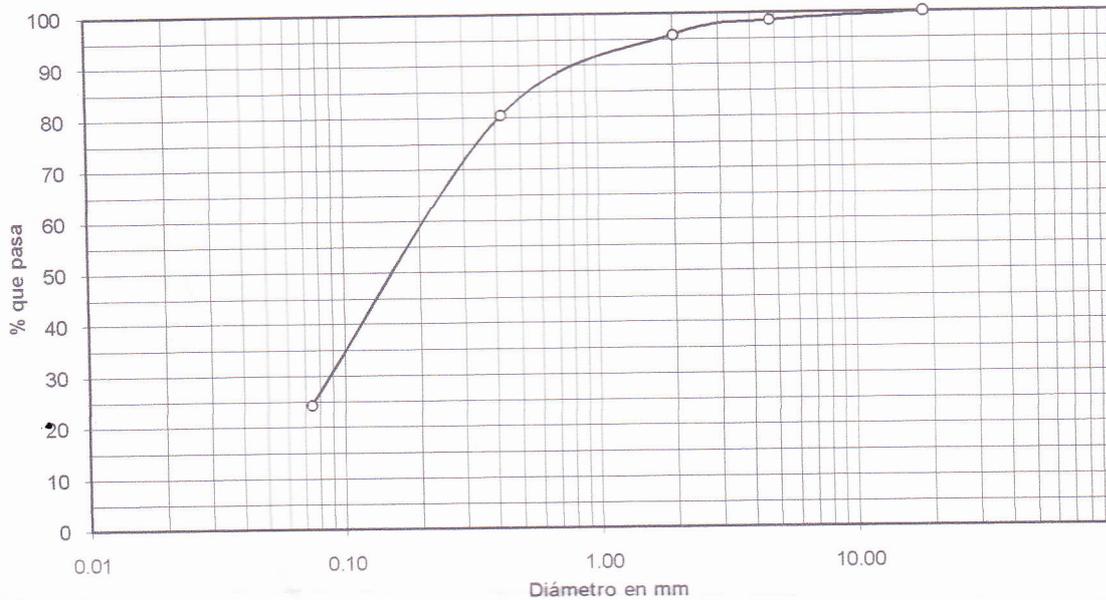
Proyecto: EPS- Diseño de Escuela Primaria

Procedencia: Caserío "Los Jimenez", Municipio de Jalapa, Departamento de Jalapa

Fecha: 30 de junio del 2011

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50.8	0.00
3/4"	19.00	100.00
4	4.76	98.51
10	2.00	95.86
40	0.42	80.57
200	0.074	24.39

% de Grava: 1.49
% de Arena: 74.12
% de Finos: 24.39



Descripción del suelo: Arena Limosa Color Beige
Clasificación: S.C.U.: SM P.R.A.: A-2-4
Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

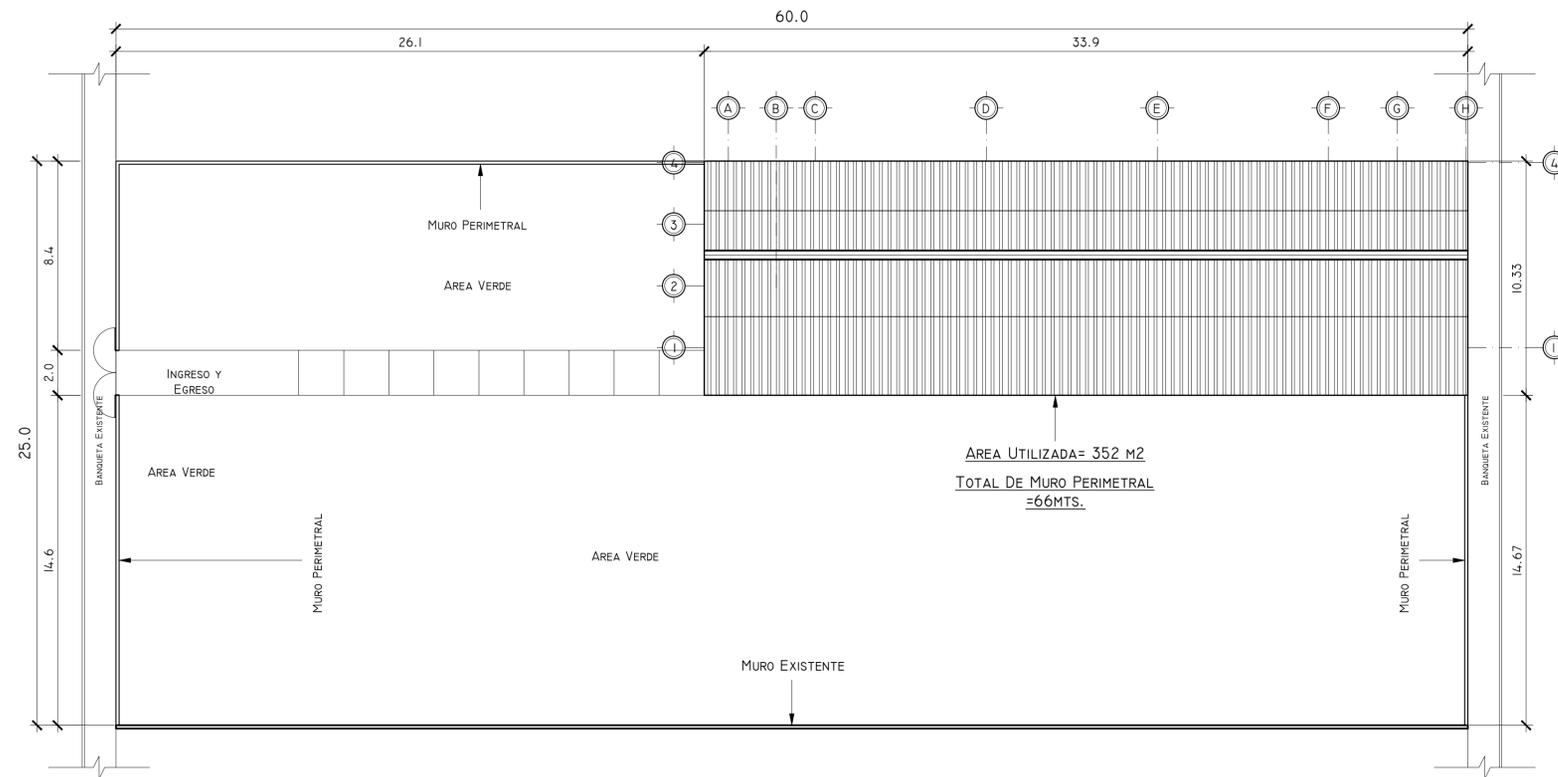
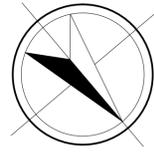
Vo. Bo.

Inga. Telma Maripela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Omar E. Medrano Méndez
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	LAMINA GALVANIZADA CALIBRE 26
	MURO PERIMETRAL

UBICACION DEL DISEÑO DENTRO DEL TERRENO

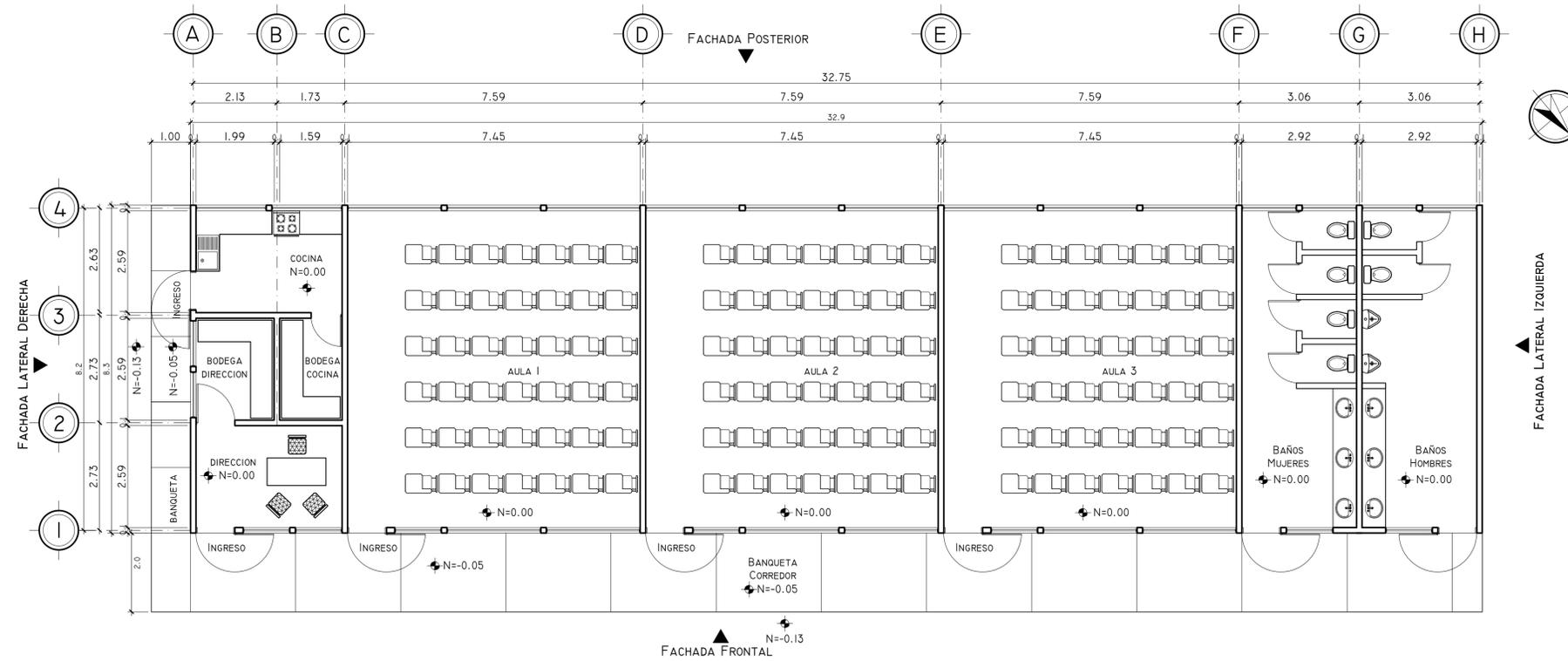
ESCALA: 1/150



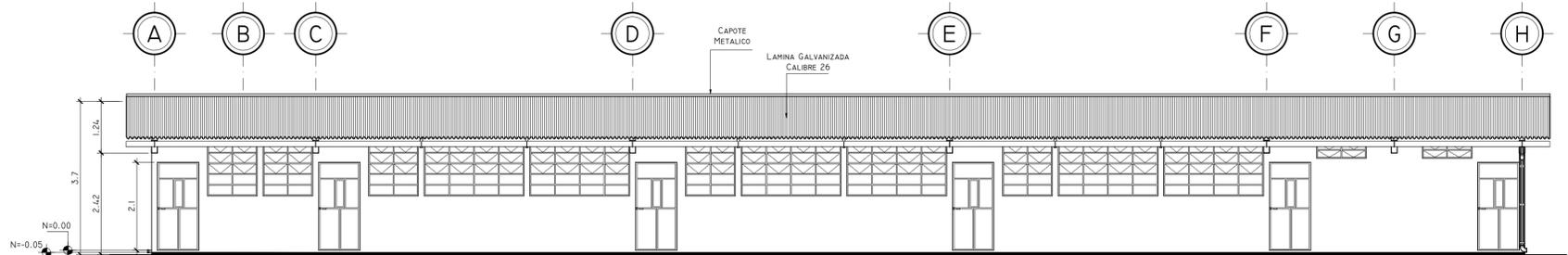
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROYECTO: DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA
PARA EL CASERIO "LOS JIMENEZ", JALAPA

TOPOGRAFIA:
MUNICIPALIDAD JALAPA
DISEÑO Y CALCULO:
EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
DIBUJO:
EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
FECHA:
MARZO, 2012
ESCALA:
INDICADA

CONTIENE:
PLANTA DE LOCALIZACION
Y UBICACION DEL PROYECTO
HOJA:
1
10
ERESISTA EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO ASESOR ING. MANUEL ARRIVILLAGA

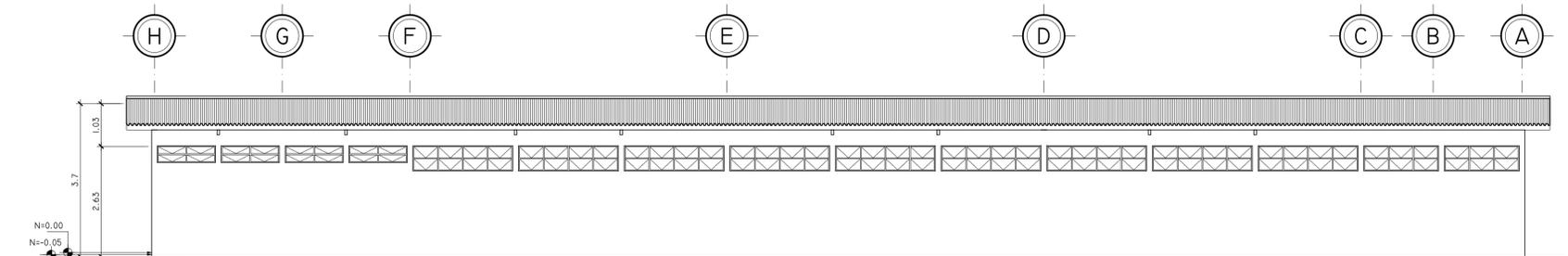


PLANTA AMUEBLADA



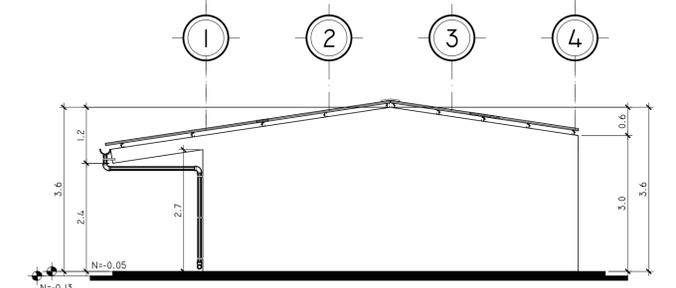
FACHADA FRONTAL

ESCALA:1/75



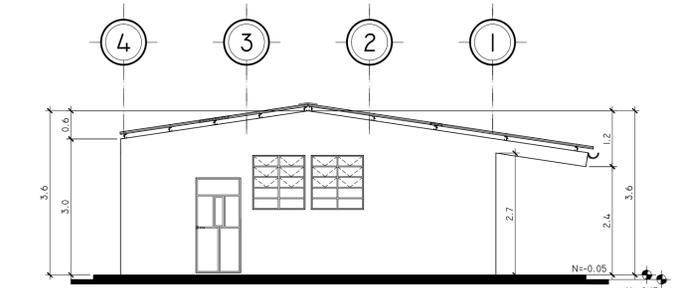
FACHADA POSTERIOR

ESCALA:1/75



FACHADA LATERAL IZQUIERDA

ESCALA:1/75



FACHADA LATERAL DERECHA

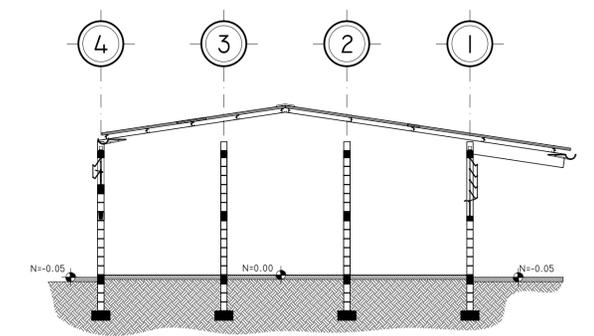
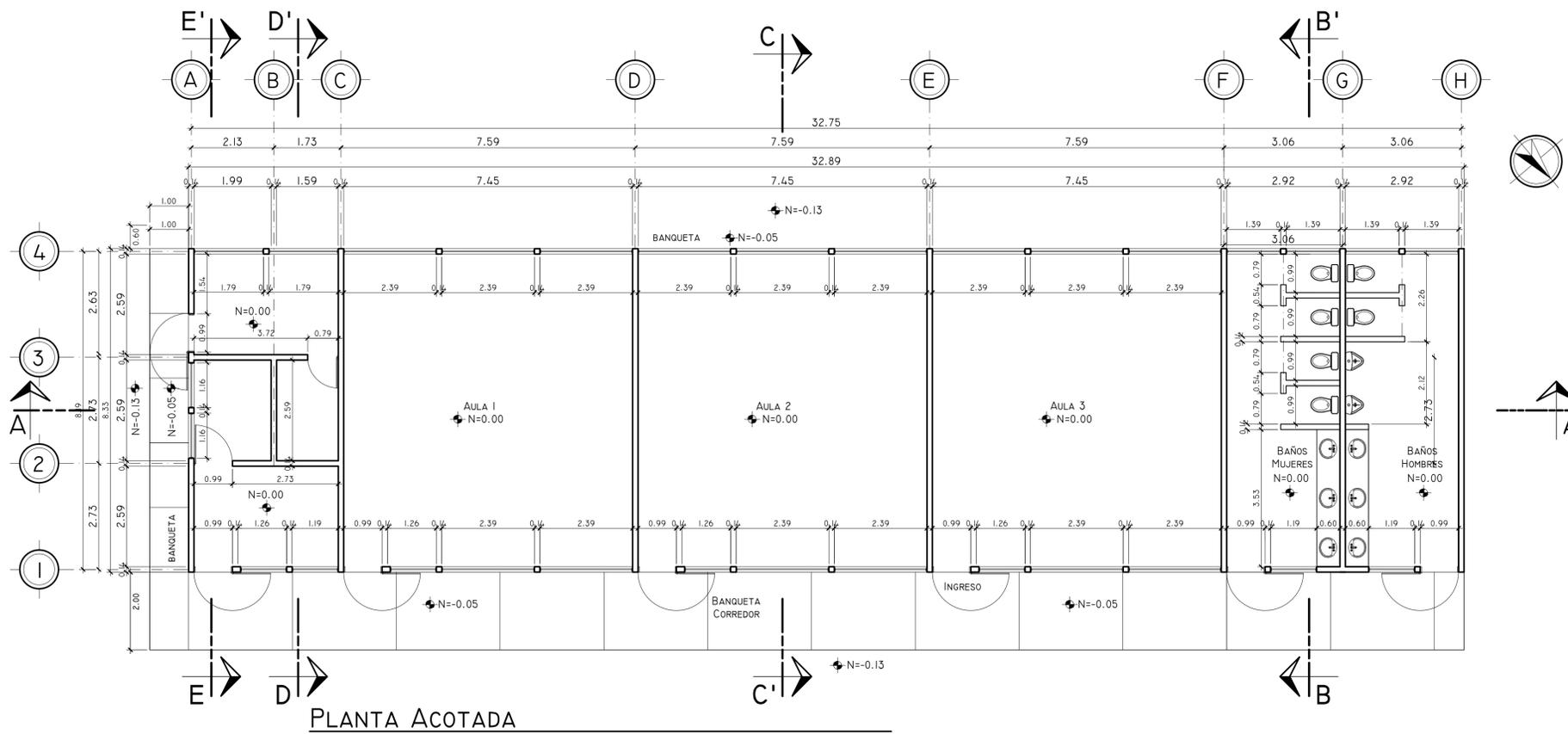
ESCALA:1/75



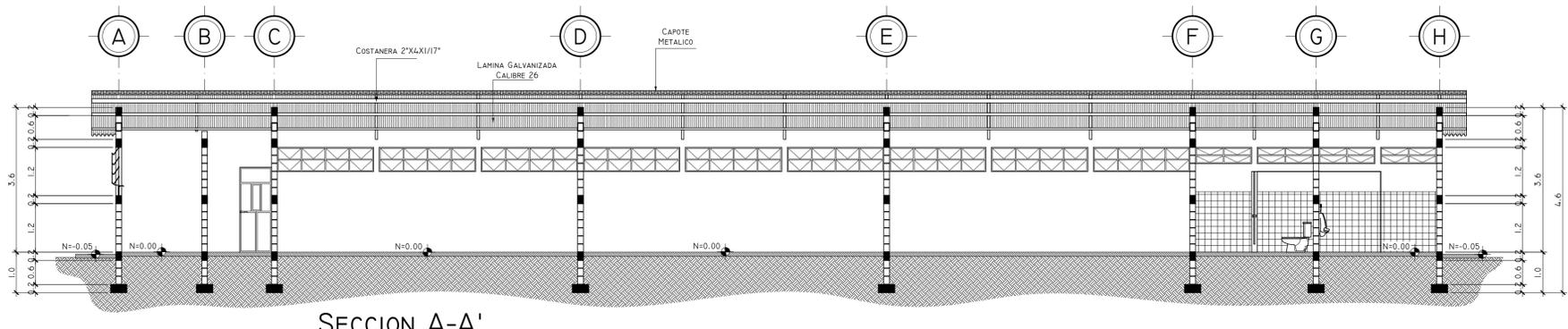
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROYECTO: DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA EL CASERIO "LOS JIMENEZ", JALAPA

TOPOGRAFIA: MUNICIPALIDAD JALAPA
DISEÑO Y CALCULO: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
DIBUJO: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
FECHA: MARZO, 2012
ESCALA: INDICADA

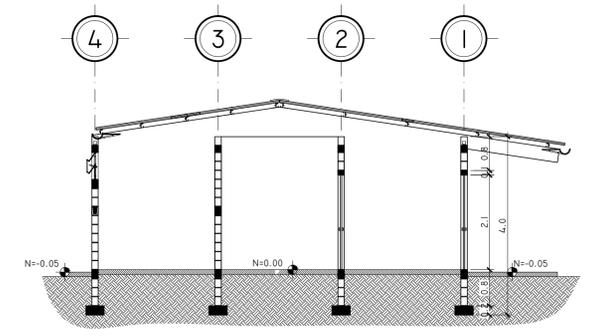
CONTIENE: PLANTA AMUEBLADA + FACHADAS
HOJA: 2/10
ASISTENTE: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
ASESOR: ING. MANUEL ARRIVILLAGA



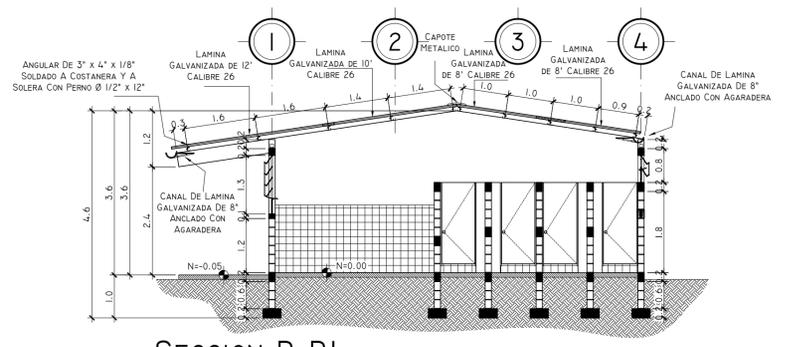
ESCALA: 1/75



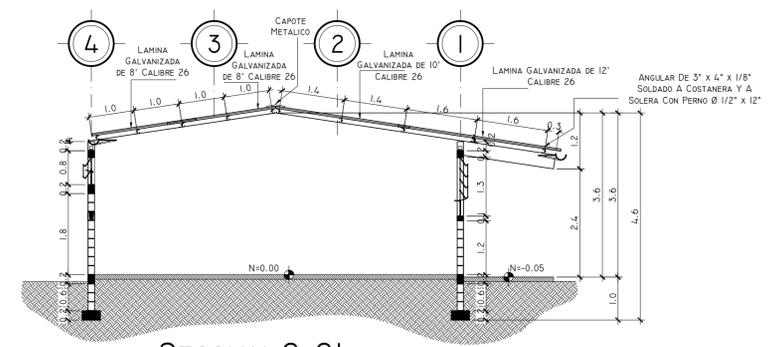
ESCALA: 1/75



ESCALA: 1/75



ESCALA: 1/75



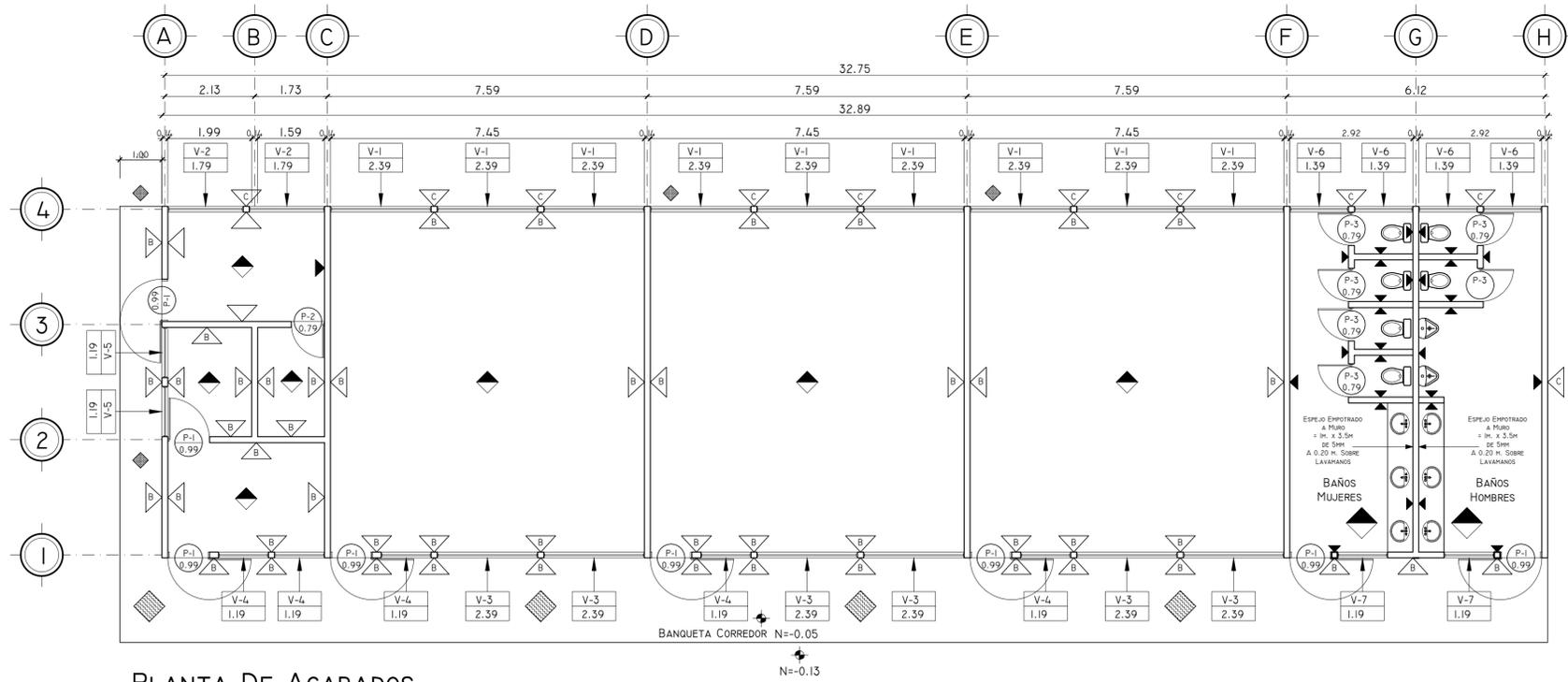
ESCALA: 1/75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 PROYECTO: DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA
 PARA EL CASERIO "LOS JIMENEZ", JALAPA

TOPOGRAFIA: MUNICIPALIDAD JALAPA
 DISEÑO Y CALCULO: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
 DIBUJO: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
 FECHA: MARZO, 2012
 ESCALA: INDICADA

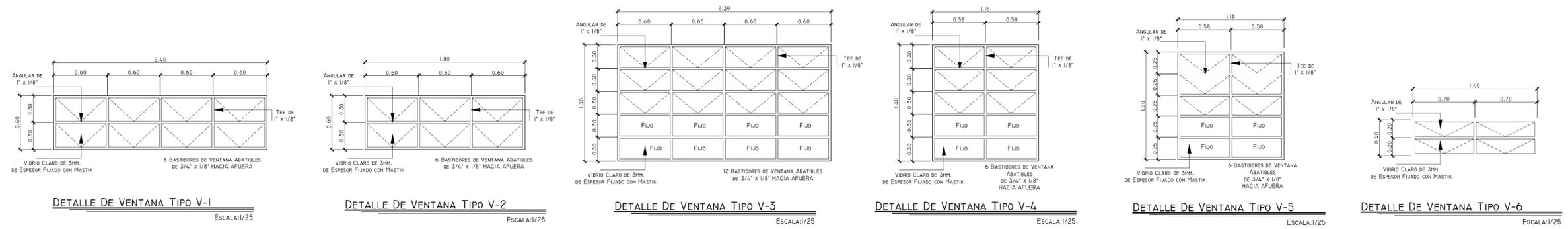
CONTIENE: PLANTA ACOTADA + SECCIONES
 HOJA: 3 / 10
 ASISTENTE: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
 ASESOR ING.: MANUEL ARRIVILLAGA



PLANTA DE ACABADOS

NOMENCLATURA ACABADOS	
SIMBOLO	DESCRIPCION
V-1	TIPO DE VENTANA
2.45	ANCHO DE VENTANA
B	REPELLO + CERNIDO VERTICAL
▲	PISO DE TORTA DE CONCRETO ALISADO
P-1	TIPO DE PUERTA
1.08	VANO DE PUERTA
◆	CERNIDO REMOLINEADO FINO EN PISO
C	REPELLO
▲	REPELLO + CERNIDO VERTICAL + AZULEJO(H=1.50M)

NOTAS:
 * LAS SOLERAS Y COLUMNAS SERAN TALLADAS CON CERNIDO DE CEMENTO
 * EL ACABADO FINAL DE LECHADA DE CEMENTO EN MUROS SERA APLICADO EN AMBOS LADOS INTERIOR Y EXTERIOR



DETALLE DE VENTANA TIPO V-1
ESCALA: 1/25

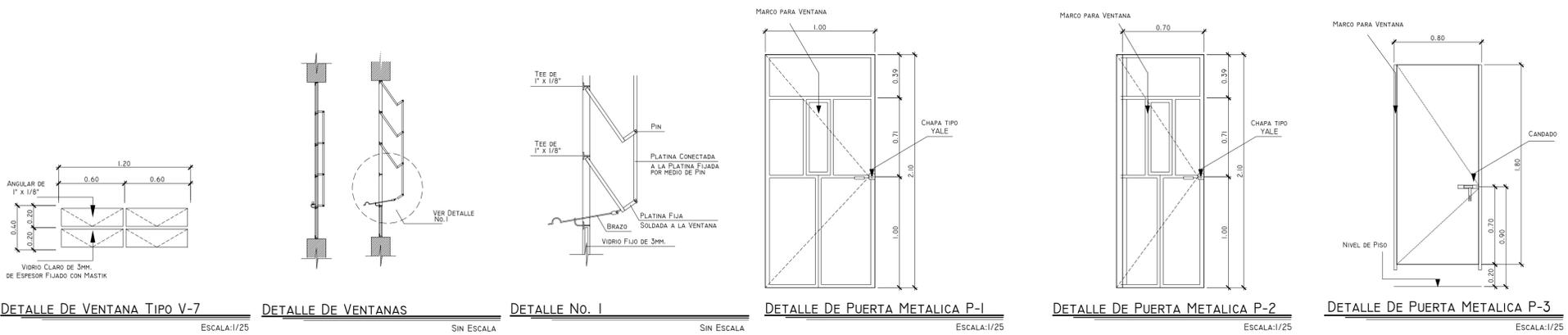
DETALLE DE VENTANA TIPO V-2
ESCALA: 1/25

DETALLE DE VENTANA TIPO V-3
ESCALA: 1/25

DETALLE DE VENTANA TIPO V-4
ESCALA: 1/25

DETALLE DE VENTANA TIPO V-5
ESCALA: 1/25

DETALLE DE VENTANA TIPO V-6
ESCALA: 1/25



DETALLE DE VENTANA TIPO V-7
ESCALA: 1/25

DETALLE DE VENTANAS
SIN ESCALA

DETALLE No. 1
SIN ESCALA

DETALLE DE PUERTA METALICA P-1
ESCALA: 1/25

DETALLE DE PUERTA METALICA P-2
ESCALA: 1/25

DETALLE DE PUERTA METALICA P-3
ESCALA: 1/25

PLANILLA DE VENTANAS				
TIPO	UNIDADES	ANCHO	ALTO	MATERIAL
V-1	9	2.39	0.60	METAL+VIDRIO
V-2	2	1.79	0.60	METAL+VIDRIO
V-3	6	2.39	1.30	METAL+VIDRIO
V-4	4	1.19	1.30	METAL+VIDRIO
V-5	2	1.16	1.20	METAL+VIDRIO
V-6	4	1.39	0.40	METAL+VIDRIO
V-7	2	1.19	0.40	METAL+VIDRIO
TOTAL	29			

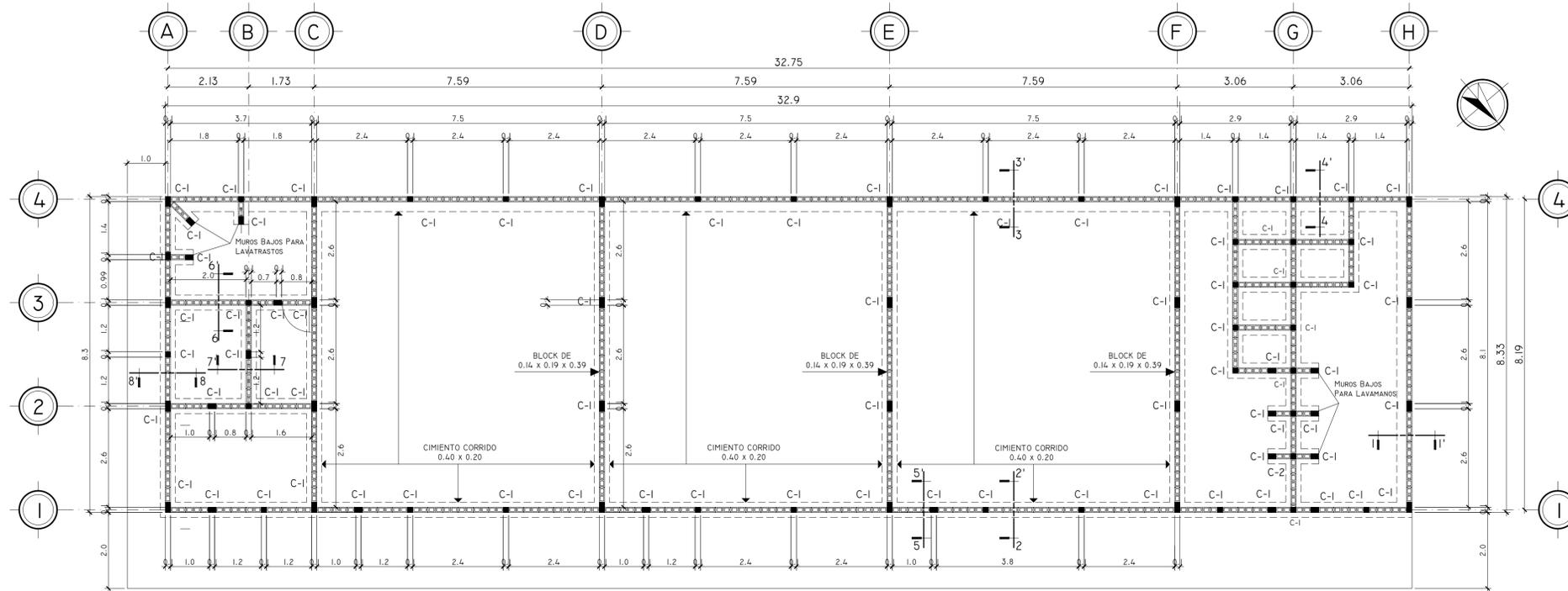
PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	UNIDADES	MATERIAL
P-1	0.99	2.10	8	METAL + ABATIBLES
P-2	0.79	2.10	1	METAL + ABATIBLES
P-3	0.79	1.80	6	METAL + ABATIBLES



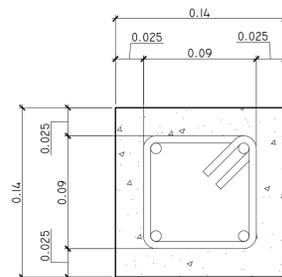
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 PROYECTO: DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA EL CASERIO "LOS JIMENEZ", JALAPA

TOPOGRAFIA: MUNICIPALIDAD JALAPA
 DISEÑO Y CALCULO: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
 DIBUJO: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
 FECHA: MARZO, 2012
 ESCALA: INDICADA

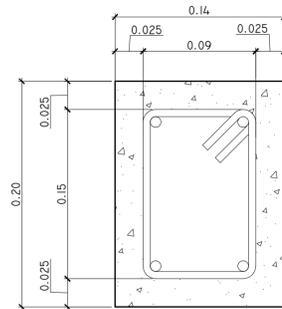
CONTIENE: PLANTA DE ACABADOS + DETALLES
 HOJA: 4 / 10
 ASISTENTE: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
 ASESOR ING.: MANUEL ARRIVILLAGA



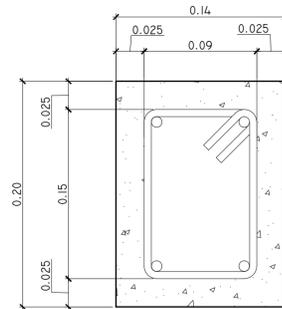
PLANTA DE CIMENTACION Y COLUMNAS



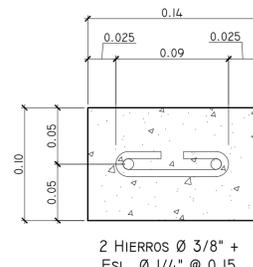
COLUMNA C-1
ESCALA: 1/3



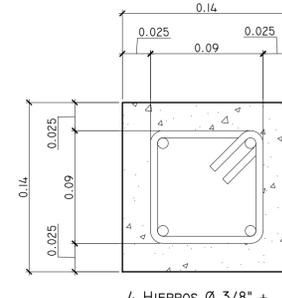
SOLERA DE HUMEDAD
ESCALA: 1/3



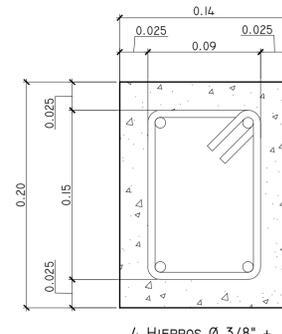
SOLERA INTERMEDIA
ESCALA: 1/3



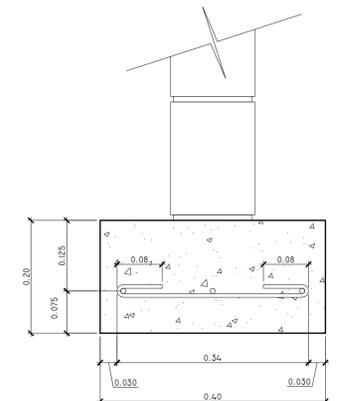
SOLERA INTERMEDIA / DINTEL PUERTA
ESCALA: 1/3



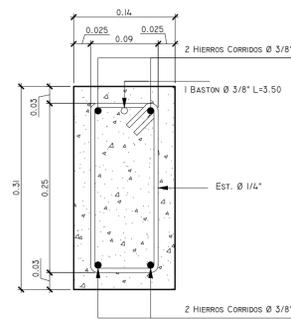
SOLERA FINAL FRONTAL Y POSTERIOR
ESCALA: 1/3



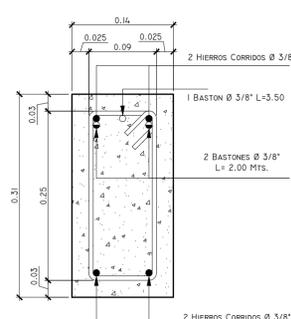
SOLERA FINAL LATERAL
ESCALA: 1/3



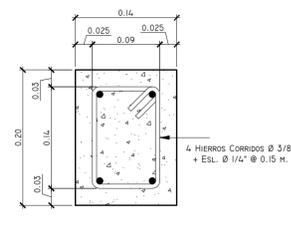
CIMIENTO CORRIDO
ESCALA: 1/5



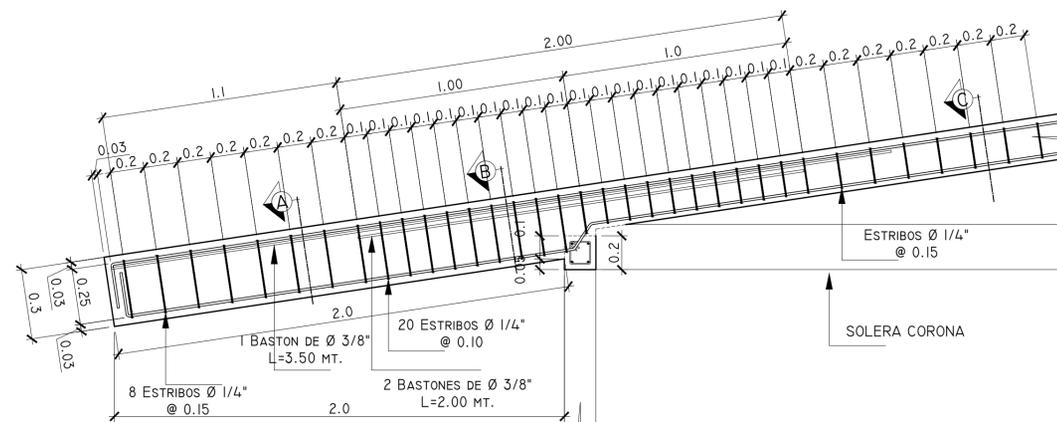
SECCION A / SOLERA MOJINETE
ESCALA: 1/5



SECCION B / SOLERA MOJINETE
ESCALA: 1/5



SECCION C / SOLERA MOJINETE
ESCALA: 1/5



DETALLE DE SOLERA MOJINETE
ESCALA: 1/15

ACERO DE REFUERZO: F _y = 2800 Kg/cm ²	CONCRETO: F' _c = 210 Kg/cm ²
BLOCK POMEZ DE: 0.14 x 0.19 x 0.39	ACERO: LEGITIMO
SISA DE BLOCK: 1 CENTIMETRO	
ESPECIFICACIONES	

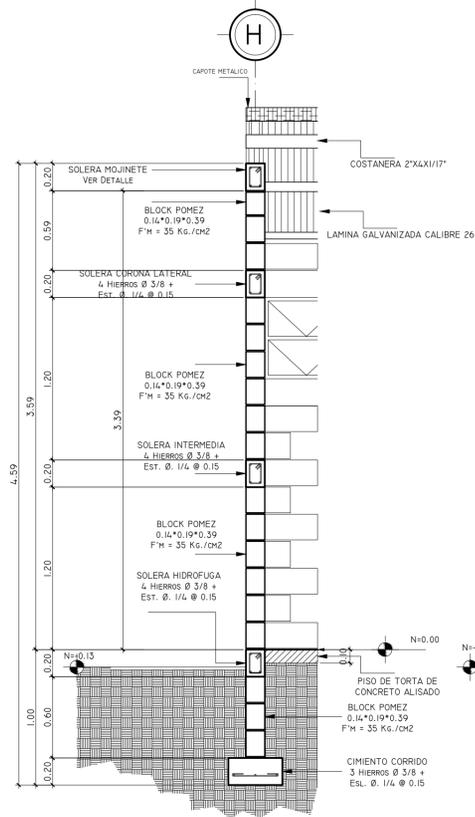


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROYECTO: DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA EL CASERIO "LOS JIMENEZ", JALAPA

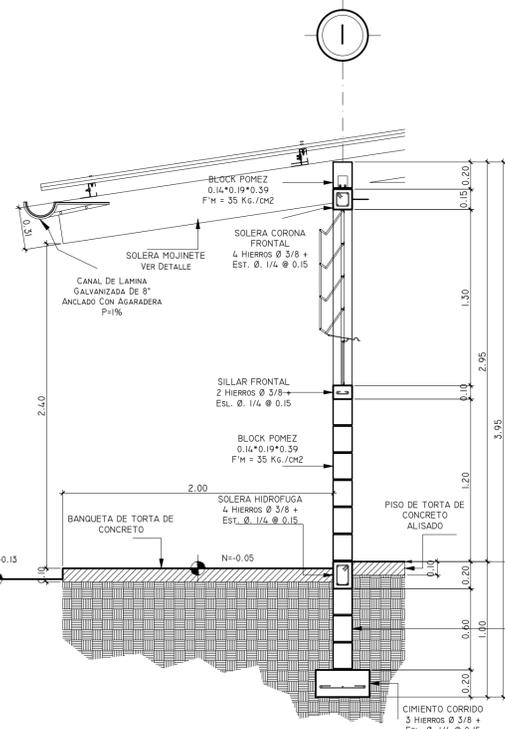
TOPOGRAFIA MUNICIPALIDAD JALAPA
DISEÑO Y CALCULO EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
DIBUJO: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
FECHA: MARZO, 2012
ESCALA: INDICADA

CONTIENE: PLANTA DE CIMENTACION Y COLUMNAS + DETALLES
HOJA: 5 / 10
ASISTENTE: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
ASESOR ING.: MANUEL ARRIVILLAGA

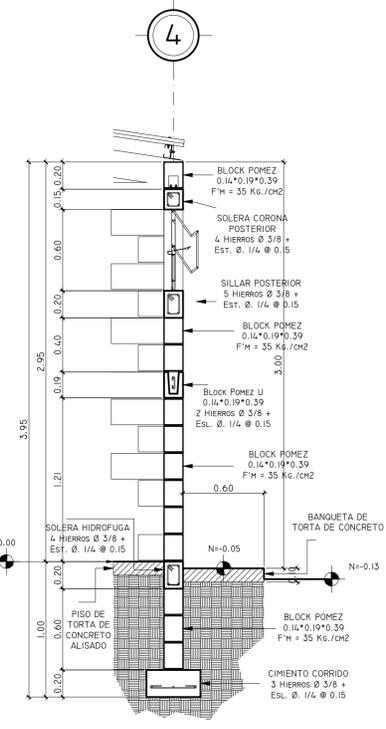
NOTA:
EN LA FUNDACION DE LA VIGA DE MOJINETE, EN LAS PARTES DE LOS EXTREMOS SE FUNDIRA A 90° CON LA PENDIENTE. NO A PLOMO



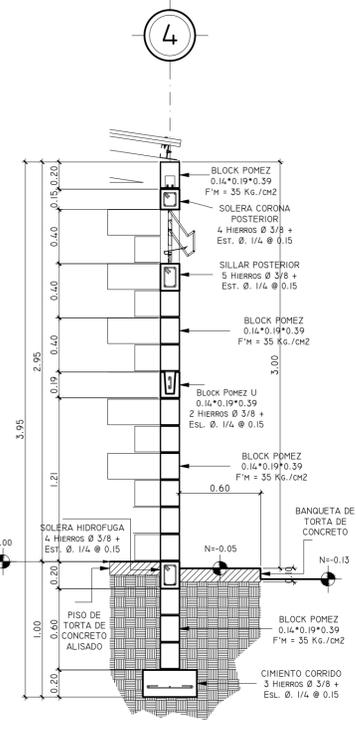
CORTE TÍPICO DE MURO 1-1'
ESCALA 1/25



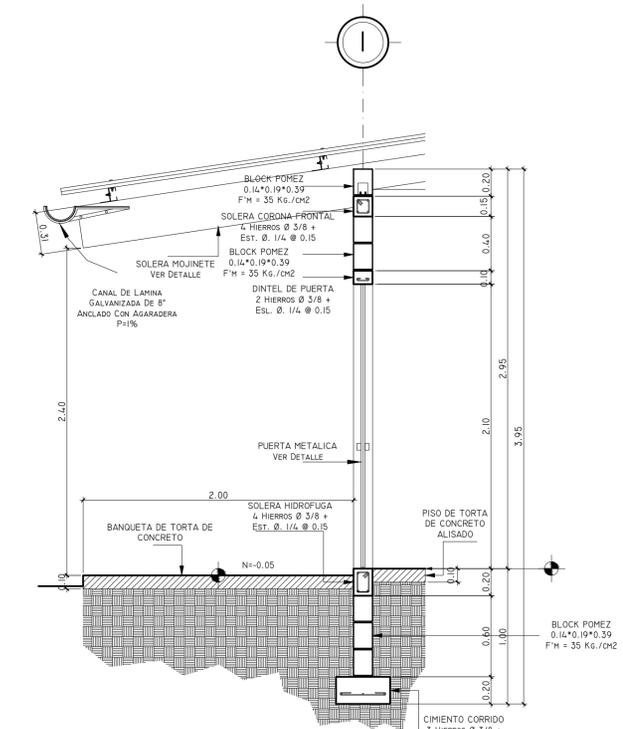
CORTE TÍPICO DE MURO 2-2'
ESCALA 1/25



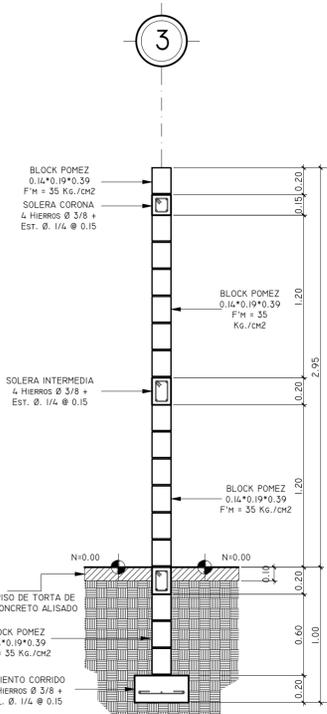
CORTE TÍPICO DE MURO 3-3'
ESCALA 1/25



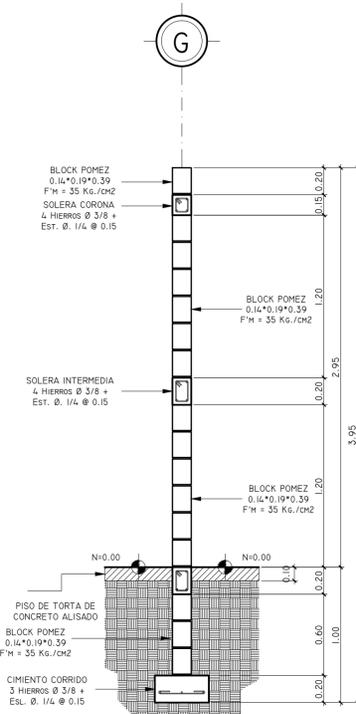
CORTE TÍPICO DE MURO 4-4'
ESCALA 1/25



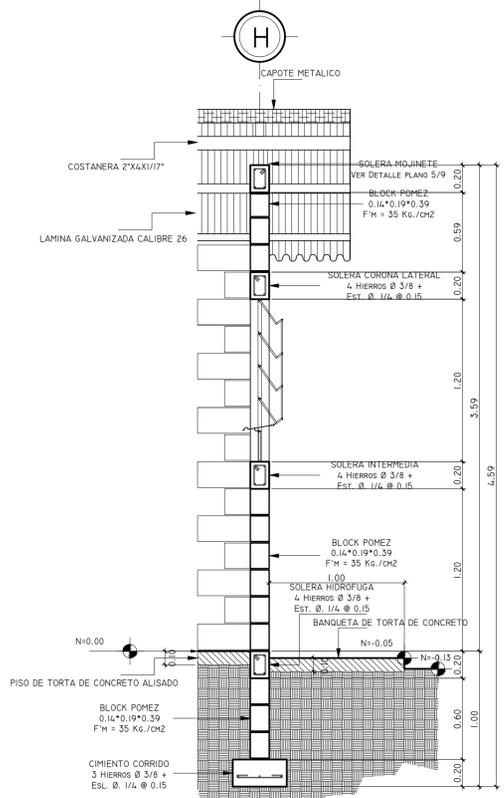
CORTE TÍPICO DE MURO CON PUERTA 5-5'
ESCALA 1/25



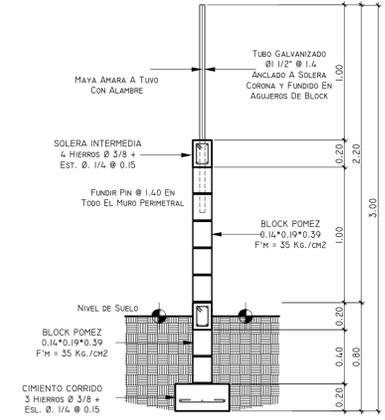
CORTE TÍPICO DE MURO CON PUERTA 6-6'
ESCALA 1/25



CORTE TÍPICO DE MURO CON PUERTA 7-7'
ESCALA 1/25



CORTE TÍPICO DE MURO CON PUERTA 8-8'
ESCALA 1/25



CORTE TÍPICO DE MURO PERIMETRAL
ESCALA 1/25

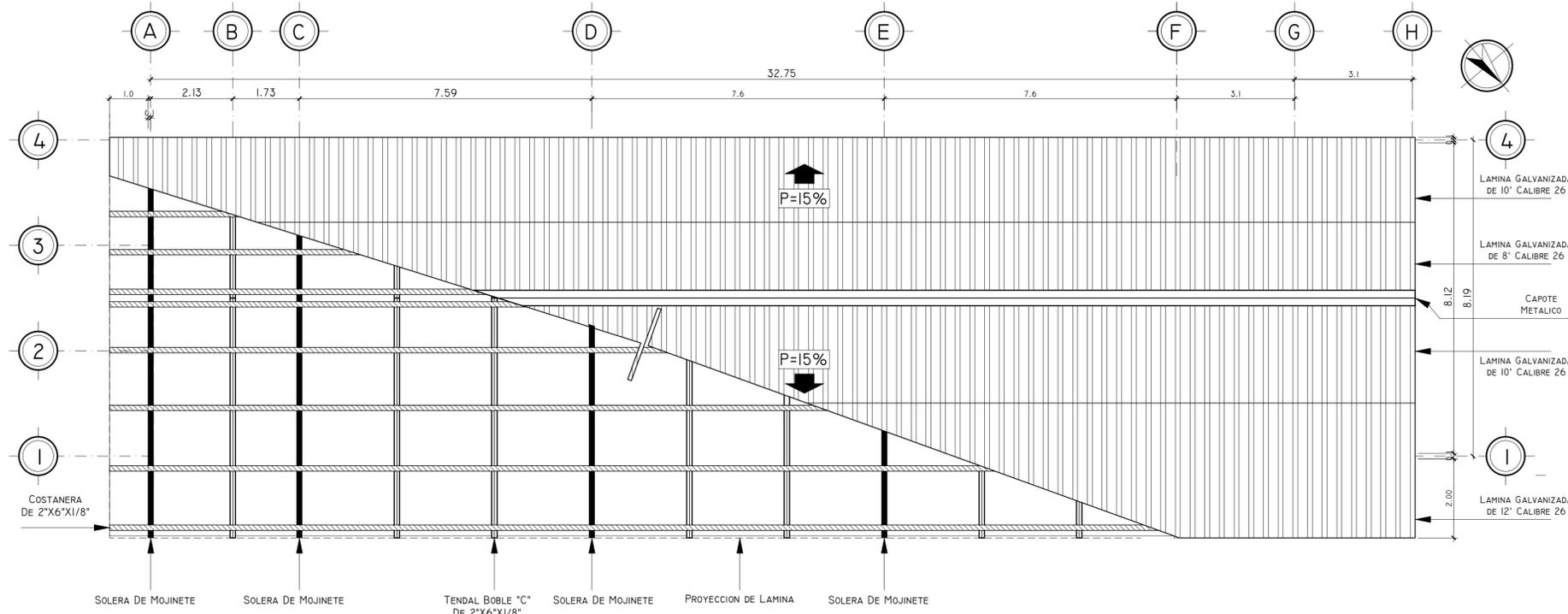
NOTA:
- VER DETALLES ESTRUCTURALES EN PLANO 5/9



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROYECTO: DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA EL CASERIO "LOS JIMENEZ", JALAPA

TOPOGRAFIA: MUNICIPALIDAD JALAPA
DISEÑO Y CALCULO: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
DIBUJO: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
FECHA: MARZO, 2012
ESCALA: INDICADA

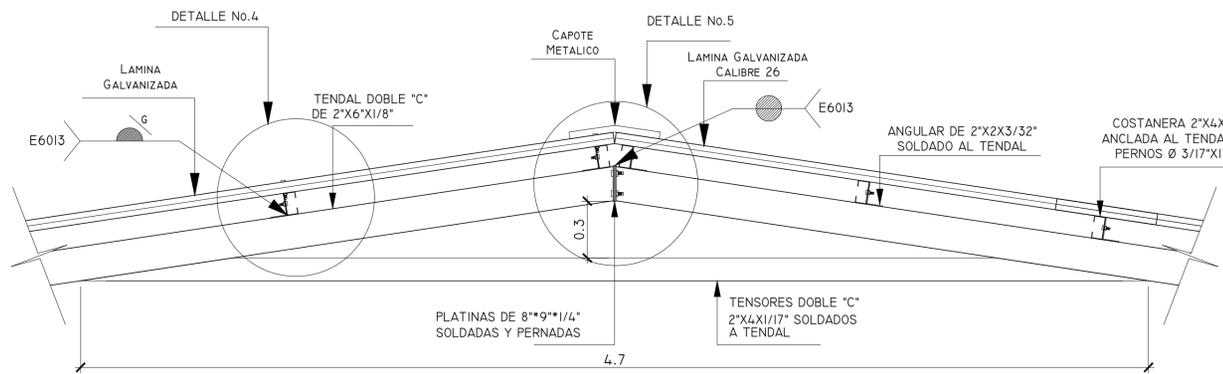
CONTIENE: CORTES TÍPICOS EN MUROS
HOJA: 6/10
ASISTENTE: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
ASESOR ING.: MANUEL ARRIVILLAGA



ESPECIFICACION TECNICA PARA SOLDADURA:
 EN EL ARMADO DE TECHO SE UTILIZARA SOLDADURA POR ARCO, UTILIZANDO ELECTRODO E6013 DEBIDO AL CALIBRE DE LA COSTANERA

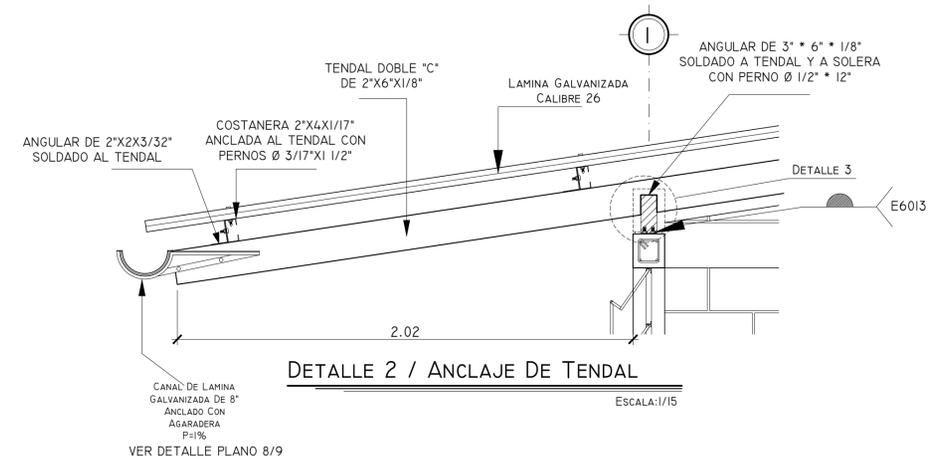
NOMENCLATURA DE SOLDADURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	SOLDADURA POR ARCO UNION DE CORDON
	LADO EXTERIOR DE LA UNION
	SOLDADURA POR ARCO UNION DE CORDON
	AMBOS LADOS DE LA UNION
	PUNTO EN DONDE SE DEBE DE HACER LA SOLDADURA
E6013	TIPO DE ELECTRODO
G	SE ESMERILARA
50MM	LONGITUD DEL CORDON
NOTAS: PARA EL ARMADO DE TECHO Y DE DETALLES SE UTILIZARA SOLDADURA POR ARCO	

PLANTA DE ARMADO DE TECHO



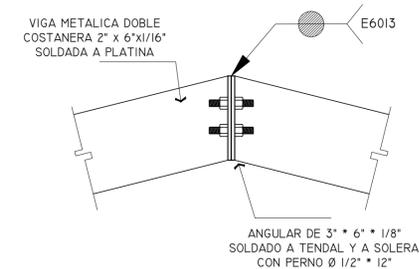
DETALLE 1 / CUMBRERA

ESCALA: 1/15



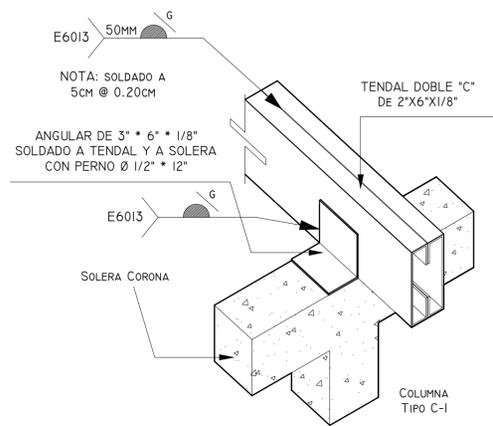
DETALLE 2 / ANCLAJE DE TENDAL

ESCALA: 1/15



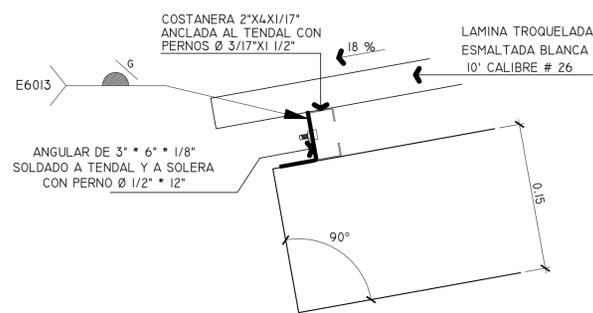
DETALLE No.5

SIN ESCALA



DETALLE 3 / ANCLAJE A TENDAL

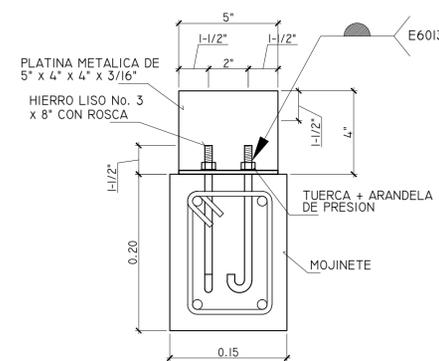
SIN ESCALA



DETALLE No.4

SOLERA DE MOJINETE

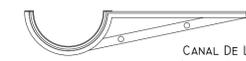
SIN ESCALA



DETALLE No.3

ANCLAJE DE COSTANERA A SOLERA DE MOJINETE

SIN ESCALA



DETALLE DE CANAL

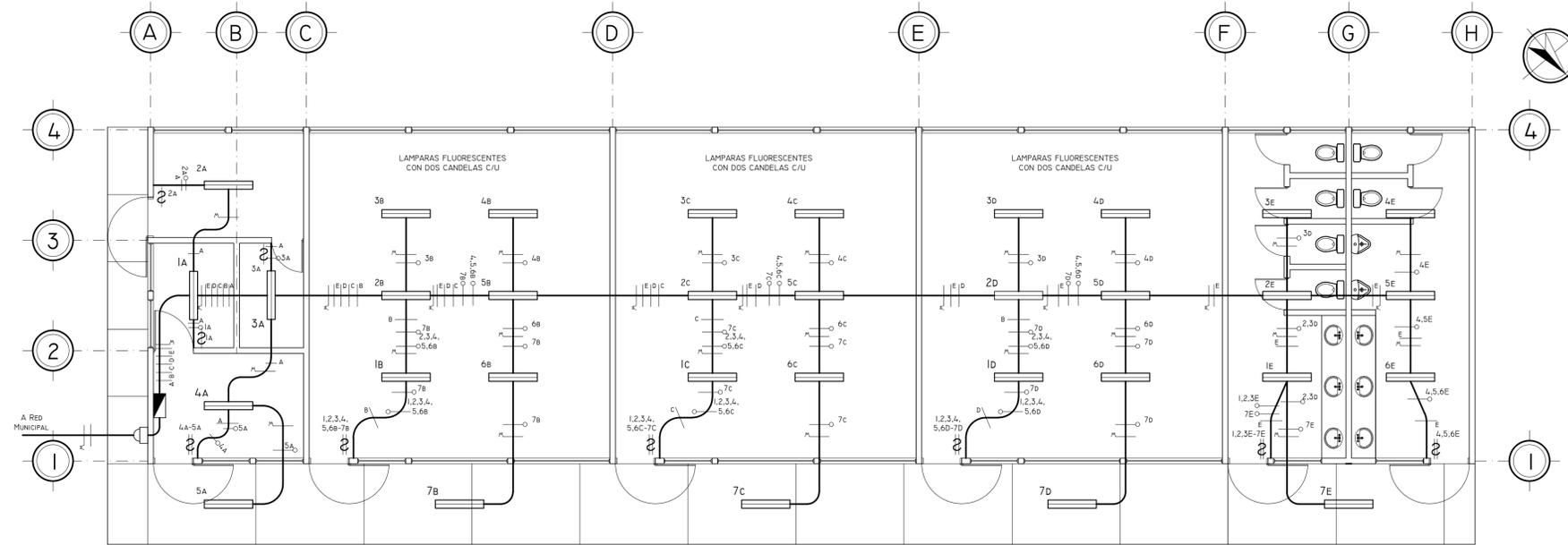
SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 PROYECTO: DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA EL CASERIO "LOS JIMENEZ", JALAPA

TOPOGRAFIA MUNICIPALIDAD JALAPA
 DISEÑO Y CALCULO EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
 DIBUJO: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
 FECHA: MARZO, 2012
 ESCALA: INDICADA

CONTIENE: PLANTA ARMADO DE TECHO + DETALLES
 HOJA: 7 / 10
 ASISTENTE: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
 ASESOR ING. MANUEL ARRIVILLAGA



PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA / ILUMINACION

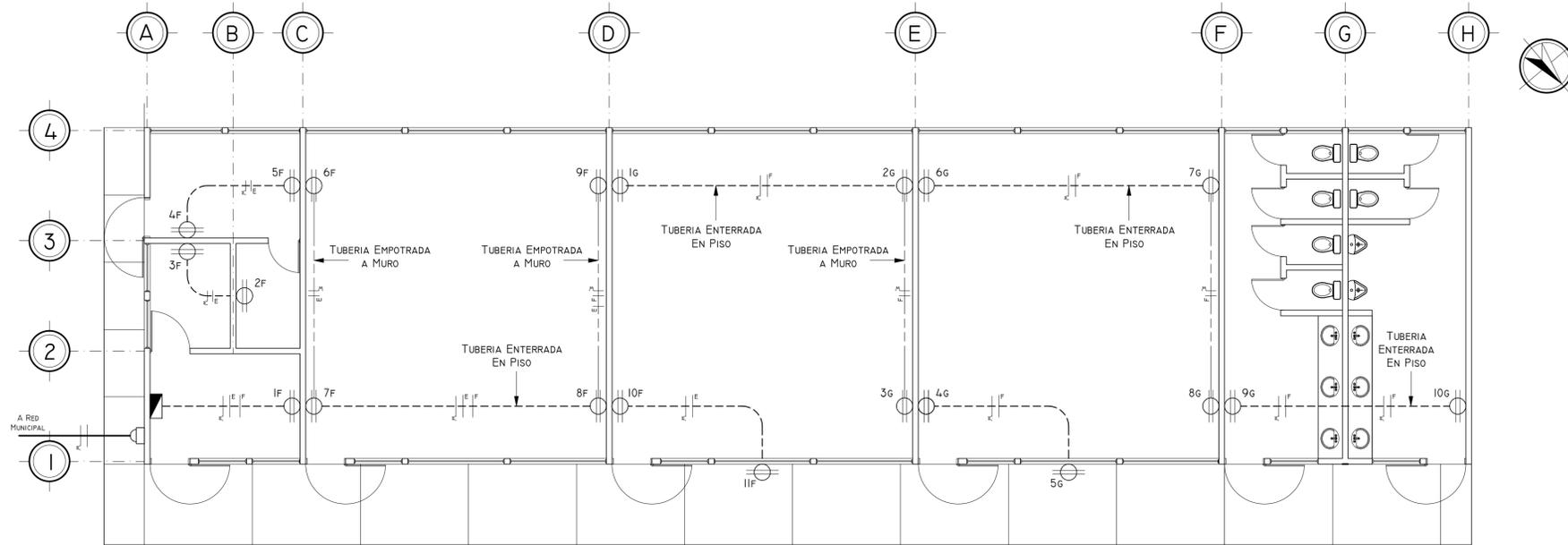
NOMENCLATURA ELECTRICIDAD

SIMBOLO	DESCRIPCION
	LAMPARA FLUORESCENTE 2 * 40 W
	CONDUCTOR NEGATIVO THHW CAL 12
	CONDUCTOR POSITIVO THHW CAL 12
	CONDUCTOR RETORNO THHW CAL 14
	INTERRUPTOR SIMPLE A 1.50 SOBRE NIVEL DE PISO
	INTERRUPTOR DOBLE A 1.50 SOBRE NIVEL DE PISO
	TUBERIA EN CIELO
	TABLERO DE DISTRIBUCION DE 8 FLIPONES
	CONTADOR

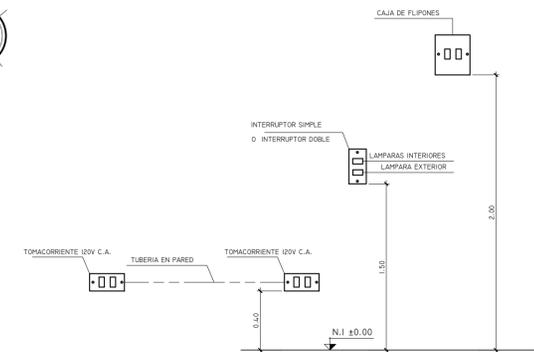
NOTA:
LA PLANTA GENERAL ESTA DIVIDIDA EN 5 AMBIENTES, SE HACE NECESARIO LA INSTALACION DE DIFERENTES TIPOS DE CIRCUITOS POR LO CUAL ESTAN IDENTIFICADOS COMO CIRCUITO: A, B, C, D, E. (VER EN PLANO)

NOMENCLATURA FUERZA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	CONDUCTOR NEGATIVO THHW CAL 12
	CONDUCTOR POSITIVO THHW CAL 12
	TOMACORRIENTE DOBLE A 0.40 SOBRE NIVEL DE PISO
	TUBERIA EMPOTRADA EN MURO
	TUBERIA EN PISO
	TABLERO DE DISTRIBUCION DE 8 FLIPONES
	CONTADOR



PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA / FUERZAS



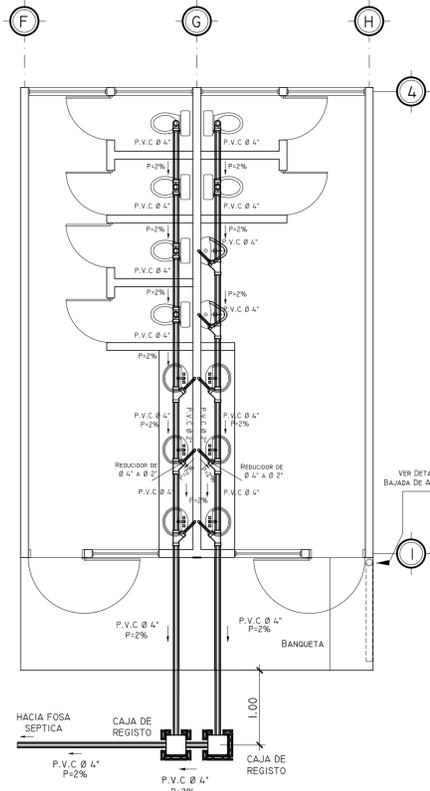
DETALLE DE ALTURAS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROYECTO: DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA EL CASERIO "LOS JIMENEZ", JALAPA

TOPOGRAFIA: MUNICIPALIDAD JALAPA
DISEÑO Y CALCULO: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
DIBUJO: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
FECHA: MARZO, 2012
ESCALA: INDICADA

CONTIENE: PLANTA DE ILUMINACION Y FUERZA
HOJA: 8 / 10
ASESOR ING. MANUEL ARRIVILLAGA

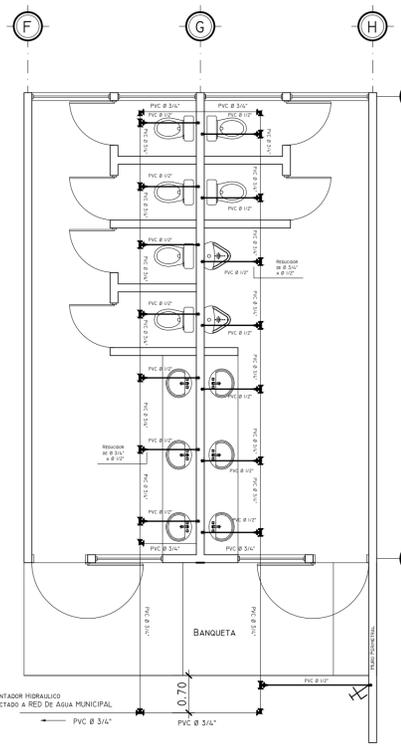


PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJE / BAÑOS
ESCALA: 1/30

SIMBOLO	DESCRIPCION
PVC %	INDICA PENDIENTE DE TUBERIA
—	INDICA TUBERIA DE PVC % INDICADO
▲	REDUCTOR DE 4" A 2"
⊥	CODO 90° DE P.V.C. Ø INDICADO
⊥	TEE VERTICAL DE P.V.C. Ø INDICADO
⊥	CODO 45° DE P.V.C. Ø INDICADO
⊥	YE DE P.V.C. Ø INDICADO

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- TODA LA TUBERIA A UTILIZAR SERA DE PVC CONFORME A DIAMETRO ESPECIFICADO EN CADA TRAMO
- POR NINGUN MOTIVO PODRAN QUEDAR TUBERIAS FUNDIDAS EN CUALQUIER COLUMNA
- LAS ACOMETIDAS PARA RETRETES DEBERAN SITUARSE A 0.30 MTS DEL EJE DEL ACCESORIO HACIA LA PARED



PLANTA DE INSTALACION HIDRAULICA / BAÑOS
ESCALA: 1/30

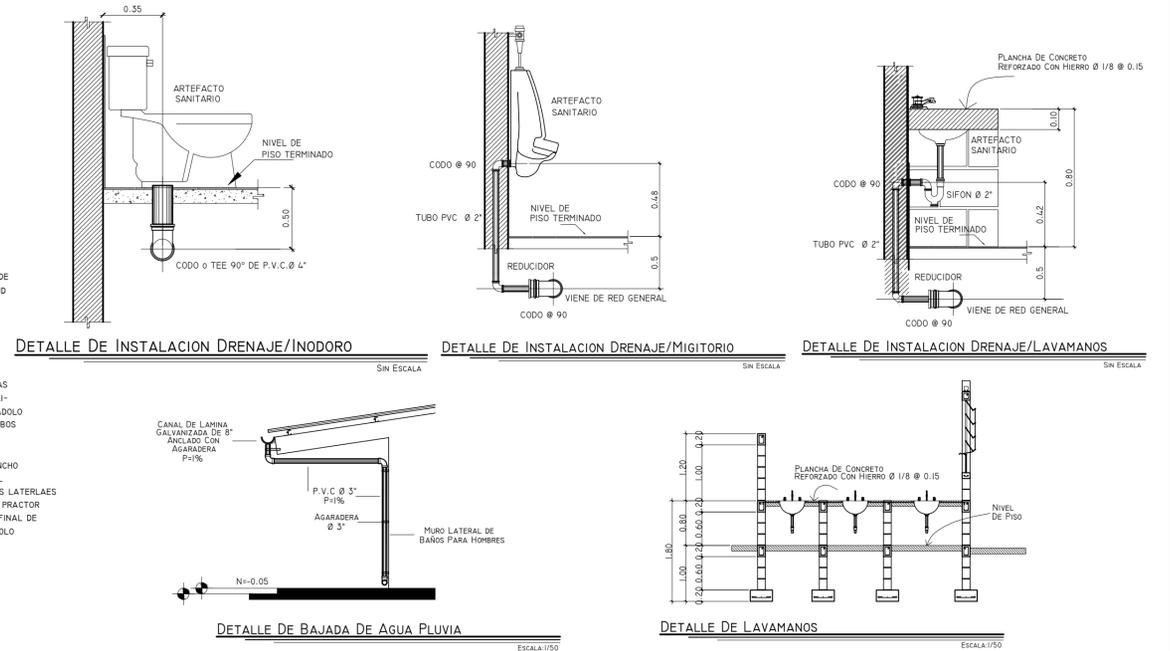
SIMBOLO	DESCRIPCION
▲	REDUCTOR DE Ø 3/4" A Ø 1/2"
⊥	CODO PVC 90° PLANTA
⊥	ACCESORIO EN T
⊥	CODO A 90°
⊥	LLAVE DE CHORRO O GRIFO
—	INDICA TUBERIA (AGUA FRIA) PVC. Ø 3/4"
PVC.	TUBERIA PLASTICA
Ø	INDICA EL DIAMETRO

ESPECIFICACIONES TECNICAS

LOS TUBOS A UTILIZAR SERAN DE P.V.C. (CLORURO VINILICO DE POLICARBONATO) DE DIAMETRO INDICADO Y 6.09 M DE LONGITUD CON UNA RESISTENCIA A LA PRESION DE 4,000 PSI UNIDOS. TODAS LAS UNIONES DEBERAN DE SER LIMPIADAS Y SECADAS DE LA ESCORIA, AL CORTAR LOS TUBOS CON UN ESCARIADOR LUEGO SE LE APLICARA PEGAMENTO PARA PVC (TANGIT) EN CANTIDADES NO EXAGERADAS NI ESCASAS EVITANDO QUE QUEDEN ASI FUGAS POR FALTA DEL MISMO O TAPONES POR EL EXCESO DEL MISMO. EN CASO DE LOS ADAPTADORES HEMBRAS CON ROSCA DEBE USARSE TEFLON UNI-LOCK (TANGIT) APLICANDO EN LOS PRIMEROS FILETES DE LAS ROSCAS Y TERMINANDO EN FORMA CRUZADA LA ZANJA DONDE IRAN COLOCADOS LOS TUBOS DE LA INSTALACION.

TENDRA UNA PROFUNDIDAD DE 0.50 CHS. POR 0.25 CHS. DE ANCHO COLOCANDO UN ENCAMADO DE 0.10 CHS UNIFORME DE MATERIAL SELECTO COMPACTADO A MANO. EL RELLENO DE LOS LATERALES DE LOS TUBOS SERA CON ARENA DE RIO COMPACTADA AL 85% PRACOR STANDARD HINMO CON UN PERALTE DE 0.30 CHS. EL RELLENO FINAL DE 0.10 CHS SERA CON EL MATERIAL DE ESCAVACION COLOCADO SOLO COMO RELLENO.

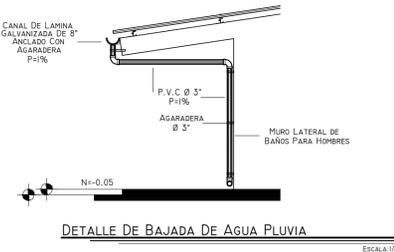
DETALLES DE INSTALACION DRENAJE



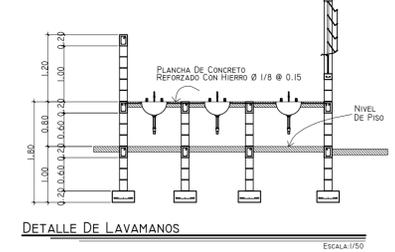
DETALLE DE INSTALACION DRENAJE/INODORO

DETALLE DE INSTALACION DRENAJE/MIGITORIO

DETALLE DE INSTALACION DRENAJE/LAVAMANOS

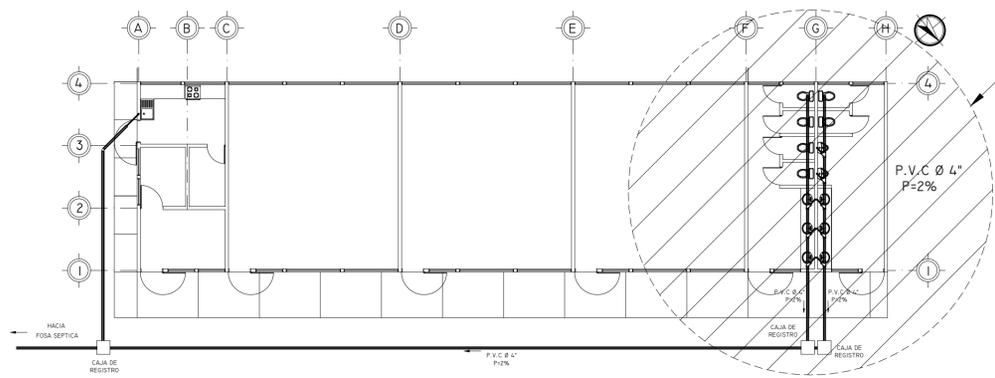


DETALLE DE BAJADA DE AGUA PLUVIA



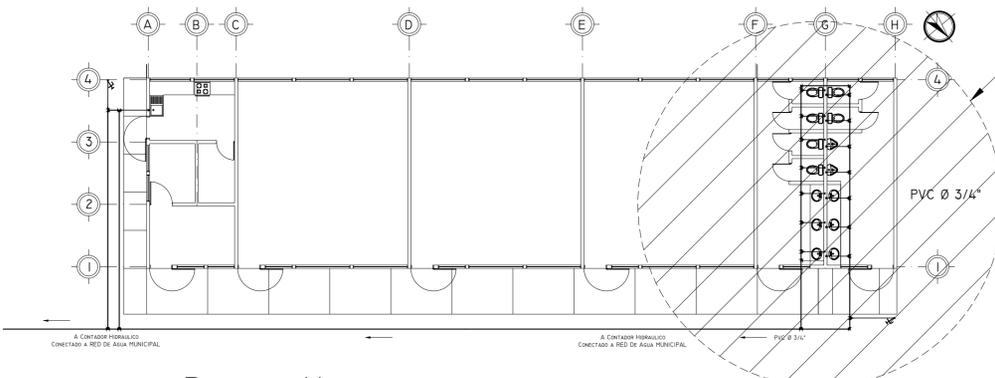
DETALLE DE LAVAMANOS

DETALLES DE INSTALACION HIDRAULICA



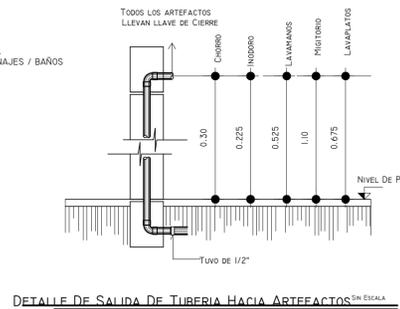
PLANTA DE DRENAJES

SIN ESCALA

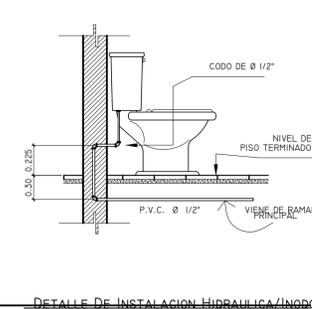


PLANTA HIDRAULICA

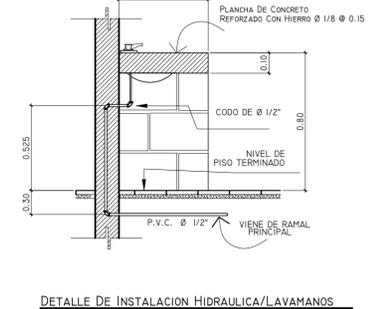
SIN ESCALA



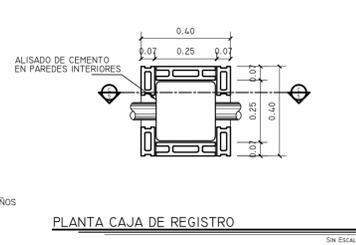
DETALLE DE SALIDA DE TUBERIA HACIA ARTEFACTOS



DETALLE DE INSTALACION HIDRAULICA/INODORO

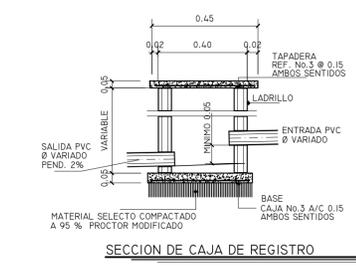


DETALLE DE INSTALACION HIDRAULICA/LAVAMANOS



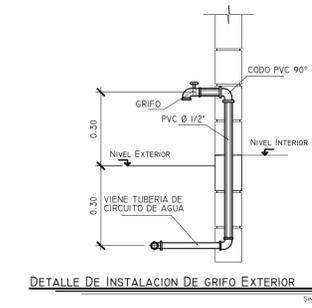
PLANTA CAJA DE REGISTRO

SIN ESCALA



SECCION DE CAJA DE REGISTRO

SIN ESCALA



DETALLE DE INSTALACION DE GRIFO EXTERIOR



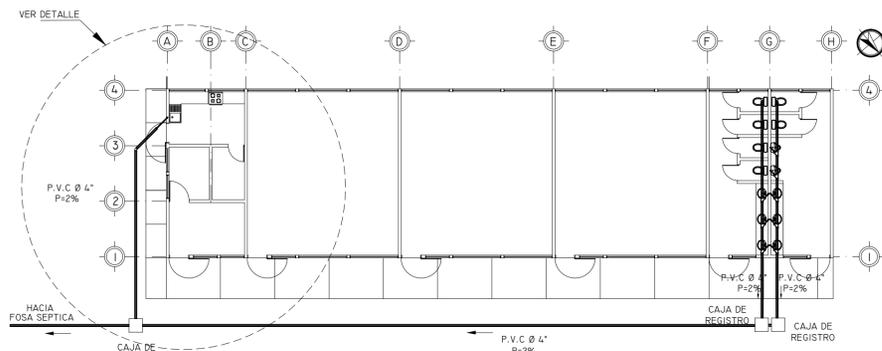
DETALLE DE INSTALACION HIDRAULICA/MIGITORIO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROYECTO: DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA EL CASERIO "LOS JIMENEZ", JALAPA

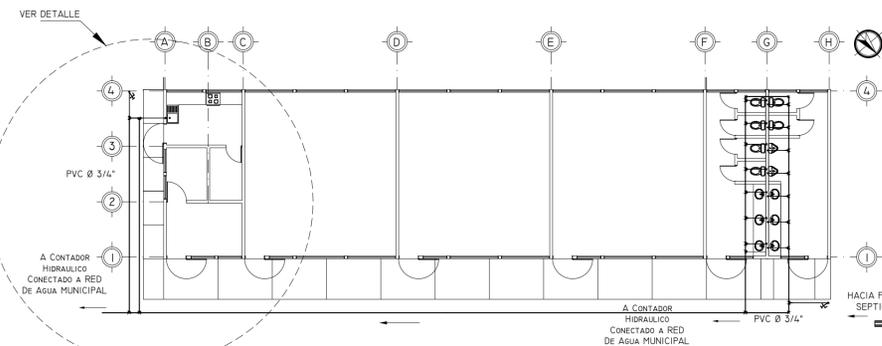
TOPOGRAFIA MUNICIPALIDAD JALAPA
DISEÑO Y CALCULO EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
DIBUJO: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
FECHA: MARZO, 2012
ESCALA: INDICADA

CONTIENE: PLANTA DE DRENAJE, PLANTA DE HIDRAULICA MAS DETALLES DE BAÑOS
HOJA: 9/10
ASISTENTE: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
ASESOR ING. MANUEL ARRIVILLAGA



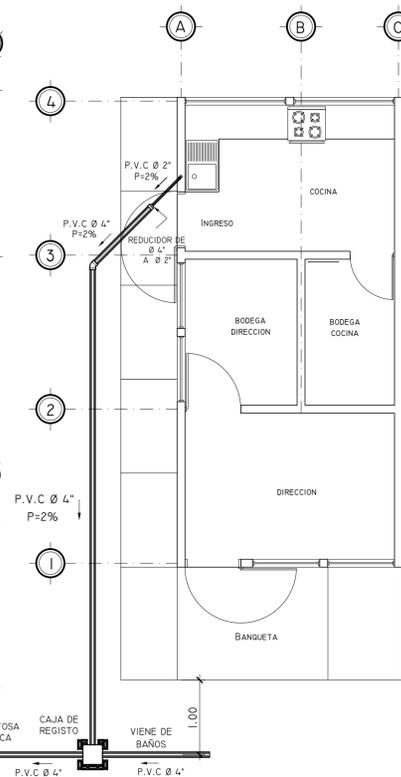
PLANTA DE DRENAJES

SIN ESCALA



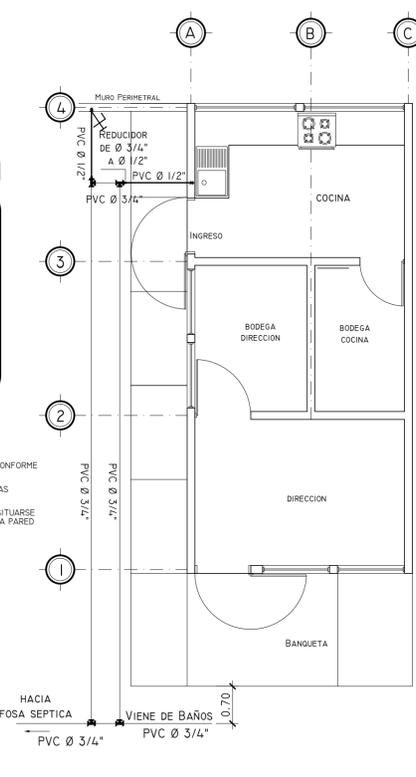
PLANTA HIDRAULICA

SIN ESCALA



PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJE / COCINA

ESCALA: 1/30



PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJE / COCINA

ESCALA: 1/30

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	INDICA PENDIENTE DE TUBERIA
	INDICA TUBERIA DE PVC % INDICADO
	REDUCTOR DE 4" A 2"
	CODO 90° DE P.V.C. Ø INDICADO
	TEE VERTICAL DE P.V.C. Ø INDICADO
	CODO 45° DE P.V.C. Ø INDICADO
	YE DE P.V.C. Ø INDICADO

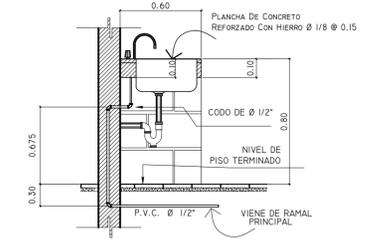
ESPECIFICACIONES TECNICAS

- TODA LA TUBERIA A UTILIZAR SERA DE PVC CONFORME A DIAMETRO ESPECIFICADO EN CADA TRAMO
- POR NINGUN MOTIVO PODRAN QUEDAR TUBERIAS FUNDIDAS EN CUALQUIER COLUMNA
- LAS ACOMETIDAS PARA RETRETES DEBERAN SITUARSE A .300 MTS DEL EJE DEL ACCESORIO HACIA LA PARED

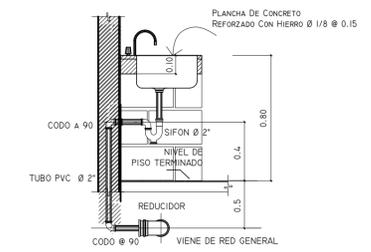
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	REDUCTOR DE Ø 3/4" A Ø 1/2"
	CODO PVC 90° PLANTA
	ACCESORIO EN T
	CODO A 90°
	LLAVE DE CHORRO O GRIFO
	INDICA TUBERIA (AGUA FRIA) PVC Ø 3/4"
	TUBERIA PLASTICA
	Ø INDICA EL DIAMETRO

LOS TUBOS A UTILIZAR SERAN DE P.V.C. (CLORURO VINILO DE POLICARBONATO) DE DIAMETRO INDICADO Y 6.09 M DE LONGITUD CON UNA RESISTENCIA A LA PRESION DE 4,000 PSI UNIDOS. TODAS LAS UNIONES DEBERAN DE SER LIMPIADAS Y SECADAS DE LA ESCORIA. AL CORTAR LOS TUBOS CON UN ESCARIADOR LUEGO SE LE APLICARA PEGAMENTO PARA PVC (TANGIT) EN CANTIDADES NO EXAGERADAS NI ESCASAS EVITANDO QUE QUEDEN ASI FUGAS POR FALTA DEL RISGO O TAPONES POR EL EXCESO DEL MISMO. EN CASO DE LOS ADAPTADORES HEMBRAS CON ROSCA DEBE USARSE TEFLON UNI-LOCK (TANGIT) AFLUCANDO EN LOS PRIMEROS FILETES DE LAS ROSCAS Y TERMINANDO EN FORMA CRUZADA. LA ZANJA DONDE IRAN COLOCADOS LOS TUBOS DE LA INSTALACION.

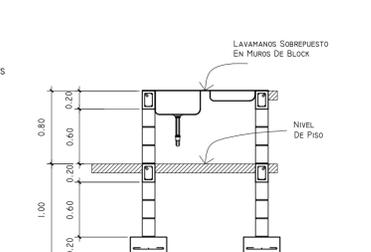
TENDRA UNA PROFUNDIDAD DE 0.50 CMS POR 0.25 CMS DE ANCHO COLOCANDO UN ENCAMADO DE 0.10 CMS UNIFORME DE MATERIAL SELECTO COMPACTADO APISONADO A MANO. EL RELLENO DE LOS LATERALES DE LOS TUBOS SERA CON ARENA DE RIO COMPACTADA AL 85% PRACOR STANDAR MINIMO CON UN PERALTE DE 0.30 CMS. EL RELLENO FINAL DE 0.10 CMS SERA CON EL MATERIAL DE ESCAVACION COLOCADO SOLO COMO RELLENO.



DETALLE DE INSTALACION HIDRAULICA/LAVAPLATOS

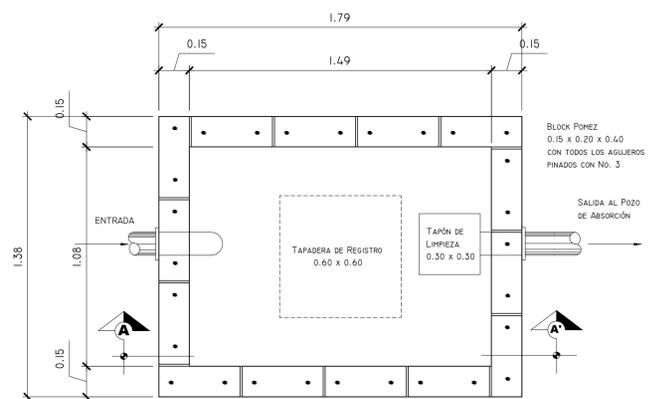


DETALLE DE INSTALACION DRENAJE/LAVAPLATOS



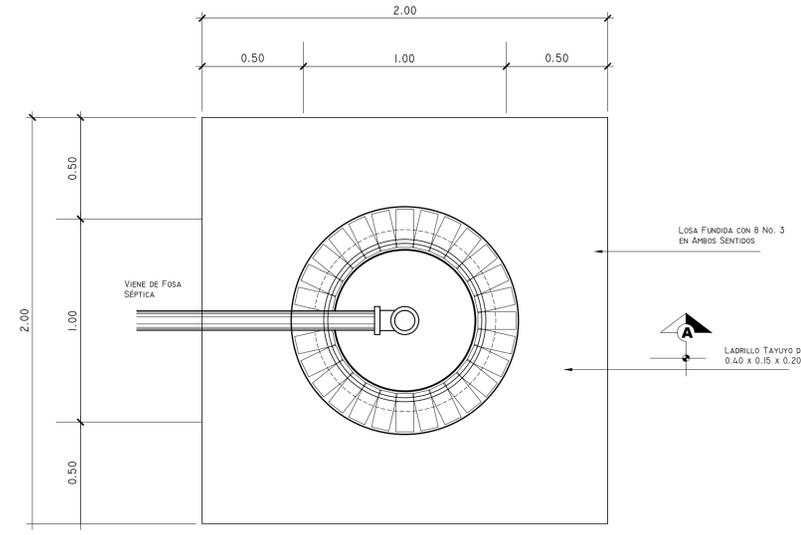
DETALLE DE LAVATRASTOS

NOTA:
- VER DETALLE CAJA DE REGISTRO EN PLANO 8/9



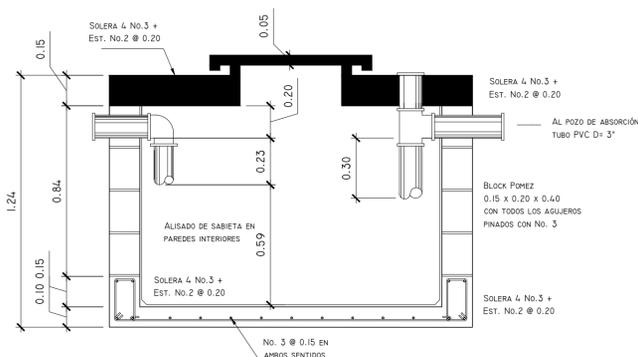
PLANTA DE FOSA SEPTICA

SIN ESCALA



PLANTA DE POZO DE ABSORCION

SIN ESCALA



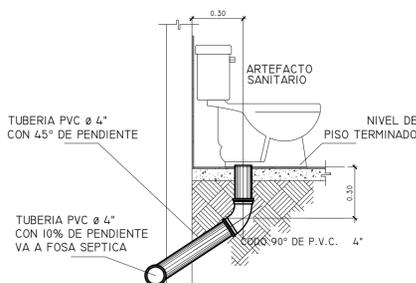
SECCION A-A' DE FOSA SEPTICA

SIN ESCALA

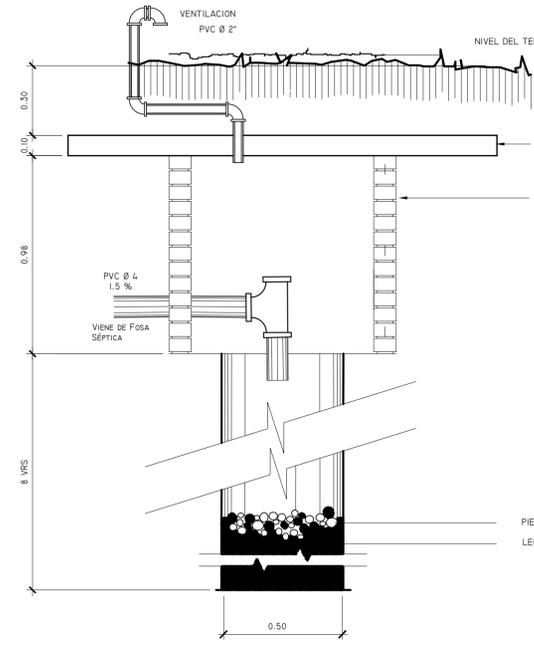
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	INDICA PENDIENTE DE TUBERIA
	INDICA TUBERIA DE PVC % INDICADO
	REDUCTOR DE 4" A 2"
	CODO 90° DE P.V.C. Ø INDICADO
	TEE VERTICAL DE P.V.C. Ø INDICADO
	CODO 45° DE P.V.C. Ø INDICADO
	YE DE P.V.C. Ø INDICADO

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- TODA LA TUBERIA A UTILIZAR SERA DE PVC CONFORME A DIAMETRO ESPECIFICADO EN CADA TRAMO
- POR NINGUN MOTIVO PODRAN QUEDAR TUBERIAS FUNDIDAS EN CUALQUIER COLUMNA
- LAS ACOMETIDAS PARA RETRETES DEBERAN SITUARSE A .300 MTS DEL EJE DEL ACCESORIO HACIA LA PARED



DETALLE DE INSTALACION DRENAJE/INODORO



SECCION A-A' DE POZO DE ABSORCION

SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROYECTO: DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA EL CASERIO "LOS JIMENEZ", JALAPA

TOPOGRAFIA MUNICIPALIDAD JALAPA
DISEÑO Y CALCULO EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
DIBUJO: EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO
FECHA: MARZO, 2012
ESCALA: INDICADA

CONTIENE: PLANTA DE DRENAJE HIDRAULICA + DETALLES DE COCINA
DETALLE DE FOSA SEPTICA + POZO DE ABSORCION
HOJA: 10/10
ERESITA EDSON ROBERTO BONILLA SARMIENTO ASESOR ING. MANUEL ARRIVALLAGA