



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
LA ALDEA LOS PLANES, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA,
CHIQUMULA
DISEÑO DE UNA ESCUELA PREPRIMARIA EN EL CASCO URBANO
DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, CHIQUMULA**

Jorge Alberto Cardona Padilla
Asesorado Por Ing. Manuel Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, agosto de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
LA ALDEA LOS PLANES, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA,
CHIQUMULA
DISEÑO DE UNA ESCUELA PREPRIMARIA EN EL CASCO URBANO
DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, CHIQUMULA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JORGE ALBERTO CARDONA PADILLA
ASESORADO POR EL ING. MANUEL ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO/A	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO/A	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR/A	Ing. Oswaldo Escobar Alvarez
EXAMINADOR/A	Ing. Manuel Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR/A	Ing. Pedro Aguilar Polanco
SECRETARIO/A	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
LA ALDEA LOS PLANES, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA,
CHIQUMULA
DISEÑO DE UNA ESCUELA PREPRIMARIA EN EL CASCO URBANO
DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, CHIQUMULA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha del 2 de noviembre de 2005.

JORGE ALBERTO CARDONA PADILLA

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS

Por darme la vida y siempre estar a mi lado en los momentos de tristeza y alegría. También, por darme las fuerzas para alcanzar mis objetivos.

MIS PADRES

PEDRO RIGOBERTO CARDONA VILLATORO

IRMA BEATRIZ PADILLA COLLINS (+)

Gracias a su amor y ayuda me fue posible alcanzar esta meta.

MI FAMILIA

Por ayudarme a lo largo de este camino y estar ahí en los momentos de tristeza y alegría.

ASESOR

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga, por su asesoría y colaboración en la realización de este trabajo de graduación.

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN ERMITA

Por la oportunidad y el apoyo que me brindaron para el desarrollo de este trabajo de graduación.

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
OBJETIVOS	XV
RESUMEN	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA	1
1.1 Marco general	1
1.1.1 Antecedentes históricos.....	1
1.1.2 Ubicación geográfica	3
1.1.3 Límites y colindancias	3
1.1.4 Etnias e idiomas	4
1.1.5 Fiestas.....	4
1.1.5.1 Danza del Torito Pinto	4
1.1.5.2 La Jalada de Gallos.....	4
1.1.5.3 La Cagada del Zope.....	5
1.2 Recursos naturales	5
1.2.1 Clima y zonas de vida	5
1.2.2 Fisiografía	6
1.2.3 Hidrografía	7
1.2.4 Tenencia de la tierra	7
1.3 Población	9
1.3.1 Por área urbana y rural.....	9
1.3.2 Población económicamente activa	10

1.3.3	Descripción de vivienda	10
1.4	Infraestructura productiva básica	13
1.4.1	Salud	13
1.4.2	Educación	13
1.4.2.1	Preprimaria	13
1.4.2.2	Primaria	13
1.4.2.3	Nivel básico	14
1.4.2.4	Nivel diversificado	14
1.4.3	Comunicaciones	14
1.4.4	Energía eléctrica	15
1.5	Infraestructura organizacional del municipio	15
1.6	Actividades productivas	16
1.6.1	Agricultura	16
1.6.2	Pecuario	16
1.6.3	Comercio	16
1.6.4	Artesanía	17
1.6.5	Turismo	17
2	DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LOS PLANES, EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, CHIQUMULA	19
2.1	Descripción del problema	19
2.2	Estudios preliminares	20
2.2.1	Estudio topográfico	20
2.2.2	Período de diseño	20
2.2.3	Población actual	20
2.2.4	Población futura	21
2.3	Partes de un sistema de alcantarillado sanitario	23
2.3.1	Colector principal	23
2.3.1.1	Diámetros de la tubería	23
2.3.1.2	Profundidad de la tubería	23
2.3.2	Pozo de visita	24
2.3.3	Conexiones domiciliarias	25
2.4	Volumen de excavación	26

2.5	Cota invert -----	27
2.6	Diseño del tramo comprendido entre pozos 1.1 y 1.2 -----	28
2.6.1	Principios básicos de diseño-----	29
2.6.1.1	Tirante-----	29
2.6.1.2	Velocidad de flujo -----	30
2.6.1.3	Pendientes máximas y mínimas-----	30
2.6.1.4	Factor de rugosidad -----	30
2.6.2	Caudal domiciliar -----	31
2.6.3	Caudal de conexiones ilícitas-----	33
2.6.3.1	Método racional-----	33
2.6.3.2	Método utilizado por la municipalidad de Guatemala -----	34
2.6.3.3	Método utilizado por del Instituto de Fomento Municipal (INFOM) -----	35
2.6.4	Caudal medio-----	35
2.6.4.1	Factor de caudal medio-----	36
2.6.5	Factor de Harmond-----	37
2.6.6	Caudal de diseño-----	38
2.6.7	Velocidad de flujo y caudal a sección llena -----	39
2.6.8	Velocidad de flujo y caudal a sección parcialmente llena -----	40
2.6.9	Cotas invert y profundidad de pozo -----	43
2.7	Tratamiento del sistema de drenajes -----	43
2.8	Propuesta del desfogue de las aguas tratadas -----	44
2.9	Presupuesto del sistema de alcantarillado -----	44
2.10	Evaluación socioeconómica del proyecto -----	45
2.10.1	Tasa interna de retorno (T.I.R.) del proyecto -----	46
2.10.2	Valor presente neto (V.P.N.) del proyecto-----	51
2.11	Cronograma de ejecución del proyecto -----	53
2.12	Operación y mantenimiento -----	54
2.12.1	Prioridades para la inspección y el mantenimiento-----	54
2.12.2	Técnicas de inspección -----	55
2.12.3	Técnicas de limpieza -----	57
2.13	Costo de operación y mantenimiento O/M -----	58

3	DISEÑO DE UNA ESCUELA PARA EL NIVEL PREPRIMARIO EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA,	61
	CHIQUIMULA	61
3.1	Descripción del problema	61
3.1.1	Descripción de la solución propuesta	61
3.2	Descripción del sistema estructural de mampostería a utilizar	62
3.2.1	Ventajas estructurales de la mampostería reforzada	63
3.2.2	Elementos del sistema de la mampostería reforzada	63
3.2.2.1	La lechada	64
3.2.2.1.1	Lechada fina	64
3.2.2.1.2	Lechada gruesa	65
3.2.2.1.3	Slump de la lechada	66
3.2.2.1.4	Método de verter la lechada	66
3.2.2.1.5	Paredes fundidas totalmente con lechada	67
3.2.2.1.6	Paredes fundidas parcialmente con lechada	67
3.2.2.1.7	Vertida de la lechada y el levantado	67
3.2.2.1.8	Consolidación	68
3.2.2.2	Mampostería	68
3.2.2.2.1	Mampostería de alta resistencia	69
3.2.2.3	El mortero	70
3.2.2.4	Amarres	71
3.2.2.5	Posicionadores	71
3.2.2.6	Registros de limpieza	72
3.2.2.7	Acero principal de refuerzo	73
3.2.3	Construcción en clima cálido y clima frío	73
3.3	Inspección de la mampostería durante la construcción	73
3.4	Análisis estructural del edificio	74
3.4.1	Integración de cargas	74
3.4.2	Localización del centro de masa de la estructura	75
3.4.3	Localización del centro de rigidez	77
3.4.4	Cálculo de cargas laterales	80
3.4.4.1	Esfuerzo por sismo	81
3.4.4.2	Esfuerzos por viento	86
3.4.5	Cálculo de momentos de volteo	89

3.4.5.1	Distribución de cargas y momentos en los muros-----	91
3.4.6	Corte unitario y esfuerzos flexionante -----	94
3.4.7	Ejemplos de diseño -----	98
3.4.7.1	Diseño de muros -----	98
3.4.7.1.1	Diseño de muros por flexión -----	99
3.4.7.1.2	Diseño de muro estructural #a -----	101
3.4.7.2	Diseño de techo de lámina-----	117
3.4.7.3	Diseño de techo de losa de concreto-----	125
3.4.7.4	Diseño de vigas-----	136
3.4.7.5	Diseño de columnas-----	147
3.4.7.5.1	Diseño por corte -----	155
3.4.7.6	Diseño de cimentación-----	157
3.4.7.6.1	Determinación del valor soporte del suelo -----	157
3.4.7.6.2	Diseño de cimiento corrido-----	160
3.4.8	Presupuesto del proyecto de escuela preprimaria -----	168
3.4.9	Cronograma de ejecución del proyecto -----	170
4	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -----	171
4.1	Las amenazas potenciales -----	171
4.1.1	Fase de construcción -----	172
4.1.2	Fase de operación-----	172
4.2	Tipos de vulnerabilidades de la población -----	173
4.3	Medidas de mitigación -----	176
4.3.1	Medio físico -----	176
4.3.1.1	Suelo -----	176
4.3.1.2	Hidrología e Hidrogeología -----	178
4.3.1.3	Ruido -----	179
4.3.1.4	Calidad del aire -----	180
4.3.2	Medio biótico-----	181
4.3.2.1	La flora y vegetación -----	181
4.3.2.2	Fauna -----	182
4.3.3	Medio socioeconómico-----	183
4.3.3.1	Efectos potenciales sobre la población -----	183
4.3.3.2	Efectos potenciales sobre el sector primario -----	183
4.3.3.3	Efectos potenciales sobre las infraestructuras y servicios -----	184

4.3.3.4	Efectos potenciales sobre el patrimonio histórico cultural -----	184
4.3.3.5	Efectos potenciales sobre los espacios naturales protegidos -----	185
4.3.4	Medio perceptual -----	185
4.3.4.1	Efectos potenciales sobre el paisaje -----	185
CONCLUSIONES -----		187
RECOMENDACIONES -----		189
BIBLIOGRAFÍA -----		191
APÉNDICES -----		193
ANEXOS -----		241

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Gráfico tenencia de la tierra _____	8
2.	Gráfico de población de municipio de San Juan Ermita _____	9
3.	Gráfico de población económicamente activa _____	10
4.	Gráfico de materiales de construcción de techo _____	11
5.	Gráfico de construcción de piso _____	12
6.	Gráfico de materiales de construcción de paredes _____	12
7.	Cotas invert _____	27
8.	Tramo a diseñar _____	28
9.	Cronograma de ejecución del proyecto _____	53
10.	Tipos de posicionadores _____	71
11.	Espaciamiento máximo de los registros de limpieza _____	72
12.	Detalles de costanera simple _____	119
13.	Detalle de costanera doble _____	121
14.	Diagrama de momentos de las vigas _____	123
15.	Distribución de losas _____	126
16.	Armado de losas _____	135
17.	Armado de vigas de mampostería _____	146
18.	Cronograma de ejecución del proyecto _____	170
19.	Localización del municipio de San Juan Ermita _____	195
20.	Plano de planta topográfica _____	1
21.	Plano de planta general _____	3
22.	Plano de densidad de vivienda _____	5
23.	Plano de perfiles #1 _____	7
24.	Plano de perfiles #2 _____	9
25.	Plano de perfiles #3 _____	11

26.	Plano de perfiles #4 _____	13
27.	Plano de detalles generales _____	15
28.	Croquis de identificación de muros para el análisis estructural _____	227
29.	Plano de planta acotada y planta amueblada _____	229
30.	Plano de planta de acabados _____	231
31.	Plano de planta de estructura y cimentación _____	233
32.	Plano de planta de instalaciones eléctricas _____	235
33.	Plano de planta de drenajes y planta de agua potable _____	237
34.	Plano de planta de techos _____	239
35.	Tabla de coeficientes de flexión basados en valores de np _____	243
36.	Tabla de coeficientes de flexión basados en valores de np _____	244

TABLAS

I.	Zonas de vida, municipio de San Juan Ermita. _____	5
II.	Paisaje fisiográfico. Municipio de San Juan Ermita. _____	6
III.	Micro cuencas, municipio de San Juan Ermita. _____	7
IV.	Profundidad de la tubería en relación a su diámetro _____	24
V.	Ancho de zanja, en relación al diámetro y profundidad de tubería _____	26
VI.	Factores de rugosidad (n) _____	31
VII.	Valores permitidos de factor de caudal medio _____	37
VIII.	Resumen de relaciones hidráulicas _____	41
IX.	Presupuesto de ejecución del proyecto de drenajes _____	44
X.	Primera iteración de tasa interna de retorno _____	49
XI.	Segunda iteración de la tasa interna de retorno y valor de TIR _____	50
XII.	Valor presente neto _____	52
XIII.	Métodos de limpieza de alcantarillados por remoción hidráulica _____	57
XIV.	Costos anuales de inspección y mantenimiento _____	58
XV.	Posibles usos de la lechada _____	65

XVI.	Posibles usos de los diferentes tipos de mortero _____	70
XVII.	Cálculo de centro de masa de la estructura _____	75
XVIII.	Centro de masa de techos _____	76
XIX.	Cálculo de rigidez _____	78
XX.	Factor de sismo _____	81
XXI.	Factor de importancia _____	82
XXII.	Factor de sistema estructural _____	83
XXIII.	Coeficiente de área _____	84
XXIV.	Factor de exposición _____	87
XXV.	Coeficiente de presión _____	87
XXVI.	Factor de viento _____	88
XXVII.	Distribución de fuerzas horizontales de sismo _____	90
XXVIII.	Momentos de volteo (transversal y longitudinal) _____	90
XXIX.	Distribución de cargas y momentos en muros de carga _____	93
XXX.	Corte unitario y de esfuerzos flexionantes _____	97
XXXI.	Características de costanera _____	119
XXXII.	Valores soporte de algunos tipos de suelos _____	158
XXXIII.	Peso volumétrico de algunos tipos de suelo _____	159
XXXIV.	Presupuesto de escuela preprimaria _____	169
XXXV.	Medios afectados según la fase del proyecto _____	173
XXXVI.	Vulnerabilidades durante la construcción _____	174
XXXVII.	Vulnerabilidades durante la operación del proyecto ya terminado _____	175
XXXVIII.	Valores límite de exposición al ruido recomendados por la OMS _____	180
XXXIX.	Libreta topográfica _____	213
XL.	Cálculo hidráulico _____	221

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
\$	Dólar Estadounidense
%	Porcentaje
dB	Decibelio. Unidad empleada para expresar la relación entre dos potencias eléctricas o acústicas; es diez veces el logaritmo decimal de su relación numérica.
δc	Peso específico del concreto
$e_{x,y}$	Excentricidad en "x" y "y"
ϕ	Diámetro
kips	Kilo libras (1000 libras)
ksf	Kilo libras sobre pie cuadrado
ksi	Kilo libras sobre pulgada cuadrada
plf	Pie por libra
psf	Libras sobre pie cuadrado

GLOSARIO

ARD	Aguas residuales domésticas.
Cantilever	En Ingeniería y en construcción, viga o armazón sujeta por un extremo o por el centro, pero no por los dos extremos, la cual tiene que soportar las fuerzas aplicadas a toda la estructura, incluso las aplicadas al extremo libre.
Desencofrante	Químico que se vierte sobre los moldes y ayuda a remover el encofrado.
Encofrado	Molde formado con tableros o chapas de metal, en el que se vacía el hormigón hasta que fragua y que se desmonta después.
Escala de Mercalli	Escala utilizada para evaluar y comparar la intensidad de los sismos. Va desde I a XII.
Msnm	Metros sobre el nivel del mar.
O/M	Operación y mantenimiento.
Pluviometría	Medida de las precipitaciones caídas en una localidad o región durante un tiempo dado.
Slump	Revenimiento.
Trabajabilidad	Capacidad de la mezcla de tomar la forma del molde en que se vierte.

OBJETIVOS

General

Proponer el diseño de dos proyectos de infraestructura que serán de beneficio para los pobladores del municipio de San Juan Ermita del departamento de Chiquimula.

Específicos

1. Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Los Planes, del municipio de San Juan Ermita, del departamento de Chiquimula.
2. Diseño de una escuela para nivel preprimario en el casco urbano del municipio de San Juan Ermita, del departamento de Chiquimula.

RESUMEN

San Juan Ermita, es un municipio del departamento de Chiquimula, a una distancia de la capital de 90km y a 22km, desde la cabecera departamental, cuenta con una población de 13,250 habitantes, su clima varía desde cálido a templado en las partes más altas del municipio.

El sistema de drenaje diseñado para la aldea de Los Planes debe servir a 522 habitantes, por un período de 30 años y cuenta con la peculiar característica de haberse diseñado en un terreno muy irregular, lo que produjo, en algunas partes del sistema, pozos de visita, con profundidades mayores a los 3 metros, esto para evitar pendientes muy grandes en los colectores; dichas pendientes junto con sus diámetros afectarán, directamente, el cumplimiento de las relaciones hidráulicas de velocidad y tirante del flujo que circula en las tuberías. El tratamiento de las aguas residuales no se consideró en este documento, puesto que su diseño corresponde, únicamente, a especialistas en esta materia.

El diseño de la escuela preprimaria tiene como objetivo proporcionar un ambiente agradable y seguro a los niños que utilizaran este edificio. Se a de construir por medio de mampostería reforzada, la cual entre sus características más importantes se puede mencionar: una capacidad de soportar fuerzas de sismo y viento, considerables, y la capacidad de soportar por mayor tiempo el calor producido por el fuego de un incendio, en comparación con otros tipos de estructura que no son de mampostería reforzada.

La parte en el proceso de realización de un proyecto que más afecta el medio ambiente es la fase de construcción, ya que, aquí es donde más cambios se genera sobre el ambiente y en menor medida la fase de operación que, por lo general, suelen producir ruidos molestos, esto se aplica, únicamente, en los proyectos en estudio de este trabajo.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la educación y la salud son de los servicios básicos que necesita una comunidad para su desarrollo, por este motivo en los diversos capítulos, los cuales conforman este trabajo de graduación se desarrollarán dos proyectos de infraestructura rural: un proyecto de introducción de drenaje sanitario para la aldea Los Planes y una escuela para el nivel preprimario en el casco urbano del municipio de San Juan Ermita en el departamento de Chiquimula.

Se describirá cada uno de los pasos necesarios para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, iniciando desde el levantado topográfico, el análisis de la población a beneficiar por el proyecto, describiendo la cantidad de habitantes por edad y sexo, se darán a conocer el tipo de materiales con los que están construidas sus viviendas, la población económicamente activa, etc., hasta la determinación de las profundidades de los pozos que se utilizarán en el sistema.

Para la escuela preprimaria del casco urbano se iniciará el diseño con la integración de las cargas, tanto muertas, vivas, por sismo y las de viento, siendo las de viento las de menos importancia debido a que no es una estructura muy elevada, se continuará con la determinación de los momentos y cargas actuantes por medio del análisis estructural, luego, se concluirá con el diseño de los elementos estructurales para así determinar su distribución de acero, es importante mencionar que esta estructura se realizará por medio de mampostería reforzada.

Por último, se describirán los posibles daños que sufrirá el medio ambiente con la construcción de estos proyectos que son de suma importancia para el desarrollo del municipio de San Juan Ermita.

1 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA

1.1 Marco general

1.1.1 Antecedentes históricos

La conquista del corregimiento de Chiquimula de la Sierra se inició en 1524 por los capitanes Juan Pérez Dardón, Sancho de Barahona y Bartolomé Becerra, acompañados por los curas Juan Godinez y Francisco Hernández. Sin embargo el área no fue totalmente subyugada sino hasta 1530, cuando la sublevación iniciada por el cacique Copán Calel y el Señor de Mictlan fue sofocada por Hernando de Chávez y Pedro de Analín. La población indígena del corregimiento de Chiquimula de la Sierra estaba compuesta por hablantes de chortí, pokomam, xinca y pipil. El chortí es un idioma maya que, junto al chol, cholán y chontal, se hablaba en el siglo XVI en la región que se extiende desde Copán y Quiriguá hasta el sur de Petén y las zonas bajas de Campeche y Tabasco. Originalmente el nombre del municipio fue San Juan Jocotán; a algunos poblados asentados cerca de ríos se les designó la advocación de San Juan en honor a San Juan el Bautista, que desde la fecha es el Patrón del municipio. En un documento de 1677 aparece como pueblo nuevo y alrededor de 1700 la población mayoritaria en el corregimiento de Chiquimula de la Sierra era la chortí. El nombre del municipio fue modificado a principios del siglo XVIII, llamándose desde entonces San Juan Ermita.

Respecto al vocablo Ermita, anteriormente existió una ermita que tenía como función la de oración y encomendación de los viajeros antes o al finalizar un viaje. Así también se cree que en la antigüedad, este municipio se encontraba poblado por ermitaños que se guarnecían en grutas. No se tiene conocimiento alguno de la fecha exacta en que el municipio fue fundado, pero es un pueblo antiguo creado en la época colonial. En la Constitución Política del Estado de Guatemala decretada por asamblea el 11 de octubre de 1825, San Juan Ermita es mencionado como uno de los 30 pueblos que formaban el corregimiento de Chiquimula de la Sierra.

La iglesia católica que se ubica en el centro de la cabecera municipal es de tipo colonial. En su interior se pueden apreciar imágenes antiguas, como la de San Juan Bautista, el patrono de la comunidad. El camarín o altar mayor, de estilo arquitectónico es único en el oriente del país. Así mismo una de las campanas que se encuentra en la torre del templo tiene cincelado en su borde la leyenda en latín "San Juan Ermita, 1729" y se supone que las campanas son lo último que se manda hacer en las iglesias.

Existen algunas pilas coloniales donde se procesaba el añil, planta tintórea utilizada en aquel tiempo para colorear sus vestimentas.

Debido a que fue un asentamiento de colonizadores españoles, esta es la razón de la existencia de muchos apellidos de origen español.

1.1.2 Ubicación geográfica

El municipio de San Juan Ermita pertenece al departamento de Chiquimula, que es parte de la región Nororiente o Región III de Guatemala. Se ubica en la latitud Norte de 14°45'47" y longitud Oeste de 89°25'50". Cuenta con un área aproximada de 90 km²; ver Figura 40 en apéndices.

Para llegar a la cabecera municipal se cuenta con una vía de acceso, partiendo de la ciudad capital; se toma la carretera centroamericana (CA-9) hasta el municipio de Río Hondo, en el departamento de Zacapa; luego se toma la CA-10 y a la altura de la aldea Vado Hondo, del departamento de Chiquimula en el Km. 177; se continua por la carretera CA-11, que conduce a la frontera de El Florido, con la república de Honduras y a la altura del Km. 187.5; se encuentra la cabecera municipal, todo el trayecto es asfaltado. La cabecera municipal se comunica con sus aldeas y caseríos por medio de caminos de terracería que se recorren con vehículo de doble tracción, en algunos casos y en la mayoría con vehículo sencillo, o por veredas que se recorren a pie o en bestia.

1.1.3 Límites y colindancias

Colinda al Norte con el municipio de Jocotán; al Sur, con el municipio de Esquipulas; al Este con los municipios de San Jacinto y Quetzaltepeque y al Oeste con el municipio de Olopa, todos municipios del departamento de Chiquimula.

1.1.4 Etnias e idiomas

Es importante considerar que la mayoría de la población es de la etnia Ch'orti', y se ubica en el área rural, se calcula que los pobladores de esta etnia representan casi el 89 por ciento del total de la población. Aunque es elemental mencionar que el castellano es el idioma que más se habla en el municipio y el ch'orti es menos utilizado en la actualidad.

1.1.5 Fiestas

1.1.5.1 Danza del Torito Pinto

Según datos proporcionados por algunos campesinos de las aldeas de San Juan Ermita, la danza del Torito Pinto se realiza desde tiempos de la colonia. Se cree que es de origen español, Esta danza se realiza el día de Navidad. El torito es llevado a la adoración del niño, dando mugidos fuertes y acompañado por tambores. Según la leyenda la mula y el buey, que estaban presentes en el establo, querían hacerle daño al niño y cuando el torito pinto se da cuenta, llega rápidamente al establo para proteger con su aliento al niño Jesús.

1.1.5.2 La Jalada de Gallos

Algunos señalan que representa la forma como fue martirizado San Juan Bautista, el patrón del pueblo, quien fue degollado por Herodes. Buscando causas sociológicas, aseguran que se deriva de la crueldad de los españoles para con los indígenas de este pueblo, que era una manera de asustarlos.

Se colocan los gallos atados a un lazo que pende de dos palos. Los mismos serán sacrificados arrancándoles la cabeza a tirones; de lo cual se encargan varios hombres cabalgando en sus caballos. Esta tradición se realiza todos los 24 de junio (día del nacimiento de Juan Bautista).

1.1.5.3 La Cagada del Zope

Esta tradición se encuentra ligada a la de la jalada de de gallos, se celebra también en 24 de junio; ya en tiempo de invierno el río Carcaj se llena de agua y se forman hermosas pozas. Ese día antes de que salga el sol, la mayoría de los pobladores del municipio solía ir a bañarse al río, porque si no lo hacían se supone que los caga el zope.

1.2 Recursos naturales

1.2.1 Clima y zonas de vida

La temperatura media anual oscila entre 23 °C y 25 °C; la precipitación media anual varía entre 1100 y 1600 mm. En el municipio de San Juan Ermita se identifican dos zonas de vida: el bosque húmedo subtropical templado (bh-S(t)) que ocupa el 82% del área del municipio y el bosque seco subtropical (bs-S) con el porcentaje restante, que corresponde al 18%, según la tabla I.

Tabla I. Zonas de vida, municipio de San Juan Ermita.

Zona de vida	Área (Ha)	%
bh-S(t)	6,791	82
bs-S	1,463	18
Total	8,254	100

Fuente: Consultores Integrados, 2004, con base en De la Cruz, J. P., Guatemala, 1983.

1.2.2 Fisiografía

Las altitudes varían entre los 480 y 1660 metros sobre el nivel del mar (msnm), por lo que el municipio de San Juan Ermita presenta diversidad de paisajes fisiográficos, entre los cuales el 79% es montaña; sigue el cerro con un 10% y luego el valle con un 8% finalmente, el porcentaje más bajo corresponde a la altiplanicie con un 3%. Debido a estas características el terreno de este municipio es clasificado como quebrado a ondulado. En la tabla II se presenta el desglose de la información que incluye, además el nombre de cada uno de los paisajes identificados, la cantidad de área que ocupa y el porcentaje que ésta representa.

Tabla II. Paisaje fisiográfico. Municipio de San Juan Ermita.

Paisaje	Área (Ha)	%
Altiplanicie	209	3
Cerro	819	10
Montaña	6,524	79
Valle	703	8
Total	8,255	100

Fuente: Unidad del Sistema de Información geográfica de consultores integrados, 2004

En el Noroeste, al Oeste y Sureste del municipio donde se encuentran las aldeas La Ceibita, Caulotes, Buena Vista, Minas Arriba, Minas Abajo, Los Planes, Veguitas, Ticanlú, San Francisco Chancó, Corral de Piedras, Salitrón, Río Arriba, Los Encuentros, San Antonio Lajas y Chispán se encuentran suelos en donde un gran porcentaje poseen pedregosidad, con un color de suelo beige claro a gris oscuro, afloran rocas de la formación tactic, son filitas de color, con grafito, cuarzo y talco.

Al norte, Noroeste, Este y Sureste del municipio, donde se encuentran las aldeas de Lagunetas, El Carrizal, Tasharja, Churischán y Quequesque, existen suelos sobre materiales sedimentarios o metamórficos; encontrándose suelos desde franco hasta suelos franco arcilloso.

1.2.3 Hidrografía

En el municipio predomina la micro cuenca del río Carcaj, esta micro cuenca ocupa el 70% del área del municipio; en segundo lugar está la del río Shataqué que abarca un 26% del territorio del municipio; con porcentajes entre 2 y 1% se encuentra el río San Nicolás y las quebradas Morguán y Torja, conforme se presenta en la tabla III, estas micro cuencas pertenecen a la cuenca del río Motagua

Tabla III. Micro cuencas, municipio de San Juan Ermita.

Sub. - cuenca	Área (Ha)	%
Río Carcaj	5,802	70
Río Shataqué	2,141	26
Río San Nicolás	155	2
Quebrada Morguán	118	1
Quebrada Torja	30	1
Total	8,246	100

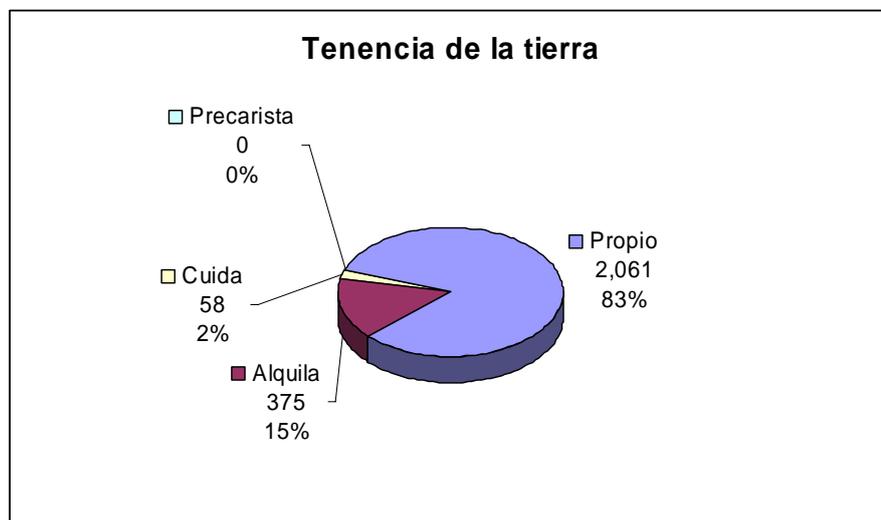
Fuente: Unidad del Sistema de Información Geográfica de Consultores Integrados, 2004

1.2.4 Tenencia de la tierra

De acuerdo a las fuentes consultadas, el municipio consta de dos fincas, una comunal que comprende las aldeas de Chispán Jaral, San Antonio Lajas, Churischán, Tasharjá, Quequesque y sus caseríos.

En esta finca quien desempeña el papel de tutor es una directiva comunal, la que hace entrega de los lotes a los originarios de las aldeas mencionadas. La otra municipal que comprende las aldeas de Lagunetas, Carrizal, La Ceibita, Caulotes, Buena Vista, Minas Abajo, Minas Arriba, Los Planes, Veguitas, Ticanlú, Corral de Piedras, Salitrón, Chancó con todo y caseríos, así como el área urbana. La mayoría de los habitantes son poseedores de pequeñas parcelas de terreno, de las cuales no tienen títulos de propiedad, por lo que carecen de certeza jurídica en la propiedad. Existe también un grupo de personas que tienen su residencia en los ejidos municipales. 2061 jefes de familia son propietarios de sus viviendas, 375 alquilan, 58 cuidan la vivienda donde residen, en la Figura 1 se puede apreciar el porcentaje que representa la distribución de la tierra.

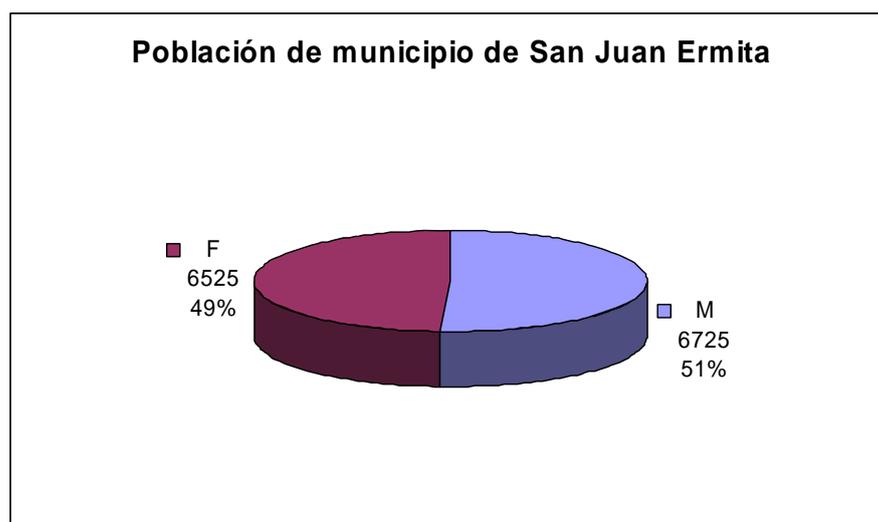
Figura 1. Gráfico tenencia de la tierra



1.3 Población

Según el censo de población que se llevó a cabo en el año 2004, con el apoyo del personal voluntario de salud (vigilante de salud y facilitadores comunitarios), se obtuvo una población de 13,250 habitantes, en la que un 49% son mujeres y el 51% son hombres. La densidad de población se estima en 147 habitantes por kilómetro cuadrado, y en la Figura 2 se puede observar la distribución de la población por sexo y el porcentaje que representa cada uno.

Figura 2. Gráfico de población de municipio de San Juan Ermita



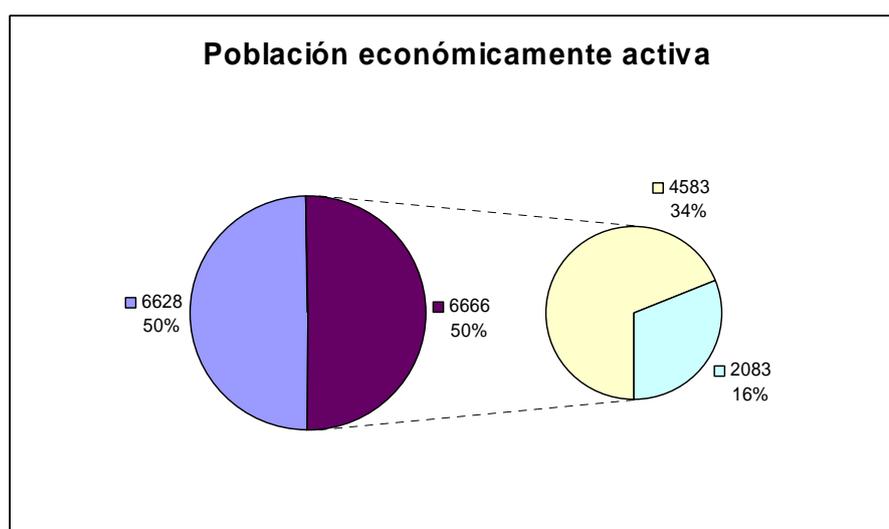
1.3.1 Por área urbana y rural

La población urbana del municipio para finales del 2004 era de 1,340 habitantes, que representan el 11 por ciento de la población total del municipio. Y la población rural es de aproximadamente 11910 habitantes, siendo el 89% del total de habitantes.

1.3.2 Población económicamente activa

En la actualidad en el municipio de San Juan Ermita, habitan 13,250 personas, de las cuales 6666 están en edades aptas para laborar, y el resto 6628, todavía no tienen la edad para el trabajo. De las que están aptas para el trabajo 4583 son mujeres y 2083 son hombres, en la Figura 3 se puede ver el porcentaje de personas que están en edad de trabajar y así también se diferencia entre hombres y mujeres.

Figura 3. Gráfico de población económicamente activa



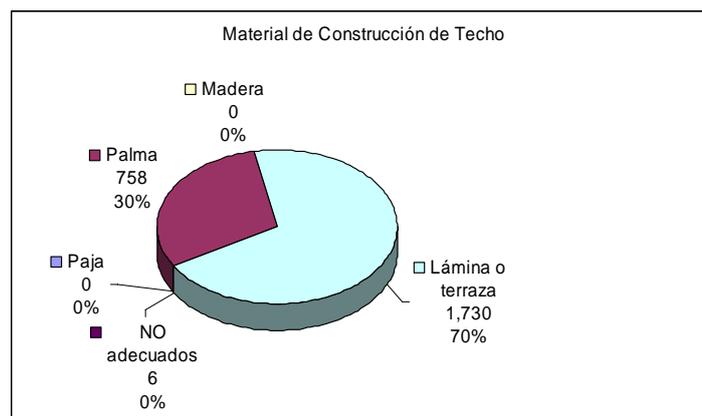
1.3.3 Descripción de vivienda

El total de viviendas existentes en el municipio es de 2,494, lo que da un promedio de 5.3 habitantes por vivienda. Vale hacer notar, que en algunas localidades se marca una diferencia significativa en cuanto a estadísticas anteriores, pero se encontró que aproximadamente 110 jefes de familia no proporcionaron datos.

A continuación se presenta una descripción de las características de las viviendas del municipio:

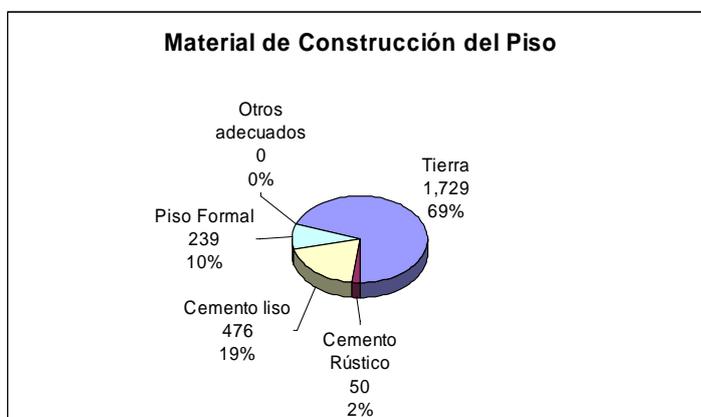
- Techos: de acuerdo a los datos que se tienen en la OMP, 758 viviendas tienen techo de palma, seis de materiales no adecuados y 1730 viviendas de lámina y terraza, dando un total de 2494 viviendas en todo el municipio, en la Figura 4 se observa gráficamente como está distribuido el tipo de techo que se utiliza en el municipio.

Figura 4. Gráfico de materiales de construcción de techo



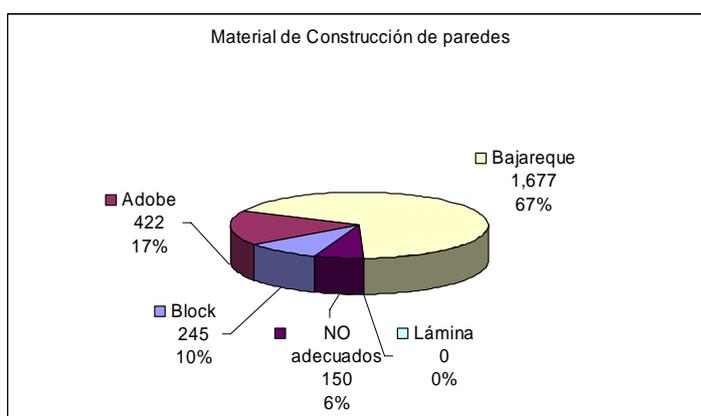
- Pisos: 1729 viviendas tienen piso de tierra, 50 de cemento rústico, 476 de cemento liso y 239 con piso formal, siendo la mayoría del área urbana, en la Figura 5 se aprecia la distribución del tipo de material que se utiliza en construir el piso en el municipio.

Figura 5. Gráfico de construcción de piso



- Paredes: de un total de 2494 viviendas que existen en el municipio 1677 viviendas tienen paredes de bajareque, 150 con materiales no adecuados (cartón, nylon, palma y paja e inclusive basura de guineo), el resto los tienen elaborados de block (245 viviendas de las cuales 101 están en el área urbana) y adobe (422 de las cuales 60 están también en el área urbana), la distribución del tipo de material que se utiliza en la construcción de las paredes se puede apreciar en la Figura 6.

Figura 6. Gráfico de materiales de construcción de paredes



1.4 Infraestructura productiva básica

1.4.1 Salud

Cuenta con un centro de salud, provisionalmente funcionando como centro de salud tipo "A", ubicado en la cabecera municipal, que incluye dentro de su personal a un inspector de saneamiento y un técnico en salud rural; un puesto de salud ubicado en la aldea Los Encuentros, atendido por un auxiliar de enfermería, tres centros de convergencia ubicados en las comunidades de aldea Quequezque, aldea Chispán Jaral y la aldea Corral de Piedras. Además en cada una de las localidades atendidas con extensión de cobertura, hay presencia de personal voluntario de salud (vigilantes de salud y comadronas tradicionales).

1.4.2 Educación

1.4.2.1 Preprimaria

Actualmente el municipio cuenta con un total de 20 edificios escolares; siendo atendidos por 14 docentes presupuestados, 7 de PRONADE y 7 municipales, teniendo una cobertura actual en educación parvularia de 150 alumnos, equivalente a un 50% de este grupo de población.

1.4.2.2 Primaria

En cuanto a este nivel se cuenta con 40 edificios escolares que son atendidos por 64 maestros presupuestados, 16 de PRONADE, un maestro contratado por Fe y Alegría y 8 maestros municipales, siendo la cobertura actual de 2500 niños, que corresponde a un 75% de la población escolar.

1.4.2.3 Nivel básico

En la actualidad se cuenta con un instituto básico por cooperativa en el área urbana y en el área rural con seis institutos de tele secundaria, dos financiados por el gobierno central, ubicados en las aldeas de Veguitas y Salitrón y 4 apoyados directamente por la municipalidad en las aldeas de Lagunetas, Encuentros, Chispán Jaral y San Antonio Lajas.

1.4.2.4 Nivel diversificado

Un hecho que sobresale en la situación del municipio, es que hoy por hoy no existe un instituto diversificado para atender la demanda de los estudiantes que tienen interés por continuar sus estudios, lo que obliga a asistir a otros municipios en busca de este servicio. Esto hace suponer que la educación diversificada para la población sanjuanera es alarmantemente costosa, lo que incide en la economía de las familias.

1.4.3 Comunicaciones

Posee servicios de correos en la cabecera municipal y sistema de cable local. Recientemente el municipio fue favorecido con el servicio de telefonía celular y a la fecha no se cuenta con teléfonos domiciliarios. Las rutas de transporte extra urbano que dan servicio al municipio son las que de la cabecera departamental comunican con la república de Honduras y la que hace recorrido por la carretera que comunica con el municipio de Olopa.

1.4.4 Energía eléctrica

El municipio cuenta con servicio de energía eléctrica en la cabecera municipal, y en la mayoría de las comunidades rurales, siendo las que no cuentan con tal servicio, aldea Carrizal, aldea Lagunetas, aldea La Ceibita, caserío El Coco y caserío Miramundo. El fluido eléctrico proviene de la planta de Panaluya del municipio de Río Hondo, del departamento de Zacapa.

1.5 Infraestructura organizacional del municipio

Cuenta con una municipalidad de 3ª. categoría, con un concejo municipal, el cual preside el Alcalde, que es electo democráticamente por el pueblo cada cuatro años. La organización comunitaria, responde a los requerimientos establecidos en la Ley de Concejos de Desarrollo Urbano y Rural y el Código Municipal vigente. También hay presencia del Comité Nacional de Alfabetización, Ministerio de Educación, Iglesia Católica, Iglesia Evangélica. Se cuenta con presencia de OG's y ONG's que desarrollan acciones en pro del desarrollo de las comunidades del municipio.

El municipio ha sido regionalizado y se cuenta con cinco munirregiones y en cuatro de ellas se cuenta con la UTR (Unidad Técnica Rural), que a la fecha no se encuentran en funcionamiento por falta de un PDA (Promotor de Desarrollo Rural). Las Iglesias, las escuelas (oficiales y privadas y/o PRONADE), deportistas y otros grupos, poseen organización, algunas veces legalizadas y en otras de manera informal.

1.6 Actividades productivas

El municipio de San Juan Ermita en la actualidad no cuenta con ningún tipo de industria.

1.6.1 Agricultura

La principal actividad productiva es la agricultura que comprende principalmente a cultivos de frijol negro, maíz, caña, café y hortalizas; cuyos exponentes son el cultivo de la cebolla, tomate, chile y cilantro. En árboles frutales son importantes el mango, zapote, chicozapote, mamey, naranja y aguacate; que se desarrollan en forma silvestre o sin ningún tipo de intervención más que la cosecha misma. Los productos son comercializados en mercados de Jocotán, Chiquimula, Puerto Barrios, Zacapa y los municipios circunvecinos.

1.6.2 Pecuario

La actividad de producción pecuaria no es significativa para todas las comunidades, sin embargo se reporta cierta actividad en la crianza de ganado vacuno y equino, pero en muy baja escala.

1.6.3 Comercio

Existen en todas las comunidades del municipio pequeños negocios que ofrecen a los vecinos artículos de consumo diario, especialmente los que no se producen a nivel local como azúcar, jabón, sal, bebidas gaseosas y otros refrescos, golosinas, candelas, etc.

1.6.4 Artesanía

La única comunidad que reportaba actividad artesanal es la aldea Tasharjá, mediante trabajos en fibra de maguey para la fabricación de hamacas, redes, bolsas, etc. Es de hacer notar que con el tiempo se ha ido dejando la actividad por no representar mucha importancia económica.

1.6.5 Turismo

El municipio se encuentra inmerso en lo que se conoce como “La ruta Maya Chortí”, posee atractivos turísticos para la recreación, la exploración, la ecología, etc. Los potenciales turísticos lo constituyen: las pinturas rupestres de los Peñascos de los Migueles, la majestuosa Iglesia Colonial ubicada en el área urbana, el balneario de Las Ventanas a la altura de la aldea Los Planes, sobre el río Carcaj, la cueva del Negro en la aldea Quequesque cercana al nacimiento del río Carcaj, los cimientos coloniales de la aldea Chancó, así como innumerables paisajes naturales como el Pinalón que pudiera albergar un sendero ecológico.

2 DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LOS PLANES, EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA

2.1 Descripción del problema

Con la acumulación de las aguas residuales producidas por los habitantes de la aldea Los Planes, que se descargan en las calles y se acumulan rápidamente en algunas partes del área urbana con lo cual se corre el gran riesgo de la propagación de enfermedades causadas por la contaminación e ingestión de agua contaminada, y, por la proliferación de insectos tales como moscas y mosquitos que son en muchos casos portadores y transmisores de enfermedades que pueden llegar a ser mortales para el ser humano. Por ello, es importante un sistema que permita el transporte de estos desechos, captándolos desde su origen: ya sea las viviendas, comercios o fábricas; hacia áreas que permitan el establecimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales para lograr posteriormente descargar el agua ya tratada hacia pozos de absorción, ríos, etc.

2.2 Estudios preliminares

2.2.1 Estudio topográfico

El desarrollo del presente estudio requirió de un levantamiento topográfico de primer orden, el cual fue realizado por una empresa particular contratada por la municipalidad de San Juan Ermita. Con los datos obtenidos del levantamiento topográfico se obtiene la información necesaria para determinar las diferentes pendientes del terreno y la localización de las calles de la aldea, así también el tipo de material con el que están construidas.

2.2.2 Período de diseño

El período de diseño, es el tiempo en años en que se pretende funcione adecuadamente el sistema de drenajes, en este caso será de 30 años, para determinar este valor, se debe considerar la calidad de los materiales a emplear en la construcción del sistema, lo cual influenciará en la vida útil que puede tener el proyecto, se debe considerar también para determinar este periodo diseño, los recursos económicos de los que dispone la aldea y las normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y de la Dirección General de Obras Públicas.

2.2.3 Población actual

La aldea Los Planes, cuenta en la actualidad con 82 viviendas, en las cuales se asume que habitan 6 habitantes en cada una de ellas, esto da una población de aproximadamente 492 personas que habitan la aldea.

2.2.4 Población futura

Todo sistema de alcantarillado debe adecuarse a un funcionamiento eficiente durante un período determinado. En este caso se adoptó un período de diseño de 30 años. Para encontrar la cantidad de habitantes que utilizarán el servicio en el futuro, se utilizó el método de incremento geométrico, este método supone que el crecimiento de la población ocurrirá en forma exponencial; es útil en poblaciones en vías de desarrollo y que poseen importantes áreas de expansión, las cuales pueden ser dotadas de servicios públicos sin mayores dificultades. Para poder determinar la población futura se utilizará la siguiente ecuación:

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

Donde:

- Pf = Población futura
- Po = Población del último censo
- r = Tasa de crecimiento
- n = Periodo de diseño

Para determinar la población futura de diseño, se determina la tasa de crecimiento anual r, lo cual se logra sustituyendo los siguientes valores en la ecuación anterior:

Si:

- Pf = 13250 habitantes, según Oficina Municipal de Planificación al 2004

Po =11911 habitantes, INE al 2002

n =3 años

Entonces:

$$13250 = 11911(1+r)^3$$

$$r = 3.61\%$$

El porcentaje de las tasas de crecimiento a nivel municipal, que según el resultado anterior, es de 3.61 % anual. Para el diseño se utilizará un porcentaje del 3%.

Si:

Po =492 habitantes

Pf = x

n =30 años

r =3 %

$$Pf = 492 \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{30}$$

$$Pf = 1194.21hab$$

$$Pf = 1195hab$$

La población que deberá soportar el sistema de alcantarillado en 30 años será de 1195 habitantes, lo cual se considerará para el diseño como la población futura.

2.3 Partes de un sistema de alcantarillado sanitario

2.3.1 Colector principal

Es el medio por el cual se evacuan y transportan las aguas residuales y desechos generados por el hombre, lejos de donde se producen, este medio puede ser a través de tubería subterránea, estas tuberías deben actuar hidráulicamente como canales abiertos.

2.3.1.1 Diámetros de la tubería

El diámetro mínimo de tubería, que se utiliza para el diseño de alcantarillado sanitario, es de 8 pulgadas cuando se trabaja con tubería de concreto; esto se debe a requerimientos de flujo, limpieza, con lo cual se evitan las obstrucciones en la tubería. En tubería de cloruro de polivinilo (P.V.C.), el diámetro mínimo es de 6 pulgadas; para este proyecto, como ya se mencionó, se utilizó este tipo de tubería.

2.3.1.2 Profundidad de la tubería

La colocación de la tubería debe hacerse a una profundidad en la cual no sea vea afectada por las inclemencias del tiempo y por el tráfico de los vehículos que circulan sobre las calles. En la tabla IV se puede apreciar la profundidad que se recomienda para la tubería, dicha profundidad dependerá del diámetro de la tubería y del tipo de tráfico que debe soportar la calle, el cual puede ser liviano o pesado.

Tabla IV. Profundidad de la tubería en relación a su diámetro

	Diámetro (in)											
	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"	60"
Tráfico Normal (m)	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	2	2.1	2.3	2.6
Tráfico Pesado (m)	1.4	1.5	1.6	1.5	1.7	1.8	1.9	2	2.2	2.3	2.5	2.8

Fuente: Estudio y diseño de la red de recolección de aguas residuales, del caserío Los Angeles, del municipio de Champerico, departamento de Retalhuleu. Trabajo de graduación. Rodas, Erick. 2004.

2.3.2 Pozo de visita

Los pozos de visita son parte de un sistema de alcantarillado y son empleados como medios de inspección y limpieza. Según las normas para la construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En toda intersección de colectores.
- Al comienzo de todo colector.
- En todo cambio de sección o diámetro.
- En todo cambio de dirección.
- En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 y 120 metros.
- En las curvas de colectores, a no más de 30 metros.
- Cambios bruscos de pendiente

En los pozos enlazados con una alcantarilla más profunda, se puede economizar la excavación manteniendo la tubería superior con una pendiente razonable y estableciendo una caída vertical en el pozo de visita. Los pozos así construidos se denominan de caída. A pesar de que las aguas residuales siguen por el tubo vertical, la alcantarilla atraviesa la pared del pozo de visita, lo que permite su limpieza.

Otras formas de disipar la energía en los pozos de visita, es disponer de planos horizontales escalonados, lo que genera un incremento en el costo de los pozos por la complejidad en su construcción, esto se aplica a los pozos de visita que tiene profundidades mayores a los 2.5m. En los pozos de visita profundos, se disponen escalones para que se pueda bajar al momento de la inspección y limpieza del sistema, suelen ser de varillas de hierro, empotradas en las juntas de los ladrillos.

2.3.3 Conexiones domiciliarias

Una conexión domiciliar es un tubo que lleva las aguas servidas desde una vivienda o edificio a un colector principal.

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 en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico. Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces. En colectores pequeños es conveniente una conexión en Y que proporciona una unión menos violenta de los escurrimientos que la que se conseguiría con una conexión en T. Sin embargo, las conexiones en T son más fáciles de instalar. Es conveniente que el empotramiento con el colector principal se haga en la parte superior para impedir que las aguas negras retornen por la conexión doméstica cuando el colector esté funcionando a toda su capacidad.

2.4 Volumen de excavación

Es la cantidad de tierra que se removerá para la colocación de la tubería. Está influenciada por la profundidad de los pozos de visita, el ancho de la zanja; la cual depende del diámetro de la tubería a instalar y de la longitud que existe entre pozos. Para determinar el ancho de las zanjas es recomendable utilizar la tabla V.

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

Donde:

V = Volumen de excavación (m³)

H1 = Profundidad del primer pozo (m)

H2 = Profundidad del segundo pozo (m)

d = Distancia entre pozos (m)

t = Ancho de la zanja (m)

Tabla V. Ancho de zanja, en relación al diámetro y profundidad de tubería

Profundidad de zanja (cm)	de 0 a 1.3 (m)	de 1.31 a 1.85 (m)	de 1.86 a 2.35 (m)	de 2.36 a 2.85 (m)	de 2.86 a 3.35 (m)	de 3.36 a 3.85 (m)	de 3.86 a 4.35 (m)	de 4.38 a 4.85 (m)	de 4.86 a 5.35 (m)	de 5.36 a 5.85 (m)	de 5.86 a 6.35 (m)
6"	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
8"	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
10"		70	70	70	70	70	75	75	75	80	80
12"		75	75	75	75	75	75	75	75	80	80
15"		90	90	90	90	90	110	90	90	90	90
18"		110	110	110	110	110	110	110	110	110	110

Fuente: Estudio y diseño de la red de recolección de aguas residuales, del caserío Los Angeles, del municipio de Champerico, departamento de Retalhuleu. Trabajo de graduación. Rodas, Erick. 2004.

2.5 Cota invert

Esta cota es la profundidad que existe desde la cota del terreno hasta el diámetro inferior interno de la tubería, estas pueden ser: de salida, la que sale del pozo de visita y de entrada la que ingresa en el próximo pozo de visita. Las cotas invert deben calcularse utilizando las siguientes ecuaciones:

$$C_{is} = CT - (PI + \theta)$$

$$C_{ie} = C_{is} - \frac{S * L}{100}$$

$$H_{pozo} = CT - C_{is} + 0.20$$

H_{pozo} = Altura mínima, que depende del tráfico que circule por las calles

C_{is} = Cota invert de salida

CT = Cota del terreno

C_{ie} = Cota invert de entrada

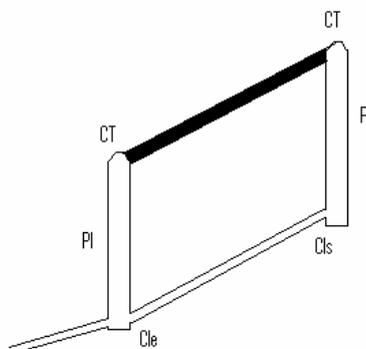
L = Distancia horizontal entre pozos

S% = Pendiente de la tubería

ϕ = Diámetro de la tubería

PI = Profundidad por tipo de trafico

Figura 7. Cotas invert

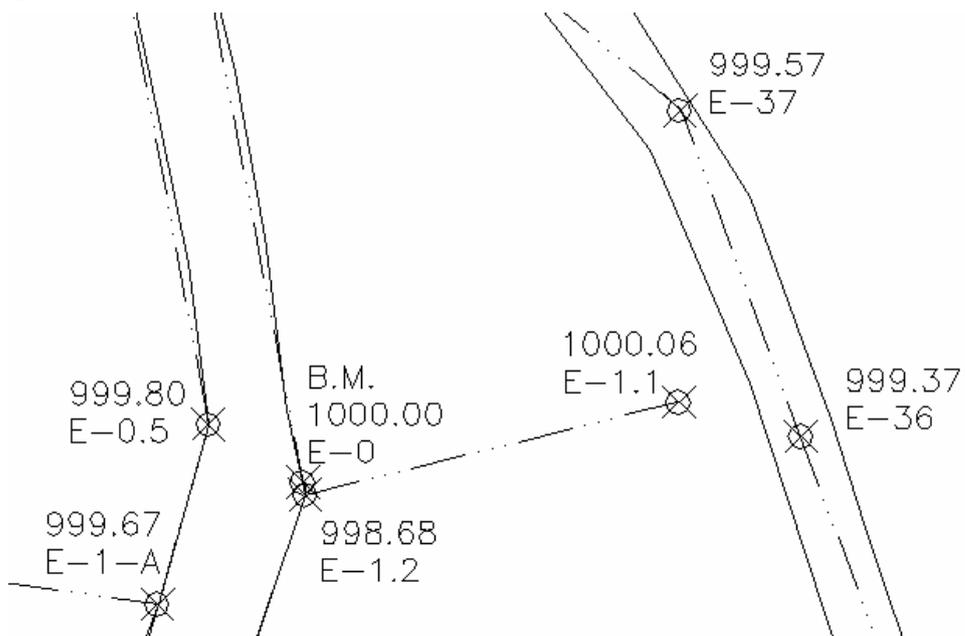


En la Figura 7 se presenta la ubicación de las abreviaturas utilizadas para el cálculo de cotas invert y a continuación se enuncian las ecuaciones respectivas.

2.6 Diseño del tramo comprendido entre pozos 1.1 y 1.2

Para el ejemplo de diseño se emplearan los puntos localizados entre las estaciones 1.1 y 1.2, los cuales pueden observarse en la Figura 8.

Figura 8. Tramo a diseñar



2.6.1 Principios básicos de diseño

2.6.1.1 Tirante

El caudal que puede transportar el drenaje está determinado por el diámetro, pendiente y velocidad del flujo dentro de la tubería. El drenaje funciona como un canal abierto, es decir, que no funciona a presión. El tirante máximo de flujo a transportar lo da la relación d/D , donde d es la profundidad o altura del flujo, y D es el diámetro interior de la tubería. Esta relación debe ser mayor de 0.10 para que exista arrastre de las aguas residuales y menor de 0.75 para que funcione como un canal abierto.

$$q < Q$$

Donde:

q = Caudal de diseño

Q = Caudal a sección llena

$$0.1 < d/D < 0.75$$

Donde:

d = Tirante

D = Diámetro interno de la tubería

2.6.1.2 Velocidad de flujo

La velocidad del flujo se ve influenciado por la pendiente del terreno, así como por el diámetro de la tubería y el tipo de tubería que se utilizará, pero principalmente por el caudal que circula dentro de la tubería. La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas de v/V , donde v es la velocidad del flujo y V es la velocidad a sección llena, v debe de ser mayor de 0.30 metros por segundo, para que no exista sedimentación en la tubería y, por lo tanto, algún taponamiento, y menor o igual que 4 metros por segundo, para que no exista erosión o desgaste; estos datos son aplicables para tubería de P.V.C.

$$0.3 \text{ m/seg} < v < 4.00 \text{ m/seg}$$

2.6.1.3 Pendientes máximas y mínimas

Para reducir costos por excavación, la pendiente de la tubería deberá adaptarse a la pendiente del terreno. Se debe considerar un rango comprendido entre 1% y 11%, aunque puede llegar a ampliarse en los casos en que se considere necesario, no es recomendable utilizar pendientes menores al 1% puesto que puede hacerse difícil el mantener las cotas y en algunos casos se podrían invertir los ángulos.

2.6.1.4 Factor de rugosidad

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

Los valores de factor de rugosidad de algunas de las tuberías más empleadas en nuestro medio, son:

Tabla VI. Factores de rugosidad (n)

MATERIAL	RUGOSIDAD
Superficie de mortero de cemento	0.011 – 0.030
Mampostería	0.017 – 0.030
Tubo de concreto Diám < 24”	0.011 – 0.016
Tubo de concreto Diám > 24”	0.013 – 0.018
Tubería de asbesto cemento	0.009 – 0.011
Tubería de PVC	0.006 – 0.011

Para diseño del proyecto se utilizara una rugosidad de 0.010 que corresponde a una tubería de PVC, según lo presentado en la tabla VI.

2.6.2 Caudal domiciliar

Es el agua que habiendo sido utilizada para realizar todas las actividades de los hogares, es desechada y conducida a la red de alcantarillado. El agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación y suministro de agua potable, se ha determinado utilizar una dotación igual a 150 lts/hab/día, que es la dotación recomendada para áreas urbanas.

Una parte de esta agua no será llevada al alcantarillado, como la de los jardines y lavado de vehículos, de tal manera que el valor del caudal domiciliar está afectado por un factor de retorno que varía entre 0.70 a 0.85, el cual queda integrado de la siguiente manera:

$$Q_{dom} = \frac{Dot * No.Hab * F.R.}{86400}$$

Donde:

Dot	= Dotación (lts/hab/día)
No.Hab.	= Número de habitantes
Q_{dom} .	= Caudal domiciliar (lts/seg)
F.R.	= Factor de retorno ($0.7 < F.R. > 0.85$)

En el plano de distribución de vivienda del apéndice se pueden observar 3 viviendas que se conectarán a este tramo, por lo que se procede a determinar la población actual y la población futura del tramo de la siguiente manera:

$$\# viv = 3$$

$$\# hab / viv = 6$$

$$Po = 3 * 6 = 18 hab$$

$$Pf = 18 \left(1 + \frac{3}{100} \right)^{30} = 43.7 hab$$

Según los datos anteriores la población actual es de 18 habitantes y la población a 30 años, con un crecimiento del 3% anual será de 44 habitantes.

Luego se procede a determinar el caudal domiciliar, con los datos ya mencionados anteriormente, de la siguiente forma:

$$Dot = 150\text{ts} / \text{hab} / \text{dia}$$

$$F.R. = 0.85$$

$$Po = 18\text{hab}; Pf = 44\text{hab}$$

$$Qd_a = \frac{18\text{hab} * 150\text{ts} / \text{hab} / \text{dia} * 0.85}{86400} = 0.0266\text{ts} / \text{seg}$$

$$Qd_f = \frac{44\text{hab} * 150\text{ts} / \text{hab} / \text{dia} * 0.85}{86400} = 0.0649\text{ts} / \text{seg}$$

Con los cálculos anteriores hemos obtenido los valores del caudal domiciliar actual y futuro.

2.6.3 Caudal de conexiones ilícitas

Este proyecto se diseña como un sistema de drenaje sanitario, por esto se considera ilegal el aporte de agua de lluvia que proveniente de la conexión que hacen los usuarios de sus bajadas de agua pluvial hacia el sistema de alcantarillado. Existen varios métodos que se aplica para determinar el caudal de aporte pluvial al sistema de alcantarillado, entre los cuales están:

2.6.3.1 Método racional

Este representa un porcentaje del total de conexiones, como una función del área de techos, patios y permeabilidad del suelo, así como de la intensidad de lluvia.

Se calcula según la ecuación siguiente:

$$Q_{\text{pluvial}} = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

Q = caudal de conexiones ilícitas

C = coeficiente de escorrentía (en techos y patios)

I = intensidad de lluvia en el área mm./hora

A = área en hectáreas (área estimada para techos y patios)

El coeficiente de escorrentía está en función directa del tipo de superficie por donde corre el agua pluvial, sean éstos patios y techos de las viviendas. La intensidad de lluvia, se expresa en mm/hora, se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{3,125}{T + 4.78}$$

Donde T es el tiempo de concentración; para tramos iniciales se puede utilizar 12 minutos.

2.6.3.2 Método utilizado por la municipalidad de Guatemala

Se toma como conexiones ilícitas un caudal de 100 lts/hab./día

$$Q_{CI} = (100 \text{ lts. /hab./día}) * (\text{población}) / 86,400$$

$$Q_{CIfa} = (100 \text{ lts. /hab./día}) * (18 \text{ hab.}) / 86,400 = 0.021 \text{ lts/seg}$$

$$Q_{CIff} = (100 \text{ lts. /hab./día}) * (44 \text{ hab.}) / 86,400 = 0.051 \text{ lts/seg}$$

2.6.3.3 Método utilizado por del Instituto de Fomento Municipal (INFOM)

Toma para conexiones ilícitas un 10% del caudal domiciliar.

$Q = 10\%$ (Caudal domiciliar)

$$Qc_{ia} = Qd_a * 0.10$$

$$Qc_{if} = Qd_f * 0.10$$

$$Qc_{ia} = 0.0266 * 0.10 = 0.003\text{ lts / seg}$$

$$Qc_{if} = 0.0649 * 0.10 = 0.007\text{ lts / seg}$$

Éste es el método que se utilizará en este proyecto para determinar el caudal de conexiones ilícitas. La ventaja de este método es que se puede utilizar cuando no se cuentan con los datos de áreas de techos, de patios, ni de calles, que pudieran llegar a descargarse en el sistema de alcantarillado.

2.6.4 Caudal medio

Este caudal se determina por medio de la suma de los caudales que contribuyen al sistema, dividida entre el tiempo total en un día, y se expresa en litros/habitante/segundo; estos caudales son:

- Caudal domiciliar
- Caudal comercial
- Caudal industrial
- Caudal de infiltración
- Caudal de conexiones ilícitas

En este proyecto no se tomará en cuenta el caudal industrial debido a que no existen industrias en la aldea, lo mismo sucede con el caudal comercial, ya que no existen comercios de importancia, llegando únicamente a nivel de tiendas familiares a lo máximo, en cuanto al caudal de infiltración no se ha de considerar debido a que se utilizará tubería de PVC.

$$Q_m = Q_d + Q_{c_i}$$

$$Q_{m_a} = 0.0266 \text{ lts / seg} + 0.003 \text{ lts / seg} = 0.0296 \text{ lts / seg}$$

$$Q_{m_f} = 0.0649 \text{ lts / seg} + 0.007 \text{ lts / seg} = 0.0719 \text{ lts / seg}$$

2.6.4.1 Factor de caudal medio

El valor del factor de caudal medio se calculó de la siguiente manera:

$$F_{qm} = \frac{Q_m}{\# \text{ hab}}$$

Donde:

$Q_{\text{med.}}$ = Caudal medio o caudal sanitario

FQM = Factor de caudal medio

Para facilitar la obtención del factor de caudal medio se han establecido valores de este factor con base en la experiencia. Tales valores se presentan en la tabla VII.

Tabla VII. Valores permitidos de factor de caudal medio

FQM	INSTITUCIÓN
0.0046	INFOM
0.0030	Municipalidad de Guatemala
0.002 – 0.005	DGOP

Para determinar el factor de caudal medio se procede a sustituir valores en la ecuación anterior (valores en lts/seg/hab):

$$Fqm = \frac{Qm}{\#hab}$$

$$Fqm_a = \frac{0.0296lts / seg}{18hab} = 0.00164$$

$$Fqm_a = \frac{0.0719lts / seg}{44hab} = 0.00163$$

Si los valores resultantes están fuera del limite dado por $0.002 < Fqm < 0.005$ se debe de utilizar el más próximo, en los casos anteriores se utilizará el valor de $Fqm=0.002$.

2.6.5 Factor de Harmond

Es el valor estadístico que determina la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso del servicio en forma simultánea. Está dado de la siguiente manera:

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

Donde:

P = Población acumulada en miles

$$F.H._a = \frac{18 + \sqrt{18/1000}}{4 + \sqrt{18/1000}} = 4.386$$
$$F.H._f = \frac{18 + \sqrt{44/1000}}{4 + \sqrt{44/1000}} = 4.326$$

2.6.6 Caudal de diseño

Este es el caudal que se utilizará para determinar los diámetros, las pendientes de las tuberías, así también las velocidades en que se transportarán las aguas residuales, el cual se calcula sustituyendo valores en la siguiente ecuación:

$$Q_{dis} = \#hab * F.H. * F_{qm}$$

Donde:

No. Hab. = Número de habitantes futuros acumulados

F.H. = Factor de Harmond

F_{qm} = Factor de caudal medio

Para determinar el valor de los caudales de diseño, ya sean actuales o futuros se procede a sustituir valores en la ecuación anterior:

$$Q_{dis_a} = 18hab * 0.002lts / seg / hab * 4.386 = 0.16lts / seg$$

$$Q_{dis_f} = 44hab * 0.002lts / seg / hab * 4.326 = 0.381lts / seg$$

2.6.7 Velocidad de flujo y caudal a sección llena

El caudal y la velocidad del flujo cuando la tubería trabaja a su máxima capacidad está dado por las siguientes ecuaciones:

$$V = \frac{1}{n} = 0.03429 * \phi^{2/3} * S^{1/2}$$

$$A = 5.067E - 4 * \phi^2$$

$$Q = V * A$$

Donde:

V= velocidad a sección llena, m/s

A= área a sección llena, m²/s

n= factor de rugosidad

S= pendiente de la tubería

Si:

$$\phi = 6''$$

$$S=1\%$$

$$n=0.010$$

El próximo paso es determinar la pendiente del terreno, lo cual se realiza de la siguiente forma:

$$St = \frac{(Ci - Cf) * 100}{L}$$

$$S_t = \frac{(1000.06m - 998.68m) * 100}{25.61m} = 5.4\%$$

Donde:

Ci=cota inicial, m

Cf=cota final, m

L =longitud del tramo, m

Para el diseño se debe seleccionar la pendiente del terreno, pero en muchos casos esto no es posible debido a que ésta puede ser mayor a las pendientes permitidas, por lo que se puede seleccionar otra, tal como sucede en este tramo que se ha tomado una pendiente del 1%, con un diámetro de tubería de 6 pulgadas.

$$V = \frac{1}{0.010} * 0.03429 * (6)^{2/3} (1/100)^{1/2} = 1.132m / seg$$

$$A = 5.067E - 4 * (6)^2 * 1000 = 18.24m^2$$

$$Q = 2.53m / seg * 0.01824m^2 * 1000 = 20.65lts / seg$$

2.6.8 Velocidad de flujo y caudal a sección parcialmente llena

Se procede a calcular la relación de caudales que es:

$$r_q = \frac{Q_{dis}}{Q}$$

$$r_{q_{actual}} = \frac{0.16lts / seg}{20.65lts / seg} = 0.01$$

$$r_{q_{futuro}} = \frac{0.38lts / seg}{20.65lts / seg} = 0.02$$

Luego se procede a buscar en la tabla VIII los valores obtenidos anteriormente para caudal actual y futuro, luego se toman los valores adyacentes, con los que se procede a calcular la velocidad a sección parcial y la relación de diámetros a sección parcialmente llena, tanto para caudal actual y caudal futuro.

Tabla VIII. Resumen de relaciones hidráulicas

q/Q	d/D	v/V	a/A
0.012700	0.079	0.345215	0.036789
0.013043	0.08	0.348007	0.037478
0.013390	0.081	0.350786	0.038171
0.013742	0.082	0.353551	0.038868
0.014098	0.083	0.356302	0.039568
0.015196	0.086	0.364475	0.041693
0.015571	0.087	0.367173	0.042409
0.021319	0.101	0.403692	0.05281
0.021765	0.102	0.406216	0.053579
0.022215	0.103	0.40873	0.054351
0.022670	0.104	0.411234	0.055127
0.023130	0.105	0.413727	0.055906
0.023594	0.106	0.41621	0.056688
0.025986	0.111	0.428476	0.060648
0.026479	0.112	0.430901	0.061449
0.026976	0.113	0.433316	0.062254
0.027477	0.114	0.435721	0.063062
0.027984	0.115	0.438117	0.063873
0.028495	0.116	0.440505	0.064686

Con los datos que se obtienen de la tabla anterior se procede a determinar la velocidad del caudal y el tirante a sección parcial, lo cual se logra con las siguientes ecuaciones:

$$v = \frac{v}{V} * V \quad d = \frac{d}{D} * \phi$$

Para q/Q actual =0.010:

$$d/D = 0.079$$

$$v/V = 0.345215$$

$$v = 0.345215 * 1.13m / seg = 0.39m / seg$$

$$d = 0.08 * 6" = 0.474in$$

Para q/Q futuro =0.02

$$d/D = 0.103$$

$$v/V = 0.40873$$

$$v = 0.40873 * 1.13m / seg = 0.46m / seg$$

$$d = 0.103 * 6" = 0.618in$$

Por lo que se puede observar ambas velocidades, actual y futura, se encuentran dentro del rango de diseño, el cual fue explicado en temas anteriores, pero esto no sucede con el tirante de diseño actual, esto se debe a que este tramo es inicial, por lo que el caudal no es muy significativo.

El tirante se podría incrementar reduciendo la pendiente de la tubería, pero esto reduciría la velocidad de diseño, por lo que se consideró mantener la velocidad dentro de los límites permitidos para evitar sedimentación, aunque esto implique un tirante pequeño.

2.6.9 Cotas invert y profundidad de pozo

Este es posiblemente el último paso en el diseño de este tramo, se procede a determinar la profundidad mínima del pozo inicial, seleccionándola de la tabla 1, se toma una profundidad de 1.20 metros para una tubería con 6 pulgadas de diámetro, considerando un tráfico liviano.

$$C_{is} = CT - (PI + \theta)$$

$$C_{ie} = C_{is} - \frac{S * L}{100}$$

$$H_{pozo} = CT - C_{is} + 0.20$$

$$C_{is} = 1000.06m - \left(2.22 + \frac{6 * 2.54cm}{100} \right) = 997.69m$$

$$C_{ie} = 997.69m - \frac{1\% * 25.61m}{100} = 997.43m$$

$$H_{pozo} = 1000.06m - 997.69m + 0.20m = 2.57m$$

2.7 Tratamiento del sistema de drenajes

Es importante que todo sistema de drenaje sanitario que se diseñe en la actualidad cuente con un tratamiento de sus aguas residuales, en este trabajo no se propondrá ningún tipo de tratamiento específico, esto se debe a que el diseño de estas plantas de tratamiento debe ser realizado por personas con los conocimientos necesarios en Ingeniería Sanitaria.

2.8 Propuesta del desfogue de las aguas tratadas

El vertido final de las aguas ya tratadas será directamente sobre la superficie, en los puntos marcados en el plano de planta general, ver anexos.

Estos puntos son los mismos en donde se vierten las aguas negras en la actualidad, sin ningún tipo de tratamiento.

2.9 Presupuesto del sistema de alcantarillado

Tabla IX. Presupuesto de ejecución del proyecto de drenajes

Presupuesto de introducción de drenaje sanitario, Aldea Los Planes, San Juan Ermita					
Renglones de trabajo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Preliminares					
1	Replanteo topográfico	3371.39	ml	Q4.83	Q16,272.49
2	Limpieza	3371.39	ml	Q3.65	Q12,294.93
3	Bodega	16.00	m2	Q260.37	Q4,166.00
4	Trazo y nivelación	3371.39	ml	Q15.80	Q53,272.99
Estructura principal					
5	Colector principal	3371.39	ml	Q356.62	Q1,202,292.28
6	Pozos de visita	98.00	unidades	Q6,396.24	Q626,831.16
7	Conexión domiciliar	80.00	unidades	Q1,300.03	Q104,002.49
8	Paso aéreo	23.50	ml	Q1,040.25	Q24,445.84
Pavimentos					
9	Reposición de pavimentos de concreto	402.00	m2	Q172.60	Q69,386.38
10	Reposición de pavimentos de adoquín	354.50	m2	Q117.13	Q41,520.97
11	Reposición de pavimentos de asfalto	554.00	m2	Q286.26	Q158,588.04
Total					Q2,313,073.57
Longitud (km)					3.37
Precio/km.					Q686,088.99
Precio en Dólares			8.00	\$	\$289,134.20

La tabla IX presenta el presupuesto del proyecto, dados en cantidades de trabajo y precio de venta de cada uno de ellos.

El proyecto tendrá un valor de dos millones trescientos trece mil setenta y tres Quetzales con cincuenta y siete centavos, con un valor en Dólares de doscientos ochenta y nueve mil ciento treinta y cuatro Dólares con veinte centavos de Dólar.

2.10 Evaluación socioeconómica del proyecto

El proyecto de alcantarillado sanitario no será rentable económicamente, debido a que la inversión inicial será muy grande y la renta que se podrá obtener por la prestación del servicio no será suficiente para recuperar la inversión. Esto será confirmado con la determinación de la tasa interna de retorno y el valor presente neto del proyecto, para cada uno de los años que se pretende tenga de vida útil el sistema.

Sin embargo, pese a que económicamente no sea factible el construir el sistema de alcantarillado sanitario, éste será de beneficio para la población debido a que las aguas residuales ya no circularán ni se acumularán sobre las calles de la comunidad, los malos olores, el crecimiento de insectos; como mosquitos, dejarán de ser molestias para los habitantes de la aldea Los Planes. Lo cual contribuirá a que la calidad de vida de la población mejore y la apariencia de las calles de la comunidad tengan una apariencia limpia y agradable.

2.10.1 Tasa interna de retorno (T.I.R.) del proyecto

Es la máxima utilidad que se obtiene en la evaluación de un proyecto, es un método de prueba y error, debe utilizar las siguientes ecuaciones para obtener un resultado.

$$VPN_{Beneficio} = Ingresos * \left[\frac{(1+TIR)^n - 1}{TIR(1+TIR)^n} \right] + Egresos \left[\frac{1}{(1+TIR)^n} \right]$$

$$VPN_{Costo} = -P - \left[Egresos + G \left(\frac{1}{TIR} - \frac{n}{(1+TIR)^n} \right) \right] * \left[\frac{(1+TIR)^n - 1}{TIR(1+TIR)^n} \right]$$

Para analizar este proyecto se asumirá que al final de los 30 años, que es el periodo de diseño del proyecto, éste todavía tendrá un valor de 2,313,073,57 Quetzales, con unos gastos por año que ascenderán a 5,000.00 y unos ingresos por servicio de 9,600.00, y es necesario determinar si la inversión que se planea realizar será rentable o generará pérdidas.

Para iniciar el análisis se asumida una tasa de interés del 0.19%, es importante mencionar que el resultado de $VPN_{beneficio}$ siempre debe de ser positivo.

Primera iteración

Inversión inicial	2,313,073.57 Q
Valor de rescate	2,313,073.57 Q
Ingresos por servicios	9,600.00 Q
Egresos por mantenimiento	5,000.00 Q

n	30.00 años
TIR	0.19 %

$$VPN_{Beneficio} = Ingresos * \left[\frac{(1+TIR)^n - 1}{TIR(1+TIR)^n} \right] + Egresos \left[\frac{1}{(1+TIR)^n} \right]$$

$$VPN_{Beneficio} \quad 2,464,721.38$$

$$VPN_{Costo} = P * \left[Egresos + G \left(\frac{1}{TIR} - \frac{n}{(1+TIR)^n} \right) \right] * \left[\frac{(1+TIR)^n - 1}{TIR(1+TIR)^n} \right]$$

$$VPN_{Costos} \quad -2,458,744.21$$

La diferencia de los beneficios y los costos muestra el valor presente neto a 30 años con una tasa del 0.19%

$$VPN = \quad 5,977.16$$

En el segundo paso de este análisis se asumida una tasa de interés del 0.20%, es importante mencionar que el resultado de esta segunda iteración siempre debe de ser negativo.

Segunda iteración

Inversión inicial	2,313,073.57 Q
Valor de rescate	2,313,073.57 Q
Ingresos por servicios	9,600.00 Q
Egresos por mantenimiento	5,000.00 Q

n 30.00 años
 TIR 0.20 %

$$VPN_{Beneficio} = Ingresos * \left[\frac{(1+TIR)^n - 1}{TIR(1+TIR)^n} \right] + Egresos \left[\frac{1}{(1+TIR)^n} \right]$$

VPN Beneficio 2,457,760.55

$$VPN_{Costo} = P * \left[Egresos + G \left(\frac{1}{TIR} - \frac{n}{(1+TIR)^n} \right) \right] * \left[\frac{(1+TIR)^n - 1}{TIR(1+TIR)^n} \right]$$

VPN Costos -2,458,521.16

La diferencia de los beneficios y los costos muestra el valor presente neto a 30 años con una tasa del 0.20%

VPN = -760.61

El siguiente paso es tabular los datos y proceder a interpolar para determinar la tasa interna de retorno del proyecto, la cual será de 0.20%, tal como se muestra a continuación.

0.19	5,977.16
TIR	0.00
0.20	-760.61

TIR = 0.20 %

Es importante mencionar que mientras más cercanos estén a cero los resultados de valor presente neto más exacto será el valor de TIR. En la siguiente tabla se puede apreciar la primera iteración necesaria para determinar la tasa interna de retorno.

Tabla 10. Primera iteración de tasa interna de retorno

Inversión inicial 2,313,073.57 Q

Valor de rescate 2,313,073.57 Q

Año (n)	TIR (%)			Primera iteración		
		Egresos por mantenimiento (Q)	Ingresos por servicios (Q)	VPN _{beneficio}	VPN _{egresos}	VPN
1	0.19	5,000.00	9,600.00	2,318,268.86	-2,318,064.09	204.77
2	0.18	5,000.00	9,600.00	2,323,917.22	-2,323,046.63	870.58
3	0.195	5,000.00	9,600.00	2,328,282.74	-2,328,015.26	267.48
4	0.195	5,000.00	9,600.00	2,333,332.74	-2,332,976.45	356.29
5	0.195	5,000.00	9,600.00	2,338,372.91	-2,337,927.98	444.93
6	0.198	5,000.00	9,600.00	2,342,986.62	-2,342,866.76	119.85
7	0.195	5,000.00	9,600.00	2,348,423.85	-2,347,802.16	621.69
8	0.195	5,000.00	9,600.00	2,353,434.65	-2,352,724.84	709.81
9	0.195	5,000.00	9,600.00	2,358,435.70	-2,357,637.94	797.76
10	0.195	5,000.00	9,600.00	2,363,427.02	-2,362,541.48	885.54
11	0.195	5,000.00	9,600.00	2,368,408.62	-2,367,435.47	973.15
12	0.194	5,000.00	9,600.00	2,373,658.53	-2,372,323.77	1,334.76
13	0.195	5,000.00	9,600.00	2,378,342.76	-2,377,194.90	1,147.86
14	0.195	5,000.00	9,600.00	2,383,295.33	-2,382,060.38	1,234.95
15	0.195	5,000.00	9,600.00	2,388,238.27	-2,386,916.39	1,321.88
16	0.195	5,000.00	9,600.00	2,393,171.58	-2,391,762.94	1,408.64
17	0.195	5,000.00	9,600.00	2,398,095.30	-2,396,600.06	1,495.23
18	0.195	5,000.00	9,600.00	2,403,009.43	-2,401,427.77	1,581.66
19	0.195	5,000.00	9,600.00	2,407,914.00	-2,406,246.09	1,667.91
20	0.195	5,000.00	9,600.00	2,412,809.02	-2,411,055.02	1,754.00
21	0.195	5,000.00	9,600.00	2,417,694.52	-2,415,854.60	1,839.91
22	0.195	5,000.00	9,600.00	2,422,570.50	-2,420,644.84	1,925.67
23	0.195	5,000.00	9,600.00	2,427,437.00	-2,425,425.75	2,011.25
24	0.195	5,000.00	9,600.00	2,432,294.03	-2,430,197.36	2,096.67
25	0.195	5,000.00	9,600.00	2,437,141.60	-2,434,959.68	2,181.92
26	0.195	5,000.00	9,600.00	2,441,979.74	-2,439,712.73	2,267.01
27	0.195	5,000.00	9,600.00	2,446,808.46	-2,444,456.54	2,351.93
28	0.195	5,000.00	9,600.00	2,451,627.79	-2,449,191.11	2,436.68
29	0.195	5,000.00	9,600.00	2,456,437.74	-2,453,916.46	2,521.27
30	0.19	5,000.00	9,600.00	2,464,721.38	-2,458,744.21	5,977.16

La tabla 11 muestra los valores de la segunda iteración que en combinación con la primera iteración son necesarias para determinar el valor de la tasa interna de retorno de cada uno de los treinta años que tendrá de vida útil el proyecto.

Tabla 11. Segunda iteración de la tasa interna de retorno y valor de TIR

Año (n)	Segunda iteración						
	Egresos por mantenimiento (Q)	Ingresos por servicios (Q)	TIR (%)	VPN _{beneficio}	VPN _{egresos}	VPN	TIR (%)
1	5,000.00	9,600.00	0.20	2,318,037.50	-2,318,063.59	-26.09	0.20
2	5,000.00	9,600.00	0.20	2,322,991.51	-2,323,043.65	-52.14	0.20
3	5,000.00	9,600.00	0.20	2,327,935.64	-2,328,013.77	-78.13	0.20
4	5,000.00	9,600.00	0.20	2,332,869.90	-2,332,973.97	-104.07	0.20
5	5,000.00	9,600.00	0.20	2,337,794.31	-2,337,924.27	-129.95	0.20
6	5,000.00	9,600.00	0.20	2,342,708.89	-2,342,864.68	-155.79	0.20
7	5,000.00	9,600.00	0.20	2,347,613.67	-2,347,795.24	-181.57	0.20
8	5,000.00	9,600.00	0.20	2,352,508.65	-2,352,715.96	-207.31	0.20
9	5,000.00	9,600.00	0.20	2,357,393.86	-2,357,626.85	-232.99	0.20
10	5,000.00	9,600.00	0.20	2,362,269.32	-2,362,527.94	-258.62	0.20
11	5,000.00	9,600.00	0.20	2,367,135.05	-2,367,419.25	-284.20	0.20
12	5,000.00	9,600.00	0.20	2,371,991.07	-2,372,300.80	-309.72	0.20
13	5,000.00	9,600.00	0.20	2,376,837.40	-2,377,172.60	-335.20	0.20
14	5,000.00	9,600.00	0.20	2,381,674.05	-2,382,034.68	-360.63	0.20
15	5,000.00	9,600.00	0.20	2,386,501.05	-2,386,887.05	-386.00	0.20
16	5,000.00	9,600.00	0.20	2,391,318.41	-2,391,729.74	-411.33	0.20
17	5,000.00	9,600.00	0.20	2,396,126.16	-2,396,562.76	-436.60	0.20
18	5,000.00	9,600.00	0.20	2,400,924.31	-2,401,386.13	-461.82	0.20
19	5,000.00	9,600.00	0.20	2,405,712.88	-2,406,199.88	-487.00	0.20
20	5,000.00	9,600.00	0.20	2,410,491.90	-2,411,004.02	-512.12	0.20
21	5,000.00	9,600.00	0.20	2,415,261.38	-2,415,798.57	-537.19	0.20
22	5,000.00	9,600.00	0.20	2,420,021.33	-2,420,583.55	-562.22	0.20
23	5,000.00	9,600.00	0.20	2,424,771.79	-2,425,358.98	-587.19	0.20
24	5,000.00	9,600.00	0.20	2,429,512.76	-2,430,124.88	-612.11	0.20
25	5,000.00	9,600.00	0.20	2,434,244.28	-2,434,881.26	-636.98	0.20
26	5,000.00	9,600.00	0.20	2,438,966.34	-2,439,628.15	-661.81	0.20
27	5,000.00	9,600.00	0.20	2,443,678.99	-2,444,365.57	-686.58	0.20
28	5,000.00	9,600.00	0.20	2,448,382.22	-2,449,093.53	-711.31	0.20
29	5,000.00	9,600.00	0.20	2,453,076.07	-2,453,812.05	-735.98	0.20
30	5,000.00	9,600.00	0.20	2,457,760.55	-2,458,521.16	-760.61	0.20

2.10.2 Valor presente neto (V.P.N.) del proyecto

Este es un método que permite tomar decisiones acerca de realizar una inversión o no, determina si la inversión que se planea realizar va a ser rentable o va a generar pérdidas. En este caso se utilizará para comprobar el resultado del análisis realizado con el método de la tasa interna de retorno.

En este proyecto en particular se realizará una inversión inicial de Q2,313,073.57 y sus gastos de operación y mantenimiento se calculan que podrían llegar a ser de Q5000.00 por año, y la municipalidad podría esperar recibir por concepto de servicios por parte de la comunidad la cantidad de Q9600.00, y se necesita saber si en un periodo de 30, años con una tasa del 0.20%, va a ser rentable el proyecto o no.

Inversión inicial	2,313,073.57	Q
Valor de rescate	2,313,073.57	Q
Ingresos por servicios	9,600.00	Q
Egresos por mantenimiento	5,000.00	Q
n	30.00	años
TIR	0.20	%

En la siguiente ecuación se procede a sustituir los valores anteriores para determinar si el proyecto será rentable o no. Es muy importante recordar que el resultado de valor presente neto si es positivo significa que el proyecto podría generar utilidades, al contrario si es negativo serán pérdidas las que se podrían obtener.

$$VPN = -P - Costos \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right) + Ingresos \left(\frac{(1+i)^n}{i(1+i)^n} \right) + R \left(\frac{1}{(1+i)^n} \right)$$

VPN -34,303.42

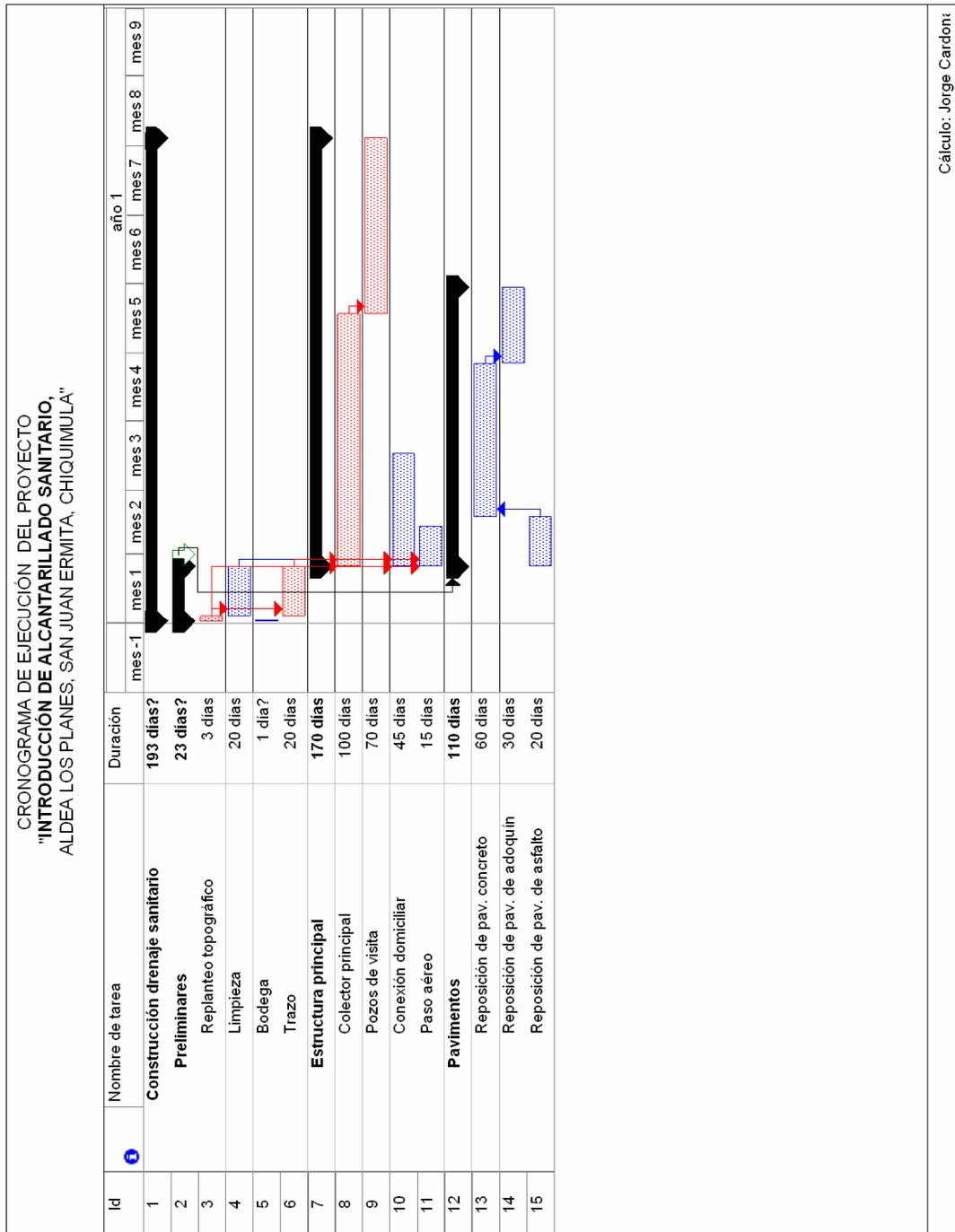
El resultado del valor presente neto fue de -34,303.42, con signo negativo, lo cual indica que la inversión no será rentable, lo cual es lo que sucede en la mayoría de las ocasiones con proyectos sociales, los cuales se construyen con la finalidad de atender necesidades básicas en la población, sin esperar utilidades por ello.

Tabla 12. Valor presente neto

n	TIR		VPN
1	0.20	0.0019887	-1,176.65
2	0.20	0.0019887	-2,350.98
3	0.20	0.0019887	-3,522.95
4	0.20	0.0019887	-4,692.61
5	0.20	0.0019887	-5,859.95
6	0.20	0.0019887	-7,024.96
7	0.20	0.0019887	-8,187.69
8	0.20	0.0019887	-9,348.10
9	0.20	0.0019887	-10,506.20
10	0.20	0.0019887	-11,662.01
11	0.20	0.0019887	-12,815.53
12	0.20	0.0019887	-13,966.78
13	0.20	0.0019887	-15,115.70
14	0.20	0.0019887	-16,262.36
15	0.20	0.0019887	-17,406.75
16	0.20	0.0019887	-18,548.87
17	0.20	0.0019887	-19,688.72
18	0.20	0.0019887	-20,826.32
19	0.20	0.0019887	-21,961.65
20	0.20	0.0019887	-23,094.74
21	0.20	0.0019887	-24,225.57
22	0.20	0.0019887	-25,354.17
23	0.20	0.0019887	-26,480.52
24	0.20	0.0019887	-27,604.64
25	0.20	0.0019887	-28,726.53
26	0.20	0.0019887	-29,846.20
27	0.20	0.0019887	-30,963.64
28	0.20	0.0019887	-32,078.87
29	0.20	0.0019887	-33,191.88
30	0.20	0.00198871	-34,303.42

2.11 Cronograma de ejecución del proyecto

Figura 9. Cronograma de ejecución del proyecto



En la Figura 9 se podrá apreciar el tiempo en meses que se propone deberá de durar la ejecución del proyecto, este tiempo es de nueve meses y una semana, o bien, ciento noventa y tres días hábiles, con una semana laboral de lunes a viernes y sábado medio día.

2.12 Operación y mantenimiento

A medida que 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 municipalidad deberá realizar esfuerzos para mejorar de antemano el nivel de desempeño de sus sistemas de alcantarillado. La limpieza y la inspección de los colectores de agua residual son fundamentales para el mantenimiento y funcionamiento correcto del sistema, y además extienden la inversión de la comunidad en su infraestructura de alcantarillado.

Este programa establece prioridades para la inspección, la limpieza con base en un sistema que utiliza como criterios la edad, el tamaño y el material de construcción de la tubería para programar las inspecciones.

2.12.1 Prioridades para la inspección y el mantenimiento

- Edad: los sistemas más antiguos tienen un mayor riesgo de deterioro que los recién construidos.
- Diámetro de tubería o volumen transportado: tuberías que reciben mayores volúmenes tienen prioridad sobre las que transportan volúmenes reducidos.

- Ubicación: tuberías ubicadas en áreas con poca inclinación tienen una alta probabilidad de inundación.

2.12.2 Técnicas de inspección

Se requieren programas de inspección para determinar la condición actual del alcantarillado y para ayudar a la planificación de una estrategia de mantenimiento. Idealmente las inspecciones del alcantarillado deben realizarse en condiciones de bajo caudal. Las inspecciones 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. La mayoría de los colectores son inspeccionados utilizando uno de los métodos siguientes.

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

Las inspecciones por televisión son las usadas con mayor frecuencia, las más eficientes a largo plazo en términos de costo y las más eficaces para documentar la condición interna del alcantarillado. Para tuberías de alcantarillado con diámetros de 0.1 a 1.2 m (4 – 48 pulgadas) se recomiendan las inspecciones por circuito cerrado de televisión. Se debe preparar la cámara de CCTV para que el lente esté lo más cerca posible al centro de la tubería. El cable y cámara se sujetan a un deslizador conectado a una boya o sombrilla de arrastre que flotan de un pozo de visita al siguiente.

La documentación de las inspecciones es de gran importancia para el éxito de un programa de operación y mantenimiento (O/M), las cuales se deberán realizar por lo menos dos veces por año. Con las inspecciones de CCTV se produce un video que puede ser usado como referencia futura.

Las inspecciones visuales son vitales para tener un reconocimiento completo de la condición de los alcantarillados. Las inspecciones visuales de pozos de visita y de tuberías incluyen las de superficie y las internas. Los operadores deben prestar atención a zonas colapsadas en el suelo sobre las tuberías y terrenos con acumulación de agua. Los inspectores también deben examinar en detalle la condición física de los cruces de arroyos, las condiciones de los brocales y de las tapas de los pozos de visita o de cualquier superficie de ladrillo expuesta, y la visibilidad de los pozos y otras estructuras. Esta inspección requiere que el operador entre al pozo de visita y examine la condición del brocal, la tapa y la pared del pozo, así como las paredes de la tubería encima del nivel de flujo. Si no se puede entrar a un pozo se pueden utilizar espejos. Generalmente se colocan los espejos en dos pozos de visita adyacentes para que la luz se refleje al interior de la tubería.

Las inspecciones de iluminación con lámparas se utilizan para tuberías de baja prioridad, las cuales corresponden generalmente a tuberías de menos de 20 años de antigüedad. También se usa la iluminación con lámparas en proyectos cuyos recursos financieros son extremadamente limitados. En esta técnica se baja una cámara dentro del pozo de mantenimiento y se coloca en el centro del cruce del brocal del pozo y la tubería. Se obtienen después imágenes visuales del interior de la tubería usando la cámara.

2.12.3 Técnicas de limpieza

El sistema de alcantarillado requiere un programa de limpieza para mantener su funcionamiento apropiado. Existen varias técnicas que son usadas tradicionalmente para eliminar obstrucciones y como herramientas de mantenimiento preventivo.

Tabla XIII. Métodos de limpieza de alcantarillados por remoción hidráulica

Método de vaciado	Introduce un flujo fuerte de agua a la línea desde un pozo de visita.
	Remueve materiales flotantes y en cierta medida arena y grava.
Chorro a presión	Dirige un chorro de agua de alta velocidad a la tubería desde un pozo de visita.
	Remueve la acumulación de basura y grasas, remueve las obstrucciones y corta raíces en tuberías de diámetro pequeño.
	Es eficiente para la limpieza rutinaria de tuberías de diámetro pequeño y con flujo reducido.
Trampa de lodos	Recolecta sedimentos en lugares convenientes.
	Necesitan ser vaciadas regularmente como parte del programa de mantenimiento.
Trampa de grasas e interceptores de arena y aceite	La solución final para la acumulación de grasa es recolectarla y eliminarla.
	En algunos casos los códigos locales de construcción o las regulaciones del alcantarillado requieren estos tipos de estructuras. Generalmente se requieren interceptores de arena y aceite en las descargas de talleres de automóviles.
	La frecuencia de limpieza varía desde dos veces por mes hasta una vez cada seis meses dependiendo de la cantidad de grasa en la descarga.

El método ideal para reducir y controlar los materiales que se encuentran en las líneas de alcantarillado son: los programas de educación y prevención de la contaminación. El público debe ser informado de que sustancias comunes de uso doméstico como las grasas y aceites deben desecharse en la basura usando recipientes cerrados, no en el alcantarillado.

Deberá existir un grupo encargado de la limpieza del alcantarillado y de los taponamientos, este grupo responde a quejas de los usuarios, identifica problemas dentro de las líneas y elimina todos los taponamientos. En la tabla XIII muestra una descripción de los diferentes métodos de limpieza utilizados.

2.13 Costo de operación y mantenimiento O/M

Es importante que se inspeccione y se de un mantenimiento preventivo al sistema de alcantarillado por lo menos dos veces al año, lo cual generará unos gastos por kilómetro de aproximadamente 1483.68 quetzales al año, lo cual se muestra en la tabla XIV.

Tabla XIV. Costos anuales de inspección y mantenimiento

Componente	Costo promedio
O/M total (costo/año)	0.00
Mano de obra (costo/año)	0.00
Beneficios laborales(costo/año)	0.00
Substancias químicas (costo/año)	0.00
Limpieza por vaciado con agua (costo/año)	1500.00
Mantenimiento preventivo/año	3500.00
Costo total de inspección y mantenimiento/año	5000.00
Costo por kilómetro	1483.68
Costo por mes	416.67
Costo por mes/vivienda	5.21

En conversaciones que se tuvieron con algunos de los pobladores de la comunidad, algunos estarían dispuestos a pagar por el servicio de alcantarillado hasta una cantidad de Q 10 mensuales, lo cual no es generalizado, por lo que las autoridades municipales tendrán que llegar a un acuerdo para determinar la cuota por el servicio.

Los gastos por operación y mantenimiento O/M de la tabla anterior no se pueden determinar exactamente, debido a que se supone que se utilizará un sistema de recolección sencillo, que no debería causar problemas, sin embargo las plantas de tratamiento podrían requerir algún tipo de mantenimiento.

Pero no se sabe exactamente el monto de los gastos por operación y mantenimiento, puesto que el diseño de las plantas no se realizará en este trabajo, en cuanto a la mano de obra necesaria para el mantenimiento y operación general del sistema, tanto colectores como plantas se podría utilizar el mismo equipo de trabajo que se utiliza en la actualidad en la municipalidad para la fontanería, con el inconveniente que se les tendría que entrenar para utilizar el equipo, siendo necesario únicamente el alquiler de un camión cisterna para transportar el agua que se verterá en los pozos para la limpieza de la tubería.

3 DISEÑO DE UNA ESCUELA PARA EL NIVEL PREPRIMARIO EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, CHIQUMULA

3.1 Descripción del problema

El casco urbano del municipio de San Juan Ermita cuenta en la actualidad con un centro de estudios para el nivel preprimario el cual debe de atender a un total de 41 niños, que están en edad de asistir a clases, aunque notados estén inscritos. Se a considerado que este centro ya no cumple con las necesidades de la población estudiantil que debe de cubrir, tanto en el espacio destinado de las aulas para que los niños se sientan cómodos; así también como en la seguridad dentro de las instalaciones, dado que ciertas aulas se han colocado en los corredores del establecimiento, por lo que no cuentan con puertas ni ventanas, poniendo de esta manera en riesgo la salud y seguridad de los niños.

3.1.1 Descripción de la solución propuesta

Se pretende demoler el actual edificio de la escuela preprimaria, el cual desde un principio no fue diseñado para ser una escuela, sino una casa de habitación particular; y se pretende construir un nuevo edificio en su lugar con dos aulas y con un área para que los niños puedan jugar y descansar en sus periodos de descanso, se pretende también la creación de una dirección, una cocina y una serie de servicios sanitarios diseñados para niños y otro para los catedráticos.

3.2 Descripción del sistema estructural de mampostería a utilizar

Se planea construir la estructura de la escuela a base de mampostería reforzada.

El diseño básico para las construcciones con mampostería, utiliza cargas gravitacionales para asegurar la estabilidad en las paredes, arcos, puntales y otras partes de las estructuras. Las cargas gravitacionales, debido al peso de estos elementos masivos, también proporcionan estabilidad lateral.

Con la inclusión del refuerzo de acero y lechada, la mampostería reforzada moderna ha demostrado ser uno de los mejores sistemas resistentes a las fuerzas laterales a los que tengan disponibilidad los ingenieros. Su alta resistencia compresiva y resistencia a la tracción acomodan formas estructurales únicas, agregan ductilidad e intensifican el amortiguamiento que son requeridos para resistir los terremotos. Su gran resistencia al esfuerzo cortante es eficaz para resistir cargas laterales, incluyendo sismos, viento, presión de tierra y cargas pesadas.

Sin embargo, los elementos de mampostería de hoy, son mucho más delgados y menos masivos que los del pasado.

El siguiente proyecto será analizado en el sistema ingles, ya que las ecuaciones necesarias para el análisis y diseño así lo requieren.

3.2.1 Ventajas estructurales de la mampostería reforzada

El uso de la mampostería reforzada con lechada permite:

- Paredes más delgadas
- Tramos más largos
- Paredes más altas y más fuertes
- Resistencia al sonido
- Resistencia al fuego incrementada
- Desempeño térmico mejorado

Una pared de block hueco de concreto de 8 pulgadas sin fundición de lechada tiene una duración de tan sólo una hora contra el fuego. Una pared sólida fundida con lechada, de 6 a 8 pulgadas de grosor, tiene una duración de aproximadamente 4 horas ante el fuego.

La mampostería es un sumidero natural de calor, que puede almacenar energía calorífica. Al fundir con lechada una pared de mampostería, ésta aumenta su masa en peso para mejorar aún más la eficacia térmica.

3.2.2 Elementos del sistema de la mampostería reforzada

Los elementos de la mampostería reforzada consisten de:

- Barras para refuerzo de acero
- Unidades de mampostería
- Y, mortero

Todos unidos al verter lechada dentro de las paredes para formar un sistema estructural unificado.

3.2.2.1 La lechada

La lechada no es un mortero y no es concreto, pero sí es un material cementicio único utilizado para reforzar la mampostería. La lechada puede ser entregada por camiones de Mixto-Listo o puede ser mezclada en el lugar de la obra.

Tanto la lechada fina como la gruesa tienen que tener una resistencia compresiva de 2,000 libras por pulgada cuadrada. Esta resistencia compresiva asegura perfecta unión de la lechada con el acero de refuerzo y una resistencia adecuada para la transferencia de fuerzas.

3.2.2.1.1 Lechada fina

Cuando es usada la lechada fina, habrá un espacio de 1/4" o más entre el acero de refuerzo y la unidad de mampostería.

Las proporciones por volumen para la lechada fina son como sigue, si es que no son estipuladas por otros requerimientos:

- 1 parte de cemento Pórtland
- 3 partes de arena
- Agua para obtener un slump de 8 a 10 pulgadas.

La Lechada fina es usada en paredes o áreas en donde el espacio para la lechada es pequeño, angosto o muy congestionada debido al acero de refuerzo.

La tabla XV, proporciona los límites para la lechada fina, basado en la altura máxima de donde se vierte, el ancho del espacio para la lechada dentro de la mampostería de ancho múltiple, y las dimensiones de la celda para unidad de mampostería hueca con lechada.

Esta proporción es adecuada si se desea tener una resistencia de 2000 psi.

Tabla XV. Posibles usos de la lechada

		Dimensiones minimas de las areas libres totales dentro de espacios y celdas para lechada.	
Tipo de Lechada	Altura Maxima para verter (pies)	Mamposteria Multiple	Mamposteria de Unidad Hueca
Fina	1	3/4	1 1/2 x 2
Fina	5	1 1/2	1 1/2 x 2
Fina	8	1 1/2	1 1/2 x 3
Fina	12	1 1/2	1 3/4 x 2
Fina	24	2	3 x 3
Gruesa	1	1 1/2	1 1/2 x 3
Gruesa	5	2	2 1/2 x 3
Gruesa	8	2	3 x 3
Gruesa	12	2 1/2	3 x 3
Gruesa	24	3	3 x 4

3.2.2.1.2 Lechada gruesa

Este tipo de lechada es la que será utilizada en este proyecto, cuando se utiliza una lechada gruesa, habrá un mínimo de espacio de 1/2" entre el acero de refuerzo y la unidad de mampostería.

Las proporciones por volumen para una lechada gruesa están estipuladas dentro del Código de Construcción Uniforme como sigue, si es que no están estipuladas por otros requerimientos, es decir, diseño de mezcla por laboratorio:

- 1 parte de cemento Pórtland.
- 3 partes de arena.
- 2 partes de grava fina.
- Agua para un slump de 8 a 10 pulgadas.

Esta proporción es adecuada si se desea tener una resistencia de 2000 psi.

La lechada gruesa puede ser usada en donde los espacios para echarla dentro de la mampostería de ladrillo tengan 1 1/2 pulgadas o más de ancho horizontalmente y en un bloque, si las dimensiones mínimas de la celda son de 1 1/2 x 3 pulgadas.

3.2.2.1.3 Slump de la lechada

La fluidez es medida con una prueba de slump de cono. Ambos tipos de lechada, la fina y la gruesa, deben contener suficiente agua para proporcionar un slump de 8 a 10 pulgadas, dependiendo del tamaño del espacio para la lechada, la altura del levantamiento de la lechada, la altura desde donde se vierte la lechada, la absorción de las unidades de mampostería y las condiciones climáticas.

3.2.2.1.4 Método de verter la lechada

Cuando el acero de refuerzo es colocado en su lugar y el mortero no sobresale excesivamente dentro del espacio para la lechada, la pared está lista para fundirse con lechada. La selección del método para colocar la lechada usualmente es efectuada por el ingeniero contratista, dependiendo de la ubicación y cantidad de lechada que ha de ser colocada.

3.2.2.1.5 Paredes fundidas totalmente con lechada

Las paredes de mampostería pueden ser fundidas en forma sólida después que hayan sido colocados los aceros de refuerzo horizontal y vertical. Todas las celdas y los espacios para lechada son llenados completamente con lechada en este caso.

3.2.2.1.6 Paredes fundidas parcialmente con lechada

Las paredes de mampostería con unidades huecas pueden ser parcialmente lechadas con lechada confinada solamente a esas celdas que tienen acero de refuerzo horizontal o vertical. Una malla expandida de metal es colocada en las uniones, por debajo y a veces, por encima del acero horizontal.

La lechada parcial reduce la carga muerta y requiere menos lechada.

3.2.2.1.7 Vertida de la lechada y el levantado

La altura total de la mampostería que ha de ser fundida con lechada antes de continuar la erección con mampostería adicional se llama vertedero de lechada. La lechada es colocada en etapas llamadas levantados. Un levantado de lechada es la altura que alcanza la lechada colocada en una operación continua y única antes de la consolidación.

Una vertida de lechada puede consistir de varios levantados, pero los levantados no pueden exceder de 5 a 6 pies de altura. Por ejemplo, si la pared es construida hasta 18 pies de alto, la vertida total de lechada sería de 18 pies.

Los levantados de lechada serían de 6 pies cada uno. Una vertida de un levantado con lechada puede llegar a tener una altura de hasta 24 pies.

3.2.2.1.8 Consolidación

La lechada debe ser consolidada al igual que el concreto. La consolidación elimina espacios y causa que la lechada fluya alrededor del refuerzo, los salientes del mortero y las proyecciones de la unidad.

La consolidación puede ser efectuada por medio de una paleta si los levantados no son más altos de 12 pulgadas.

Los levantados mayores de 12 pulgadas deben ser consolidados por medio de vibradores mecánicos. Debido a que sólo un pequeño volumen ha de ser consolidado dentro de la celda o espacio de la lechada, el vibrador mecánico sólo tiene que ser usado durante pocos segundos en cualquier ubicación. Es importante no vibrar de más para evitar la posibilidad de romper las caras frontales de los bloques o dislocar las unidades de mampostería.

Después de una corta espera de aproximadamente 3 a 5 minutos, el agua excesiva es absorbida dentro de las unidades de mampostería. A medida que el agua sale de la lechada, ocurrirán vacíos diminutos. La lechada deberá ser consolidada durante este momento para asegurar que los vacíos son llenados y la lechada queda compacta.

3.2.2.2 Mampostería

Al colocarlas unidades de mampostería, deberá tenerse cuidado y evitar que el mortero forme rebabas internas en los espacios que se van a lechar.

Para evitar esto se recomienda que el exceso de mortero en vez de tratar de sacarlo con la cuchara, mejor sea untado por dentro.

Para prevenir que se formen rebabas o protuberancias de mortero en la colocación de blocks, se recomienda que la sisa adyacente al lado donde se va a fundir con lechada se le eche poco mortero. Esto no afecta en nada, ya que cualquier espacio que hubiere se llena al fundir con lechada.

3.2.2.2.1 Mampostería de alta resistencia

Cuando es especificada una mampostería de alta resistencia, se aconseja el uso de una lechada de alta resistencia. En el caso de la mampostería de concreto, la lechada deberá tener la misma resistencia y fuerza que la unidad de mampostería de concreto.

Sin embargo, siempre se permite realizar pruebas de laboratorio para establecer la resistencia de la lechada para alcanzar la resistencia requerida de la mampostería $f'm$ pero la resistencia de la lechada debe ser siempre de por lo menos 2000 psi.

La resistencia específica de la mampostería ($f'm$) es la resistencia mínima que se debe de obtener en el muro.

Es muy recomendable que para sistemas que utilicen blocks de concreto, la resistencia de la unidad de block y de la lechada sea entre 25% y 40% mayores que la resistencia específica a utilizar.

Por eso en el diseño de esta escuela en particular, se empleará una resistencia específica ($f'm$) de 300 psi, por lo que se debe de utilizar una unidad de mampostería de concreto con una resistencia a la compresión de por lo menos 500 psi o 35 kgf/cm².

3.2.2.3 El mortero

Es una mezcla plástica de materiales usada para unir las unidades de mampostería en una sola masa estructural.

El desempeño de la mampostería es influenciado por varias propiedades que tienen los morteros, tales como: trabajabilidad, retención de agua, adherencia, durabilidad y resistencia a la compresión. Estas propiedades suelen variar dependiendo del tipo de mortero que se seleccione, por ello se muestra en la tabla XVI una descripción de los distintos tipos de morteros:

Tabla XVI. Posibles usos de los diferentes tipos de mortero

Tipo de mortero	Posibles usos
M	Mampostería sujeta a altas cargas de compresión, acciones severas de congelamiento, altas cargas laterales por sismo, huracanes, así también como muros de contención.
S	Estructuras que requieren soportar altos esfuerzos de flexión y que están sujetos a cargas de compresión y fuerzas laterales.
N	Para uso general en la construcción de mampostería, para la construcción de sótanos residenciales, muros interiores y divisiones, fachadas y divisiones no estructurales de mampostería.
O	Para muros y particiones que no soportaran cargas. O para muros que soportaran cargas de compresión no mayores a 100 psi y que no están sujetas a la acción del clima.

Para zonas sísmicas No. 3 y No. 4 se debe de utilizar mortero tipo S únicamente, la resistencia a compresión promedio de este mortero a los 28 días es de 1800 psi. Para obtener esta resistencia en este proyecto se debe de utilizar la siguiente proporción:

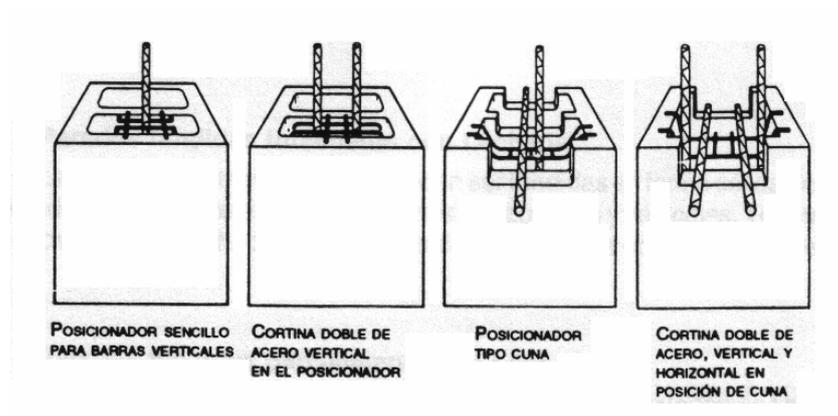
- 1 parte de cemento Pórtland
- 3 partes de arena

3.2.2.4 Amarres

Los amarres son requeridos en paredes múltiples que sean fundidos en alturas mayores de 12 pulgadas a la vez. Cuando las uniones del mortero toman resistencia, estos amarres aseguran las unidades y resisten la presión lateral de la lechada, previniendo pandeo o separación de las unidades.

3.2.2.5 Posicionadores

Figura 10. Tipos de posicionadores



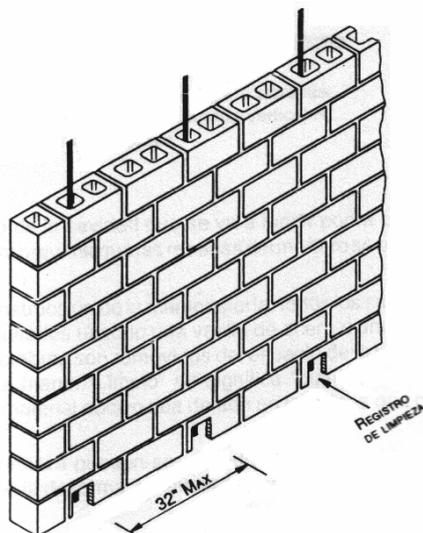
Un posicionador es cualquier dispositivo, incluyendo amarres, que son usados para colocar y sostener barras de acero de refuerzo en su lugar apropiado dentro de una pared de mampostería. En la Figura 10 se puede observar los diferentes tipos de posicionadores que son de mayor uso.

3.2.2.6 Registros de limpieza

Los registros de limpieza son aberturas dejadas en la parte inferior de una pared de mampostería y son usadas para remover rebabas de mortero y otros escombros dentro del espacio para fundir con lechada. Pueden ser elaborados estos registros, dejando fuera una unidad, removiendo las bóvedas frontales o cortando agujeros en las bóvedas frontales de las unidades huecas.

Para paredes que han sido completamente lechadas, son requeridos registros de limpieza en cada barra vertical o cada 32 pulgadas máximo del centro de la barra. En la Figura 11 se aprecia la forma de los registros de limpieza en un muro de mampostería.

Figura 11. Espaciamiento máximo de los registros de limpieza



3.2.2.7 Acero principal de refuerzo

En cuanto al acero de refuerzo se pretende utilizar barras de acero con una resistencia a la flexión de 40,000 psi.

3.2.3 Construcción en clima cálido y clima frío

Cuando las condiciones climáticas son muy cálidas y secas, puede ser necesario rociar o mojar el exterior de las paredes antes de lecharlas para enfriar la pared y prevenir un endurecimiento rápido del cemento.

Si la pared es construida bajo condiciones de clima frío, se puede necesitar protegerla por medio de un encierro o cobertor para mantenerla caliente y prevenir la congelación.

3.3 Inspección de la mampostería durante la construcción

Normalmente la mampostería reforzada es construida en el sitio de la obra, por eso es importante que exista cierta seguridad en que las unidades de mampostería, el mortero, la lechada y el acero de refuerzo sean colocados de la forma en que los planos constructivos y las especificaciones lo indican. El ingeniero debe de utilizar los servicios de algún maestro de obra que provea inspección constante durante la construcción de los siguientes trabajos:

- Durante la preparación de los elementos de mampostería,
- Durante la colocación de las unidades de mampostería,
- La colocación del acero de refuerzo,
- E inspección del mezclado y vertido de la lechada.

3.4 Análisis estructural del edificio

3.4.1 Integración de cargas

En este proyecto se utilizarán dos tipos distintos de techos, uno de lámina galvanizada y otro de concreto armado. Este cambio se debe a que se colocara un tanque de almacenamiento de agua de 750 lts. Sobre la parte que comprende la cocina y la dirección, por ello se presenta a continuación la carga muerta que debe de soportar la estructura debido a estos tipos de techos:

- Techo de lámina

Wlamina =	13 kgf/m ²	2.665 lbf/ft ²
Winstalacion=	10 kgf/m ²	2.05 lbf/ft ²
Sobre carga=	46 kgf/m ²	9.43 lbf/ft ²
CM =	69 kgf/m ²	14.145 lbf/ft ²
Wcos =	2.53 kgf/m ²	

Carga viva (CVlamina)

CV =	200 kgf/m ²	41 lbf/ft ²
------	------------------------	------------------------

- Techo de losa fundida

Carga muerta (CMlosa)

P de concreto	216 kgf/m ²	44.28 lbf/ft ²
Sobre carga =	80 kgf/m ²	16.4 lbf/ft ²
CM =	296 kgf/m ²	60.68 lbf/ft ²

Carga viva (CVlosa)

CV =	700 kgf/m ²	143.5 lbf/ft ²	Debido a que se utilizara un tanque de almacenamiento de 750lts.
------	------------------------	---------------------------	--

- Carga muerta de muros

$$CM_{muro} = \frac{W_{muro} \cdot L_{total} \cdot h}{1000} = 78 \text{ lbf/ft}^2 \cdot 201.55 \text{ ft} \cdot 9.83 \text{ ft} / 1000 = 154.74 \text{ kips/piso}$$

3.4.2 Localización del centro de masa de la estructura

El centro de masa es el punto matemático donde se asume que todo el peso o masa de la estructura se ha de concentrar. Se obtiene por medio del cálculo de momentos desde un punto base hacia cada uno de las longitudes de los elementos y dividiéndola por la suma de todos los momentos por la longitud total de los mismos. En la tabla XVII se puede apreciar los cálculos realizados para poder determinar el centro de masa.

Tabla XVII. Cálculo de centro de masa de la estructura

Muro No.	Dirección del Muro	Longitud "L" (ft)	Centro de Gravedad del Muro		L*x	L*y
			Distancia "x" (ft)	Distancia "y" (ft)		
1	x	21.98	10.99	32.48	241.5602	713.9104
2	x	18.70	31.99	32.48	598.213	607.376
3	x	9.84	46.92	32.48	461.6928	319.6032
4	x	9.84	49.92	23.62	491.2128	232.4208
5	x	21.98	10.99	16.40	241.5602	360.472
6	x	3.44	43.72	11.48	150.3968	39.4912
7	x	3.44	50.11	11.48	172.3784	39.4912
8	x	21.98	10.99	0.33	241.5602	7.2534
9	x	29.20	37.24	0.33	1087.408	9.636
a	y	15.42	0.33	24.44	5.0886	376.8648
b	y	3.36	22.31	31.13	74.9616	104.5968
c	y	2.13	52.17	31.75	111.1221	67.6275
d	y	2.65	41.67	23.62	110.4255	62.593
e	y	4.51	52.17	23.18	235.2867	104.5418
f	y	2.7	22.31	16.39	60.237	44.253
g	y	2.69	41.67	12.50	112.0923	33.625
h	y	5.61	52.17	11.55	292.6737	64.7955
i	y	15.42	0.33	8.37	5.0886	129.0654
j	y	3.33	22.31	1.67	74.2923	5.5611
k	y	3.33	52.17	1.67	173.7261	5.5611
Sumatorias		201.55			4940.98	3328.74

Al sustituir datos en las formulas que se presentan a continuación se puede obtener el centro de masa de los muros.

$$x = \frac{\sum L * x}{\sum L} = 24.51 \text{ ft}$$

$$y = \frac{\sum L * y}{\sum L} = 16.52 \text{ ft}$$

Luego se procede a calcular el centro de masa del techo de la forma que sigue:

Tabla XVIII. Centro de masa de techos

Área	X	Y	Área (ft ²)	x	y	A*x	A*y	Peso de techo Área*CM /1000
A	32.81	28.38	931.15	16.40	14.20	15270.82	13222.30	13.17
B	12.80	21.65	277.12	46.10	22.00	12775.23	6096.64	16.82
			1208.27			28046.06	19318.94	29.99
	ft	ft	m2	ft	ft	m2	m2	kips/piso

Los valores de X y de Y se obtuvieron de la planta de techos y no son mas que las dimensiones del techo de lamina y de la losa fundida que se identifican con las literales A y B respectivamente, lo cual se puede apreciar en la tabla XVIII.

$$\bar{x} = \frac{\sum X * x}{X} = 23.21 \text{ ft}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum Y * y}{Y} = 15.99 \text{ ft}$$

Al ya contar con los datos de centro de masa de muros y centro de masa de techos se procede a calcular el centro de masa combinado de muros y techos, el cual se calcula de acuerdo a las ecuaciones siguientes.

$$x = \frac{\sum CM_{muro} * x_1 + \sum CM_{techo} * x_2}{\sum CM} = 24.30 \text{ ft}$$

$$y = \frac{\sum CM_{muro} * y_1 + \sum CM_{techo} * y_2}{\sum CM} = 16.53 \text{ ft}$$

3.4.3 Localización del centro de rigidez

El centro de rigidez es el punto matemático que concentra toda la rigidez del sistema en el nivel del sistema que se este analizando. Es el eje por el cual el centro de masa y las fuerzas laterales suelen rotar.

Para los sistemas de muros de corte en los cuales los entre pisos y techos proveen poca resistencia vertical para contrarrestar la deflexión o rotación de los muros, se debe asumir que los muros son unas vigas simplemente apoyadas en la base (cantilever).

$$R_c = \frac{1}{\Delta_c} \quad \text{rigidez de un muro tipo cantilever}$$

$$\Delta_c = 0.4 \left(\frac{h}{d} \right)^3 + 0.3 \left(\frac{h}{d} \right) \quad \text{deflexión de un muro tipo cantilever}$$

Donde:

h = altura del muro que en caso de este proyecto es de 3 m o 9.33 ft.

d = longitud del muro a analizar

Tabla XIX. Cálculo de rigidez

Muro	Dirección	Longitud "ft"	h/L" = "h/d"	Rigidez Rc		Distancia		Ry*x	Rx*y
				Rx	Ry	x	y		
1	x	21.98	0.67	3.11	-	-	32.48	-	101.05
2	x	18.70	0.79	2.32	-	-	32.48	-	75.22
3	x	9.84	1.50	0.56	-	-	32.48	-	18.14
4	x	9.84	1.50	0.56	-	-	23.62	-	13.19
5	x	21.98	0.67	3.11	-	-	16.40	-	51.02
6	x	3.44	4.28	0.03	-	-	11.48	-	0.35
7	x	3.44	4.28	0.03	-	-	11.48	-	0.35
8	x	21.98	0.67	3.11	-	-	0.33	-	1.03
9	x	29.20	0.50	4.93	-	-	0.33	-	1.63
a	y	15.42	0.96	-	1.57	0.33	-	0.52	-
b	y	3.36	4.38	-	0.03	22.31	-	0.64	-
c	y	2.13	6.92	-	0.01	52.17	-	0.39	-
d	y	2.65	5.56	-	0.01	41.67	-	0.59	-
e	y	4.51	3.27	-	0.07	52.17	-	3.50	-
f	y	2.70	5.46	-	0.02	22.31	-	0.34	-
g	y	2.69	5.48	-	0.01	41.67	-	0.62	-
h	y	5.61	2.63	-	0.12	52.17	-	6.50	-
i	y	15.42	0.96	-	1.57	0.33	-	0.52	-
l	y	3.33	4.42	-	0.03	22.31	-	0.62	-
k	y	3.33	4.42	-	0.03	52.17	-	1.45	-
				17.76	3.48			15.68	261.97

En la tabla XIX se puede apreciar el cálculo necesario para determinar el centro de rigidez. Al ya haber calculado los datos anteriores se procede a calcular el centro de rigidez de la estructura utilizando las formulas siguientes:

$$\bar{x}_{CR} = \frac{\sum R_y * x}{\sum R_y} = 4.51 \text{ ft}$$

$$\bar{y}_{CR} = \frac{\sum R_x * y}{\sum R_x} = 14.75 \text{ ft}$$

Se procede luego a calcular la excentricidad (e_x y e_y) que existe entre el centro de masa y el centro de rigidez, lo cual significa que es el valor absoluto de la diferencia entre el centro de masa combinado ya calculado anteriormente y el centro de rigidez que se calculo en el paso anterior.

$$e_x = |x_{cm} - x_{CR}|$$

$$e_y = |y_{cm} - y_{CR}|$$

$$e_x = 19.79 \text{ ft}$$

$$e_y = 1.68 \text{ ft}$$

Debido a que la magnitud y el lugar donde afectan ciertas cargas se desconoce, el tipo de materiales, la forma de construcción son factores que no permiten un análisis exacto, se requiere que el centro de masa de la escuela sea desplazado 5% desde el centro de masa ya calculado.

$$\text{Min} - e_x = 0.05 * L_x$$

$$\text{Min} - e_y = 0.05 * L_y$$

Donde:

$L_x = 52.50$ ft y $L_y = 32.81$ ft son las distancias totales en el eje "x" y el eje "y" respectivamente. Y $Min-e_x$ y $Min-e_y$ son los valores de desplazamiento.

Al operar las formulas anteriores obtenemos la excentricidad mínima por torsión accidental.

$$Min e_x = 2.62 \text{ ft}$$

$$Min e_y = 1.64 \text{ ft}$$

La excentricidad total se obtiene al sumar la excentricidad por torsión accidental mas la excentricidad calculada dando como resultado:

$$Total e_x = 22.42 \text{ ft}$$

$$Total e_y = 3.32 \text{ ft}$$

3.4.4 Cálculo de cargas laterales

Las fuerzas laterales de los edificios son distribuidas por las vigas flexibles hacia los muros de corte. Estos muros transfieren esas fuerzas hacia los cimientos, y si el muro tiene espacios abiertos debido a ventanas y puertas, entonces las secciones adyacentes serán sujetas a las fuerzas que deberían de soportar esos espacios.

Para este diseño se asume que los techos serán flexibles, por lo que permitirán desplazamiento horizontal, comportándose el edificio como una viga simplemente apoyada.

3.4.4.1 Esfuerzo por sismo

Una de las fuerzas laterales de mas importancia que pueden llegar a aplicársele a una estructura son las generadas por sismos, estas pueden ser repentinas, dinámicas y de gran intensidad.

La fuerza por sismo viene dada por las formulas:

$$V = \frac{ZIC}{R_w} W$$

$$C = \frac{1.25S}{T^{2/3}}$$

$$T = C_t h_n^{3/4}$$

Donde:

Z = factor de zona sísmica. Este factor indica la intensidad esperada de un terremoto que puede llegar a ocurrir en un área determinada. Ha continuación se describe el daño que puede ocurrir o se puede esperar por un terremoto basados en la escala de Intensidad de Mercalli, en la tabla XX se puede apreciar los factores que se utilizan dependiendo de la zona que se necesite.

- Zona #0: Sin daños
- Zona #1: Daños menores
- Zona #2: Daños moderados
- Zona #3: Daños mayores
- Zona #4: Son aquellas zonas que se encuentran el la proximidad de una falla y que no se contemplan en la zona #3.

Tabla XX. Factor de sismo

Zona	1	2A	2B	3	4
Z	0.075	0.15	0.2	0.3	0.4

Para este proyecto se utilizara la zona #4, debido principalmente a que la estructura de la escuela se localiza a una distancia de aproximadamente 5 km de una falla, la cual es conocida como la falla de Jocotán.

I = factor de importancia. Las estructuras se clasifican para su diseño en base al tipo de uso e importancia. Esto se debe a que los hospitales, centros de comunicación, etc. Deben de mantenerse funcionando en caso de alguna catástrofe, por lo que son diseñados con factores mayores.

Tabla XXI. Factor de importancia

No.	Importancia	I	
		Sismo	Viento
1	Instalaciones esenciales: Hospitales y áreas de emergencia	1.25	1.15
2	Instalaciones peligrosas: Estructuras que almacenan productos tóxicos	1.25	1.15
3	Instalaciones especiales: Estructuras cubiertas que reúnen a mas de 300 personas	1	1
4	Escuelas hasta nivel secundario y guarderías. Institutos para más de 500 alumnos. Cárceles, Estructuras que albergaran a más de 5000 personas. Plantas generadoras de energía eléctrica.	1	1
5	Instalaciones de ocupación estándar: Todas las estructuras que no se listan en los puntos anteriores.	1	1

La escuela que se está diseñando será para un nivel preprimario se ha seleccionado un factor de importancia para sismo igual a 1, que corresponde al inciso 4 de la tabla XXI.

Rw = Factor de sistema estructural: Este factor esta basado en los materiales, la ductilidad y el tipo de estructura que se va a utilizar, ya sea únicamente muro de carga o la combinación con marcos estructurales.

Tabla XXII. Factor de sistema estructural

Sistema Estructural	Descripción	Rw
Muros de carga	Muros de corte	6
	Mampostería	
Marcos estructurales	Muros de corte	8
	Mampostería	
Sistema combinado	Muros de corte	
	Mampostería	8
	Mampostería con refuerzo de acero	6
	Mampostería con concreto	6

Para este diseño se ha escogido un valor de Rw igual a 6 que corresponde a un muro de carga, según la tabla XXII.

W = Carga de diseño, este valor corresponde al peso muerto que ha de soportar la estructura debido al techo y a los muros.

$$\begin{array}{r}
 \text{Peso de techos} = \quad \quad \quad 29.99 \text{ kips} \\
 \text{Peso de muros} = \quad \quad \quad 154.74 \text{ kips} \\
 \text{Peso muerto total} = W = \quad \quad \quad \frac{\quad \quad \quad}{\quad \quad \quad} 184.73 \text{ kips}
 \end{array}$$

Estos valores ya fueron calculados en pasos anteriores.

C = Coeficiente numérico. Este valor debe de ser siempre menor o igual a 2.5, si sobre pasara ese valor se debe de emplear 2.5 como dato para el cálculo.

S = Coeficiente de área (características del suelo y geología del área). La interrelación entre las características del suelo y la estructura afectan significativamente las fuerzas de sismo que llegarían a ser aplicadas en la estructura en un momento dado, en la tabla XXIII se aprecian los distintos coeficientes de carga.

Tabla XXIII. Coeficiente de área

S	Descripción	Factor
S ₁	Material similar a roca	1
	Suelo denso hasta 200 ft	
S ₂	Suelo denso a mas de 200 ft	1.2
S ₃	Suelo conteniendo arcilla suave a media a 40 ft	1.5
S ₄	Suelo suave de arcilla a mas de 40 ft	2

T = Periodo fundamental de vibración. El periodo de una estructura se ve influenciado por su respuesta a un terremoto y depende de la altura del edificio. El valor de C_t suele aproximarse a 0.02 para los edificios de mampostería, y h_n es la altura que existe entre pisos.

Al ya conocer el significado de cada una de las variables y con los valores ya seleccionados de los factores procedemos a ordenar los datos con los que disponemos, de esta forma:

V = - fuerza de sismo
 Z = 0.4 factor de Sismo
 C = 2.5 coeficiente de fuerza lateral
 W = 184.73 carga muerta total de sismo

Rw =	6	factor de sistema estructural
I =	1	factor de importancia
T =	-	periodo fundamental de vibración
S =	1.5	coeficiente de área
Ct =	0.02	factor de fuerzas horizontales
ht =	9.843 ft	altura del muro

Luego se procede a sustituir los datos anteriores en las formulas y obtenemos:

$$T = C_t h_n^{3/4}$$

T = 0.004

$$C = \frac{1.25S}{T^{2/3}}$$

C = 79.84 Pero como el valor es mayor a 2.5 se debe de utilizar 2.5.

$$V = \frac{ZIC}{R_w} W$$

V = 33.87 Kips

El resultado nos indica que tendremos en la estructura del edificio escolar una fuerza de 33.87 kips debido a sismo.

3.4.4.2 Esfuerzos por viento

La presión generada por el viento en una estructura es determinada por la fórmula:

$$q = Cq * Ce * qs * I \quad \text{la cual nos da un valor en psf o bien lbf/ft}^2$$

Donde:

Ce = coeficiente de altura, exposición y factor de Gauss. Este coeficiente incorpora la influencia de un número de efectos basados en la altura de la estructura sobre el nivel del suelo y el tipo de exposición de la misma. El UBC reconoce únicamente 3 clasificaciones, las cuales se mencionan a continuación:

- Exposición A: Se caracteriza por edificios en grandes centros urbanísticos el cual no es adoptado por el UBC.
- Exposición B: Se caracteriza por sitios localizados en terrenos que contienen edificios, bosques o irregularidades en el terreno circundante que no sobre pasen los 20 ft de altura.
- Exposición C: Se caracteriza por terrenos planos que se extienden alrededor de la estructura por lo menos a 0.5 millas a la redonda.
- Exposición D: Esta categoría representa el tipo de exposición más severo, se aplica a estructuras en terrenos planos y sin obstrucción cerca de grandes cuerpos de agua, áreas sujetas a fuerzas severas de viento tales como huracanes.

Tabla XXIV. Factor de exposición

Altura sobre el nivel del terreno	Exposición		
	D	C	B
0 - 15	1.39	1.06	0.62
20	1.45	1.13	0.67
25	1.5	1.19	0.72

Para este diseño en particular se ha escogido un tipo de exposición tipo “B”, según la tabla XXIV, y debido a que la estructura tendrá una altura máxima de 9.33 ft sobre el nivel del terreno, por lo que el valor de C_e será de 0.62.

C_q = Coeficiente de presión. Debe de ser determinada para los elementos que resisten las cargas principales en la estructura.

Tabla XXV. Coeficiente de presión

Descripción	C_q
Sobre áreas proyectadas verticalmente Estructuras hasta 40 ft	1.3 en cualquier dirección
Estructuras sobre los 40 ft	1.4 en cualquier dirección
Estructuras proyectadas horizontalmente	0.7 hacia arriba

Se utilizará un coeficiente de presión correspondiente a una estructura proyectada horizontalmente por lo que el valor debe de ser 0.7, según lo indicado en la tabla XXV.

q_s = presión de viento. Este valor esta relacionado directamente con la velocidad de viento.

Tabla XXVI. Factor de viento

Velocidad de viento (mi/h)	70	80	90	100	110	120	130
qs (psf)	12.6	16.4	20.8	25.6	31	36.9	43.3

Los vientos en esa región del país no sobre pasan en la mayor parte del tiempo las 70 mi/h, pero para mayor seguridad se ha escogido un factor de 16.4 psf que corresponde a una velocidad de 80 mi/h, como se observa en la tabla XXVI.

Al momento de haber seleccionado los factores que mas se aproximen a las condiciones que presentará el área donde se encuentra la estructura se procede a realizar el siguiente resumen:

q =	-	Carga de viento
Cq =	0.7	Coficiente de Presión
Ce =	0.62	Coficiente de altura, exposición y factor de Gauss
qs =	16.4	Presión de Viento
I =	1	Factor de Importancia

Luego se procede a sustituir estos valores en la formula de presión de viento:

$$q = Cq * Ce * qs * I$$

Dando como resultado un valor de:

$$q = 7.12 \text{ psf (lb/ft}^2\text{)}$$

Con la presión de viento se procede a calcular el valor de corte que generara el viento en la estructura y se realiza por medio de la formula:

$$V_x = q * h * L_{trans}$$

$$V_y = q * h * L_{long}$$

$L_x = 52.50$ ft y $L_y = 32.81$ ft son las distancias totales en el eje “x” y el eje “y” respectivamente.

$$V_x = 5.60 \text{ kips}$$

$$V_y = 3.50 \text{ kips}$$

Al hacer una comparación entre V generada por las fuerzas de sismo y V_x y V_y generadas por las fuerzas de viento, podemos concluir que la fuerza de sismo será la que rija en el diseño de este proyecto debido a que es de mayor magnitud.

3.4.5 Cálculo de momentos de volteo

Las fuerzas laterales generadas por vientos o por sismo pueden generar grandes momentos de volteo sobre las estructuras. Si el momento de volteo es lo suficientemente grande puede sobre pasar la carga muerta de la estructura e inducir tensiones en los extremos de los muros de corte. Puede también causar grandes fuerzas de compresión que pueden requerir un aumento en la resistencia específica de la mampostería (f'_m) que se pretende utilizar, llegando a ser necesario un aumento en el acero de refuerzo o un aumento en el ancho de las unidades de mampostería.

Para llegar a determinar el momento de volteo que afecta a la estructura es necesario primero determinar y distribuir las fuerzas horizontales (F_x) que afectan al edificio, para lo que es necesario calcular el peso de la totalidad de los muros de la estructura, lo cual se logra con los datos y la fórmula siguiente:

$$\begin{aligned}
 W_{\text{muro}} &= 78.00 \text{ psf} \\
 h &= 9.84 \text{ ft} \\
 L_{\text{total}} &= 201.55 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

$$C M_{\text{muro}} = \frac{W_{\text{muro}} * L_{\text{total}} * h}{1000} = W_{\text{base}} = 154.74 \text{ kips/piso}$$

$$W_{\text{base}} = \frac{W_{\text{muro}}}{2} = 83.32 \text{ kips}$$

Se considera que todo el peso del muro llegara a la base.

Luego se procede a completar la tabla XXVII para obtener la fuerza horizontal que afectara a la estructura en cada uno de sus extremos de entre pisos.

Tabla XXVII. Distribución de fuerzas horizontales de sismo

Nivel	w (kips)	h (ft)	w*h (kips*ft)	Fx kips (kips)	sum Fx (kips)
1	184.73	9.84	1818.27	33.87	33.87
Base	184.73	0.00	0.00	0.00	33.87
			1818.27		

Al tener los valores de la fuerza producida por los techos se procede a calcular los momentos de volteo tal como se aprecia en la tabla XXVIII.

Tabla XXVIII. Momentos de volteo (transversal y longitudinal)

Nivel	Fx (kips)	h (ft)	Fx*h	Mx (kips*ft)
1	33.87	9.84	333.35	0
Base	0.00	0.00	0.00	333.35
Mbase				333.35

$$\begin{aligned}
M_{\text{techo}} &= 33.87 \times 0 = 0 \\
M_{\text{base}} &= 33.87 \times 9.84 + 0 \times 0 = 333.35 \\
\text{Momento de volteo} &= M_{\text{base}} = 333.35 \text{ Kips} \cdot \text{ft}
\end{aligned}$$

3.4.5.1 Distribución de cargas y momentos en los muros

Para distribuir todas las fuerzas y los momentos en cada uno de los muros será necesario la utilización de las siguientes formulas:

$$F_v = \frac{R}{\sum R \cdot d} V$$

Fuerza lateral en el muro

$$F_t = \frac{R \cdot d}{\sum R \cdot d^2} M_t$$

Fuerza torcional

$$F = 1.5(F_v + F_t)$$

Fuerza final de diseño

$$M_{t_x} = V \cdot e_x$$

Momento torcional en eje x

$$M_{t_y} = V \cdot e_y$$

Momento torcional en eje y

Así también, es indispensable la utilización de los siguientes datos, los cuales ya fueron determinados en pasos anteriores:

V =	33.87 kips	Corte en la base
Mx = Mbase =	333.35 kipsxft	Momento de volteo
e _x =	22.42 ft	Excentricidad en x

$e_y =$	3.32 Ft	Excentricidad en y
$x_{cr} =$	4.51 ft	centro de rigidez en x
$y_{cr} =$	14.75 ft	centro de rigidez en y

Lo primero en determinar debe de ser los momentos torcionales en cada uno de los ejes de análisis de la estructura, es necesario recordar que el eje “y” es el lado transversal y el eje “x” es el lado longitudinal.

$$M_{Tx} = 759.22 \text{ kips*ft}$$

$$M_{Ty} = 112.46 \text{ Kips*ft}$$

Luego se procede a completar los datos en la próxima tabla, en la cual cada una de sus columnas significa lo siguiente:

1. Identificación de muro.
2. Rigideces en el muro.
3. Distancia “x” desde el eje “Y” o distancia “y” desde el eje “X”.
4. $dx =$ distancia x menos a la distancia al centro de rigidez.
5. Columna 2 multiplicada por columna 4.
6. Columna 5 multiplicada por la columna 4.
7. Rigidez de la columna 2 dividida por la sumatoria de columna 2 dividido por el esfuerzo de corte.
8. Columna 5 dividido la sumatoria de la columna 6, multiplicado por el momento torcional.
9. La fuerza de corte es la fuerza directa de corte F_v mas la fuerza torcional F_t o sea columna 7 mas columna 8.
10. Es columna 9 multiplicado por 1.5.
11. Momento torcional es igual a la fuerza torcional F_t multiplicado por la altura del muro.

En la tabla XXIX se puede apreciar el procedimiento para determinar los momentos y las cargas que afectan a los distintos muros del proyecto, para poder identificar los distintos muros se recomiendan ver en el apéndice la Figura 23.

3.4.6 Corte unitario y esfuerzos flexiónante

$$fv = \frac{1000(1.5F)}{12 * L * t} \quad \text{esfuerzo unitario de corte (psi)}$$

$$I = \frac{t * L^3}{12} \quad \text{momento de inercia del muro (in}^4\text{)}$$

$$c = \frac{L}{2}$$

$$fb = \frac{M * c}{I} \quad \text{esfuerzo flexiónante debido al momento de volteo (psi)}$$

$$fb = \frac{12000 * OTM * L * 12}{2 * 1098 * L^3}$$

Los muros que resisten fuerzas laterales, ya sea de viento o de sismo, son llamados generalmente muros de corte. Los cuales pueden soportar o no cargas verticales. Estos muros pueden también resistir presiones de suelo y de agua.

Cuando el muro debe de resistir todo el corte o sea cuando $M/(V*d)$ es menor o igual a 1, el máximo esfuerzo de corte permitido esta dado por:

$$Fv_m = \frac{1}{3} \left(4 - \frac{M}{V * d} \right) * \sqrt{f'm} \quad (\text{psi}) \quad \text{esfuerzo máximo permitido sin refuerzo}$$

Pero con un valor máximo dado por:

$$Fv_{m\max} = \left(80 - 45 \frac{M}{V * d} \right) \quad (\text{psi})$$

Si $M/(V*d)$ es igual o mayor a 1, entonces:

$$Fv_m = 1.0 \sqrt{f'm} \quad (\text{psi})$$

Con un valor máximo de: $F_{v\max} = 35$ (psi)

En los casos en que el esfuerzo de corte (f_v) exceda el esfuerzo máximo permitido (Fv_m) se debe de proporcionar acero de refuerzo para soportar las cargas aplicadas a la estructura. En el caso en que la dicho anteriormente sea al contrario se debe de proporcionar únicamente el acero de refuerzo mínimo.

En los casos en que el refuerzo de acero debe de resistir el corte y $M/(V*d)$ es menor a 1, entonces:

$$Fv_R = \frac{1}{2} \left(4 - \frac{M}{V * d} \right) \sqrt{f'm} \quad (\text{psi}) \quad \begin{array}{l} \text{esfuerzo de corte máximo} \\ \text{permitido con refuerzo.} \end{array}$$

Con un valor máximo dado por:

$$Fv_{R\max} = \left(120 - 45 \frac{M}{V*d} \right) \quad (\text{psi})$$

Si $M/(V*d)$ es mayor a 1, entonces:

$$Fv_R = 1.5\sqrt{f'm} \quad (\text{psi})$$

Con un valor máximo de: $Fv_{R\max} = 75$ (psi)

Se debe de tomar en cuenta que los valores de (Fv) variaran dependiendo de si se utilizará una inspección profesional constante o no se utilizará. Si fuera el caso de que no se utilizará inspección el resultado debe de ser solamente el 50% del valor original de Fv ($0.5*Fv$). En el caso de este proyecto se asumirá que no existirá supervisión.

L =	ft	longitud del muro
V =	33.87 kips	fuerza de corte
t =	7.63 in	espesor de muro (8in)
h =	9.84 ft	altura del muro
f'm =	300 psi	
Supervisión=	0.5	Supervisión constante = 1. Supervisión periódica = 0.5
F =	- psi	fuerza final de diseño
t =	- ft	espesor del muro
M ó OTM =	- kips*ft	momento de volteo
Fvm =	- psi	esfuerzo de corte máximo permitido sin refuerzo
Fvr =	- psi	esfuerzo de corte máximo permitido con refuerzo
h =	ft	altura del muro

Con las formulas y los datos anteriores se procede a llenar la tabla XXX.

Tabla XXX. Corte unitario y de esfuerzos flexionantes

Muro	L (ft)	$h/L = h/(d=t)$	Corte, 1.5F (kips)	Esfuerzo de corte f_v (psi)	Esfuerzo de corte máximo permitido (F_{vm}) sin refuerzo, *1.33 (psi)	Esfuerzo de corte máximo permitido (F_{vr}) con refuerzo, *1.33 (psi)	Momento de volteo =OTMt+OTMx (kips*ft)	f_b (psi)
1	21.98	0.45	11.09	5.51	15	22	72.79	9.88
2	18.70	0.53	8.26	4.82	15	23	54.18	10.16
3	9.84	1.00	1.99	2.21	15	23	13.06	8.85
4	9.84	1.00	1.79	1.99	15	23	11.77	7.97
5	21.98	0.45	9.10	4.52	15	23	59.73	8.11
6	3.44	2.86	0.09	0.28	15	23	0.57	3.18
7	3.44	2.86	0.09	0.28	15	23	0.57	3.18
8	21.98	0.45	8.90	4.42	15	23	58.39	7.93
9	29.20	0.34	14.11	5.28	15	22	92.60	7.12
a	15.42	0.64	23.01	16.30	12	17	150.98	41.64
b	3.36	2.93	0.55	1.80	15	22	3.63	21.11
c	2.13	4.62	0.20	1.05	15	23	1.34	19.35
d	2.65	3.71	0.35	1.44	15	22	2.29	21.42
e	4.51	2.18	1.84	4.45	13	20	12.06	38.88
f	2.70	3.65	0.29	1.18	15	23	1.91	17.19
g	2.69	3.66	0.37	1.48	15	22	2.40	21.72
h	5.61	1.75	3.41	6.65	12	17	22.40	46.68
i	15.42	0.64	23.01	16.30	12	17	150.98	41.64
l	3.33	2.96	0.54	1.77	15	22	3.54	20.94
k	3.33	2.96	0.76	2.50	14	22	5.00	29.59

3.4.7 Ejemplos de diseño

3.4.7.1 Diseño de muros

En la actualidad existen varios métodos por los cuales los elementos estructurales de mampostería reforzada se pueden diseñar para la relación que existe entre las cargas aplicadas y los momentos generados. Algunos de estos elementos son más conservadores que otros.

A continuación se da a conocer una muy breve descripción de cada uno de estos métodos:

Método #1: Este método asume que las cargas y los momentos actúan independientemente uno de los otros, y los esfuerzos se calculan independientemente uno de los otros. Y la ecuación unitaria es utilizada solo para chequear cumplimiento.

Método #2: Este método determina el esfuerzo axial, luego el máximo esfuerzo de compresión por flexión que podrá satisfacer la ecuación unitaria. Luego con esos valores y las cargas aplicadas la estática de las secciones son evaluadas: la suma de cargas verticales son igual a cero ($\sum F_v=0$), y la sumatoria de momentos son igual a cero ($\sum M=0$). Los esfuerzos en el acero son calculados en el área requerida de acero determinado. Este es el método que se utilizará en este proyecto para el diseño de los elementos estructurales de mampostería.

Método #3: Este método asume que las secciones son homogéneas y sin falla. El esfuerzo se calcula con $P/A=M*c/l$. Si P/A que es el esfuerzo por compresión axial es menor que el esfuerzo de flexión, $M*c/l$, entonces habrá tensión en la sección, y esta deberá ser reforzada con acero para soportar esta fuerza de tensión.

3.4.7.1.1 Diseño de muros por flexión

Existen tablas basadas en los valores de E_m y n ya definidas que permiten el cálculo del refuerzo en los muros de mampostería. Sin embargo hay ocasiones en que los materiales a utilizar no coinciden con los materiales que se utilizaron al momento de calcular dichas tablas.

Por eso, se pretende explicar una técnica la cual se aplica a cualquier tipo de material que se pretenda utilizar; cualquier modulo de elasticidad (E_m), relación modular (n) o cualquier resistencia. Este método se llama método de diseño universal a flexión elástica.

Debido a que el momento basado en el esfuerzo flexionante a compresión permitido de la mampostería (F_b) es:

$$M = b * d^2 \left(\frac{j * k}{2} \right) * F_b$$

En donde $2/jk$ se puede obtener despejando la ecuación anterior:

$$\frac{2}{j * k} = 12 * b * t^2 * \left(\frac{F_b}{12 * M} \right)$$

Lo mismo sucede con el momento basado en el esfuerzo flexionante por tensión permitido (F_s):

$$M = b * d^2 (p * j) * F_s$$

En donde “npj” se puede obtener multiplicando ambos lados de la ecuación por “n” y luego despejando npj:

$$npj = \frac{12 * n * M}{12 * t^2 * F_s}$$

Con estos valores de $2/jk$ y de npj, se pueden obtener valores de np por las tablas del anexo y el coeficiente de acero requerido es calculado utilizando la relación modular:

$$\rho = \frac{n * p}{n}$$

Para finalmente obtener el área de acero requerido:

$$A_{sr} = 12 * \rho * L * t$$

Es muy importante recordar que existirán situaciones en las que no será necesaria la utilización de acero en muros de mampostería, sin embargo es recomendable el utilizar acero mínimo:

$$A_{s \min} = 0.0007 * b * t \quad \text{horizontal}$$

$$A_{s \min} = 0.0013 * b * t \quad \text{vertical}$$

3.4.7.1.2 Diseño de muro estructural #a

La base para el diseño flexiónante es que sistemas heterogéneos, en donde un material resiste la compresión y que otro material con diferentes características físicas resisten la tensión es el concepto básico de la relación modular (n). Para iniciar el diseño procedemos a calcular la relación modular:

$$n = \frac{E_s}{E_m} \qquad E_m = 750 * f'm$$

Donde:

n =		psi	Relación modular
Es =	29,000,000.00	psi	Modulo de elasticidad del acero
f'm	300.00	psi	Resistencia especifica de la mampostería

$$Em = 750 * 300 \text{ _ } psi$$

Em =	225,000.00	psi	Modulo de elasticidad de la mampostería
------	------------	-----	---

$$n = \frac{29000000 \text{ _ } psi}{225000 \text{ _ } psi}$$

$$n = 128.89$$

Luego se procede a calcular el esfuerzo flexiónante máximo permitido que puede soportar la mampostería, es importante considerar que no habrá una supervisión constante durante la construcción por lo que el resultado debe de dividirse dentro de dos.

$$Fb = \frac{1}{3} f'm$$

Supervisión = 0.50 Supervisión constante = 1. Supervisión
periódica = 0.5

$$Fb = \frac{1}{3} * 300psi * 0.5$$

Fb = 50.00 Psi Esfuerzo flexionante máximo
permitido de la mampostería

Se procede con el cálculo del máximo esfuerzo axial permitido (Fa):

$$Fa = 0.2 * f'm \left[1 - \left(\frac{h}{42 * t} \right)^3 \right]$$

Donde:

Fa =	-	Psi	Esfuerzo axial permitido
h =	9.843	Ft	Altura del muro
t =	7.63	In	Espesor del muro
Supervisión =	0.50		Supervisión constante = 1. Supervisión periódica = 0.5

$$Fa = 0.5 * 0.2 * 300psi * \left[1 - \left(\frac{9.843ft}{12 * 42 * 7.63in} \right)^3 \right]$$

Fa = 28.50 Psi

Luego se procede a calcular el esfuerzo axial actuante en el muro (fa),
pero primero es necesario determinar las cargas que se aplicaran al muro:

$$W_{cm} = \frac{CM * Area}{L}$$

$$W_{cv} = \frac{CV * Area}{L}$$

$$W_{muro} = \frac{C_{muro} * L}{12}$$

$$W_{cm} = \frac{14.145 \text{ psf} * 58.34 \text{ ft}^2}{14.75 \text{ ft}}$$

$$W_{cm} = 55.98 \text{ plf}$$

$$W_{muro} = \frac{78 \text{ psf} * 14.75 \text{ ft}}{12}$$

$$C_{muro} = \underline{\hspace{10em} 95.88 \text{ plf} \hspace{10em}}$$

$$W_{CM} = 55.98 \text{ plf} + 95.88 \text{ plf}$$

$$W_{CM} = 151.82 \text{ plf}$$

$$W_{CV} = \frac{41 \text{ psf} * 58.34 \text{ ft}^2}{14.75 \text{ ft}}$$

$$W_{CV} = 162.17 \text{ plf}$$

$$W_{total} = W_{CM} + W_{CV}$$

$$W_{total} = 151.82 \text{ plf} + 162.17 \text{ plf}$$

$$P_{total} = 313.99 \text{ plf}$$

Sustituyendo los valores anteriores en las siguientes formulas se obtienen los esfuerzos actuantes por carga viva y carga muerta, y la sumatoria de estas dos nos da como resultado el esfuerzo actuante total (f_a ó $f_{a_{total}}$).

$f_{a_{CM}} = \frac{P_{CM}}{12 * b * t}$	Esfuerzo axial por carga muerta
$f_{a_{CV}} = \frac{P_{CV}}{12 * b * t}$	Esfuerzo axial por carga viva
$f_{total} = f_{a_{CM}} + f_{a_{CV}}$	Esfuerzo total

$$f_{a_{cm}} = + \frac{151.82 plf}{12 * 7.63in}$$

$$f_{a_{CM}} = 1.66 \text{ psi}$$

$$f_{a_{CV}} = + \frac{162.17 plf}{12 * 7.63in}$$

$$f_{a_{CV}} = 1.77 \text{ psi}$$

$$f_a = 1.66 \text{ psi} + 1.77 \text{ psi}$$

$$f_{total} = f_a = 3.43 \text{ psi}$$

Luego se debe de determinar si el esfuerzo de corte actuante es menor al esfuerzo de corte resistente; si esto ocurre se debe a que el muro es capaz de soportar las cargas horizontales y no necesita refuerzo horizontal, únicamente se debe de utilizar el refuerzo mínimo, si fuera mayor el esfuerzo actuante al resistente, se debe de calcular el refuerzo necesario para soportar este esfuerzo.

$f_v = 16.30 \text{ psi}$ Esfuerzo de corte actuante (tabla de corte unitario y esfuerzo actuante)

$F_v = 12.00 \text{ psi}$ Esfuerzo de corte resistente (tabla de corte unitario y esfuerzo actuante)

Si = $f_v < F_v$

usar: refuerzo requerido

Como se puede observar $f_v > F_v$ por lo que se debe utilizar el acero de refuerzo requerido, pero primero se debe de determinar el acero mínimo, el cual se calcula sustituyendo valores en la siguiente ecuación:

$$A_{s \min} = 0.0007 * L * t$$

Área de acero mínimo, horizontal

$$S = \frac{A_v * L}{A_{s \min}}$$

Espaciamiento entre varillas

Si:

Dv =	3	Diámetro de la varilla, en octavos de pulgada
Av =	0.110 in ²	Área de la varilla
t =	7.63 in	
L =	15.42 ft	

$$A_{s \min} = 0.007 * 15.42 \text{ ft} * 7.63 \text{ in} * 12$$

$$A_{s \min} = 0.99 \text{ in}^2$$

$$S_{\max} = 20.00 \text{ in}$$

$$50.00 \text{ cm}$$

Por lo que se puede observar es necesario utilizar varillas #3 horizontalmente a cada 20 pulgadas o bien a cada 50 centímetros de distancia como máximo entra cada una de ellas.

Una vez determinado el área de acero mínimo se procede a determinar el área de acero requerido para soportar las cargas de corte, lo cual se realiza de la siguiente forma:

Si:

Fb =	50.00	psi
M =	150,980.00	lbf*ft
t =	7.63	in
n =	128.89	
Fs =	20,000.00	psi
fb =	41.64	psi
L =	15.42	ft

$$\frac{2}{jk} = L * t^2 * \left(\frac{fb}{M} \right)$$

2/jk =	0.248
--------	-------

Utilizando las tablas del anexo:

Si :

2/jk =	4.75
np =	0.26

$$npj = \frac{n * M}{L * t^2 * Fs}$$

npj =	1.08
--------------	-------------

Utilizando las tablas del anexo:

si:

npj =	0.2161
np =	0.26

p =	0.002
-----	-------

$$A_s = 0.185 \text{ in}^2/\text{ft}$$

Se debe de seleccionar el valor mayor de np

$$n_p = 0.260$$

$$k = \sqrt{2 * n_p + n_p^2} - n_p$$

$$k = 0.507$$

$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

$$j = 1 - \frac{0.428}{3}$$

$$j = 0.831$$

Al contar con el valor de j se asume un espaciamiento entre varillas para luego determinar el esfuerzo de corte que la varilla puede soportar con dicho espaciamiento.

Si :

$$D_v = 3$$

$$A_v = 0.11 \text{ in}^2 \quad \text{Área de la varilla}$$

$$f_v = 16.30 \text{ psi} \quad \text{Esfuerzo unitario de corte (psi)}$$

$$F_{vm} = 12.00 \text{ psi} \quad \text{Es necesario utilizar refuerzo, el corte que resistirá la mampostería es menor al corte aplicado (} f_v > F_{vm} \text{)}$$

$$h = 9.843 \text{ ft} \quad \text{Peralte de la viga}$$

$$L = 15.420 \text{ ft} \quad \text{Longitud del muro}$$

$$t = 7.630 \text{ in} \quad \text{Espesor del muro}$$

$$F_s = 20000 \text{ psi}$$

$$V = 23.01 \text{ kips} \quad \text{Fuerza de corte}$$

$j = 0.831$ Coeficiente
 $S = 21.00 \text{ in}$ Espaciamiento propuesto entre varillas
 53.34 cm

$$F_v = \frac{A_v * F_s}{j * t * S}$$

$F_v = 16.59 \text{ psi}$

Con un espaciamento de 21 pulgadas se puede resistir un esfuerzo de corte de 16.59 psi, el cual es mayor al esfuerzo aplicado al muro, por lo que un espaciamento de 21 pulgadas es suficiente para soportar dichas cargas; pero este espaciamento es mayor al espaciamento dado por el área de acero mínimo, por esto se debe de utilizar el espaciamento de 20 pulgadas.

Se procede a calcular el momento generado por las fuerzas de sismo, dicho momento puede llegar a producir flexión en el muro, dicho calculo se debe de hacer sustituyendo valores en las siguientes ecuaciones, los datos siguientes son obtenidos de los cálculos ya realizados durante el análisis estructural.

$$F_p = ZIC_pW_p \quad M = \frac{1}{10} F_p * h^2$$

Donde:

$F_p =$		Fuerza lateral de sismo perpendicular al muro
$Z =$	0.4	Factor de Sismo
$I =$	1	Factor de importancia
$C_p =$	0.75	Factor de fuerza horizontal

$W_p = C_{muro} =$ 78 psf Peso del muro
 $h =$ 9.843 ft Altura del muro
 $F_p = 0.4 * 1 * 0.75 * 78 \text{ psf}$
 $F_p =$ 23.40 psf Fuerza lateral de sismo perpendicular al muro

$$M = \frac{23.4 \text{ psf} * (9.843 \text{ ft})^2}{10}$$

$$M = \frac{W_p * h^2}{10}$$

$M =$ 226.71 lbf*ft Momento lateral por sismo

Se debe de sustituir el momento obtenido en la ecuación del esfuerzo flexionante:

$$f_b = \frac{6 * M * (12)}{b * t^2}$$

Esfuerzo flexionante

$$f_a > f_b$$

Si el esfuerzo axial es mayor al esfuerzo flexionante, es porque el muro trabaja a compresión de lo contrario habría tensión en el muro.

si:
 $f_b =$ 23.37 psi Existe tensión, calcular acero por tensión
 $f_a =$ 3.43 psi

Por lo que se puede observar el esfuerzo axial es menor al esfuerzo flexionante, esto significa que las cargas verticales no afectan a la estructura tanto como las cargas laterales, lo que hace que exista flexión en los elementos estructurales, por lo que es necesario utilizar un acero de refuerzo mayor al del mínimo, pero este refuerzo debe de ser de mayor magnitud al refuerzo mínimo vertical.

$f_{a_{total}} =$	3.43 psi	esfuerzo axial actuante
$F_a =$	28.50 psi	esfuerzo axial permitido

si:

$$f_{a_{total}} < F_a$$

Si $f_{a_{total}}$ es menor a F_a la mampostería será capaz de soportar todas las cargas verticales a las cuales será sometida.

Para obtener el acero mínimo vertical es necesario sustituir valores en las siguientes ecuaciones:

$$A_{s \min} = 0.0013 * L * t$$

Área de acero mínimo, vertical

$$S = \frac{A_v * L}{A_{s \min}}$$

Espaciamiento entre varillas

Si:

$D_v =$	4	Diámetro de la varilla, en octavos de pulgada
---------	---	---

$A_v =$	0.196 in ²	Área de la varilla
---------	-----------------------	--------------------

$t =$	7.630 in	
-------	----------	--

$$L = 15.42 \text{ ft}$$

$$h = 9.843$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.0013 * 15.42 \text{ ft} * 7.63 \text{ in} * 12$$

$$A_{s \text{ min}} = 1.84 \text{ in}^2$$

$$S = 20.00 \text{ in}$$

$$50.00 \text{ cm}$$

Se puede observar que es necesario utilizar varillas #4 verticalmente a cada 20 pulgadas o bien a cada 50 cm como separación máxima, para cubrir el refuerzo mínimo en los muros. Pero también es posible utilizar varillas #3 con una separación de 27 cm.

Una vez determinado el acero mínimo y el espaciamiento se procede a calcular el acero que se requiere para soportar las cargas, lo cual se realiza de la siguiente manera:

Si:		
Fb =	50.00 psi	Esfuerzo flexionante máximo permitido de la mampostería
M =	226.71 lbf*ft	Momento
b =	1 ft	Ancho unitario
d = t =	7.63 in	Espesor de muro de 8"
n =	128.89	Relación modular
Fs =	20,000.00 psi	Esfuerzo del acero
L =	9.84 ft	Longitud del muro
fb =	23.37 Psi	Esfuerzo flexionante actuante

Sprop. 20 in Separación propuesta

Con los datos anteriores se procede a sustituir valores en las siguientes ecuaciones para determinar el valor de np:

$$\frac{2}{j * k} = 12 * b * t^2 * \left(\frac{fb}{12 * M} \right)$$

$$\frac{2}{jk} = 12 * (7.63in)^2 \left(\frac{23.37 psi}{12 * 226.71lb * ft} \right)$$

$$2/jk = \qquad \qquad \qquad 10.00$$

Debido a que el valor de 2/jk no se encuentra en las tablas se procede a seleccionar el inmediato superior, una vez hecho se selecciona el valor de np, tal como se puede observar a continuación:

$$\begin{array}{l} \text{Si :} \\ 2/jk = \qquad \qquad \qquad 10.082 \\ np = \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad 0.029 \end{array}$$

Luego procedemos a sustituir valores en la siguiente formula:

$$npj = \frac{12 * n * M}{12 * t^2 * Fs}$$

$$npj = \frac{12 * 128.89 * 226.71lb * ft}{12 * (7.63in)^2 * 20000 psi} = 0.015$$

Se procede a seleccionar el valor de la misma forma que el caso anterior:

si:

$$\begin{aligned} np_j &= 0.0151 \\ np &= 0.016 \end{aligned}$$

Se puede observar que el primer valor de np es mayor al primero, lo que significa que el esfuerzo del acero es mayor, por lo que este valor regirá el diseño.

El próximo paso es determinar el área de acero requerido:

$$\rho = \frac{np}{n}$$

$$\rho = 0.0002$$

$$A_{sr} = \rho * L * t$$

$$A_{sr} = 0.0002 * 9.84 \text{ ft} * 7.63 \text{ in}$$

$$A_{sr} = 0.03 \text{ in}^2/\text{ft} \quad \text{Usar acero mínimo}$$

Se puede notar que el área de acero requerido es menor al área de acero mínimo; aunque el análisis indica que se debe de utilizar el acero requerido esto se ve afectado porque se esta diseñando una estructura de un solo nivel por lo que las cargas no son muy significantes como para utilizar una mayor cantidad de refuerzo, por lo que se debe de utilizar el acero mínimo para reforzar el muro, debiendo utilizar varillas #4.

$$A_{smin} = 1.83 \text{ in}^2$$

$$S = \begin{aligned} &20.00 \text{ in} \\ &50.00 \text{ cm} \end{aligned}$$

Se procede a determinar si es necesario utilizar refuerzo para impedir el desplazamiento debido a la torsión en el muro, lo cual se realiza sustituyendo los siguientes valores en la próxima ecuación:

Si :		
L =	15.42 Ft	Longitud del muro
Fa =	28.50 Psi	Esfuerzo axial permitido
OTM =	150.98 kips_ft	Momento de volteo
fa =	3.43 Psi	Esfuerzo axial actuante
Fb =	50.00 Psi	Esfuerzo flexiónante permitido
t =	7.63 In	Espesor del muro

$$f_b = \left(1.33 - \frac{fa}{Fa} \right) * Fb$$

Esfuerzo flexiónante a compresión permitido

$f_b =$ 60.48 Psi

Una vez calculado el esfuerzo flexiónante a compresión permitido se procede a calcular el esfuerzo a compresión máximo permitido (fm) que es la suma del esfuerzo flexiónante a compresión permitido y el esfuerzo axial actuante.

$$fm = fa + fb$$

máximo esfuerzo a compresión permitido

$$fm = 3.43 psi + 60.48 psi$$

$f_m =$ 63.91 Psi

0.06 ksi

Luego se procede a determinar los valores para a, b y c, utilizando las respectivas ecuaciones, tal como se muestra:

$$a = \frac{t * fm}{6}$$

$$a = \frac{7.63in * 63.91psi}{6}$$

$$a = \begin{array}{ll} 81.28 & \text{Lbf} \\ 0.08 & \text{Klbf/in} \end{array}$$

$$b = -\frac{12 * t * L * fm}{2}$$

$$b = \frac{12 * 7.63in * 15.42ft * 63.91psi}{2}$$

$$b = \begin{array}{ll} - & 45,117.61 \text{ Lbf} \\ - & 45.12 \text{ Klbf} \end{array}$$

Para el determinar el valor de c es necesario determinar antes el valor de la carga axial P, de la siguiente manera:

$$P = 12 * fa * t * L$$

$$c = P * \left(12 * \frac{L}{2}\right) + OTM * 12000$$

$$P = 12 * 3.43psi * 7.63in * 15.42ft$$

$$P = \begin{array}{ll} 4,841.69 & \text{Lbf} \\ 4.84 & \text{Klbf} \end{array}$$

$$c = 10.45klbf * \left(\frac{12 * 15.42ft}{2}\right) + 150.98kips * ft * 12000$$

$$c = 2,259.71 \text{ Klb} \cdot \text{in}$$

Resolviendo la siguiente ecuación cuadrática se obtiene el valor de kd:

$$kd = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4 * a * c}}{2 * a}$$

$$kd = \frac{-45.12 - \sqrt{45.12^2 - 4 * 0.08 \text{klbf} / \text{in} * 2259.71 \text{klbf} * \text{in}}}{2 * 0.07 \text{klbf} / \text{in}}$$

$$kd = 55.67 \text{ in}$$

El próximo paso es determinar el esfuerzo que estará soportando el acero, lo que se determina con la siguiente ecuación:

$$fs = \left(\frac{12 * L * kd}{kd} \right) * n * fm$$

$$fs = \left(\frac{12 * 15.42 \text{ft} * 55.67 \text{in}}{55.67 \text{in}} \right) * 128.89 * 57.75 \text{psi}$$

$$fs = 18,608.57 \text{ Psi} \quad \text{Esfuerzo en el acero} < 20000 \text{ psi}$$

Luego se determina la fuerza a compresión que debe de soportar el muro:

$$C = 0.5 * t * kd * fm$$

$$C = 0.5 * 7.63 \text{in} * 55.67 \text{in} * 63.91 \text{psi}$$

$$C = 13,573.13 \text{ Lbf}$$

$$13.57 \text{ Kips}$$

La fuerza a tensión se calcula con la diferencia que existe entre la fuerza de compresión y la fuerza axial aplicada (P) al muro.

$$T = C - P$$

$$T = 13573.13\text{lbf} - 4841.69\text{lbf}$$

$$T = 2,259.71 \text{ lbf}$$

Si el signo fuese negativo significa que no se necesita refuerzo para soportar la tensión. Por ello se debería de utilizar únicamente refuerzo mínimo.

3.4.7.2 Diseño de techo de lámina

Para el diseño del techo de lámina es necesario iniciar con la integración de cargas, donde se debe de incluir el peso muerto de la lámina, de las instalaciones eléctricas y de sobre carga, así también se debe de proponer un peso vivo dependiendo del uso que se le pretende dar al techo, tal como se muestra a continuación:

Carga muerta (CM_{lamina})

$W_{\text{lamina}} =$	13 kgf/m^2	2.665 lbf/ft^2
$W_{\text{instalacion}} =$	10 kgf/m^2	2.05 lbf/ft^2
Sobre carga=	46 kgf/m^2	9.43 lbf/ft^2
$W_{\text{CM}} =$	69 kgf/m^2	14.145 lbf/ft^2

$$W_{\text{co}} = 2.53 \text{ kgf/m}^2$$

Carga viva (CV_{lamina})

$$W_{cv} = 200 \text{ kgf/m}^2 \quad 41 \text{ lbf/ft}^2$$

Con estos datos se procede a calcular la carga de viento, siguiendo la próxima fórmula, la cual ya fue explicada anteriormente:

$$q = Cq * Ce * qs * I$$

Donde:

q =	--	carga de viento
Cq =	0.7	coeficiente de Presión
Ce =	0.62	coeficiente de altura, exposición y factor de Gauss
qs =	16.4	presión de viento
I =	1	factor de Importancia
q =	7.12	psf (lbf/ft ²)

Luego de calculada la presión del viento, se procede a calcular el peso de las costaneras, utilizando la siguiente fórmula:

$$W = sep * (Wcm + Wcv) + Wco \quad \text{Ec 1}$$

W =	269 *sep	+	2.53
sep =			separación entre costaneras
Wco =	2.53 kgf/cm		peso de la costanera
Si:			

$$L = luz / 3$$

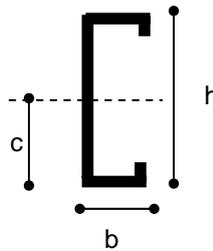
luz =	6.8	m	distancia que existe entre las vigas principales
L =	2.27	m	

Tabla XXXI. Características de costanera

base (b)	alto (h)	espesor (t)	dimensiones
2"	4"	1/16"	(pulgadas)
5.080	10.160	0.159	(cms)

En la tabla XXXI se pueden apreciar las características de las costaneras a utilizar para el diseño del techo de lamina y en la Figura 12 se aprecia el detalle de la costanera.

Figura 12. Detalles de costanera simple



$$M = \frac{W * L^2}{8}$$

Ec 2

momento
actuante

$$M = 0.664 * W$$

$$f = \frac{M * c}{Ii}$$

$$Ii = \text{cm}^4$$

momento de inercia

$$S = \text{cm}^3$$

modulo de sección

$$c = 5.08 \text{ cm}$$

distancia al eje neutro

$$t = 0.159 \text{ cm}$$

espesor de la costanera

Se procede a calcular el momento de inercia de sección transversal de la costanera sustituyendo datos en la siguiente ecuación:

$$Ii = \frac{\left(\frac{t * h^3}{12} * 2 + \left(\frac{h * t^3}{12} + h * t * b^2 \right) * 2 \right)}{2}$$

Dando como resultado:

$$I_i = 55.50 \text{ cm}^4$$

Al tener el valor del momento de inercia se procede a calcular el modulo se sección, con la formula siguiente:

$$S = \frac{I}{c}$$

Dando como resultado al sustituir valores en la formula anterior, el siguiente valor:

$$S = 10.93 \text{ cm}^3$$

Se procede luego al cálculo de momento resistente, que es el momento que es capaz de resistir cualquier costanera con las características tabuladas anteriormente:

$$F_b = 0.6 * F_y$$

Si :

$$F_y = 36 \text{ ksi} \quad 2531.16 \text{ kgf/cm}^2$$

$$F_b = 1518.70 \text{ kgf/cm}^2$$

$$M_r = S * F_b$$

momento resistente

$$M_r = 16592.33 \text{ kgf*cm} \quad \text{sustituir } M_r \text{ en } M \text{ de Ec 2}$$
$$165.92 \text{ kgf*m}$$

Luego se procede a sustituir este momento resistente en la ecuación 2. Se debe luego igualar las ecuaciones 1 y 2 para despejar la variable que representa la separación que deben de tener las costaneras a lo largo de la longitud de la viga para soportar la carga aplicada.

$$M = \frac{W * L^2}{8} \quad \text{Ec. 2}$$

$$W = sep * (W_{cm} + W_{cv}) + W_{co} \quad \text{Ec. 1}$$

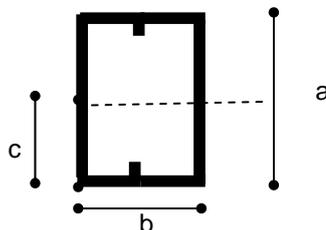
Al sustituir todos los valores que corresponden a cada una de las variables y despejar sep, lo cual da un valor de:

$$Sep = 0.92 \text{ m}$$

Pero para simplificar el diseño se selecciona una separación de tan solo 0.90 m entre costaneras.

El próximo paso es el diseño de las vigas del techo de lámina, las cuales tendrán la forma de la Figura 13.

Figura 13. Detalle de costanera doble



$I_i =$ $S =$	111.00 cm^4 21.85 cm^3	Se utilizaran dos costaneras de 2"x4" por lo que la inercia y modulo de sección será el doble.
------------------	---	--

$$W_{viga} = 5.06 \text{ kgf/m}^2 \quad \text{Peso de la viga. (es el doble del peso de la costanera)}$$

Luego se procede al cálculo del peso por metro de la viga, se deben de sustituir en la formula siguiente los valores que ya fueron determinados anteriormente:

$$W_c = \frac{W_{co}}{sep}$$

$$W_c = 2.81 \text{ kgf/cm}^2$$

Si:

$$\begin{aligned} sep &= 0.9 \text{ m} \\ W_{cm} &= 69 \text{ kgf/cm}^2 \\ W_{cv} &= 200 \text{ kgf/cm}^2 \\ W_{viga} &= 5.06 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

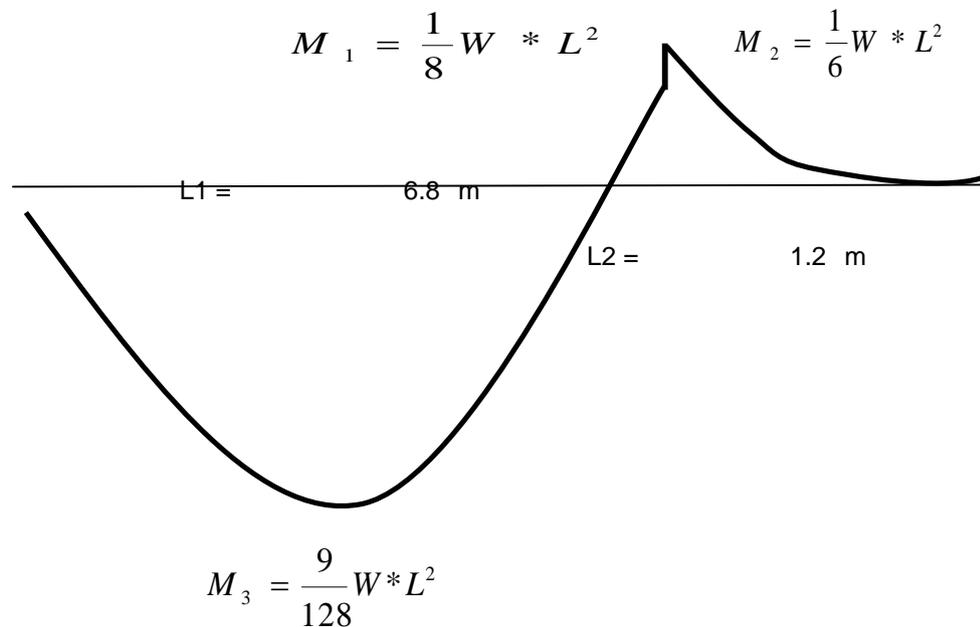
$$W = sep * (W_{cm} + W_{cv}) + W_{viga}$$

$$W = 252.41 \text{ Kgf/m}$$

Dando una carga total de diseño de 252.41 kgf/m que será el valor que utilizaremos para el calculo del momento de diseño.

En la Figura 14 se aprecia el diagrama de los momentos que afectaran en las vigas a diseñar.

Figura 14. Diagrama de momentos de las vigas



Si contamos con los valores de la carga de diseño y la longitud de la viga se procede al cálculo de los momentos de diseño y con estos momentos se calcula los esfuerzos resistentes:

Para M1 :

$$F_s = 741.88 \text{ kgf/cm}^2$$

Para M2:

$$F_s = 989.17 \text{ kgf/cm}^2$$

Para M3 :

$$F_s = 417.31 \text{ kgf/cm}^2$$

Cada uno de los esfuerzos anteriores corresponde a uno de sus momentos de diseño, para comprobar la capacidad de la viga de soportar las cargas el esfuerzo resistente (F_b) debe de ser mayor al esfuerzo aplicado (F_s).

$$F_s = 989.17 \text{ kgf/cm}^2 < F_b = 1518 \text{ kgf/cm}^2$$

Lo que significa que la viga si soportara los esfuerzos aplicados, por lo que si es posible su utilización. Para ver como quedara el diseño final del techo de lámina se recomienda ver la planta de techo en el anexo.

Es muy importante que luego del cálculo del espaciamiento de las costaneras y de comprobar la capacidad de soportar las cargas aplicadas al techo de lámina se proceda al cálculo del número de pernos que debe de utilizarse para sujetar las costaneras a las vigas, lo cual que hace de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} S_i &= && 2.27 \text{ m} \\ L &= && 0.9 \text{ m} \\ \text{sep} &= && 2531.16 \text{ kgf/cm}^2 \\ F_y &= && \text{Área de pernos requerida} \\ A &= && \end{aligned}$$

Tensión sobre apoyos

$$T = W * L$$

$$T = 560.23 \text{ Kgf}$$

$$f_s = 0.5 * F_y$$

$$f_s = 1265.58 \text{ kgf/cm}^2$$

$$A = \frac{T}{fs} \quad 0.44 \text{ cm}^2$$

No. De pernos a utilizar

$$Nop = \frac{A}{Aperno}$$

$$Si = \quad \phi \frac{3}{8} in$$

$$Aperno = \quad 0.71 \text{ cm}^2$$

$$Nop = \quad 0.62 \text{ pernos} \quad < 1$$

Utilizar como mínimo 1 perno de 3/8 in

Lo que nos indica la última relación es que solo un perno es necesario para sujetar las costaneras a la viga, pero es recomendable el colocar por lo menos tres pernos para mayor seguridad.

3.4.7.3 Diseño de techo de losa de concreto

Para iniciar el diseño de una losa de concreto armado es necesario seleccionar la resistencia de los materiales que se utilizarán:

$$Fy = \quad 40000 \text{ PSI} \quad \text{resistencia del acero}$$

$$2800.00 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{Grado 40}$$

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

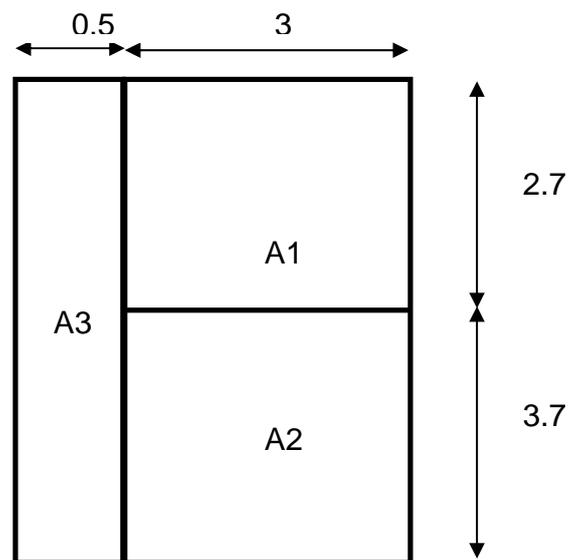
$$\text{No. Varilla} = \quad 3$$

$$\text{Diámetro} = \quad 0.95 \text{ cm}$$

$$A_{\text{varilla}} = \quad 0.712 \text{ cm}^2$$

En el siguiente Gráfico se puede observar las dimensiones que tendrá la losa que se pretende diseñar, estas corresponden al área que se encuentra sobre los ambientes de dirección y cocina.

Figura 15. Distribución de losas



En la Figura 15 se puede observar la distribución de la losa monolítica que se construirá en el proyecto. El siguiente paso es determinar si las losas trabajan en un sentido o en ambos sentidos, lo que se logra sustituyendo datos en la siguiente formula:

$$m = \frac{a}{b} \leq 0.5$$

a = m Lado menor
 b = m Lado mayor
 m = factor adimensional

Losa A1

a = 2.7 m
 b = 3 m

$$m1 = 0.90 \text{ dos sentido}$$

Losa A2

$$\begin{aligned} a &= 3 \text{ m} \\ b &= 3.7 \text{ m} \\ m2 &= 0.81 \text{ dos sentido} \end{aligned}$$

Losa A3

$$\begin{aligned} a &= 0.5 \text{ m} \\ b &= 6.4 \text{ m} \\ m3 &= 0.08 \text{ un sentido} \end{aligned}$$

Si los valores son mayores o iguales a 0.5 la losa trabaja en dos sentidos, si son menores trabajan en un sentido, en este caso existe una excepción, y ocurre en la losa A3, la cual trabaja en un sentido debido a que es un voladizo.

Luego de determinar la forma de trabajar cada una de las losas se determina el espesor que debe de tener cada una de las mismas, lo cual se logra utilizando las siguientes formulas:

$$t = \frac{P}{180} \quad \text{para losas en dos sentidos}$$

$$t = L/10 \quad \text{para losas en un sentido}$$

$$t_{\min} = 9 \text{ cm}$$

$$t_{\max} = 15 \text{ cm}$$

Donde:

$$\begin{aligned} t &= \text{m espesor de la losa} \\ P &= \text{m perímetro de la losa} \\ t1 &= 0.06 \text{ m} \\ &= 6.33 \text{ cm} \\ t2 &= 0.07 \text{ m} \end{aligned}$$

$$t_3 = \begin{matrix} 7.44 \text{ cm} \\ 0.05 \text{ m} \\ 5 \text{ cm} \end{matrix}$$

Para simplificar los trabajos de diseño y el trabajo en campo al momento de la construcción se debe de utilizar el espesor mayor que corresponde a la losa A2, la cual tiene un valor de 7.44 cm, pero debido a que el espesor mínimo es de 9 cm, se debe de escoger el espesor mínimo, como el espesor de todas las losas.

Conociendo el espesor de las losas y el peso específico del concreto armado se procede a calcular las cargas muertas y cargas vivas que afectaran a la losa. Es importante considerar que se pretende utilizar una cisterna sobre las losas de aproximadamente 750 lts.

$$\begin{matrix} \delta_c = & 2400 \text{ kgf/cm}^2 \\ t = & 9 \text{ cm} \end{matrix}$$

Carga muerta (CMlosa)

P de concreto	216 kgf/cm ²	44.28 lbf/ft ²
Sobre carga =	80 kgf/cm ²	16.4 lbf/ft ²
CM =	<hr/> 296 kgf/cm ²	<hr/> 60.68 lbf/ft ²

Carga viva (CVlosa)

CV =	700 kgf/cm ²	143.5 lbf/ft ²	Debido a que se utilizara un tanque de almacenamiento de 750lts.
------	-------------------------	---------------------------	--

Con los datos anteriores se procede a calcular las cargas muerta, viva y total de diseño, sustituyendo datos en las siguientes ecuaciones:

$$W_{cm} = 1.4 * CM$$

$$W_{cv} = 1.7 * CV$$

$$W_t = W_{cm} + W_{cv}$$

$$W_{cm} = 414.4 \text{ kgf/m}$$

$$W_{cv} = 1190 \text{ kgf/m}$$

$$W_t = 1604.4 \text{ kgf/m}$$

Al ya tener calculadas las cargas de diseño se procede al calculo de los momentos actuantes en las losas, lo cual se logra con la utilización de las siguientes formulas.

Momentos negativos

$$M_{\bar{a}} = C_{\bar{a}} * W_t * a^2$$

$$M_{\bar{b}} = C_{\bar{b}} * W_t * b^2$$

Momentos positivos

$$M_{\bar{a}} = C_{a_{cm}} * W_{cm} * a^2 + C_{a_{cv}} * W_{cv} * a^2$$

$$M_{\bar{b}} = C_{b_{cm}} * W_{cm} * b^2 + C_{b_{cv}} * W_{cv} * b^2$$

Los factores C_a , C_{aCM} , C_{aCV} , C_{bCM} , C_{bCV} , $C_{a..}$, $C_{b..}$, son valores que se obtienen de tablas de diseño, las cuales se encuentran en los anexos, en tanto que “a” y “b” son las distancias menor y mayor respectivamente de la losa que se este analizando.

LOSA # A1

$m_1 =$	0.90	dos sentido	Se utilizara el caso # 8 de las tablas
Si			
$C_{a..} =$	0.035		
$C_{b..} =$	0.024		
$C_{aCV} =$	0.035		
$C_{aCM} =$	0.025		
$C_{bCV} =$	0.029		
$C_{bCM} =$	0.019		
$a =$	2.7	m	
$b =$	3	m	

Sustituyendo estos valores en las formulas anteriores encontramos que los momentos son los siguientes:

Mementos negativo

$$M_{a^-} = 409.36 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

$$M_{b^-} = 346.55 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

Mementos positivos

$$M_{a^+} = 379.15 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

$$M_{b^+} = 381.45 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

LOSA # A2

$m_1 =$	0.81	dos sentido	Se utilizara el caso # 8 de las tablas
$C_{a..} =$	0.035		
$C_{b..} =$	0.024		
$C_{aCV} =$	0.035		

$$\begin{aligned}
C_{aCM} &= 0.025 \\
C_{bCV} &= 0.029 \\
C_{bCM} &= 0.019 \\
a &= 3 \text{ m} \\
b &= 3.7 \text{ m}
\end{aligned}$$

Sustituyendo estos valores en las formulas anteriores encontramos que los momentos son los siguientes:

Mementos negativo

$$\begin{aligned}
M_{a^-} &= 505.39 \text{ kgf}\cdot\text{m} \\
M_{b^-} &= 527.14 \text{ kgf}\cdot\text{m}
\end{aligned}$$

Mementos positivos

$$\begin{aligned}
M_{a^+} &= 468.09 \text{ kgf}\cdot\text{m} \\
M_{b^+} &= 580.23 \text{ kgf}\cdot\text{m}
\end{aligned}$$

LOSA # A3

$$m_1 = 0.08 \text{ un sentido}$$

Para el cálculo de los momentos en esta losa el procedimiento es distinto, ya que es en una dirección y es un voladizo el cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$M = \frac{W_t}{2} L^2$$

$$L = 0.5 \text{ m}$$

$$M = 200.55 \text{ Kgf}\cdot\text{m}$$

Al ya contar con todos los momentos de diseño se procede al calculo del acero de refuerzo, pero antes es necesario determinar las cantidades de acero que nos servirán como limite para nuestro diseño, estos son el acero mínimo y máximo.

Para el cálculo del acero mínimo es necesario sustituir valores en la siguiente fórmula:

$$A_{s_{\min}} = 0.4 \left[\frac{14.1}{F_y} * b * d \right] \quad \text{acero mínimo}$$

Donde:

b =	100 cm	franja unitaria
rec =	2.5 cm	recubrimiento
d =	6.02 cm	espesor de losa
F _y =	40000 PSI	resistencia del acero
	2810 kgf/cm ²	Grado 40
f'c =	210 kgf/cm ²	
β ₁ =	0.85	

Al sustituir estos valores en la fórmula nos da un área de acero mínimo igual a:

$$A_{s_{\min}} = 0.81 \text{ cm}^2$$

Para el cálculo del acero máximo es necesario sustituir datos en las siguientes fórmulas:

$$A_{s_{\max}} = \rho_{\max} * b * d \quad \text{Acero máximo}$$

$$\rho_{\max} = 0.5 * \rho_b$$

$$\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'c}{F_y} \left(\frac{6090}{6090 + F_y} \right)$$

$$\begin{aligned}\rho_b &= & 0.021 \\ \rho_{\max} &= & 0.011 \\ A_{s_{\max}} &= & 6.439 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Luego se procede a determinar el área de acero requerido para soportar los momentos que se estarían generando en la estructura.

$$A_{s_r} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{F_y} \quad \text{Acero requerido}$$

Se procede a seleccionar de los momentos anteriores los mayores en cada una de las direcciones para determinar el acero requerido, los cuales corresponden a la losa A2, luego se sustituyen los valores en la ecuación anterior y se determina el área de acero:

$$\begin{aligned}\text{Si:} \\ Mu &= & 580.23 \text{ kgf/cm}^2 \\ As_r &= & 2.690 \text{ cm}^2 \\ \text{Si:} \\ Mu &= & 505.39 \text{ kgf/cm}^2 \\ As_r &= & 2.325 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Luego de determinar el acero necesario es importante el determinar el espaciamiento que debe de tener el acero dentro de la estructura, para lo cual se debe de utilizar la siguiente ecuación:

$$S = \frac{A_{s_{\text{var}}} * 100}{A_{s_r}} \quad \begin{array}{l} \text{espaciamiento} \\ \text{en cm.} \end{array}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \text{Asvar} &= \text{área de acero de la varilla} \\ \text{Smax} &= 3t \text{ espaciamiento máximo} \\ &= 27 \text{ cm} \\ \text{Utilizar} \\ \text{Smax} &= 25 \text{ cm} \end{aligned}$$

Si :

$$\begin{aligned} \text{As}_r &= 2.690 \text{ cm}^2 \\ \text{S} &= 26.49 \text{ cm} \\ \text{Utilizar S} &= 25 \text{ cm} \end{aligned}$$

Si :

$$\begin{aligned} \text{As}_r &= 2.325 \text{ cm}^2 \\ \text{S} &= 30.64 \text{ cm} \\ \text{Utilizar S} &= 25.00 \text{ cm} \end{aligned}$$

Con los datos anteriores se puede determinar que el espaciamiento a utilizar para las tres losas será de 25 cm en ambas direcciones.

Luego del refuerzo de acero principal se debe de calcular el área de acero para evitar modificaciones por los cambios de temperatura, y se realiza por medio de la siguiente ecuación:

$$A_{s_{temp}} = 0.002 * b * t$$

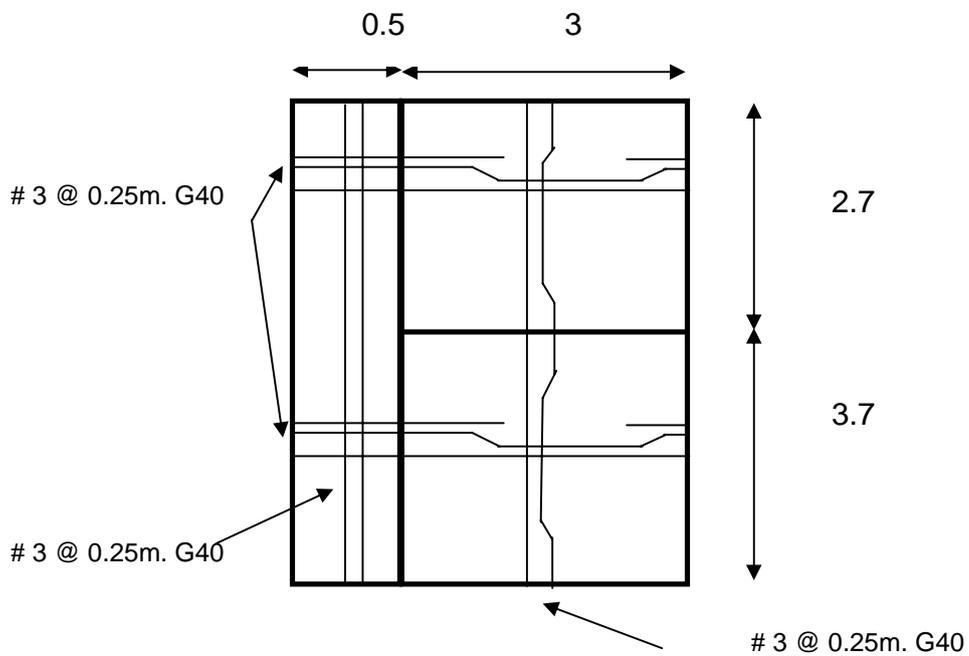
Al sustituir valores obtenemos un área de:

$$\text{Astemp} = 1.8 \text{ cm}^2$$

Con un espaciamiento de 25 cm los cuales se determinaron con la formula del espaciamiento utilizada anteriormente.

$$S = 39.58 \text{ cm}$$
$$\text{Utilizar } S = 25.00 \text{ cm}$$

Figura 16 Armado de losas



En la Figura 16 se detalla como debe de ser el armado de las losas para que puedan soportar las cargas que se les aplicaran.

3.4.7.4 Diseño de vigas

Es un elemento constructivo horizontal, que soporta las cargas constructivas de losas y techos y las transmite hacia los elementos verticales denominados columnas. Las solicitaciones típicas de las vigas son a flexión y a corte, de modo que se necesitan materiales que resistan bien los esfuerzos de tracción, tal como el acero.

Las vigas de mampostería reforzada deben de cumplir los siguientes criterios para ser funcionales:

- El peralte de la viga debe de ser menor a 32 pulgadas o de cuatro unidades de mampostería, se debe de utilizar el de mayor longitud.
- La longitud de la viga debe de ser por lo menos 3 veces el peralte de la viga o mayor.
- El espesor nominal debe de ser de 8" o de $L/26$, utilizando el que sea mayor, donde L es la longitud de la viga.

Es importante considerar que en este proyecto lo que se exige para la longitud de la viga no se cumple en su totalidad, en la mayoría de los casos las vigas a utilizar tienen menor longitud.

Para el diseño del refuerzo de las vigas a flexión y corte se utilizará la viga localizada entre los muros (d) y (g) con una longitud de 8.43 ft, el calculo se debe de iniciar con el cálculo del momento generado sobre la viga por las cargas aplicadas.

Integración de cargas

Donde :

L =	8.43 ft	longitud de la viga
niveles =	1	
Área Tributaria=	52.42 ft ²	área que tributa en la viga
CM =	60.68 psf	valores tomados de la integración, en losa de concreto.
Cmuro =	78 psf	
CV =	144 psf	
t =	7.63 in	espesor de la viga
h =	32.00 in	peralte de la viga, 2 ft
r =	8.00 in	recubrimiento
d =	24 in	peralte efectivo de la viga

La carga aplicada por unidad de longitud es la siguiente:

$$W_{cm} = \frac{CM * Area}{L}$$

$$W_{cv} = \frac{CV * Area}{L}$$

$$W_{muro} = \frac{Cmuro * L}{12}$$

$$CM = \frac{60.68\text{psf} * 52.42\text{ft}^2}{8.43\text{ft}}$$

$$CM = 377.32 \text{ plf}$$

$$Cmuro = \frac{78\text{psf} * 32\text{in}}{12}$$

$$Cmuro = 208.00 \text{ plf}$$

$$W_{CM} = 585.32 \text{ plf}$$

$$W_{cv} = \frac{144\text{psf} * 52.42\text{ft}}{8.43\text{ft}}$$

$$W_{CV} = 892.32 \text{ plf}$$

$$W = 585.32 \text{ plf} + 892.32 \text{ plf}$$

$$W = 1477.65 \text{ plf} = \text{lb/ft}$$

Luego el momento actuante en la viga es el siguiente:

$$M = \frac{W * L^2}{8}$$

$$M = \frac{1477.65 \text{ plf} * (8.43 \text{ ft})^2}{8}$$

$$M = 13126.10 \text{ lb*ft}$$

Una vez determinado el momento actuante se procede a determinar el área de acero mínimo y área de acero requerido por la viga, de estos dos valores se debe de escoger el que sea mayor, el área de acero mínimo se determina de la siguiente forma:

Si:

Dv =	3	diámetro de la varilla, en octavos de pulgada
Av =	0.11 in ²	área de la varilla
h =	32 in	peralte de la viga
t =	7.63 in	espesor del muro
r =	8 in	recubrimiento
d =	24 in	peralte efectivo de la viga

$$A_{s \min} = 0.0013 * t * d$$

área de acero mínimo

Sustituyendo valores se obtiene:

$$A_{s \min} = 0.0013 * 7.63 \text{ in} * 11 \text{ in}$$

Asmin =	0.24 in ²		
Usar	3	varillas, horizontalmente #	3
siendo	0.33 in ²		

Para determinar el área de acero requerido es necesario determinar el valor de los coeficientes de np, usando como base el esfuerzo flexionante máximo permitido y la relación modular, para luego determinar el valor del coeficiente de j, esto utilizando los siguientes datos determinados con anterioridad:

Si:

Fb =	50.00 psi	esfuerzo flexionante máximo permitido
M =	13,126.10 lbf*ft	momento
t =	7.63 in	espesor de la viga de 8"
n =	128.89	relación modular
Fs =	20,000.00 psi	esfuerzo a tensión del acero
L =	8.43 ft	longitud de la viga
h =	32.00 in	peralte de la viga
r =	8.00 in	recubrimiento
d =	24.00 in	peralte efectivo de la viga

En la siguiente ecuación utilizamos el momento actuante en la viga, así como el esfuerzo flexionante máximo permitido en la viga, para determinar el valor de $2/jk$.

$$\frac{2}{j * k} = t * d^2 * \left(\frac{Fb}{12 * M} \right)$$

$$\frac{2}{jk} = 7.63_in * (24_in)^2 \left(\frac{75_psi}{12 * 13126_lbf * ft} \right)$$

$$2/jk = 1.40$$

Con este valor procedemos a utilizar las tablas de coeficientes de flexión basados en valores de np , que se encuentran en los anexos.

Si :

$$2/jk = 4.75$$

$$np = 0.16$$

El valor de $2/jk$ no se encuentra en las tablas debido a que es muy pequeño, por lo que se toma el valor superior más próximo, luego se lee el valor de np dando un valor de 0.16.

Luego se procede a determinar el valor de np utilizando como base los valores de n y F_s , como sigue:

$$npj = \frac{12 * n * M}{b * d^2 * F_s}$$

$$npj = \frac{12 * 128.89 * 13126_lbf * ft}{(7.63_in * (24_in))^2 * 20000_psi}$$

$$np_j = 0.231$$

Con este valor de np_j procedemos a utilizar las tablas de coeficientes de flexión basados en valores de np , que se encuentran en los anexos.

si:

$$np_j = 0.2161$$

$$np = 0.16$$

Se localiza el valor más próximo al de np_j , se toma el valor superior, luego se lee el valor de np dando un valor de 0.16.

El próximo paso es determinar el valor de la cuantía de acero, lo que se logra sustituyendo valores en la siguiente ecuación:

$$\rho = \frac{np}{n}$$

$$\rho = \frac{0.16}{128.89}$$

$$\rho = 0.0012$$

Es importante considerar que es necesario tomar el valor de np mayor, dando como resultado 0.0012.

Con los siguientes valores se procede a determinar el área de acero requerido para soportar el momento generado en la viga.

Si:

$$D_v = 3 \quad \text{diámetro de la varilla, en octavos}$$

		de pulgada
Av =	0.11 in ²	área de la varilla
h =	32.000 ft	peralte de la viga
t =	7.630 in	espesor del muro
r =	8.000 in	recubrimiento de la viga
d =	24.000 in	peralte efectivo de la viga

$$Asr = \rho * d * t$$

$$Asr = 0.0019 * 7.63in * 24in$$

$$Asr = 0.0012 * 7.63_in * 24_in$$

Asr =	0.23 in ²	Asr < Asmin, Usar acero mínimo
	Usar 3.00 varillas horizontales #	3
	siendo 0.33 in ²	

Se puede notar que el área de acero requerido es igual al área de acero mínimo, por lo que se deben de utilizar 3 varillas #3 con un área de 0.33 pulgadas cuadradas para soportar el momento.

El próximo paso es determinar el refuerzo necesario para soportar las cargas de corte que se generarán en la viga, los siguientes datos se deben de sustituir en la próxima ecuación:

Si :	
L =	8.43 ft
h =	32.00 in
t =	7.63 in

$$\begin{aligned} r &= 8.00 \text{ in} \\ d &= 24.00 \text{ in} \\ w &= 1,477.65 \text{ plf} \end{aligned}$$

Calculo de fuerza de corte en la viga

$$V = \frac{1}{2} * w * L$$

$$V = 0.5 * 1477.65 \text{ lbf} * \text{ft} * 8.43 \text{ft}$$

$$V = 6,228.28 \text{ lbf}$$

El siguiente paso es calcular el coeficiente j, para lo cual se escoge el valor de np mayor que se calculo anteriormente, para luego sustituir valores en las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} \text{Si :} \\ np &= 0.16 \end{aligned}$$

$$k = \sqrt{2 * np + np^2} - np$$

$$k = \sqrt{2 * 0.16 + 0.16^2} - 0.16$$

$$k = 0.428$$

$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

$$j = 1 - \frac{0.428}{3}$$

$$j = 0.857$$

Se procede a calcular los esfuerzos actuantes de corte o esfuerzos unitarios de corte, sustituyendo valores en las próximas ecuaciones:

$$fv = \frac{V}{t * j * d}$$

$$fv = \frac{6228.28lb}{7.63in * 0.857 * 24in}$$

$fv =$ 39.67 psi esfuerzo unitario de corte (psi)

$$fv = \frac{1.5 * V}{t * b}$$

$$fv = \frac{1.5 * 6228.28lbf}{(7.63in * 24in)}$$

$fv =$ 51.02 psi esfuerzo unitario de corte (psi)

Para el diseño se debe de tomar el esfuerzo de mayor valor, en este caso es $fv = 51.02$ psi, luego se determina el esfuerzo de corte máximo permitido, sustituyendo los siguientes valores en la próxima ecuación.

Si :

$M =$ 13,126.10 lb*ft

$V =$ 6,228.28 lbf

$f'm =$ 300.00 psi

$d =$ 24.00 in

Supervisión = 0.50 Supervisión constante = 1.
 Supervisión periódica = 0.5
 $f_v =$ 51.02 psi esfuerzo unitario de corte,
 usar el mayor

$$F_{v_m} = \frac{1}{3} \left(4 - \frac{12 * M}{V * d} \right) * \sqrt{f'_m} * \text{sup}$$

$$F_v = 0.5 * \frac{1}{3} \left(4 - \frac{12 * 13126.10 \text{ lbf} * \text{ft}}{6228.28 \text{ lbf} * 24 \text{ in}} \right) * \sqrt{300} \text{ psi}$$

$F_v =$ 11.31 psi Es necesario utilizar refuerzo, el
 corte que resistirá la mampostería
 es menor al corte aplicado

Se puede observar que el esfuerzo de corte resistente es menor al
 esfuerzo de corte actuante ($F_v < f_v$), por lo que es necesario utilizar refuerzo
 para evitar fallas por corte.

Si :

$D_v =$ 3 diámetro de la varilla, en octavos de
 pulgada
 $A_v =$ 0.11 in² área de la varilla
 $h =$ 32.000 ft peralte de la viga
 $t =$ 7.630 in espesor del muro
 $r =$ 8.0 ft recubrimiento de la viga
 $d =$ 24 in peralte efectivo de la viga
 $F_s =$ 24000 psi resistencia a la tensión del acero
 $V =$ 6228.28 lbf fuerza de corte
 $j =$ 0.86 coeficiente

Con estos valores se procede a sustituirlos en la siguiente ecuación para obtener el espaciamiento entre eslabones que puede utilizarse para soportar la carga de corte V.

Si:

S = 7.75 in espaciamiento propuesto entre varillas

$$F_v = \frac{A_v * F_s}{j * d * S}$$

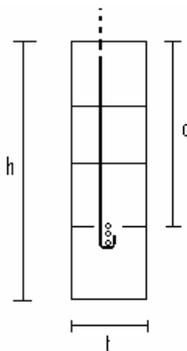
$$F_v = \frac{(\pi / 4) * ((3 / 8) \text{ in})^2 * 2400 \text{ psi}}{0.86 * 7.63 \text{ in} * 7.50 \text{ in}}$$

Fv = 52.28 psi

refuerzo y espaciamiento si resiste el corte

Un espaciamiento de 7.75 pulgadas, producirá un esfuerzo de corte actuante de 52.28 psi, tal como se observa en el calculo anterior. Realizando mas iteraciones se determinará que con 8 pulgadas se puede soportar el corte actuante en la viga. Lo cual significa que se deberá utilizar un espaciamiento máximo entre eslabones de 8 pulgadas, si es mayor podría ocurrir una falla por corte, dicho armado se puede observar en la Figura 17.

Figura 17. Armado de vigas de mampostería



Utilizar 3 varillas # 3 a tensión y eslabones # 3 a cada 8 in

3.4.7.5 Diseño de columnas

Una columna de mampostería reforzada es un miembro estructural diseñado principalmente para soportar cargas verticales y cargas axiales. En una columna reforzada el acero y la mampostería comparten las cargas verticales y momentos que se les aplican.

El área de acero vertical en las columnas de mampostería no debe de ser menor al 0.5% ni más de 4% del área efectiva de la columna. Y debe de utilizar por lo menos 4 varillas #3 verticalmente.

Los elementos verticales para ser considerados como columnas deben de cumplir con los siguientes requisitos:

- El ancho de la columna debe de ser mayor a las 96 pulgadas ni menor a las 32 pulgadas.
- El espesor de la columna no debe de ser menor al espesor de las vigas, o menor a 8 pulgadas, o $H/14$, donde "H" es la altura de la columna, se debe de utilizar el valor que sea mayor.
- La relación de altura "H" y espesor "t" no debe de ser mayor a 5.

Para el diseño de esta columna se utilizara la columna que se localiza en el muro (d), con una sección de 8 por 32 pulgadas. El procedimiento para calcular el refuerzo de una columna de mampostería reforzada es el siguiente:

Se debe de iniciar con la integración de las cargas que afectaran a la columna:

Donde :

Área Tributaria	66.17 ft ²	distancia perpendicular a la viga
CM =	60.68 psf	Integración, en losa concreto.
Cmuro =	78 psf	
CV =	144 psf	espesor de la viga
t =	7.63 in	
H =	9.84 ft	Altura de la columna

Con los datos anteriores se procede a sustituir valores en las siguientes ecuaciones:

$$P_{cm} = CM * Area$$

$$P_{cv} = CV * Area$$

$$P_{muro} = C_{muro} * t * b$$

$$P_{cm} = 60.68 \text{ psf} * 66.17 \text{ ft}^2$$

$$CM = 4015.20 \text{ lbf}$$

$$P_{muro} = 78 \text{ psf} * 7.63 \text{ in} * 32 \text{ in}$$

$$P_{muro} = \frac{767.75 \text{ lbf}}{\quad}$$

$$P_{CM} = 4015.20 \text{ lbf} + 767.75 \text{ lbf}$$

$$P_{CM} = 4782.95 \text{ lbf}$$

$$P_{cv} = 144 \text{ psf} * 66.17 \text{ in}$$

$$P_{CV} = 9495.40 \text{ lbf}$$

$$P_{total} = P = 4782.95 \text{ lbf} + 9495.40 \text{ lbf}$$

$$P_{total} = 14278.34 \text{ lbf}$$

El momento que afectara a la columna se tomo es el mismo que afecta a la viga tal como se puede observar:

$$M = 13126.10 \text{ lbf}\cdot\text{ft}$$

Se debe de determinar cual es la capacidad de carga de la columna, lo cual se realiza con la siguiente ecuación:

$$F_a = \text{sup} * 0.2 * f'_m \left[1 - \left(\frac{12 * H}{42 * t} \right)^3 \right]$$

Donde:

$f'_m =$	300 psi	esfuerzo axial permitido
$h =$	9.84 ft	altura del muro
$t =$	7.63 in	espesor del muro o columna
Supervisión(sup) =	0.50	Supervisión constante = 1. Supervisión periódica = 0.5

$$F_a = 0.5 * 0.2 * 300 \text{ psi} \left[1 - \left(\frac{12 * 9.84 \text{ ft}}{42 * 7.63 \text{ in}} \right)^3 \right]$$

$$F_a = 28.50 \text{ psi}$$

La columna puede soportar una carga de 42.75 psi, con este valor se procede a determinar el área de la sección transversal de la columna para soportar dicha carga.

$$A_c = \frac{P_{total}}{F_a}$$

Donde :

$$P_{total} = 14278.34 \text{ lbf}$$

$$F_a = 28.50 \text{ psi}$$

$$A_c = \frac{14278.34 \text{ lbf}}{28.50 \text{ psi}}$$

$$A_c = 501.03 \text{ in}^2 \quad \text{área de columna recomendada}$$

Es necesario utilizar una columna con 334 pulgadas cuadradas para soportar el esfuerzo aplicado.

Pero, como en los planos se tiene una sección de 8"x32" para la columna, o que es igual a decir dos blocks de 8"x8"x15", el área a utilizar será:

$$\text{Usar dos blocks de } 8" \times 8" \times 15" \quad 244.16 \text{ in}^2 \quad \text{área de columna a utilizar}$$

Con este dato se procede a determinar el área de acero mínimo que se necesita para esta utilizar en esta columna.

$$A_{smin} = 0.005 * b * t \quad \text{área de acero mínimo}$$

Si:

$$D_v = 5 \quad \text{diámetro de la varilla, en octavos de pulgada}$$

$$A_v = 0.31 \text{ in}^2 \quad \text{área de la varilla}$$

$$t = 7.630 \text{ in} \quad \text{espesor del muro}$$

$$b = 32 \text{ in} \quad \text{recubrimiento}$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.005 * 32 \text{ in} * 7.63 \text{ in}$$

$$A_{smin} = 1.22 \text{ in}^2$$

Usar 4 varillas, verticalmente # 5

siendo 1.23 in²

Esta columna necesita para soportar la carga axial, un refuerzo de acero de 1.22 pulgadas cuadradas, por lo que se utilizaran 4 varillas # 5 que equivale a 1.23 pulgadas cuadradas.

Ahora es necesario determinar cual es la carga que pueden soportar 4 varillas del #5, lo cual se realiza con la siguiente ecuación:

$$Pa = [\text{sup} * 0.20 * f'm * Ac + 0.65 * As * Fsc] * \left[1 - \left(\frac{12 * H}{42 * t} \right)^3 \right]$$

Donde:

Sup =	0.50	Supervisión constante = 1. Supervisión periódica = 0.5
f'm =	300.00 psi	resistencia específica de la mampostería
Ac =	244.16 in ²	área de la columna
As =	1.23 in ²	área de acero propuesto, corresponde a acero mínimo
Fsc =	20000.00 psi	resistencia máxima permitida a compresión del acero
H =	9.84 ft	altura de la columna
t =	7.63 in	espesor del muro o columna

$$Pa = [0.5 * 0.20 * 300 \text{ psi} * 244.16 \text{ in}^2 + 0.65 * 1.23 \text{ in}^2 * 20000 \text{ psi}] \left[1 - \left(\frac{12 * 9.84 \text{ ft}}{42 * 7.63 \text{ in}} \right)^3 \right]$$

$$Pa = 22112.59 \text{ lbf}$$

Se debe determinar si la carga aplicada no excederá el esfuerzo axial permitido de la columna, si esto sucede habrá tensión en la columna, y las columnas solo pueden trabajar a compresión.

$$fb = \left(1 - \frac{P}{Pa}\right) * Fb$$

Si =

sup = 0.50

P = 14278.34 lbf

Pa = 22112.59 lbf

Fb = 50.00 psi

Supervisión constante = 1.
Supervisión periódica = 0.5
carga actuante
carga resistente
esfuerzo flexionante máximo
permitido

$$fb = \left(1 - \frac{14278.34 \text{ lbf}}{22112.59 \text{ lbf}}\right)$$

fb = 17.71 psi

Fb = 50.00 psi

$Fb > fb$ La columna resistirá los esfuerzos de flexión

El próximo paso es determinar el acero necesario para soportar el momento aplicado a la columna.

Si:

fb = 17.71 psi esfuerzo flexionante máximo permitido

M = 13,126.10 lbf*ft momento actuante

t = 7.63 in espesor de la viga de 8"

n = 128.89 relación modular

Fs = 20,000.00 psi esfuerzo a tensión del acero

b = 32 in peralte de la viga

r = 2 ft recubrimiento

d' = 5.63 ft peralte efectivo de la viga

Con los datos tabulados anteriormente se procede a sustituirlos en las siguientes ecuaciones para determinar sus respectivos coeficientes.

$$\frac{2}{jk} = \frac{b * d^2 * fb}{12 * M}$$

$$\frac{2}{jk} = \frac{32in(5.63in)^2 * 17.71psi}{12 * 13126.10lbf * ft}$$

$$2/jk = 0.11$$

Utilizando las tablas del anexo:

Si :

$$2/jk = 4.75$$

$$np = 0.16$$

$$npj = \frac{12 * n * M}{b * d^2 * Fsc}$$

$$npj = \frac{128.89 * 13126.10lbf * ft}{32in * (5.63in)^2 * 20000psi}$$

$$npj = 1.001$$

Utilizando las tablas del anexo:

si:

$$npj = 1.001$$

$$np = \mathbf{0.115}$$

Una vez determinado los valores de np se procede a seleccionar el de mayor tamaño, para luego calcular la cuantía de acero.

$$\rho = \frac{np}{n}$$

$$\rho = \frac{0.16}{128.89}$$

$$\rho = 0.0012$$

Con la cuantía de acero determinada se procede a calcular el área de acero necesaria para soportar el momento de volteo.

Si:		
Dv =	3	diámetro de la varilla, en octavos de pulgada
Av =	0.11 in ²	área de la varilla
b =	32.000 in	peralte de la viga
t =	7.630 in	espesor del muro
r =	2 in	recubrimiento de la viga
d =	5.630	peralte efectivo de la viga

$$A_{sr} = \rho * d * t$$

$$A_{sr} = 0.0012 * 32_in * 5.63_in$$

$$A_{sr} = 0.30 \text{ in}^2 \quad A_{sr} < A_{smin}, \text{ Usar acero mínimo}$$

Usar 2.00 varillas verticales, a cada lado # 3
siendo 0.33 in²

Para esta columna en particular se deben utilizar 2 varillas del #3 en cada lado de la columna para soportar el momento de volteo, las cuales nos proporcionará un área de 0.33 pulgadas cuadradas.

3.4.7.5.1 Diseño por corte

En el diseño de columnas de mampostería es muy importante la utilización de estribos, ya que estos ayudan bastante a la columna a soportar las cargas que se le estén aplicando, ya que evitan que el acero principal se abulte.

Todas las barras de refuerzo longitudinal en las columnas deben de ser sujetadas por estribos, dichos estribos deben de tener un traslape no mayor a 135° o un gancho en el extremo. Los estribos no deben de colocarse a menos de 1 ½ pulgadas del extremo de la columna ni a mas de 5 pulgadas.

Si :

H =	9.84	ft
d =	32.00	in
t =	7.63	in
r =	2.00	in
d´ =	5.63	in
w =	14,278.34	plf

Calculo de fuerza de corte en la columna

$$V = \frac{1}{2} * w * L \quad V = 0.5 * 14278.34 \text{ plf} * 9.84 \text{ ft}$$

$$V = 9,518.90 \text{ lbf}$$

Si :

$$np = 0.16$$

$$k = \sqrt{2 * np + np^2} - np$$

$$k = 0.428$$

$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

$$j = 0.857$$

Cálculo del esfuerzo unitario de corte

$$f_v = \frac{V}{t * j * d}$$

$$f_v = 45.47 \text{ psi} \quad \text{esfuerzo unitario de corte (psi)}$$

Esfuerzo de corte máximo permitido

Si :

$$M = 13,126.10 \text{ lb*ft}$$

$$V = 9,518.90 \text{ lbf}$$

$$f'_m = 300.00 \text{ psi}$$

$$d' = 5.63 \text{ in}$$

$$\text{Supervisión} = 0.50 \quad \text{Supervisión constante} = 1. \quad \text{Supervisión periódica} = 0.5$$

$$f_v = 58.48 \text{ psi} \quad \text{esfuerzo unitario de corte}$$

$$F_{v_m} = \frac{1}{3} \left(4 - \frac{12 * M}{V * d} \right) * \sqrt{f'_m} * \text{sup}$$

$$F_v = 4.07 \text{ psi}$$

Es necesario utilizar refuerzo, el corte que resistirá la mampostería es menor al corte aplicado

Si :

$$D_v = 3 \quad \text{diámetro de la varilla, en octavos de pulgada}$$

$$A_v = 0.11 \text{ in}^2 \quad \text{área de la varilla}$$

d =	5.63 in	peralte efectivo de la columna
Fs =	24000 psi	resistencia a la tensión del acero
j =	0.86	coeficiente
S =	8.00 in	espaciamiento propuesto entre varillas

$$F_v = \frac{A_v * F_s}{j * d * S}$$

Fv = 50.65
refuerzo y espaciamiento si resiste el corte

En el diseño de la columna en estudio se deben utilizar estribos #3 a cada 8".

3.4.7.6 Diseño de cimentación

Las cimentaciones tienen la función de transmitir todas las cargas generadas por la estructura hacia el suelo, en este proyecto las cargas serán transmitidas por los muros hacia el suelo por medio de cimientos corridos.

3.4.7.6.1 Determinación del valor soporte del suelo

La presión del suelo se considera uniforme para una carga centrada, y trapezoidal y triangular para cargas excéntricas. Por esto, el área del cimiento debe de ser adecuada para resistir y transmitir todas las cargas de los elementos estructurales hacia el suelo y que estén dentro de los valores admisibles del suelo, esto sucede si las cargas están uniformemente distribuidas sobre el cimiento.

La presión del suelo a ser usada para el diseño de la cimentación de cualquier estructura debe ser obtenida deseablemente por un ingeniero de suelos, ya que estos determinarán valores aceptables y seguros basados en los principios dados por la mecánica de suelos, en base a pruebas de laboratorio y cualquier otra investigación experimental existente.

Por tal motivo los códigos de diseño proveen tablas con valores aproximados de la capacidad de soporte de los suelos, las cuales pueden ser usadas para el tipo de suelo que se presenta en la localidad donde se pretende construir, tal como se muestra en la tabla XXXII se observan varios valor soporte de algunos tipos de suelos.

Tabla XXXII. Valores soporte de algunos tipos de suelos

VALOR SOPORTE DEL SUELO (Vs)	
Clase de material	Ton/m²
Roca	20 % de la resistencia al impacto
Arena compacta de grano grueso, arena compacta de grano fino, arcilla dura, o arena arcillosa	39
Arcilla medio rígida, arcilla arenosa	29
Arena compacta inorgánica	20
Arena suelta	17
Arcilla arenosa suave o arcilla	13
Arena inorgánica suelta	7
Arena orgánica suelta o barro	0

Otro dato muy importante es el del peso específico del suelo, que será útil para determinar el peso del suelo sobre el cimiento, para lo cual se provee la tabla XXXIII.

Tabla XXXIII. Peso volumétrico de algunos tipos de suelo

PESO VOLUMETRICO DE ALGUNOS SUELOS $\gamma_s = \text{Ton/m}^3$			
Descripción	Seco	Saturado	Sumergido
Grava húmeda	1.70	2.00	1.00
Arena uniforme suelta	1.43	1.89	0.89
Arena uniforme densa	1.75	2.09	1.09
Arena graduada suelta	1.59	1.99	0.99
Arena graduada densa	1.89	2.16	1.16
Material de acarreo bien granulado	2.12	2.32	1.32
Arcilla suave	-	1.77	0.77
Arcilla rígida	-	2.07	1.07
Arcilla orgánica suave	-	1.58	0.58
Arcilla orgánica muy suave	1.00	1.43	0.43
Bentonita suave	-	1.27	0.27

Fuente: Carlos Crespo. Mecánica de suelos y cimentaciones. Pág. 463

En este proyecto fue muy difícil la determinación del tipo de suelo sobre el cual se construirá la cimentación de la escuela; esto se debe principalmente a que ya existe en el terreno una estructura que se utiliza como escuela, y la cual ocupa todo el área en el cual se pretende construir la nueva edificación.

El área a utilizarse esta cubierta por piso en las áreas ocupadas por las aulas y losas de concreto en los patios, dificultando así poder tomar las muestras necesarias para determinar el valor soporte del suelo que es de gran importancia para el diseño de la cimentación, por tal motivo se pretende utilizar tablas ya calculadas con diferentes valores para varios tipos de suelo existentes.

En este municipio los suelos son muy variados, desde materiales muy duros como la roca, hasta muy blandos como las arcillas, en cada una de sus aldeas existen diversos tipos de suelo tal como se explico en el primer capitulo, en el tema fisiografía. La arcilla es el suelo mas común dentro del perímetro del área urbana del municipio, y con esto se selecciono un valor soporte igual a 10 toneladas sobre metro cuadrado y un peso especifico igual a 1.77 toneladas sobre metro cúbico.

3.4.7.6.2 Diseño de cimiento corrido

Una vez determinado el valor soporte del suelo se procede a diseñar el cimiento corrido que soportara a los muros que conforman la estructura, iniciando con la integración de cargas.

$$W_{CM} = \begin{array}{l} 585.32 \text{ lbf/ft} \\ 871.06 \text{ kgf/m} \end{array}$$

$$W_{CV} = \begin{array}{l} 892.32 \text{ lbf/ft} \\ 1327.92 \text{ kgf/m} \end{array}$$

$$W_u = 1.4 * W_{cm} + 1.7 * W_{cv}$$

$$W_u = 1.4 * 871.06 \text{kgf} / \text{m} + 1.7 * 1327.92 \text{kgf} / \text{m}$$

$$W_u = \begin{array}{l} 3476.94 \text{ kgf/m} \\ 3.48 \text{ T/m} \end{array}$$

La cual fue tomada de la integración realizada para el ejemplo de diseño de las vigas de este proyecto.

Luego se procede a determinar la carga de trabajo de la cimentación (W'), donde (F_s) es el factor de seguridad que se aplicara, el cual puede tener un máximo de 1.5 y un mínimo de 1.

$$W' = \frac{Wu}{Fcu}$$

$$W' = \frac{3.48T / m}{1.5}$$

$$W' = 2.32 \text{ T/m}$$

Una vez determinada la carga de trabajo se procede a calcular el área que debe de tener la cimentación para soportar las cargas, lo cual se realiza sustituyendo valores en la siguiente ecuación.

$$Az = \frac{1.5 * W'}{Vs}$$

$$Az = \frac{1.5 * 2.32T / m}{13T / m}$$

$$Az = 0.27 \text{ m}^2$$

Sección del cimiento

$$NAz = 0.5m * 1m$$

$$b = 0.5 \text{ m}$$

$$d = 1 \text{ m}$$

$$NAz = 0.5 \text{ m}^2 \text{ (nueva área de la cimentación)}$$

Se puede observar que se necesita de un cimiento con un área de 0.27 m² para soportar las cargas de trabajo, pero se propuso un área de 0.5 m² para soportar las cargas, lo que nos da una base de 0.5 m y una profundidad de 1 m.

Luego se pretende determinar el espesor que debe de tener la cimentación a utilizar, lo cual se realiza sustituyendo valores en la siguiente ecuación, es importante notar que el espesor mínimo se considera que es 15 cm.

$$t_{\min} = (15 + \phi + rec)$$

donde:

# varilla	3	numero de varilla
Dv =	0.9525	diámetro de la varilla
rec =	7.5 cm	recubrimiento

$$t = 15 \text{ cm} - 0.9525 \text{ cm} - 7.5 \text{ cm}$$

t =	23.45 cm	peralte del cimiento recomendado
-----	----------	-------------------------------------

El calculo nos pide seleccionar un peralte de 23.45 cm, pero para el diseño se utilizara un peralte t=20_cm.

Luego se procede a determinar la presión que la estructura transmitirá hacia el suelo, lo cual se realiza sustituyendo valores en la siguientes ecuaciones.

$$Pt = P_{\text{muro}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cim}} + w'$$

$$P_{\text{muro}} = C_{\text{muro}} * L * h$$

$$P_{\text{suelo}} = desp * Az * \gamma_s$$

$$P_{\text{cim}} = Az * \gamma_c * t$$

$$w' = Az * W'$$

donde:

$$\begin{aligned}d &= 1 \text{ m} \\h &= 3 \\C_{\text{muro}} &= 78 \text{ psf} \\&= 380.83 \text{ kgf/m}^2 \\A_z &= 0.5 \text{ m}^2 \\desp &= 0.64 \text{ m} \\t &= 20 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$P_{\text{muro}} = 380.83 \text{ kgf} / \text{m}^2 * 1 \text{ m} * 3 \text{ m}$$

$$P_{\text{suelo}} = 0.64 \text{ m} * 0.5 \text{ m}^2 * 1.77 \text{ ton} / \text{m}^3$$

$$P_{\text{cim}} = 0.5 \text{ m}^2 * 2.4 \text{ T} / \text{m}^3 * 0.20 \text{ m}$$

$$w' = 1 \text{ m} * 2.32 \text{ T} / \text{m}^2$$

$$\begin{aligned}P_{\text{muro}} &= 1.1 \text{ Ton} \\P_{\text{suelo}} &= 0.57 \text{ Ton} \\P_{\text{cim}} &= 0.24 \text{ Ton} \\w' &= 2.32 \text{ ton} \\P_t &= \frac{\quad}{\quad} 4.3 \text{ Ton}\end{aligned}$$

El esfuerzo se calcula dividiendo el valor de la carga calculada anteriormente por el área de la cimentación, tal como sigue:

$$q_{\text{max}} = \frac{P_t}{A_z} \quad \text{siendo} \quad q_{\text{max}} = \frac{4.3 \text{ T}}{0.5 \text{ m}^2}$$

$$q_{\text{max}} = 8.53 \text{ Ton/m}^2$$

$$V_s = 13 \text{ Ton/m}^2$$

El suelo SI soporta las cargas aplicadas

Se puede observar que la esfuerzo máximo es menor al valor soporte del suelo, esto indica que el suelo es capas de soportar todas las cargas aplicadas por la estructura. Luego se procede a determinar el esfuerzo ultimo de diseño, el cual será utilizado para calcular el refuerzo.

$$q_u = q_{\max} * F_{cu}$$

$$q_u = 8.53T / m^2 * 1.49$$

$$q_u = 12.80 \text{ Ton/m}^2$$

Una vez comprobado que el suelo soportara las cargas y determinado el esfuerzo de diseño se procede a calcular cual es el espesor efectivo de la cimentación, lo cual se realiza de la siguiente forma:

$$d = t - rec - \frac{\phi}{2}$$

donde :

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

$$rec = 7.5 \text{ cm}$$

$$Dv = 0.9525 \text{ cm}$$

$$d = 20cm - 7.5cm - \frac{0.9525cm}{2}$$

$$d' = 12.02 \text{ cm}$$

Este valor de $d'=12.02_cm$ nos indica donde deben de ser colocadas las varillas horizontales del refuerzo.

Se procede a determinar el esfuerzo de corte que generan las cargas sobre el cimiento y también se determina el corte que puede soportar la cimentación con las dimensiones ya seleccionadas, lo cual se realiza sustituyendo valores en las siguientes ecuaciones.

b =	0.5 m	ancho del cimiento
esp =	20.00 cm	espesor del cimiento
d' =	12.02 cm	peralte efectivo del cimiento
qu =	12.80 T/m ²	presión de diseño
f'c =	210.00 kgf/cm ²	resistencia del concreto
d =	1.00 m	largo del cimiento

$$V_a = \left[\left(\frac{b}{2} - \frac{esp}{2} \right) - d' \right] * qu$$

$$V_a = \left[\left(\frac{0.5m}{2} - \frac{0.20m}{2} \right) - 12.02cm \right] * 12.80T / m^2$$

$$V_a = 0.38 \text{ Ton}$$

calculo del corte resistente

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

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210kgf / cm^2} * 0.5m * 1m$$

$$V_r = 7849.54 \text{ kgf}$$

$$7.85 \text{ Ton}$$

$$V_a = 0.38 \text{ Ton}$$

Como se puede observar el corte que resiste el cimiento es mayor al corte que se le aplica, por lo que el espesor de 20cm que se selecciono si soporta las cargas. Luego se procede a determinar el momento actuante en el cimiento, sustituyendo valores en la siguiente ecuación.

b =	0.5 m	ancho del cimiento
esp =	20.00 cm	espesor del cimiento
d' =	12.02 cm	peralte efectivo del cimiento
qu =	12.80 T/m ²	presión de diseño

$$Ma = \frac{qu * \left(\frac{d}{2} - \frac{esp/100}{2} \right)^2}{2} \qquad Ma = \frac{12.8T/m \left(\frac{0.5m}{2} - \frac{20cm/100}{2} \right)^2}{2}$$

Ma = 0.14 Ton*m

El próximo paso es calcular el refuerzo mínimo que debe de llevar el cimiento.

$$As_{min} = \frac{14.1}{fy} * b * d'$$

si:

fy =	2810.00 kgf/cm ²	resistencia del acero
d' = b =	12.02 m	peralte efectivo del cimiento
d =	1 m	largo del cimiento
	100 cm	

$$As_{min} = \frac{14.1}{2810kgf/cm^2} * 100cm * 12.02cm$$

Asmin = 5.990 cm²

Una vez determinado el área de acero mínimo se procede a calcular el área de acero requerido para soportar el momento que actúa en la cimentación.

Si :

Ma = 144.01 kgf*m

b = 0.15 m
15 cm

d' = 12.02 cm

fy = 2810 kgf/cm²

f'c = 210 kgf/cm²

$$Asr = b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M * b}{0.003825 * f'c} * \frac{0.85 * f'c}{fy}}$$

$$Asr = 15cm * 12.02cm - \sqrt{(15cm * 12.02cm)^2 - \frac{144.01kgf * m * 15cm}{0.0038250 * 210kgf / cm^2} * \frac{0.85 * 210kgf / cm^2}{2810kgf / cm^2}}$$

Asr = 0.48 cm² usar área de acero mínimo

El área de acero mínimo es mucho mayor al área de acero requerido, por lo que es necesario utilizar el área de acero mínimo para reforzar el cimiento. Por lo que es necesario utilizar eslabones de varillas #3 a cada 11 cm para reforzar el cimiento.

Si:

Dv = 3 diámetro de la varilla, en octavos de pulgada

Av = 0.71 cm² área de la varilla

As= 5.99 in²

Usar eslabones # 3

A cada 11 cm

Para calcular el refuerzo longitudinal se procede a sustituir valores en la siguiente ecuación.

$$A_{st} = 0.002 * b * t$$

donde:

$$b = 0.5 \text{ m}$$

$$t = 20.00 \text{ cm}$$

$$A_{st} = 0.002 * 20 \text{ cm} * 50 \text{ cm}$$

$$A_{st} = 2 \text{ cm}^2$$

$$D_v = 3 \quad \# \text{ de varilla en octavos de pulgada}$$

$$A_v = 0.71 \text{ cm}^2 \quad \text{área de la varilla}$$

$$\text{Usar : } 3 \text{ varillas } \# 3$$

$$\text{a cada } 11 \text{ cm}$$

3.4.8 Presupuesto del proyecto de escuela preprimaria

El valor de la escuela preprimaria ascenderá a los doscientos setenta y tres mil trescientos diez y nueve quetzales con cincuenta y un centavos, con un valor en dólares de treinta y cuatro mil ciento sesenta y cuatro dólares con noventa y cuatro centavos de dólar.

En la tabla siguiente XXXIV se presenta el precio que tendrá el proyecto de la escuela preprimaria.

Tabla XXXIV. Presupuesto de escuela preprimaria

Presupuesto Escuela Preprimaria Casco Urbano, San Juan Ermita					
Renglon de Trabajo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Preliminares					
1	Demolición de estructura actual	160	m2	Q40.51	Q6,481.24
2	Limpieza	160	m2	Q6.44	Q1,029.68
3	Bodega	16	m2	Q159.98	Q2,559.69
4	Trazo	162.3	ml	Q15.80	Q2,564.04
Estructura Principal					
5	Tacos de Concreto de 2.5x5x8cm	850	unidad	Q0.54	Q462.75
6	Posicionadores	140	unidad	Q3.28	Q459.56
7	Cimiento Corrido CC-1	30.3	ml	Q556.12	Q16,850.58
8	Cimiento Corrido CC-2	52	ml	Q432.07	Q22,467.72
9	Levantado de Mamposteria	185.22	m2	Q285.51	Q52,882.76
10	Viga V-1	9.27	ml	Q264.41	Q2,451.08
11	Viga V-2	8.79	ml	Q255.28	Q2,243.95
12	Columna C-1	38	ml	Q190.89	Q7,253.71
13	Columnas C-2	7.6	ml	Q300.77	Q2,285.86
14	Columna C-3	7.6	ml	Q118.62	Q901.54
15	Levantado de servicio sanitario	7.4	ml	Q870.09	Q6,438.69
Techo					
16	Techo de Lamina	201.02	m2	Q97.10	Q19,518.21
17	Losa de concreto	43.9	m2	Q374.33	Q16,433.25
Instalaciones Eléctricas					
18	Instalacion Electrica (Iluminación)	57	ml	Q170.78	Q9,734.50
19	Instalacion Electrica (Fuerza)	60	ml	Q34.52	Q2,070.99
20	Acometida Electrica	1	global	Q1,008.54	Q1,008.54
Acabados					
21	Puertas	8	unidades	Q1,994.68	Q15,957.47
22	Ventanas	7	unidades	Q1,762.70	Q12,338.87
23	Pinturas y Recubrimientos	4	dias	Q1,218.96	Q4,875.85
24	Repello	375	m2	Q31.69	Q11,885.31
25	Piso de granito	101	m2	Q184.84	Q18,669.17
26	Cernido	375	m2	Q25.26	Q9,472.66
27	Instalaciones de servicios sanitarios	4	unidades	Q927.82	Q3,711.27
28	Piso de concreto	46.53	m2	80.13	Q3,728.43
Drenajes y Agua Potable					
29	Drenaje Sanitario	46.8	ml	Q137.32	Q6,426.42
30	Drenaje Pluvial	40.5	m2	Q101.11	Q4,094.99
31	Reposadera	2	unidades	Q487.06	Q974.11
32	Caja de registro	4	unidades	Q295.11	Q1,180.43
33	Agua Potable	28	ml	Q110.17	Q3,084.77
34	Acometida agua potable	1	global	Q821.42	Q821.42
Total					Q273,319.51
Área (m2)					160.00
Precio/Área					Q1,708.25
Precio en Dólares \$/Q				\$8.00	Q34,164.94

4 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Las amenazas potenciales

Son amenazas potenciales aquellas que probablemente se producirán sobre el ambiente como consecuencia de las distintas acciones asociadas a la construcción y funcionamiento de los proyectos.

Los impactos debidos al sistema de drenaje se producen principalmente sobre el medio natural, por la corta de arbolado y excavaciones que se realizarán para la colocación de los colectores y sobre el paisaje por la intrusión visual de los pasos aéreos y la construcción de las plantas de tratamiento, en el caso de proximidad a parajes de gran valor o zonas muy frecuentadas.

Por otro lado, la estructura escolar será construida dentro del área urbana del municipio por lo que no producirá mayor contaminación ambiental, aunque si afectará a la población debido al personal que trabajará en la obra y al traslado de materiales.

Durante las distintas fases de cada proyecto, se producirán los siguientes efectos sobre el medio.

4.1.1 Fase de construcción

- Modificación de la topografía y geomorfología local
- Afectación al suelo
- Alteración en la calidad del agua
- Alteración de la red de drenaje
- Alteración de la calidad del aire
- Alteración de los niveles de presión sonora
- Alteración de las comunidades florísticas
- Alteración de las comunidades faunísticas
- Alteración de la calidad de paisaje
- Deterioro del patrimonio arqueológico
- Incremento y expansión de nuevas condiciones económicas
- Incremento en la interacción entre los núcleos de población
- Generación de empleos
- Generación de residuos
- Deterioro de los caminos privados

4.1.2 Fase de operación

- Alteración de los niveles de presión sonora.
- Alteración de las comunidades faunísticas
- Afectación somera de la vegetación que crece en el área de servidumbre
- Incremento y expansión de nuevas condiciones económicas
- Incremento en la interacción entre los núcleos de población
- Temor de la población a los posibles efectos causados por la cercanía de la planta de tratamiento.

De manera global, en la próxima tabla se describe sobre qué factor ambiental se producirá el impacto:

Tabla XXXV. Medios afectados según la fase del proyecto

FASES DEL PROYECTO	MEDIO POTENCIALMENTE AFECTADO
CONSTRUCCIÓN	Suelo Agua Ruido Flora y vegetación Fauna Medio socioeconómico Paisaje
OPERACIÓN	Ruido Fauna Medio socioeconómico

En los próximos temas se describirán los impactos potenciales que como consecuencia de la construcción de los proyectos podrían producirse sobre el medio, agrupados en función, por un lado, del elemento que es afectado, y por el otro, de la fase en la que se producen.

4.2 Tipos de vulnerabilidades de la población

En la próxima tabla se muestran las vulnerabilidades que afectarán al proyecto durante su construcción.

Tabla XXXVI. Vulnerabilidades durante la construcción

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN											
Componentes	Actividades del Proyecto									Impactos	
	Ubicación de instalaciones auxiliares	Contratación de mano de obra	Desbroce para cimientos o bases	Apertura de caminos de acceso	Movimiento de tierras	Excavación y construcción de cimientos o bases	Uso y mantenimiento de maquinaria	Disposición de exceso de suelo	Podas y/o talas en el recorrido del sistema	Montaje de estructuras principales	
MEDIO FÍSICO											
Ruido											Aumento de emisiones acústicas
Calidad del aire											Generación de emisiones de material articulado y gases
Geología y geomorfología											Alteración del suelo
Hidrología e Hidrogeología											Alteración de cauces
Calidad de aguas superficial											Variación de la calidad de las aguas
Suelo											Generación de procesos erosivos
MEDIO BIÓTICO											
Flora y Vegetación											Alteración de estructura y hábitat para la flora
Fauna											Alteración de hábitat para la fauna y pérdida de diversidad
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL											
Socioeconomía y nivel de empleo											Aumento del nivel de empleo
Calidad de vida											Molestias y cambios en la calidad de vida de la población
Patrón de uso de suelo											Cambios en el patrón de uso del suelo
Infraestructuras y servicios											Efectos sobre infraestructura local
Patrimonio Cultural											Afección de sitios culturales y patrimoniales
MEDIO PERCEPTUAL											
Paisaje y Estética											Alteración de la calidad y fragilidad visual

	No aplica
	Impacto negativo
	Impacto positivo

En la próxima tabla se muestran las vulnerabilidades que afectaran al proyecto durante su construcción.

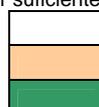
Tabla XXXVII. Vulnerabilidades durante la operación del proyecto ya terminado

ETAPA DE OPERACIÓN				
Componentes	Actividades del Proyecto			Impactos
	Presencia de instalaciones sanitaria (*)	Operación del sistema de alcantarillado	Mantenimiento del sistema de alcantarillado	
MEDIO FÍSICO				
Ruido				Aumento de emisiones acústicas (trabajadores, maquinaria)
Calidad del aire				Emisión de ozono y maquinaria de mantenimiento
Geología y geomorfología				N/I
Hidrología e Hidrogeología				N/I
Calidad de aguas superficial				N/I
Suelo				N/I
MEDIO BIÓTICO				
Flora y Vegetación				Alteración de estructura y hábitat para la flora
Fauna				Alteración de hábitat para la fauna (avifauna)
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL				
Socioeconomía y nivel de empleo				Cambio en las condiciones socioeconómicas
Calidad de vida				Cambio de condiciones de vida de la población
Patrón de uso de suelo				Cambio del patrón de uso de suelo
Patrimonio Cultural				N/I
Infraestructura local				Efectos sobre infraestructura local
MEDIO PERCEPTUAL				
Paisaje y Estética				Alteración de la calidad y fragilidad visual

N/I: No se identifican impactos

(*): Incluye postes, plantas de tratamiento, bombas, etc.

(**): Se separa del componente "calidad de vida" por tener suficiente entidad como para ser otro componente aparte



No aplica
Impacto negativo
Impacto positivo

4.3 Medidas de mitigación

4.3.1 Medio físico

4.3.1.1 Suelo

La mayor parte de los efectos potenciales sobre el suelo se desarrollarán sobre la fase de construcción.

Los posibles efectos sobre el suelo que se identifican son:

- Degradación del suelo por fenómenos erosivos
- Compactación del suelo
- Contaminación por vertidos accidentales
- Inestabilidad de taludes
- Modificaciones del relieve
- Ocupación del suelo

A la hora de la construcción de estructuras principales y en algunos casos las auxiliares, se procede a la deforestación de los pasillos de circulación o las áreas destinadas para las mismas estructuras. Además de dichos pasillos se debe considerar la deforestación que se provoca al crear accesos necesarios, con lo que se incrementaría esta superficie. En estas zonas se elimina tanto la vegetación arbórea como arbustiva.

De esta manera contribuye a la degradación del suelo, principalmente la capa vegetal, lo que favorece procesos erosivos.

El proceso de degradación es debido principalmente a la utilización de los suelos forestales para otros usos, y a la acción del viento y la lluvia principalmente (erosividad por intensidad y continuidad), viéndose potenciado por la pendiente del terreno.

Las excavaciones se realizarán con el celo y cuidado necesario para evitar que se generen daños innecesarios en el terreno circundante, éstas dependerán del tipo de suelo (tierra, roca o mixta); por lo que los efectos sobre los horizontes más superficiales del suelo no se considerarán graves, aunque se produciría modificación y destrucción del perfil edáfico por la apertura de las fundaciones, pérdida de cierto volumen de estrato orgánico y una compactación del suelo debido al movimiento de la maquinaria entorno al área de trabajo.

La compactación del suelo supone una disminución de la permeabilidad del suelo, dificultando la regeneración de la vegetación. Este efecto será reducido debido a la limitación de la superficie afectada.

En algunos casos se podría producir una contaminación del suelo debida al derrame de materiales o vertido de residuos, por accidente o descuido, que pudieran ser potencialmente contaminantes (combustible, aceite, concreto, aditivos) durante la fase de construcción.

Las acciones del proyecto, como la apertura de nuevos accesos o las excavaciones, pueden ocasionar fenómenos de inestabilidad de taludes en zonas de pendiente fuerte y de escasa cubierta vegetal, en momentos de máxima pluviometría.

De igual manera estas acciones pueden dar lugar a modificaciones del relieve, aunque serían mínimas, ya que se aprovechan los caminos existentes y el volumen de las excavaciones es muy reducido.

4.3.1.2 Hidrología e Hidrogeología

Los efectos producidos por cualquier proyecto sobre el agua son debidos a los aportes que se realicen sobre los ríos, por los vertidos de aguas residuales sanitarias, o a vertidos accidentales de desechos de materiales, detergentes, combustibles, aceites, aditivos utilizados por la maquinaria. También es afectada por el aumento de sedimentos en suspensión en las aguas superficiales que son producidas por movimiento y remoción de tierra, y arrastradas por las precipitaciones.

Se producirán principalmente durante la fase de construcción, debido a las siguientes acciones:

- a. Movimiento de tierras
- b. Circulación de maquinaria pesada
- c. Operaciones de lavado de maquinaria
- d. Transporte, carga y descarga de materiales

Estos aportes son generalmente consecuencia del arrastre de material de desecho, estrato orgánico y vertidos, influyendo en la calidad de las aguas, por aumento, principalmente, de los sólidos en suspensión. De cualquier manera, los aportes tendrían lugar en los periodos de lluvia, cuando el caudal es mayor, actuando el cauce como auto depurador por decantación de los mismos, de manera que la afectación no sería significativa. De cualquier manera, la existencia de una cubierta vegetal potente minimiza los arrastres que se puedan producir.

A causa de la presencia de personal de obra en las proximidades de los ríos, se podría producir ocasionalmente el vertido de aguas residuales y/o sanitarias a dicho cauce, o incluso se podrían producir vertidos accidentales al cauce que alteraran la calidad de las aguas, ya que durante la construcción se utilizan productos que alterarían la calidad de las aguas, como los combustibles, aditivos, etc. La adopción de buenas prácticas y las medidas preventivas oportunas eliminarían este efecto.

Los procesos por los cuales un contaminante presente en el suelo pasa a incorporarse a la red superficial de agua son ciertamente complejos, pero en el caso objeto de estudio se puede asumir que el arrastre y la infiltración por parte del agua superficial será la principal causa de movilización de contaminación.

La contaminación de las aguas subterráneas se produce cuando se dan simultáneamente una serie de circunstancias, o factores favorables, como la existencia de acuíferos subterráneos (superficiales o profundos), materiales o suelos con cierta permeabilidad susceptible de reducirse por la compactación de los mismos, presencia o cercanía de focos contaminantes.

4.3.1.3 Ruido

En la valoración del impacto debido al ruido por efecto de la maquinaria o de los trabajadores del proyecto habrá que tener en cuenta que el nivel de ruido generado en el área rural varía entre los 20 y 35 dB, que puede llegar a ser muy superiores en el caso de uso de maquinaria agrícola o presencia de carreteras. A modo de ejemplo, una lluvia moderada provoca un ruido de alrededor de 50 dB, e incluso una conversación en un local cerrado se sitúa en torno a 60 dB.

Se adjuntan a continuación en la tabla XXXVIII los valores límite recomendados por la OMS expresados como nivel de presión acústica para distintos ambientes (dB).

Tabla XXXVIII. Valores límite de exposición al ruido recomendados por la OMS

TIPO DE AMBIENTE	PERÍODO	Leq dB (A)
Laboral	8 horas	75
Doméstico, auditorio, aula	-	45
Dormitorio	Noche	35
Exterior diurno	Día	55
Exterior nocturno	Noche	45

Fuente: Datos de la OMS.

4.3.1.4 Calidad del aire

Durante la fase de construcción el impacto potencial es debido al incremento de polvo en el ambiente por el movimiento de maquinaria. Este incremento de partículas en suspensión, que podría suponer un efecto negativo sobre la flora y las personas, se puede comparar con el producido por la maquinaria agrícola en la realización de los trabajos habituales del campo, por lo que se considera prácticamente nulo si se tiene en cuenta además su carácter claramente temporal, ya que una vez finalizada la construcción no se producirá ninguna contaminación por aumento de partículas en suspensión. Además, se trata de un impacto fácilmente mitigable con las medidas correctoras oportunas, consistentes en regar aquellas zonas donde interese evitar que se levante más polvo. Por todo ello se puede considerar un impacto no significativo.

Por lo que respecta al clima general de la zona, la alteración que puede producir sobre el mismo un proyecto como el que se investiga, se puede considerar nula.

4.3.2 Medio biótico

4.3.2.1 La flora y vegetación

Los efectos se harán patentes sobre la fase de construcción.

En las masas forestales la obliga a la apertura de calles de seguridad en el arbolado existente, definidos por la distancia mínima que ha de haber entre las ramas de los árboles más altos y por el ancho de las calles.

La corta de arbolado provoca la aparición de un pasillo deforestado al que se denomina calle o servidumbre. Su creación provoca la modificación de la cubierta vegetal de forma permanente, pues la calle debe mantenerse libre de arbolado mientras dure el periodo de construcción.

Cuando en la construcción del proyecto se atraviesan terrenos ocupados por pastos o pastizales no se produce ningún efecto grave y permanente sobre la vegetación.

Por el contrario, al cruzar masas forestales, la apertura de calles puede suponer un efecto importante de carácter permanente, cuya magnitud depende del valor botánico y ecológico de las especies afectadas, de las formaciones atravesadas y del número de pies arbóreos que se deban eliminar, cuya importancia podría ser mayor debido a su alto valor ecológico por ser el hábitat natural de una diversidad de especies faunísticas.

Este impacto posee una magnitud superior cuando la calle se abre por primera vez, durante la fase de construcción, ya que durante la operación, las actividades se realizarán sobre un medio ya modificado.

Una vez finalizada la fase de construcción, se procederá a la recuperación de los accesos que no vayan a ser necesarios mediante la re vegetación de los mismos.

Otro posible efecto será la modificación de la flora presente, por servir de pasillo de introducción a especies invasoras foráneas, que antes de la apertura de la servidumbre veían condicionada su entrada.

4.3.2.2 Fauna

Al estudiar los impactos sobre la fauna hay que diferenciar claramente durante la fase de construcción y la de operación.

Durante la fase de obras hay que tener en cuenta las afecciones que se producen como consecuencia de la pérdida, fragmentación y alteración del hábitat, repercutiendo especialmente sobre la fauna terrestre y aquellas que tienen repercusión sobre la fauna acuática como consecuencia de la alteración de la calidad de las aguas. También se pueden producir afecciones sobre toda la fauna presente en el área del proyecto, ya que puede variar sus pautas de comportamiento como consecuencia de los ruidos, mayor presencia humana, movimiento de maquinaria, y otras molestias que las obras pueden ocasionar.

Durante la fase de operación, los mayores riesgos son para la acuática. La afección de los peces se origina por la contaminación de las fuentes de agua.

4.3.3 Medio socioeconómico

4.3.3.1 Efectos potenciales sobre la población

Durante la fase de construcción, la población puede verse afectada por la circulación de maquinaria pesada, incremento de partículas en suspensión, ruidos, humos, etc. Se trata de afecciones temporales que terminarán una vez acaben las obras.

Respecto a la población activa, se generarán empleos, principalmente durante la fase de construcción, y en menor medida en la de operación. Serán de tipo directo en la propia construcción del proyecto, y también indirectos en el sector servicios (alojamientos, restaurantes, comercio, etc.).

En lo que respecta a la fase de operación, es de prever que los puestos necesarios serán cubiertos por técnicos de la propia municipalidad del municipio de San Juan Ermita, pudiéndose necesitar asistencia para otros aspectos, como puede ser el servicio de mantenimiento del proyecto.

4.3.3.2 Efectos potenciales sobre el sector primario

La afección a los recursos agrícolas se centra en la instalación de las estructuras principales como plantas de tratamiento, limitando el uso de los terrenos afectados, pudiéndose cultivar el resto de los terrenos alrededor de la planta. Durante la fase de construcción podría producirse daños en los cultivos existentes.

La deforestación de las calles para el paso de maquinaria (cuando se utilice) contribuirá al aumento de los pastos naturales, lo que favorece al sector ganadero.

4.3.3.3 Efectos potenciales sobre las infraestructuras y servicios

El efecto más importante será la recolección de las aguas negras domesticas y su transporte hacia las plantas de tratamiento para la remoción de la mayor cantidad de contaminantes para luego verterlas a los desfuegos.

Así también con el proyecto de la escuela preprimaria se contribuirá a aumentar el nivel de escolaridad que existe en el área proveyendo de un ambiente agradable y seguro para los estudiantes.

4.3.3.4 Efectos potenciales sobre el patrimonio histórico cultural

Los daños que se pueden provocar son de dos tipos, según se trate de monumentos o de yacimientos arqueológicos. Respecto a los monumentos, el impacto se centra sobre el paisaje, dado que con la construcción de cualquier proyecto se degrada la calidad estética de las cuencas visuales donde se encuentran integrados. En el caso de los restos arqueológicos, la exposición al riesgo es de tipo directo, consecuencia de las excavaciones.

4.3.3.5 Efectos potenciales sobre los espacios naturales protegidos

Se incluye el efecto potencial sobre los espacios naturales protegidos como consecuencia de la actividad sobre el medio socioeconómico, porque su declaración obedece, además de a sus valores ecológicos, a la situación social y económica del territorio donde se enmarca.

Se deben considerar en la elección del trazado, la presencia de espacios naturales protegidos, por lo que la solución propuesta, debe buscar la minimización de los efectos que se puedan producir sobre éstos.

4.3.4 Medio perceptual

4.3.4.1 Efectos potenciales sobre el paisaje

Se modifican las condiciones de visibilidad del entorno cuando se provoca una falta de ajuste o un excesivo contraste entre las estructuras y el paisaje que la rodea, a través de diferencias considerables de color, forma, escala, línea o textura, es decir, los elementos básicos que lo definen.

Desde el inicio de la fase de construcción, los elementos de las estructuras en relación directa con los componentes del paisaje, provocando una intrusión visual de las panorámicas afectadas.

Las estructuras, además de suponer por sí mismas la aparición de un elemento extraño en el paisaje, llevan consigo una serie de actuaciones, como pueden ser la compactación del suelo y la pérdida de la cubierta vegetal, que constituyen una afección clara hacia el entorno.

La apertura de nuevos accesos, tiene menos impacto, integrándose muchos de ellos de nuevo a medida que van siendo revegetados.

CONCLUSIONES

1. Debido a las pendientes muy grandes del terreno que existen en la aldea de Los Planes y las distancias horizontales muy cortas que existen entre algunos pozos de visita, éstos tuvieron que diseñarse con profundidades mayores a los dos metros y medio, para, así, mantener las relaciones hidráulicas de velocidad y tirante dentro de las tuberías. No fue posible mantener estas relaciones en los tramos iniciales, en donde el caudal que recibe el colector es muy escaso, por lo que se debe considerar aceptable el no cumplir con éstas relaciones.
2. El costo del proyecto de introducción de drenajes sanitario se vió incrementado debido al reemplazo de los diferentes pavimentos; ya sea asfálticos, de concreto y adoquines, los cuales se deben dañar para poder realizar el zanjeo en donde se colocaran los colectores. La mano de obra es otro factor que contribuye al costo del proyecto.
3. Para el análisis y diseño estructural de la estructura destinada a la escuela preprimaria, se asumió que no habría supervisión por parte de un profesional durante la fase de construcción, por ello, el método de diseño permite la reducción en un cincuenta por ciento del valor de las cargas que puede resistir la estructura, esto se debe a que se asume que la calidad de la obra no será la misma, a la que hubiere si la supervisión profesional durante todo el proceso constructivo fuera constante, ésta reducción generará, en algunos casos, un mayor refuerzo en la estructura.

4. Se intentó determinar si el proyecto de alcantarillado era rentable por medio de un análisis realizado con los métodos del TIR y el VPN, en el caso particular del proyecto analizado se pudo determinar que no es un proyecto que pueda generar ganancias en el período que se consideró de diseño e incluso en periodos mayores, debido a que la inversión inicial es muy grande y los gastos por mantenimiento serán mayores a los ingresos obtenidos por la prestación del servicio. Este tipo de resultado suele ser generalizado en las inversiones que se realizan en el interior del país, ya que, las inversiones son muy grandes y no se espera recibir ningún tipo de ingreso por el servicio esperado.

RECOMENDACIONES

1. Es importante que al momento de ejecutar los proyectos se cuente con una supervisión calificada y constante para evitar que se produzcan errores por parte de los trabajadores al momento de interpretar los planos, o, al momento que existan dudas acerca de cómo proceder en cualquier situación de duda; ya que, al no responder tales cuestionamientos en el momento oportuno se pueden producir errores que podrían atrasar el proyecto e inclusive podría llegar a encarecerlo, produciendo inconvenientes tanto para el contratista como para el cliente.
2. La reposición de los pavimentos al momento de introducir los servicios de alcantarillado o agua potable en las comunidades es uno de los factores que aumentan los costos de los proyectos, por lo que es de importancia el construir estos sistemas primordiales para las comunidades antes de colocar los pavimentos, para, así, reducir los gastos.
3. Se debe educar a la población a tomar medidas para la protección de las obras de infraestructura que se construyen en sus comunidades, para reducir los gastos ocasionados por mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Amrhein, James E. **Reinforced masonry engineering handbook (clay and concrete masonry)**. Fifth Edition. Estados Unidos. Editorial MIA. 1991. 468 pp.
2. Amrhein, James E. **Guía informativa para mampostería reforzada con lechada**. Estados Unidos. Editorial MIA. 30 pp.
3. Arthur H., Nilson, **Diseño de estructuras de concreto**. Duodécima Edición. Colombia: Editorial McGraw Hill. 1999. 722 pp.
4. Cabrera Riépele, Ricardo Antonio. Apuntes de ingeniería sanitaria. Tesis de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Guatemala 1989. 135 pp.
5. Díaz, Oscar Alejandro. Presupuesto de un proyecto de alcantarillado en poblaciones del interior de la republica. Tesis de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Guatemala 1997. 93 pp.
6. Diseño y construcción de sistemas estructurales con mampostería de concreto para muros de carga. Bloteca. Guatemala 1994. 52 pp.
7. Hibbeler, Russell C. **Análisis estructural**. Tercera Edición. México. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. s.a. 730 pp.
8. Rodas Aldana, Erick José. Estudio y diseño de la red de recolección de aguas residuales, del caserío Los Ángeles, del municipio de Champerico, departamento de Retalhuleu. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Guatemala 2004. 83 pp.

APÉNDICES

- 1 Croquis de identificación de muros para el análisis estructural

Drenajes

- 1 Plano de planta topográfica
- 2 Plano de planta general
- 3 Plano de densidad de vivienda
- 4 Plano de perfiles #1
- 5 Plano de perfiles #2
- 6 Plano de perfiles #3
- 7 Plano de perfiles #4
- 8 Plano de detalles generales
- 9 Tabla de libreta topográfica
- 10 Tabla de cálculo hidráulico

Escuela

- 1 Croquis de identificación de muros para el análisis estructural
- 2 Plano de planta acotada y planta amueblada
- 3 Plano de planta de acabados
- 4 Plano de planta de estructura y cimentación
- 5 Plano de planta de instalaciones eléctricas
- 6 Plano de planta de drenajes y planta de agua potable
- 7 Plano de planta de techos

Figura 19. Localización del municipio de San Juan Ermita



Figura 20. Planta topográfica



Libreta Topográfica			
E	P.O.	Azimuth	Distancia (m)
0(B.M.)	1.2	189°39'34"	0.64
1.2	1.4	198°44'03"	24.32
1.4	1.3	82°47'37"	41.27
1.4	3	190°57'48"	49.87
3	4	207°02'20"	24.70
4	5	234°10'30"	15.86
4	4.1	128°40'50"	31.98
5	5.7	250°07'10"	11.95
5.7	50	279°51'39"	14.06
50	51	349°17'35"	40.61
1.2	0.7	334°07'10"	24.48
0.7	38	351°09'40"	31.50
38	39	351°09'40"	31.11
39	40	346°44'40"	13.64
40	41	340°55'30"	30.16
41	41.1	67°39'40"	49.78
41.1	42	336°58'30"	58.37
42	42.12	74°50'20"	65.98
42.12	44	335°52'30"	95.25
44	51	231°03'50"	61.80
51	52	233°02'00"	99.11
5	6	153°36'51"	24.54
6	7	142°29'20"	37.20
7	8	190°06'10"	28.98
8	9	181°54'50"	57.16
9	10	254°32'00"	9.15
10	10.1	236°29'20"	41.57
10.1	11	178°18'50"	34.20
11	11.1	99°15'30"	18.86
11.1	11.1	89°15'30"	18.86
11	12	164°04'10"	39.49
12	13	141°16'10"	19.32
13	15	103°38'20"	37.64
13	14	152°51'04"	31.13
14	14.1	199°19'40"	14.44
15	15A	104°19'55"	27.30
7	22	61°49'30"	42.98
22	21	56°06'47"	15.40
21	20	48°40'40"	28.31
20	19	33°33'00"	41.35
19	19A	20°16'00"	7.57
19A	19A1	141°04'30"	28.52
19	18	331°26'40"	26.58
3	16	81°22'50"	28.30
16	17	78°23'20"	44.39
17	18	74°02'00"	13.37
18	23	61°35'40"	20.56
23	25	91°53'20"	17.85
25	26	99°32'10"	17.66
26	27	130°33'20"	19.77
27	28	189°50'30"	9.34
28	29	156°03'50"	38.11
29	30	165°21'40"	30.19
29	33	28°06'22"	25.83
30	30A	171°04'22"	18.13
26	31	78°01'50"	18.50
31	32	156°38'40"	28.86
32	33	131°44'20"	17.39
33	34.2	38°50'08"	36.55
34.2	34	141°54'40"	22.60
34	34.1	147°31'40"	27.72
23	24	303°55'00"	26.76
24	30	281°00'41"	18.94
17	30	342°53'30"	33.49
30	36	339°42'50"	32.77
36	37	339°52'10"	23.18
37	38	309°59'10"	56.39
1	2	218°18'20"	23.31
2	2.8	191°07'50"	42.01
2.8	5.1	194°19'21"	10.34
2.8	3.1	303°15'22"	30.93
5.1	5.2	208°16'50"	12.17
5.2	5.3	232°32'28"	11.54
5.3	5.4	243°17'46"	11.04
5.4	50	255°18'05"	16.28
2	1A	15°43'27"	20.32

1A	0.5	15°43'26"	12.46
1A	1.5	278°04'20"	24.44
0.5	0.2	349°29'25"	35.03
0.2	38.3	334°57'18"	24.66
38.3	40.1	351°28'53"	61.85
40.1	42.16	340°18'13"	58.55
42.16	40A	256°21'40"	48.94
40A	42.23	337°04'46"	41.95
42.23	40A4	234°49'41"	49.94
40A4	40A3	229°31'09"	41.88
40A3	40A2	154°40'54"	27.24
42.23	44.2	335°55'38"	95.43
44	44.2	242°16'50"	6.35
44.2	44.3	242°16'50"	19.18
44.3	45	242°16'50"	41.65
45	45.1	239°30'00"	7.59
45.1	45.2	239°30'00"	8.57
45.2	45.3	239°30'00"	9.61
45.3	46	239°30'00"	11.73
46	46.1	239°30'00"	9.45
46.1	46.2	239°30'00"	5.6
46.2	47	239°14'25"	3.66
47	48	235°07'10"	8.85
48	48.1	232°47'50"	8.96
48.1	49	232°47'50"	11.45
49	64.1	180°55'28"	20.13
50	53.1	311°13'40"	2.66
53.1	53.2	311°13'40"	0.59
53.2	53.3	311°13'40"	11.22
53.3	53.4	311°13'40"	14.57
53.4	53	311°13'40"	5.96
53	53.5	304°14'50"	7.20
53.5	53.6	304°14'50"	6.19
53.6	54	304°14'50"	6.99
54	54.1	318°47'20"	8.98
54.1	55	318°47'20"	12.81
55	56	310°38'30"	21.42
56	58	301°23'23"	47.27
58	56.1	289°28'20"	10.30
56.1	57	281°24'59"	4.76
57	58	309°28'20"	11.72
58	59	292°54'40"	34.59
59	60	326°43'10"	27.29
60	60.1	00°44'10"	9.59
60.1	60.2	00°44'10"	10.42
60.2	61	00°44'10"	13.55
61	61.1	343°45'50"	4.82
61.1	62	343°45'50"	15.80
62	62.1	349°58'20"	11.29
62.1	63	349°58'20"	15.74
63	63.1	343°29'10"	17.09
63.1	63.2	343°29'10"	20.97
63.2	63.3	343°29'10"	0.59
63.3	63.4	343°29'10"	23.20
63.4	63.3A	39°28'49"	43.67
63.4	64.4	36°16'55"	60.15
63.4	64.3	07°20'13"	59.96
63.4	64.2	04°16'36"	61.81
63.4	64.5	355°25'15"	46.23
63.4	64.1	04°28'49"	62.77

NOMENCLATURA:

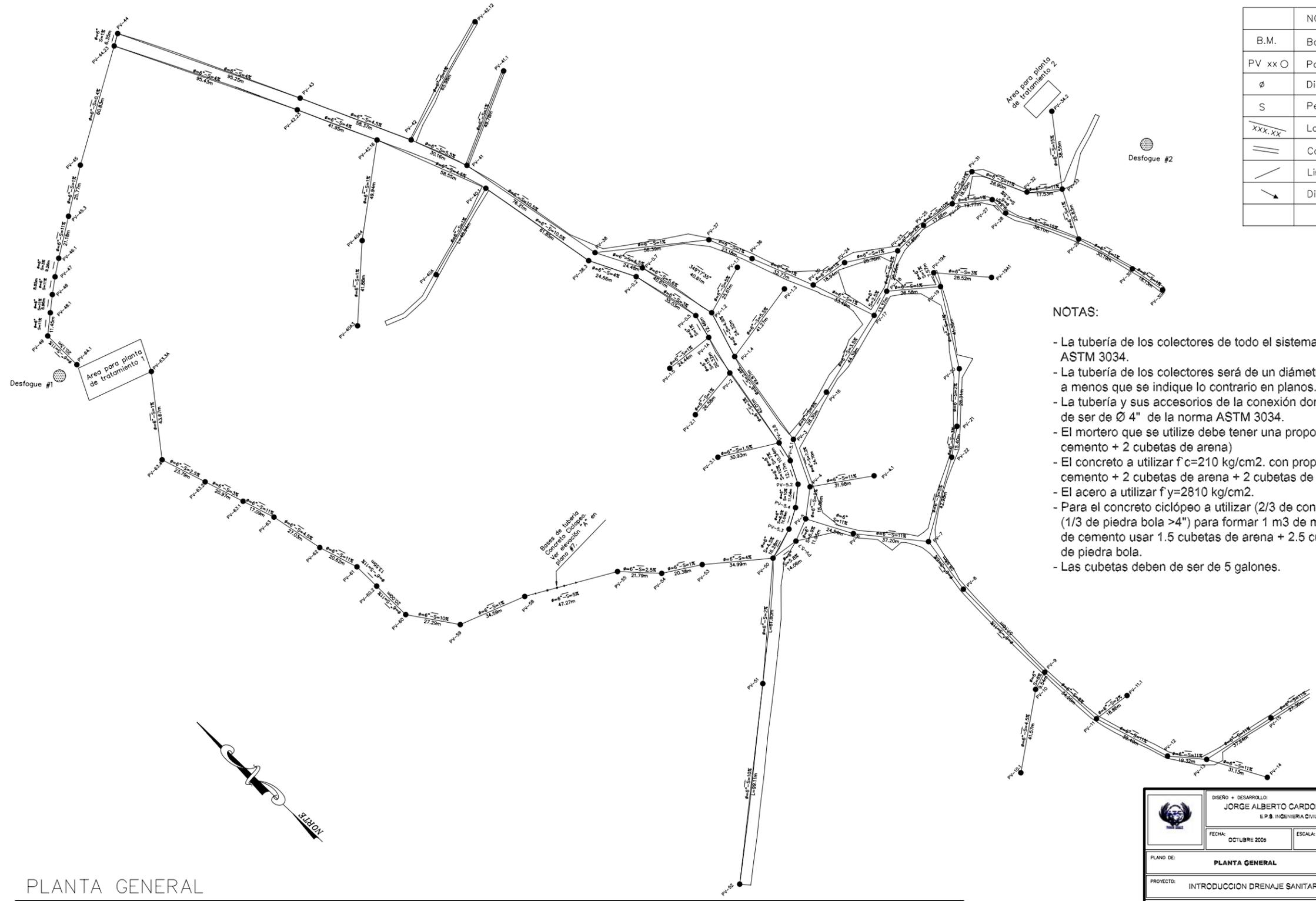
- Orilla de Laderas
- Cauce de Agua
- Desnivel del Terreno
- Cerco ó Alambrado
- Estación
- Caminamiento Topográfico
- Calles

PLANTA "TOPOGRAFICA"

ESCALA 1:1000

	DISEÑO + DESARROLLO: JORGE ALBERTO CARDONA PADILLA E.P.B. INGENIERIA CIVIL		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA U.S.A.C.
	FECHA: OCTUBRE 2005	ESCALA: 1:1000	HOJA: 1 8
PLANO DE: PLANTA TOPOGRAFICA			
PROYECTO: INTRODUCCION DRENAJE SANITARIO			
LOCALIZACION: ALDEA LOS PLANES, SAN JUAN ERMITA CHIQUIMULA, GUATEMALA, C.A.			REVISO:

Figura 21. Planta general



NOMENCLATURA	
B.M.	Banco de marca
PV xx O	Pozo de visita
Ø	Diametro de la tubería
S	Pendiente de la tubería
XXX.XX	Longitud de la tubería
—	Carretera
—	Linea central
→	Dirección del flujo

NOTAS:

- La tubería de los colectores de todo el sistema debe ser PVC de la norma ASTM 3034.
- La tubería de los colectores será de un diámetro de Ø 6" como mínimo, a menos que se indique lo contrario en planos.
- La tubería y sus accesorios de la conexión domiciliar hacia el colector debe de ser de Ø 4" de la norma ASTM 3034.
- El mortero que se utilice debe tener una proporción de 1:2 (1 saco de cemento + 2 cubetas de arena)
- El concreto a utilizar f'c=210 kg/cm². con proporción 1:2:2 (1 saco de cemento + 2 cubetas de arena + 2 cubetas de piedrin).
- El acero a utilizar f'y=2810 kg/cm².
- Para el concreto ciclópeo a utilizar (2/3 de concreto con proporción 1:2:4)+ (1/3 de piedra bola >4") para formar 1 m³ de mezcla. o bien por un 1 saco de cemento usar 1.5 cubetas de arena + 2.5 cubetas de piedrin + 2 cubetas de piedra bola.
- Las cubetas deben de ser de 5 galones.

PLANTA GENERAL

ESCALA 1:1000

	DISEÑO + DESARROLLO: JORGE ALBERTO CARDONA PADILLA E.P.S. INGENIERIA CIVIL		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA U.S.A.C.
	FECHA: OCTUBRE 2008	ESCALA: 1:1000	
PLANO DE: PLANTA GENERAL			
PROYECTO: INTRODUCCION DRENAJE SANITARIO			
LOCALIZACION: ALDEA LOS PLANES, SAN JUAN ERMITA CHIQUIMULA, GUATEMALA, C.A.			REVISO:

Figura 22. Planta de densidad de vivienda



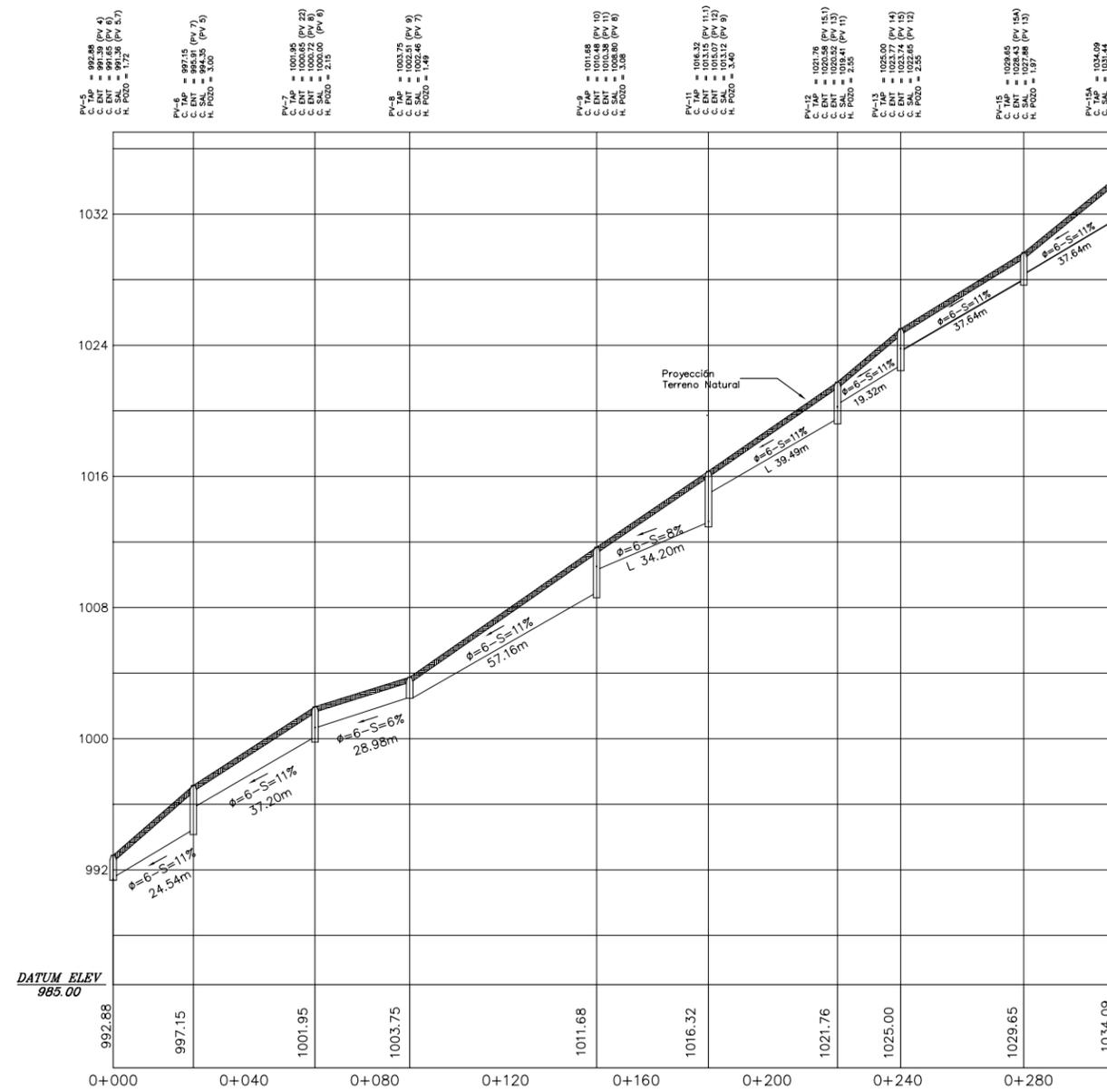
NOMENCLATURA	
xx	Vivienda
	Escuela
	Iglesia
	Calle de Asfalto
	Calle de Concreto
	Calle de Adoquin
	Calle de Tierra

PLANTA "DENSIDAD DE VIVIENDA"

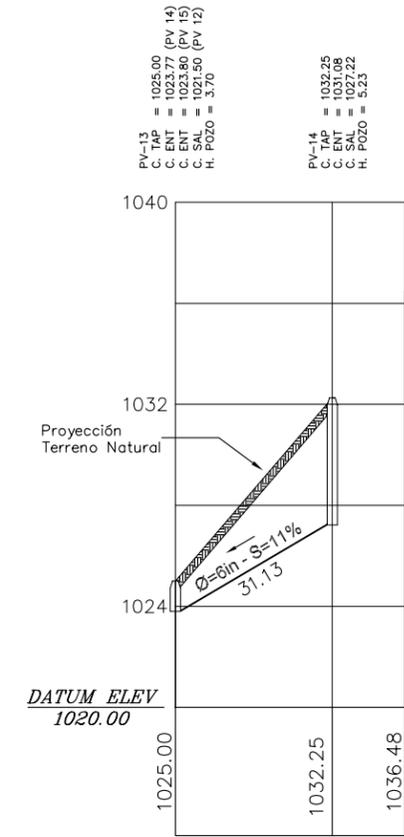
ESCALA 1:1000

	DISEÑO + DESARROLLO: JORGE ALBERTO CARDONA PADILLA E.P.S. INGENIERIA CIVIL	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA U.S.A.C.
	FECHA: OCTUBRE 2005	ESCALA: Vertical 1:200 Horizontal 1:1000
PLANO DE: DENSIDAD DE VIVIENDA		
PROYECTO: INTRODUCCION DRENAJE SANITARIO		
LOCALIZACION: ALDEA LOS PLANES, SAN JUAN ERMITA CHIQUIMULA, GUATEMALA, C.A.	REVISOR:	HOJA: 3 / 8

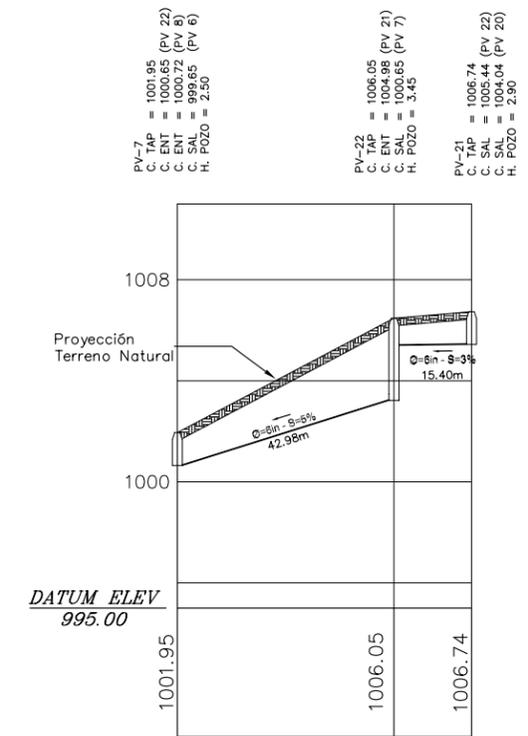
Figura 23. Planta de perfiles # 1



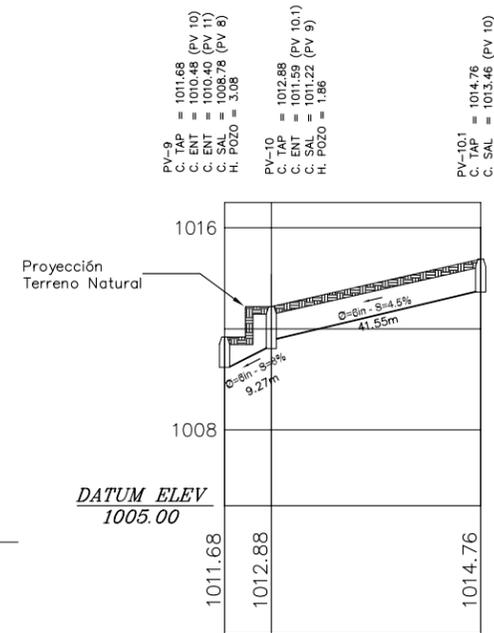
PERFIL RAMAL #1



PERFIL RAMAL # 1c



PERFIL RAMAL # 1d



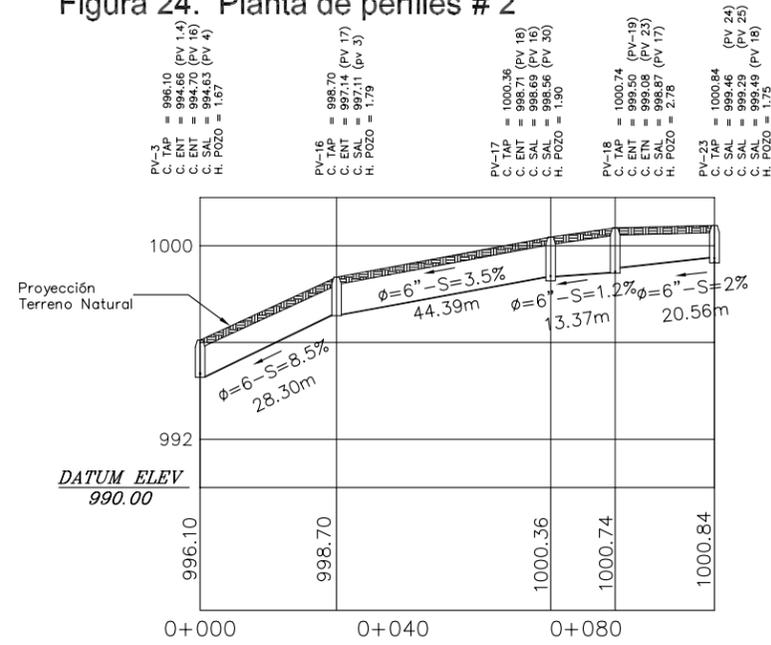
PERFIL RAMAL #1b

NOMENCLATURA	
PV xx	Pozo de visita
Ø	Diámetro de la tubería
S	Pendiente de la tubería
xxx.xx	Longitud de la tubería
↔	Dirección del flujo
C. TAP	Cota de tapadera
C. ENT	Cota de entrada
C. SAL	Cota de salida
H. POZO	Profundidad de pozo

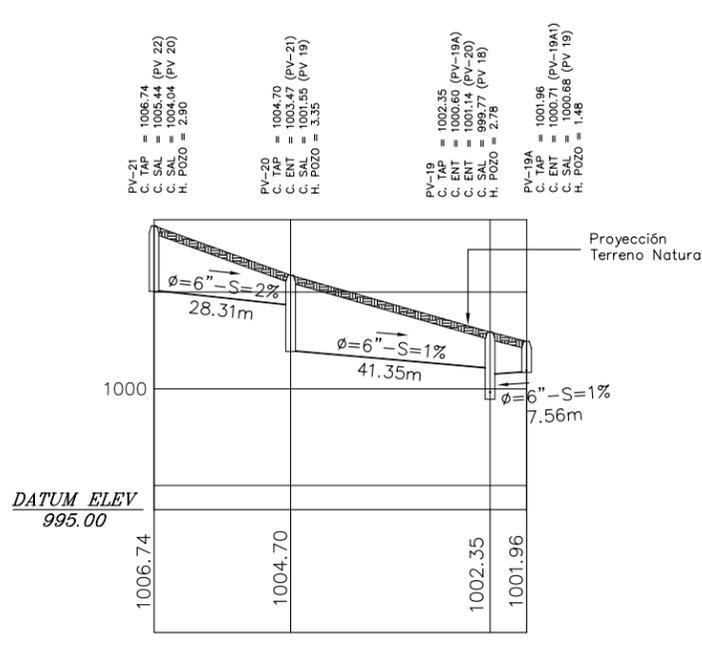
NOTA: Para mayor información de los pozos que comprenden cada ramal, se recomienda ver tabla de datos hidráulicos.

	DISEÑO + DESARROLLO: JORGE ALBERTO CARDONA PADILLA E.P.S. INGENIERIA CIVIL		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAC
	FECHA: OCTUBRE 2005	ESCALA: Vertical 1:200 Horizontal 1:1000	
PLANO DE: PERFILES # 1			
PROYECTO: INTRODUCCION DRENAJE SANITARIO			
LOCALIZACION: ALDEA LOS PLANES, SAN JUAN ERMITA CHIQUMULA, GUATEMALA, C.A.			REVISO:

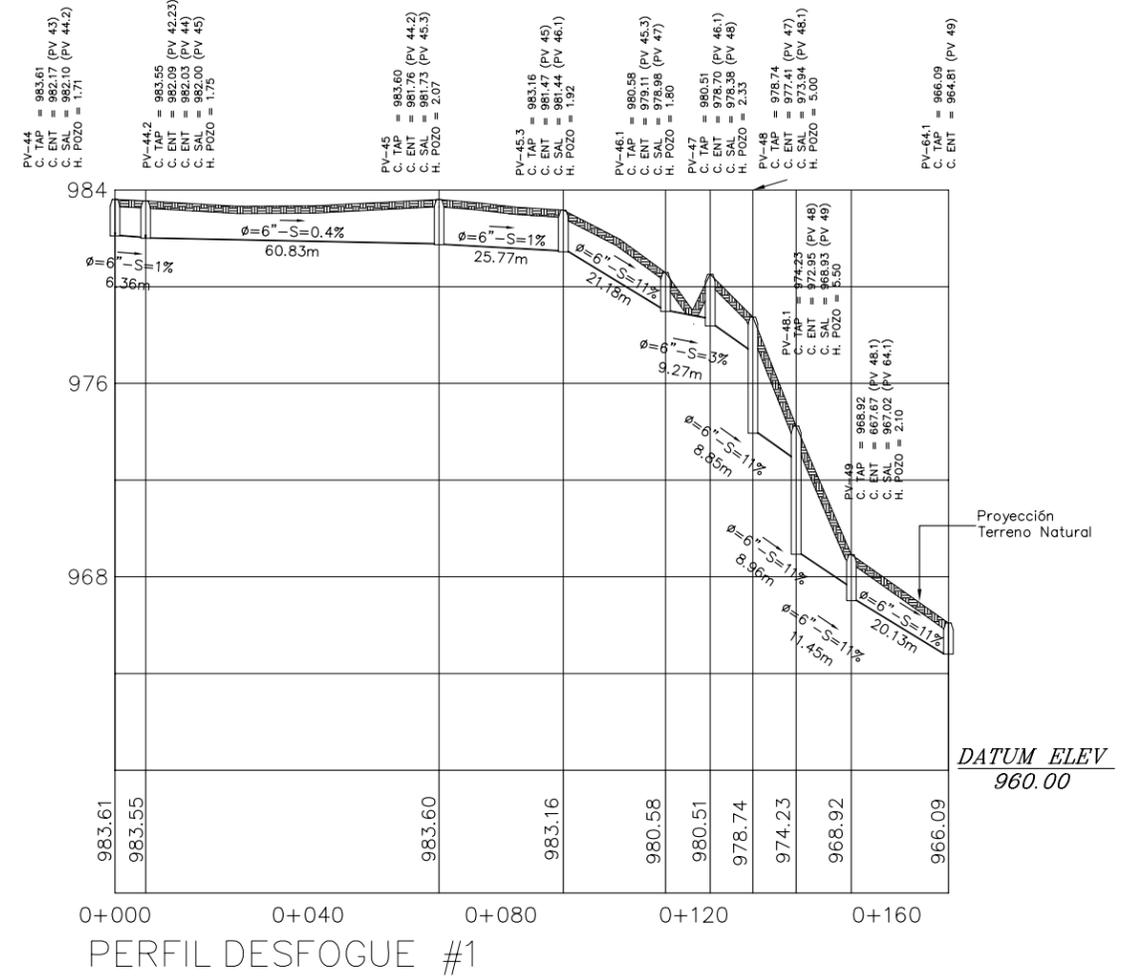
Figura 24. Planta de perfiles # 2



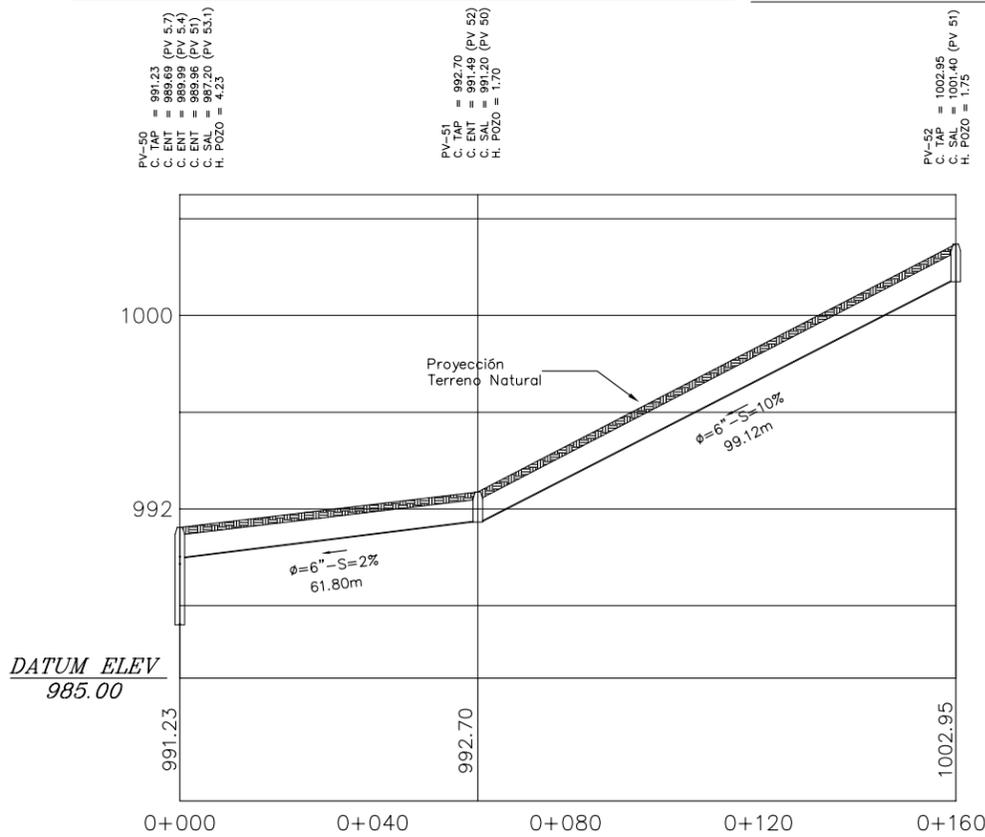
PERFIL RAMAL #2



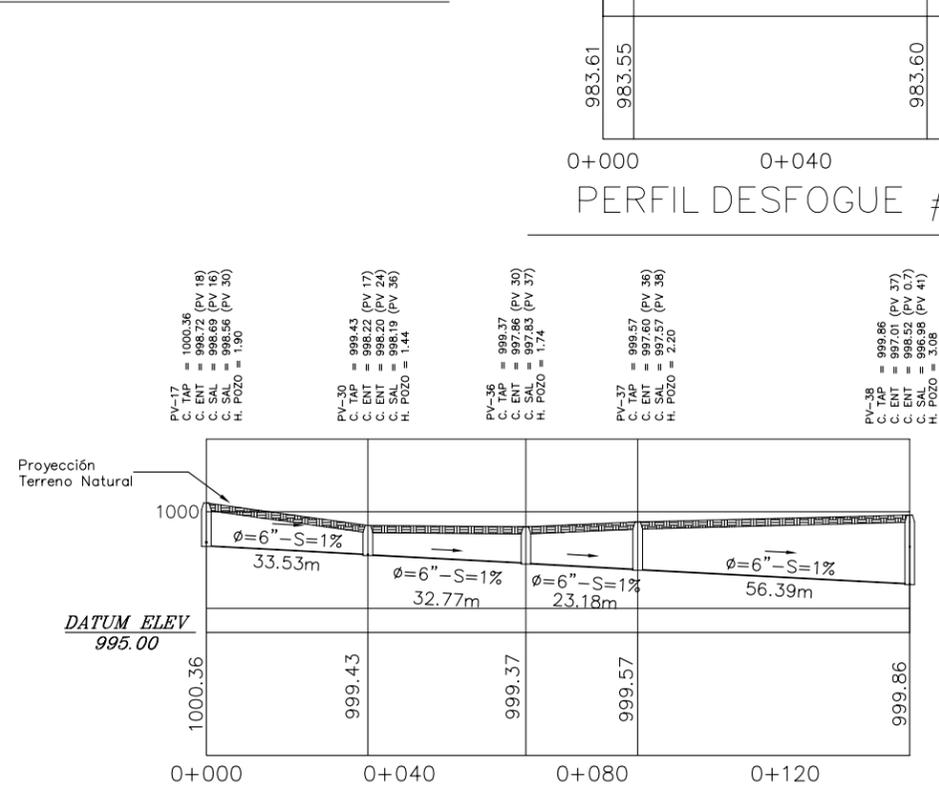
PERFIL RAMAL #2a



PERFIL DESFOGUE #1



PERFIL RAMAL #7



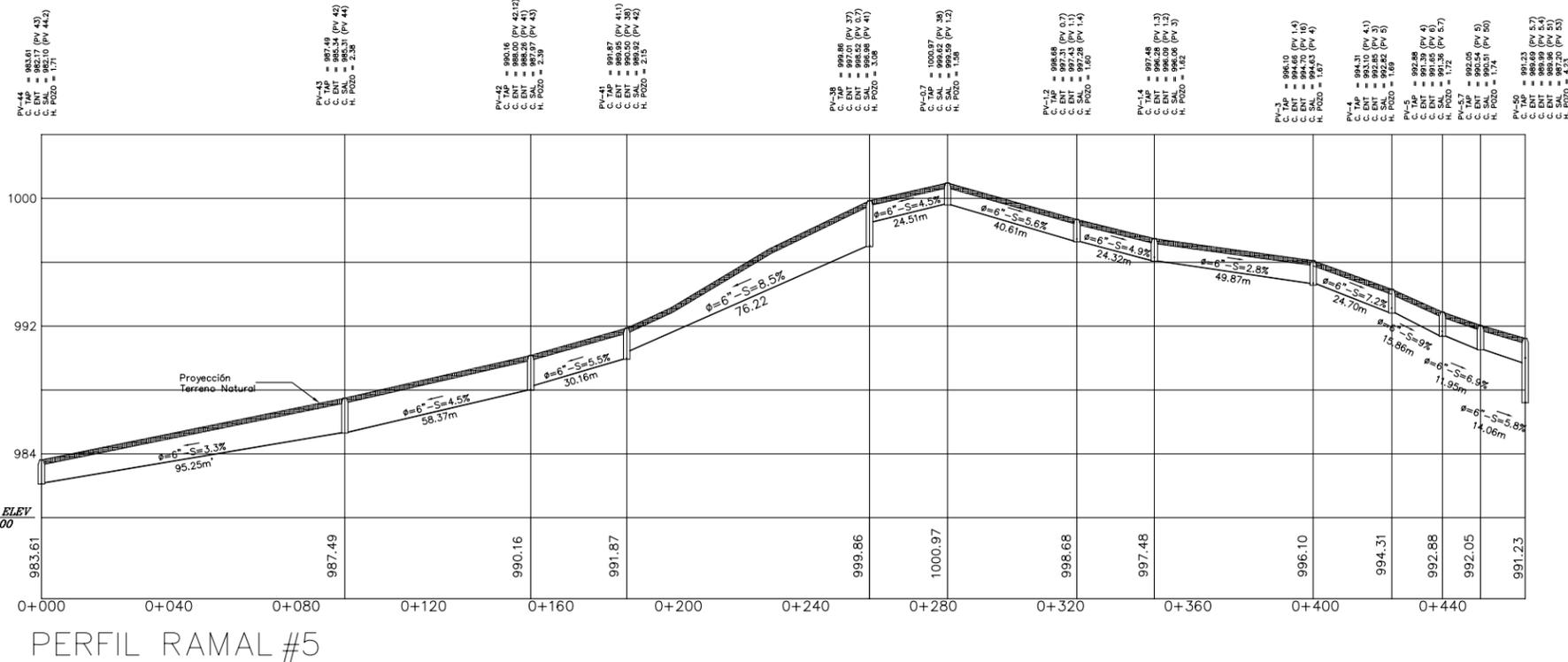
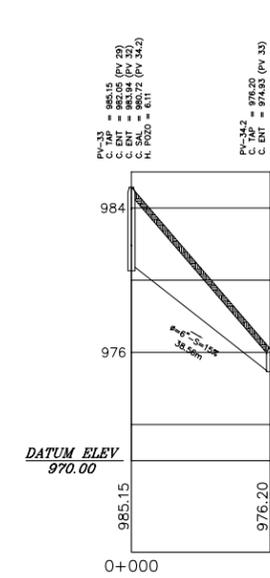
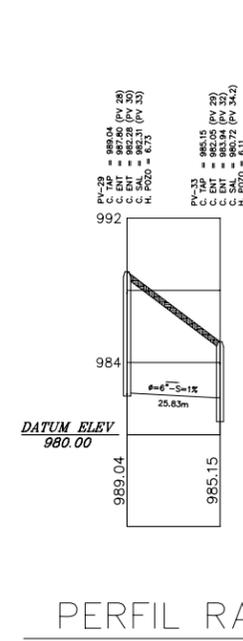
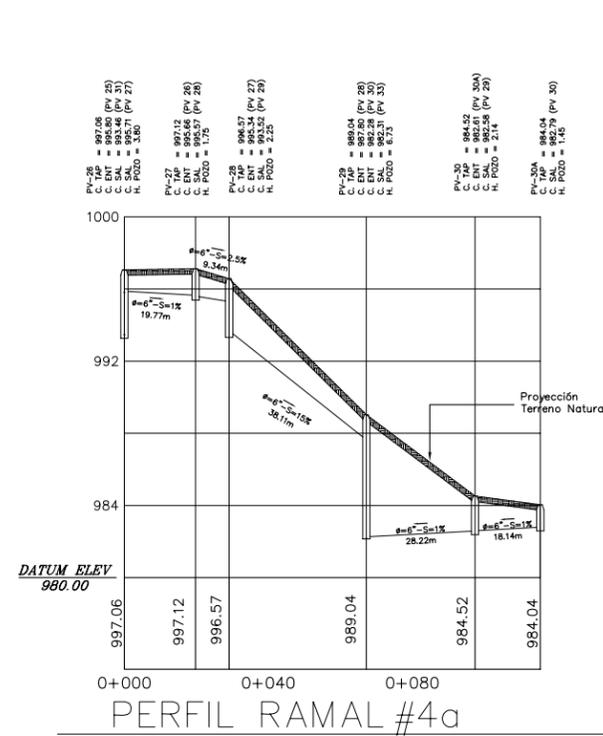
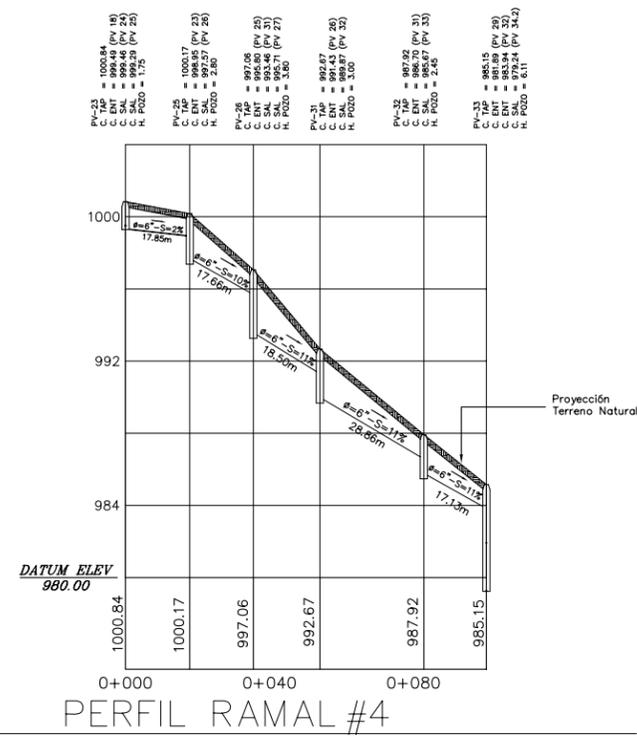
PERFIL RAMAL #3

NOMENCLATURA	
PV _{xx}	Pozo de visita
φ	Diámetro de la tubería
S	Pendiente de la tubería
xxx.xx	Longitud de la tubería
→	Dirección del flujo
C. TAP	Cota de tapadera
C. ENT	Cota de entrada
C. SAL	Cota de salida
H. POZO	Profundidad de pozo

NOTA: Para mayor información de los pozos que comprenden cada ramal, se recomienda ver tabla de datos hidráulicos.

	DISEÑO + DESARROLLO: JORGE ALBERTO CARDONA PADILLA E.P.S. INGENIERIA CIVIL	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA U.S.A.C.
	FECHA: OCTUBRE 2006	ESCALA: Vertical 1:200 Horizontal 1:1000
PLANO DE: PERFILES # 2		
PROYECTO: INTRODUCCION DRENAJE SANITARIO		
LOCALIZACION: ALDEA LOS PLANES, SAN JUAN ERMITA, CHICUMULA, GUATEMALA, C.A.		REVISO:

Figura 25. Planta de perfiles # 3

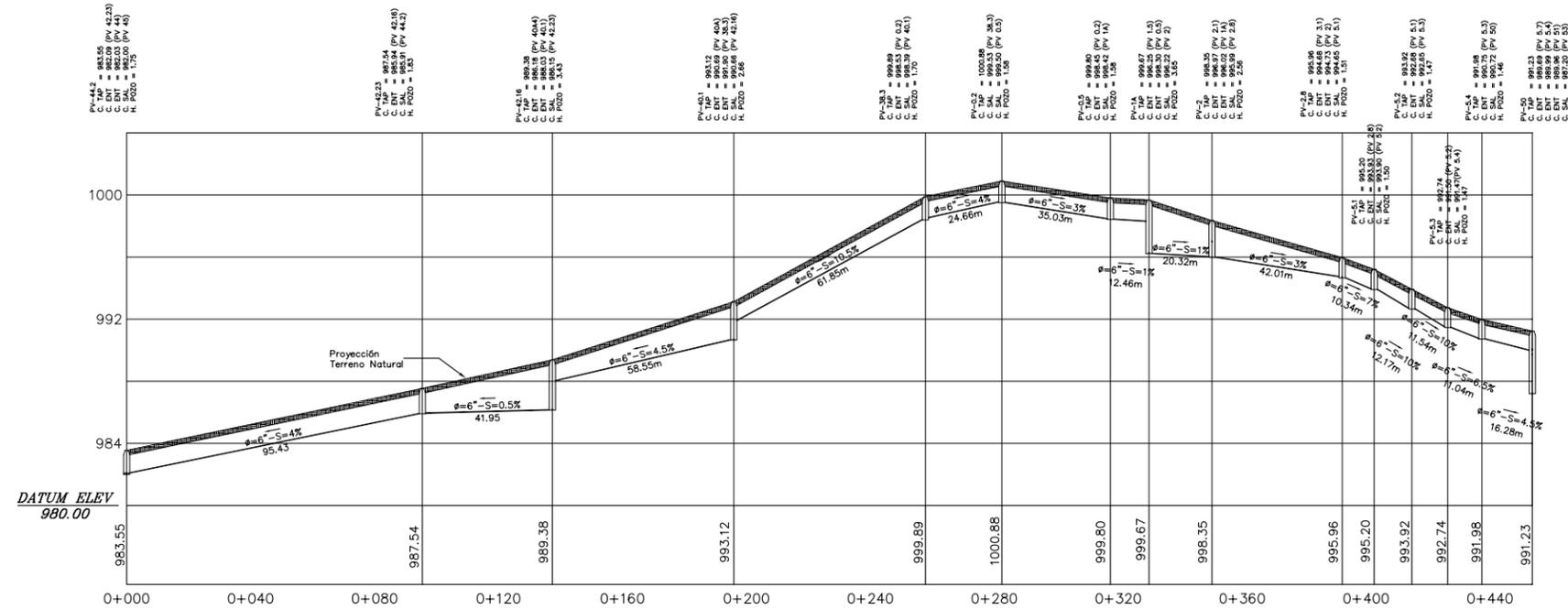


NOMENCLATURA	
PV _{xx}	Pozo de visita
∅	Diámetro de la tubería
S	Pendiente de la tubería
xxx.xx	Longitud de la tubería
↔	Dirección del flujo
C. TAP	Cota de tapadera
C. ENT	Cota de entrada
C. SAL	Cota de salida
H. POZO	Profundidad de pozo

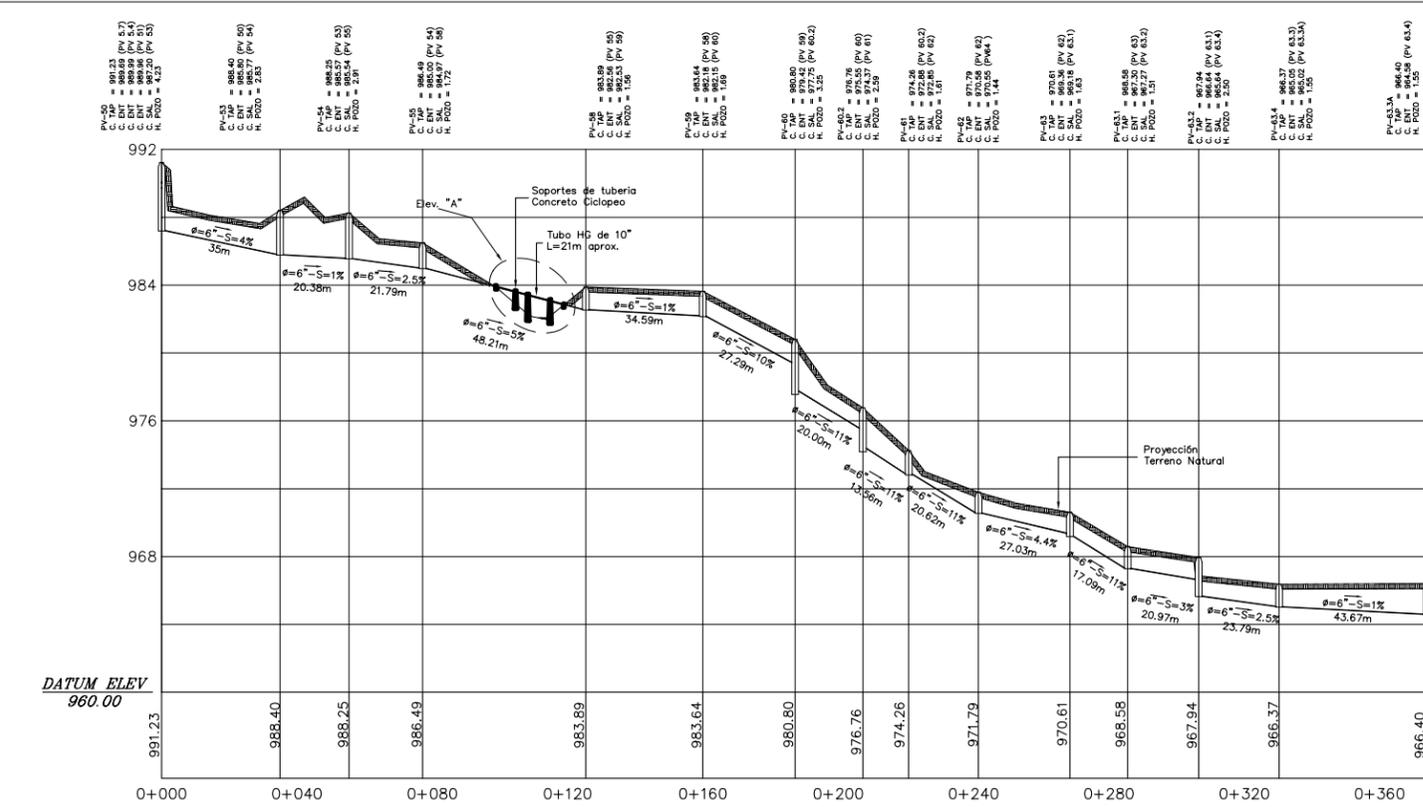
NOTA: Para mayor información de los pozos que comprenden cada ramal, se recomienda ver tabla de datos hidráulicos.

	DISEÑO + DESARROLLO: JORGE ALBERTO CARDONA PADILLA E.P.B. INGENIERIA CIVIL	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAC
	FECHA: OCTUBRE 2005	ESCALA: Vertical 1:200 Horizontal 1:1000
PLANO DE: PERFILES # 3		
PROYECTO: INTRODUCCION DRENAJE SANITARIO		
LOCALIZACION: ALDEA LOS PLANES, SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA, GUATEMALA, C.A.		
REVISO: _____		

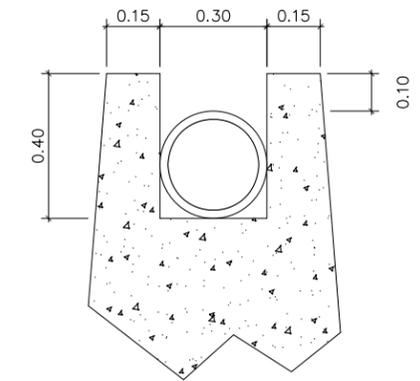
Figura 26. Planta de perfiles # 4



PERFIL RAMAL #6

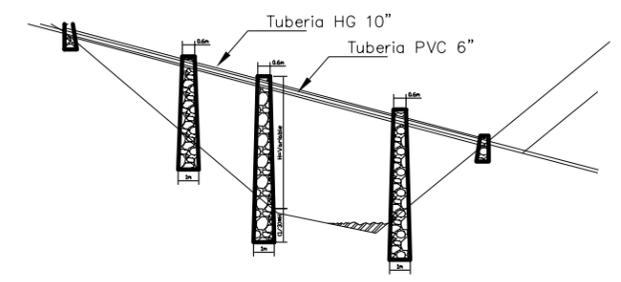


PERFIL DESFOGUE #2



Colocación de tubería sobre las bases.

Sin Escala



ELEV. "A"

Sin Escala

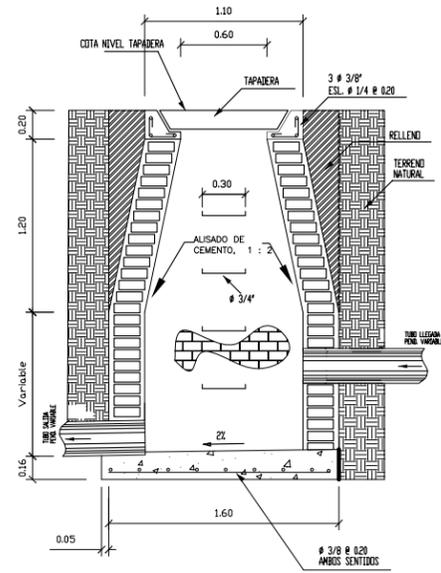
NOMENCLATURA	
PV xx	Pozo de visita
φ	Diámetro de la tubería
S	Pendiente de la tubería
xxxx.xx	Longitud de la tubería
↔	Dirección del flujo
C. TAP	Cota de tapadera
C. ENT	Cota de entrada
C. SAL	Cota de salida
H. POZO	Profundidad de pozo

NOTA: Para mayor información de los pozos que comprenden cada ramal, se recomienda ver tabla de datos hidráulicos.

NOTA:
El desplante de las bases para el paso aéreo de la tubería debe ser de 1/3 de la altura libre de la base.
Para el concreto ciclópeo a utilizar 2/3 de concreto con proporción 1:2:4 +1/3 de piedra bola >4" para formar 1 m3 de mezcla o bien por un 1 saco de cemento usar 1.5 cubetas de arena + 2.5 cubetas de piedrin + 2 cubetas de piedra bola.
Las cubetas deben de ser de 5 galones.

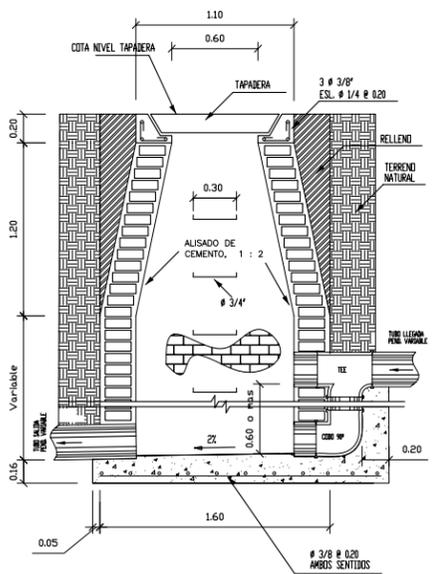
	DISEÑO + DESARROLLO: JORGE ALBERTO CARDONA PADILLA E.P.B. INGENIERIA CIVIL	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA U.S.C.
	FECHA: OCTUBRE 2005	ESCALA: Vertical 1:200 Horizontal 1:1000
PLANO DE: PERFILES # 4		
PROYECTO: INTRODUCCION DRENAJE SANITARIO		
LOCALIZACION: ALDEA LOS PLANES, SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA, GUATEMALA, C.A.		
REVISO: _____		

Figura 27. Plano de detalles generales



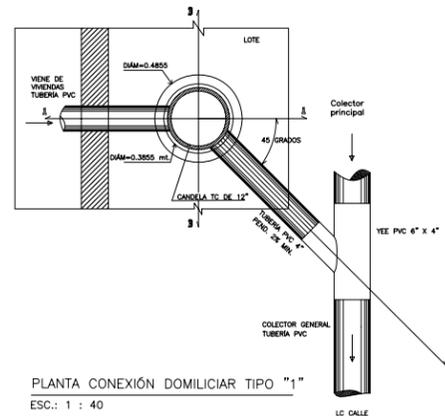
POZO DE VISITA

escala 1/50



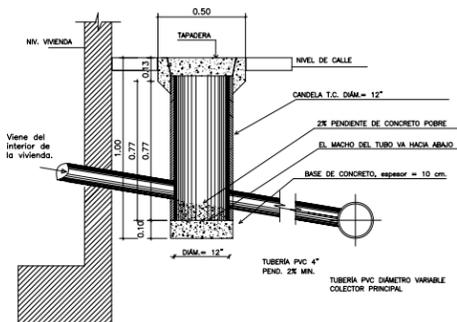
POZO DE VISITA
PARA CAIDAS MAYORES DE 0.60m.

escala 1/50



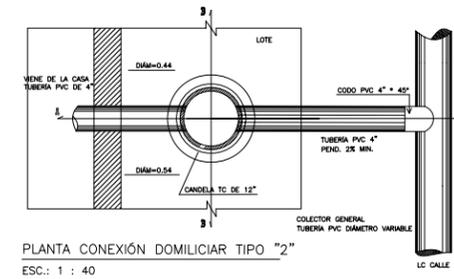
PLANTA CONEXIÓN DOMILIAR TIPO "1"

ESC.: 1 : 40



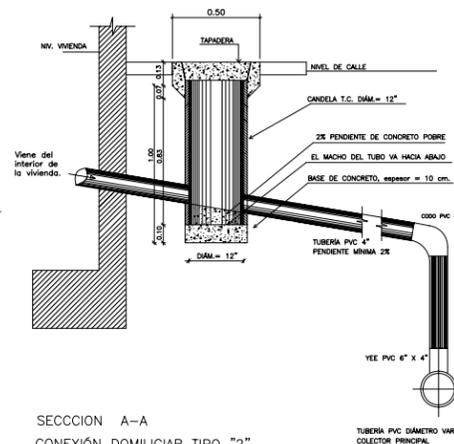
SECCION A-A
CONEXIÓN DOMILIAR TIPO "1"

ESC.: 1 : 40



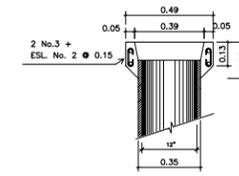
PLANTA CONEXIÓN DOMILIAR TIPO "2"

ESC.: 1 : 40



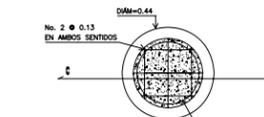
SECCION A-A
CONEXIÓN DOMILIAR TIPO "2"

ESC.: 1 : 40



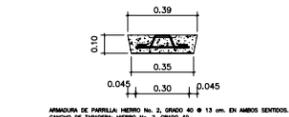
SECCION B - B

ESC.: 1 : 40



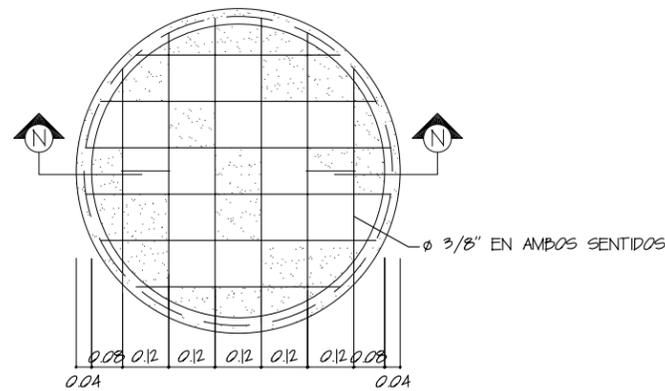
PLANTA DE TAPADERA

ESC.: 1 : 20



SECCION C-C EN TAPADERA, CONEXIÓN DOMILIAR

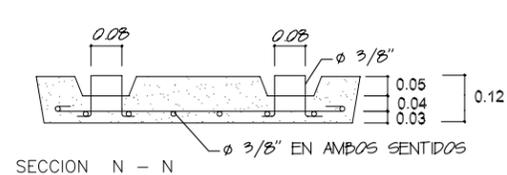
ESCALA 1:40



PLANTA

0.08 0.12 0.12 0.12 0.12 0.08

0.04 0.04



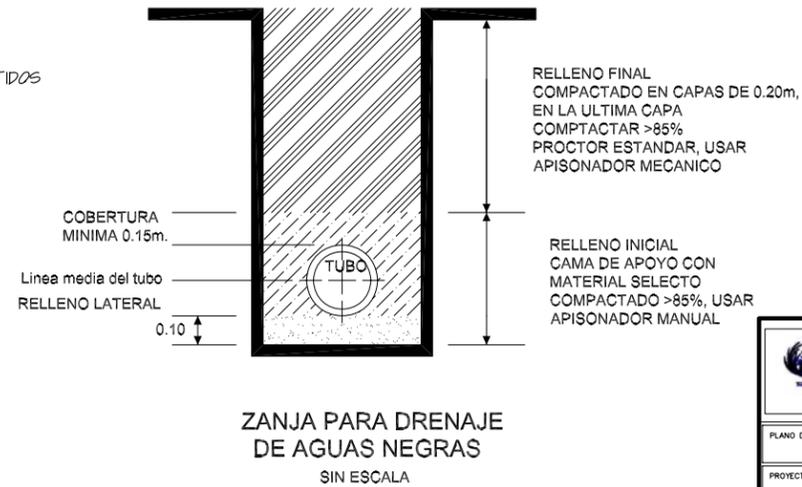
SECCION N - N

0.08 0.08 0.05 0.04 0.03

0.12 0.30 EN AMBOS SENTIDOS

DETALLE DE TAPADERA DE POZO DE VISITA

ESC. 1/15



ZANJA PARA DRENAJE
DE AGUAS NEGRAS
SIN ESCALA

	DISEÑO + DESARROLLO: JORGE ALBERTO CARDONA PADILLA EP 5 INGENIERIA CIVIL	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAC
	FECHA: OCTUBRE 2005	ESCALA: Variables
PLANO DE: DETALLES GENERALES		
PROYECTO: INTRODUCCIÓN DRENAJE SANITARIO		
LOCALIZACIÓN: ALDEA LOS PLANES, SAN JUAN ERMITA CHIQUIMULA, GUATEMALA, C.A.		
REVISOR:		

Tabla XXXIX. Libreta topográfica

7	7.1	314	6	10	55.90	50.00	44.10	103	49	30	1.449	11.126	-147.651	-15.880	1000.16
	7.2	302	44	30	53.70	50.00	46.30	105	35	30	1.449	6.865	-151.681	-13.665	1000.98
	7.3	276	4	20	52.30	50.00	47.70	105	13	10	1.449	4.283	-154.941	-12.149	1001.73
	7.4	336	14	40	55.80	50.00	44.20	104	8	50	1.449	10.907	-145.411	-12.284	1000.15
	7.5	343	45	10	53.20	50.00	46.80	106	48	0	1.449	5.965	-149.763	-9.531	1001.12
	7.6	20	40	30	102.60	100.00	97.40	92	21	50	1.449	5.191	-150.537	-6.058	1002.18
	7.7	45	11	30	53.30	50.00	46.70	91	17	0	1.449	6.597	-150.745	-3.210	1002.75
	7.8	53	26	40	57.10	50.00	42.90	85	38	10	1.449	14.118	-146.985	3.450	1003.97
	7.9	55	23	40	61.30	50.00	38.70	84	58	20	1.449	22.426	-142.658	10.568	1004.87
	7.10	58	1	0	65.20	50.00	34.80	84	37	30	1.449	30.133	-139.433	17.668	1005.73
	7.11	59	36	50	69.20	50.00	30.80	84	19	20	1.449	38.024	-136.160	24.910	1006.68
	7.12	63	53	30	119.50	100.00	80.50	83	35	10	1.449	38.513	-138.445	26.693	1006.72
	7.13	63	10	50	66.00	50.00	34.00	84	29	30	1.449	31.705	-141.089	20.404	1005.95
	7.14	63	5	0	62.20	50.00	37.80	84	43	10	1.449	24.193	-144.442	13.682	1005.13
	7.15	64	15	20	58.00	50.00	42.00	85	20	40	1.449	15.895	-148.490	6.427	1004.19
	7.16	61	49	30	71.70	50.00	28.30	84	19	40	1.449	42.976	-135.102	29.993	1007.16
	7.16	75	0	10	53.30	50.00	46.70	90	29	30	1.449	6.600	-153.686	-1.515	1002.84
	7.17	141	21	0	101.90	100.00	98.10	92	41	50	1.449	3.792	-158.355	-5.522	1002.22
	7.18	177	17	40	55.20	50.00	44.80	90	59	30	1.449	10.397	-165.779	-7.400	1002.72
	7.19	184	22	10	59.70	50.00	40.30	89	2	40	1.449	19.395	-174.733	-9.368	1003.22
	7.20	187	7	50	62.00	50.00	38.00	88	34	20	1.449	23.985	-179.193	-10.868	1003.49
	7.21	193	8	0	64.50	50.00	35.50	88	11	0	1.449	28.971	-183.607	-14.473	1003.81
	7.22	194	10	10	60.80	50.00	39.20	88	48	20	1.449	21.591	-176.328	-13.176	1003.35
7.23	197	5	10	56.90	50.00	43.10	89	51	20	1.449	13.800	-168.585	-11.945	1002.93	
7.24	220	44	20	52.90	50.00	47.10	95	30	0	1.449	5.747	-159.748	-11.641	1002.34	
8.00	190	6	10	64.50	50.00	35.50	88	18	10	1.449	28.975	-183.920	-12.973	1003.75	
8	8.1	192	31	40	54.80	50.00	45.20	89	2	20	1.481	9.597	-193.288	-15.055	1004.90
	8.2	187	50	50	59.00	50.00	41.00	85	40	20	1.481	17.897	-201.649	-15.417	1006.09
	8.3	185	16	50	63.90	50.00	36.10	84	50	40	1.481	27.576	-211.379	-15.511	1007.22
	8.4	184	27	50	68.80	50.00	31.20	84	1	50	1.481	37.193	-221.000	-15.868	1008.62
	8.5	183	48	10	72.80	50.00	27.20	83	10	40	1.481	44.957	-228.778	-15.955	1010.11
	8.6	183	19	30	75.80	50.00	24.20	82	52	30	1.481	50.806	-234.640	-15.920	1011.09
	8.7	180	32	40	179.00	150.00	121.00	82	5	0	1.481	56.900	-240.817	-13.514	1011.65
	8.8	180	37	40	126.80	100.00	73.20	82	22	40	1.481	52.657	-236.573	-13.550	1011.28
	8.9	180	33	50	72.20	50.00	27.80	83	19	0	1.481	43.799	-227.717	-13.404	1009.87
	8.10	180	33	50	72.20	50.00	27.80	83	19	0	1.481	43.799	-227.717	-13.404	1009.87
	8.11	179	57	0	68.80	50.00	31.20	84	1	40	1.481	37.193	-221.113	-12.941	1008.63
	8.12	179	15	30	115.10	100.00	84.90	83	44	40	1.481	29.841	-213.758	-12.587	1007.51
	8.13	179	24	40	61.70	50.00	38.30	85	9	0	1.481	23.233	-207.151	-12.734	1006.71
	8.14	177	15	10	57.80	50.00	42.20	86	14	20	1.481	15.533	-199.435	-12.229	1005.76
	8.15	172	15	30	54.00	50.00	46.00	91	0	20	1.481	7.998	-191.845	-11.896	1004.59
8.16	273	33	0	155.20	150.00	144.80	97	16	50	1.481	10.233	-183.286	-23.186	1002.43	
9	181	54	50	79.00	50.00	21.00	83	4	20	1.481	57.156	-241.044	-14.882	1011.68	
9	9.1	190	43	30	53.20	50.00	46.80	91	3	20	1.448	6.398	-247.330	-16.073	1012.51
	9.2	183	58	50	57.60	50.00	42.40	86	7	40	1.448	15.131	-256.138	-15.932	1013.65
	9.3	182	17	0	62.00	50.00	38.00	84	42	20	1.448	23.796	-264.821	-15.830	1014.83
	9.4	181	3	20	66.20	50.00	33.80	83	58	50	1.448	32.044	-273.082	-15.472	1016.01
	9.5	178	39	20	70.10	50.00	29.90	83	44	50	1.448	39.723	-280.756	-13.950	1016.98
	9.6	175	36	0	117.20	100.00	82.80	83	2	0	1.448	33.894	-274.838	-12.282	1016.27
	9.7	175	58	30	63.50	50.00	36.50	84	26	40	1.448	26.747	-267.725	-13.005	1015.23
	9.8	174	42	30	59.70	50.00	40.30	85	17	10	1.448	19.269	-260.231	-13.105	1014.22
	9.9	171	21	40	55.30	50.00	44.70	87	27	50	1.448	10.579	-251.503	-13.293	1013.10
	10	254	32	0	104.80	100.00	95.20	77	28	10	1.448	9.148	-243.483	-23.699	1014.16
	11	178	18	50	67.30	50.00	32.70	83	50	20	1.448	34.201	-275.230	-13.876	1016.32
10	10.1	236	29	20	70.80	50.00	29.20	88	31	50	1.310	41.573	-266.436	-58.361	1016.04
11	11.1	99	15	30	159.50	150.00	140.50	94	55	20	1.445	18.860	-278.264	4.739	1014.64
	11.2	173	9	20	55.80	50.00	44.20	88	23	40	1.445	11.591	-286.738	-12.494	1017.59
	11.3	168	10	40	60.90	50.00	39.10	86	6	40	1.445	21.700	-296.470	-9.430	1018.74
	11.4	166	11	10	65.00	50.00	35.00	85	13	0	1.445	29.791	-304.159	-6.763	1019.76
	11.5	165	44	20	70.00	50.00	30.00	83	33	20	1.445	39.496	-313.509	-4.146	1021.73
	11.6	161	1	20	69.90	50.00	30.10	83	34	0	1.445	39.300	-312.394	-1.095	1021.70
	11.7	160	3	40	115.80	100.00	84.20	84	1	0	1.445	31.257	-304.613	-3.216	1020.04
	11.8	159	38	40	61.50	50.00	38.50	85	59	10	1.445	22.887	-296.688	-5.915	1018.87
	11.9	158	32	50	57.20	50.00	42.80	87	31	10	1.445	14.373	-288.607	-8.619	1017.89
	11.10	153	4	0	53.90	50.00	46.10	90	55	40	1.445	7.798	-282.182	-10.344	1017.14
	12	164	4	10	70.00	50.00	30.00	83	30	30	1.445	39.489	-313.202	-3.037	1021.76
	12.1	154	17	10	54.90	50.00	45.10	83	47	0	1.4280	9.685	-321.928	1.165	1023.74
12.2	152	26	50	58.10	50.00	41.90	83	5	10	1.4280	15.965	-327.357	4.348	1024.62	
12.3	146	45	50	62.00	50.00	38.00	82	59	0	1.4280	23.642	-332.977	9.921	1025.60	

12	12.4	137	51	30	178.80	170.00	161.20	79	4	20	1.4280	16.968	-325.784	8.348	1024.76
	12.5	138	1	30	56.50	50.00	43.50	83	13	0	1.4280	12.819	-322.732	5.536	1024.21
	12.6	134	21	40	53.50	50.00	46.50	85	36	0	1.4280	6.959	-318.068	1.938	1023.22
	13	141	16	10	59.80	50.00	40.20	83	9	40	1.4280	19.322	-328.275	9.052	1025.00
13	13.1	150	56	10	168.50	150.00	131.50	74	1	40	1.4720	34.198	-358.167	25.665	1034.76
	13.2	101	32	0	69.00	50.00	31.00	84	36	40	1.4720	37.665	-335.806	45.956	1029.53
	13.3	105	32	0	68.20	50.00	31.80	84	36	20	1.4720	36.078	-337.937	43.812	1029.38
	13.4	105	43	30	65.30	50.00	34.70	86	5	0	1.4720	30.457	-336.530	38.369	1028.06
	13.5	100	49	50	65.50	50.00	34.50	86	26	10	1.4720	30.880	-334.078	39.382	1027.90
	13.6	100	18	10	112.80	100.00	87.20	86	40	40	1.4720	25.514	-332.839	34.155	1026.96
	13.7	105	55	10	62.50	50.00	37.50	87	24	30	1.4720	24.949	-335.119	33.044	1027.10
	13.8	106	25	20	58.70	50.00	41.30	87	44	0	1.4720	17.373	-333.187	25.716	1026.66
	13.9	98	20	10	108.50	100.00	91.50	86	21	10	1.4720	16.931	-330.730	25.804	1026.55
	13.10	94	23	30	74.50	70.00	65.50	87	29	20	1.4720	8.983	-328.963	18.009	1026.17
	13.11	112	9	20	54.30	50.00	45.70	89	12	40	1.4720	8.598	-331.518	17.015	1026.09
	13.12	139	52	50	54.00	50.00	46.00	89	5	40	1.4720	7.998	-334.391	14.206	1026.10
	14	152	51	4	66.20	50.00	33.80	78	35	50	1.4720	31.134	-355.979	23.259	1032.25
	15	103	38	20	69.00	50.00	31.00	84	25	40	1.4720	37.642	-337.151	45.632	1029.65
	14	14.1	199	19	40	190.00	182.00	174.00	71	48	0	1.3000	14.439	-369.604	18.480
15	15.1	332	44	40	290.50	280.00	269.50	105	18	30	1.4300	19.536	-319.784	36.686	1022.93
	15.2	32	20	40	106.20	100.00	93.80	105	57	0	1.4300	11.464	-327.466	51.766	1028.80
	15.3	111	21	0	54.70	50.00	45.30	85	7	10	1.4300	9.332	-340.549	54.324	1031.37
	15.4	93	47	50	54.80	50.00	45.20	86	7	50	1.4300	9.556	-337.784	55.167	1031.22
	15.5	97	29	10	58.80	50.00	41.20	83	45	0	1.4300	17.391	-339.417	62.875	1032.48
	15.6	109	13	0	58.90	50.00	41.10	83	21	0	1.4300	17.561	-342.931	62.215	1032.63
	15.7	107	44	50	63.70	50.00	36.30	82	35	0	1.4300	26.943	-345.364	71.293	1034.09
	15.8	101	1	0	64.10	50.00	35.90	82	45	30	1.4300	27.752	-342.455	72.873	1034.10
	15A	104	19	55	63.90	50.00	36.10	82	40	30	1.4300	27.300	-343.909	72.083	1034.09
	15.9	98	17	10	368.50	350.00	331.50	81	17	30	1.4300	36.152	-342.362	81.407	1033.12
16	16.1	252	6	0	65.50	50.00	34.50	97	5	30	1.4020	30.528	-77.761	-18.424	995.80
	16.2	267	56	0	64.00	50.00	36.00	97	1	0	1.4020	27.582	-69.373	-16.937	996.21
	16.3	268	15	30	61.10	50.00	38.90	96	38	20	1.4020	21.903	-69.044	-11.266	997.05
	16.4	249	53	20	60.80	75.00	89.20	97	6	40	1.4020	(27.965)	-58.762	36.887	1002.84
	16.5	247	34	50	56.80	50.00	43.20	80	14	0	1.4020	13.321	-73.450	-1.687	997.60
	16.6	269	32	20	56.80	50.00	43.20	88	17	30	1.4020	13.317	-68.485	-2.690	997.66
	16.7	277	25	20	53.90	50.00	46.10	101	3	40	1.4020	7.513	-67.407	3.177	998.13
	16.8	244	15	20	53.70	50.00	46.30	101	3	40	1.4020	7.128	-71.474	4.206	998.21
	16.9	86	40	10	54.20	50.00	45.80	93	16	40	1.4020	8.373	-67.891	18.986	999.12
	16.10	56	16	20	54.40	50.00	45.60	93	3	50	1.4020	8.775	-63.506	17.925	999.13
	16.11	72	5	0	58.70	50.00	41.30	89	57	20	1.4020	17.400	-63.025	27.183	999.62
	16.12	87	19	30	58.30	50.00	41.70	90	1	20	1.4020	16.600	-67.603	27.209	999.60
	16.13	83	54	10	62.90	50.00	37.10	89	14	50	1.4020	25.796	-65.638	36.277	999.94
	16.14	74	18	20	62.90	50.00	37.10	89	13	0	1.4020	25.795	-61.400	35.460	999.96
16.15	74	45	20	68.90	50.00	31.10	88	53	50	1.4020	37.786	-58.443	47.083	1000.33	
16.16	81	32	50	118.90	100.00	81.10	88	5	10	1.4020	37.758	-62.828	47.975	1000.36	
17	78	23	20	72.20	50.00	27.80	89	1	30	1.4020	44.387	-59.444	54.105	1000.36	
17	17.1	342	53	30	66.80	50.00	33.20	93	17	50	1.5000	33.489	-27.437	44.254	999.43
	17.2	338	9	30	64.40	50.00	35.60	93	32	20	1.5000	28.690	-32.814	43.431	999.58
	17.3	338	34	30	59.20	50.00	40.80	94	55	50	1.5000	18.264	-42.442	47.434	999.78
	17.4	328	27	10	155.30	150.00	144.70	92	12	30	1.5000	10.584	-50.424	48.568	999.95
	17.4	98	43	50	53.10	50.00	46.90	97	5	50	1.5000	6.105	-60.371	60.140	1000.60
	17.5	86	49	40	56.20	50.00	43.80	92	25	50	1.5000	12.378	-58.759	66.464	1000.83
	17.6	76	15	40	58.00	50.00	42.00	91	56	0	1.5000	15.982	-55.649	69.630	1000.82
	17.7	66	40	30	57.40	50.00	42.60	92	29	50	1.5000	14.772	-53.595	67.670	1000.71
	17.8	17	18	0	151.60	150.00	148.40	91	38	10	1.5000	3.197	-56.392	55.056	1000.27
	17.9	353	19	10	58.80	50.00	41.20	95	11	20	1.5000	17.456	-42.107	52.075	999.77
18	74	2	0	56.70	50.00	43.30	92	38	30	1.5000	13.372	-55.766	66.962	1000.74	
18	18.1	70	51	10	53.90	50.00	46.10	98	52	30	1.4690	7.614	-53.269	74.154	1000.52
	18.2	50	58	10	53.90	50.00	46.10	99	3	40	1.4690	7.607	-50.976	72.871	1000.50
	18.3	57	39	40	57.30	50.00	42.70	95	56	50	1.4690	14.443	-48.040	79.164	1000.21
	18.4	68	6	30	57.40	50.00	42.60	95	49	0	1.4690	14.648	-50.304	80.553	1000.22
	18.5	144	58	40	54.40	50.00	45.60	93	28	20	1.4690	8.768	-62.946	71.993	1001.18
	18.6	123	42	40	54.60	50.00	45.40	92	50	40	1.4690	9.177	-60.859	74.595	1001.25
	18.7	129	17	30	58.60	50.00	41.40	89	56	50	1.4690	17.200	-66.658	80.273	1001.73
	18.8	140	35	30	58.50	50.00	41.50	89	57	20	1.4690	17.000	-68.901	77.754	1001.72
	19	61	35	40	60.30	50.00	39.70	92	25	10	1.4690	20.563	-45.984	85.049	1000.84
19	131	26	40	63.30	50.00	36.70	88	37	30	1.4690	26.585	-73.362	86.890	1002.35	
19	19-A	20	16	0	53.90	50.00	46.10	99	51	50	1.4290	7.571	-66.260	89.512	1001.96

	20	213	33	0	70.70	50.00	29.30	88	2	0	1.4290	41.351	-107.824	64.036	1004.70
19A	19-A1	141	4	30	164.30	150.00	135.70	87	2	0	1.4290	28.523	-88.450	107.433	1003.37
	20.1	15	53	0	104.90	100.00	95.10	100	19	40	1.4410	9.485	-98.702	66.632	1003.41
	20.2	30	22	50	66.30	50.00	33.70	95	21	50	1.4410	32.315	-79.947	80.379	1002.60
	20.3	35	52	10	66.40	50.00	33.60	95	2	50	1.4410	32.546	-81.451	83.106	1002.76
	20.4	37	54	30	109.90	100.00	90.10	96	5	50	1.4410	19.577	-92.378	76.064	1003.05
	20.5	30	18	20	159.90	150.00	140.10	94	34	20	1.4410	19.674	-90.839	73.964	1003.06
	20.6	99	47	30	154.20	150.00	145.80	94	46	20	1.4410	8.342	-109.243	72.257	1003.94
	20.7	37	33	30	143.50	140.00	136.50	94	33	0	1.4410	6.956	-102.310	68.277	1004.18
	20.8	207	51	10	102.30	100.00	97.70	90	36	50	1.4410	4.599	-111.891	61.888	1005.09
	20.9	257	20	30	102.50	100.00	97.50	90	37	10	1.4410	4.999	-108.920	59.159	1005.08
	20.10	221	37	10	106.30	100.00	93.70	87	51	0	1.4410	12.582	-117.230	55.680	1005.61
	20.11	239	13	20	126.30	120.00	113.70	87	13	30	1.4410	12.570	-114.257	53.237	1005.55
	20.12	234	26	20	110.50	100.00	89.50	87	17	20	1.4410	20.953	-120.010	46.991	1006.13
	20.13	224	50	20	110.90	100.00	89.10	87	7	50	1.4410	21.745	-123.244	48.704	1006.23
	20.14	225	35	20	164.50	150.00	135.50	85	48	30	1.4410	28.845	-128.010	43.431	1006.75
	20.15	232	1	40	154.50	140.00	125.50	88	0	50	1.4410	28.965	-125.646	41.203	1005.74
	21	228	40	40	114.20	100.00	85.80	86	45	50	1.4410	28.309	-126.517	42.776	1006.74
	21.1	326	36	30	57.50	50.00	42.50	105	44	0	1.3690	13.897	-114.914	35.128	1003.69
	21.2	238	55	0	55.40	50.00	44.60	95	23	10	1.3690	10.705	-132.043	33.608	1006.60
	21.3	221	50	30	55.80	50.00	44.20	95	11	50	1.3690	11.505	-135.088	35.101	1006.56
	23.1	298	48	10	144.50	140.00	135.50	90	57	10	1.4720	8.998	-41.649	77.164	1000.76
	23.2	323	10	40	144.50	140.00	135.50	91	5	10	1.4720	8.997	-38.782	79.657	1000.74
	23.3	314	14	10	150.90	140.00	129.10	90	23	30	1.4720	21.799	-30.777	69.430	1000.76
	23.4	309	13	0	63.60	50.00	36.40	92	15	50	1.4720	27.158	-28.813	64.008	1000.74
	23.5	298	28	0	64.00	50.00	36.00	92	10	0	1.4720	27.960	-32.657	60.469	1000.76
	23.6	54	44	40	101.30	100.00	98.70	102	42	40	1.4720	2.474	-44.556	87.069	1000.76
	23.7	131	43	20	101.80	100.00	98.20	97	11	30	1.4720	3.544	-48.342	87.694	1000.87
	23.8	85	52	0	58.40	50.00	41.60	95	3	10	1.4720	16.670	-44.782	101.675	1000.34
	23.9	96	22	10	58.20	50.00	41.80	95	14	50	1.4720	16.263	-47.788	101.211	1000.32
	24	303	55	0	63.40	50.00	36.60	92	20	20	1.4720	26.755	-31.055	62.846	1000.72
	25	91	53	20	59.00	50.00	41.00	95	15	0	1.4720	17.849	-46.572	102.888	1000.17
	25.1	94	18	10	134.10	130.00	125.90	97	48	20	1.4610	8.049	-47.176	110.914	999.23
	25.2	116	43	10	154.10	150.00	145.90	96	17	0	1.4610	8.102	-50.215	110.125	999.24
	25.3	113	45	0	178.00	170.00	162.00	97	3	10	1.4610	15.759	-52.919	117.312	997.98
	25.4	109	59	40	150.50	140.00	129.50	98	8	0	1.4610	20.580	-53.609	122.228	997.29
	26	99	32	10	59.30	50.00	40.70	102	58	50	1.4610	17.662	-49.498	120.306	997.06
	26.1	89	22	0	52.70	50.00	47.30	115	5	10	1.3810	4.429	-49.449	124.735	995.87
	26.2	80	26	30	55.00	50.00	45.00	108	59	40	1.3810	8.941	-48.014	129.123	994.87
	26.3	69	25	50	59.00	50.00	41.00	106	17	40	1.3810	16.583	-43.672	135.832	993.10
	26.4	120	45	30	54.10	50.00	45.90	93	2	40	1.3810	8.177	-53.680	127.333	997.51
	26.5	125	12	10	58.90	50.00	41.10	92	34	30	1.3810	17.764	-59.739	134.821	997.15
	26.6	134	16	50	57.10	50.00	42.90	92	2	30	1.3810	14.182	-59.400	130.459	997.44
	27	130	33	20	59.90	50.00	40.10	92	22	40	1.3810	19.766	-62.350	135.324	997.12
	31	78	1	50	60.00	50.00	40.00	105	54	30	1.3810	18.497	-45.662	138.401	992.67
	27.1	190	30	10	102.00	100.00	98.00	97	41	20	1.4910	3.928	-66.212	134.608	997.08
	27.2	159	4	20	102.30	100.00	97.70	97	11	40	1.4910	4.528	-66.579	136.941	997.04
	27.3	190	5	40	74.50	70.00	65.50	97	40	40	1.4910	8.839	-71.052	133.775	996.72
	27.4	170	40	0	54.50	50.00	45.50	98	30	20	1.4910	8.803	-71.036	136.751	996.80
	28	180	50	30	54.80	50.00	45.20	99	23	0	1.4910	9.345	-71.694	135.186	996.57
	28.1	175	11	40	123.30	120.00	116.70	108	42	0	1.4620	5.922	-77.595	135.683	994.83
	28.2	149	58	30	153.50	150.00	146.50	107	30	20	1.4620	6.367	-77.206	138.372	994.52
	28.3	151	0	10	137.00	130.00	123.00	107	30	50	1.4620	12.732	-82.830	141.359	992.71
	28.4	160	52	30	57.80	50.00	42.20	110	16	0	1.4620	13.728	-84.664	139.684	992.46
	28.5	158	50	40	63.10	50.00	36.90	106	30	0	1.4620	24.087	-94.157	143.880	990.40
	28.6	153	33	40	63.10	50.00	36.90	106	33	20	1.4620	24.073	-93.249	145.905	990.38
	28.7	154	35	40	67.20	50.00	32.80	103	55	20	1.4620	32.409	-100.969	149.091	989.50
	28.8	158	40	0	67.20	50.00	32.80	103	55	20	1.4620	32.409	-101.882	146.977	989.50
	29	156	3	50	70.00	50.00	30.00	102	34	10	1.4620	38.106	-106.523	150.647	989.04
	29.1	176	34	50	62.90	60.00	57.10	98	6	20	1.4970	5.685	-112.198	150.986	989.12
	29.2	153	44	50	193.00	190.00	187.00	98	33	50	1.4970	5.867	-111.784	153.242	987.75
	29.3	167	43	20	57.60	50.00	42.40	104	52	20	1.4970	14.199	-120.397	153.666	986.26
	29.4	159	56	10	58.00	50.00	42.00	104	41	50	1.4970	14.970	-120.584	155.782	986.11
	29.5	163	9	20	62.30	50.00	37.70	102	7	30	1.4970	23.515	-129.029	157.461	984.98
	29.6	168	21	10	62.60	50.00	37.40	102	10	10	1.4970	24.080	-130.107	155.508	984.84

	30	165	21	40	65.60	50.00	34.40	100	21	0	1.4970	30.193	-135.736	158.277	984.52
30	30.1	158	29	50	53.80	50.00	46.20	98	40	30	1.5010	7.427	-142.646	161.000	984.39
	30.2	177	52	20	54.00	50.00	46.00	98	9	0	1.5010	7.839	-143.569	158.568	984.40
	30.3	175	31	30	109.20	100.00	90.80	93	10	20	1.5010	18.344	-154.024	159.709	984.00
	30.4	166	32	40	59.10	50.00	40.90	95	26	50	1.5010	18.036	-153.276	162.474	983.80
31	31.1	220	33	50	101.20	100.00	98.80	97	48	50	1.4810	2.356	-47.452	136.869	992.83
	31.2	161	23	20	53.00	50.00	47.00	108	19	0	1.4810	5.407	-50.786	140.126	991.86
	31.3	128	19	10	53.00	50.00	47.00	108	11	20	1.4810	5.415	-49.020	142.649	991.87
	31.4	138	16	10	54.90	50.00	45.10	103	53	40	1.4810	9.235	-52.554	144.548	991.37
	31.5	148	7	40	54.90	50.00	45.10	104	31	0	1.4810	9.184	-53.461	143.250	991.28
	31.6	156	6	30	55.00	50.00	45.00	104	14	50	1.4810	9.394	-54.251	142.206	991.27
	31.7	156	42	10	60.00	50.00	40.00	101	56	20	1.4810	19.144	-63.245	145.972	989.61
	31.8	151	31	40	60.00	50.00	40.00	101	55	40	1.4810	19.146	-62.492	147.528	989.61
	31.9	154	12	10	64.00	50.00	36.00	101	20	40	1.4810	26.917	-69.897	150.115	988.25
	32	156	38	40	65.00	50.00	35.00	101	13	40	1.4810	28.863	-72.160	149.843	987.92
	32	32.1	162	52	20	101.00	100.00	99.00	107	4	0	1.4890	1.828	-73.907	150.382
32.2		117	44	50	52.10	50.00	47.90	113	18	20	1.4890	3.543	-73.810	152.979	987.39
32.3		137	22	40	56.50	50.00	43.50	103	19	30	1.4890	12.309	-81.218	158.178	986.00
32.4		124	4	20	56.40	50.00	43.60	104	15	30	1.4890	12.024	-78.897	159.803	985.86
32.5		129	2	10	61.10	50.00	38.90	102	15	30	1.4890	21.199	-85.512	166.309	984.31
32.6		120	17	30	60.10	50.00	39.90	103	53	50	1.4890	19.035	-81.762	166.279	984.20
33		131	44	20	59.10	50.00	40.90	102	12	10	1.4890	17.387	-83.735	162.817	985.15
33	33.1	113	1	0	153.20	150.00	146.80	99	19	20	1.4400	6.232	-86.172	168.553	984.07
	33.2	88	7	10	55.70	50.00	44.30	106	51	0	1.4400	10.442	-83.393	173.254	982.93
	33.3	64	43	0	55.30	50.00	44.70	109	37	20	1.4400	9.405	-79.719	171.321	982.74
	33.4	66	43	40	60.80	50.00	39.20	107	21	30	1.4400	19.677	-75.961	180.893	979.94
	33.5	73	41	50	60.80	50.00	39.20	107	10	10	1.4400	19.718	-78.200	181.742	980.00
	33.6	69	49	0	66.10	50.00	33.90	105	24	10	1.4400	29.928	-73.409	190.907	977.85
	33.7	74	7	20	126.00	110.00	94.00	104	25	20	1.4400	30.015	-75.524	191.687	977.77
	33.8	70	25	0	71.30	50.00	28.70	104	0	20	1.4400	40.105	-70.293	200.802	976.09
	34	72	11	30	121.10	100.00	78.90	103	5	10	1.4400	40.037	-71.491	200.936	976.29
34	34.1	147	31	40	166.00	150.00	134.00	111	27	20	1.4570	27.719	-94.876	215.818	965.35
	34.2	321	54	40	161.30	150.00	138.70	90	6	10	1.4570	22.600	-53.703	186.994	976.20
35	35.1	105	51	20	57.10	50.00	42.90	92	58	30	1.4600	14.162	-31.306	57.877	999.65
	35.2	91	39	20	55.20	50.00	44.80	94	3	20	1.4600	10.348	-27.736	54.597	999.66
	35.3	189	52	50	102.30	100.00	97.70	94	6	30	1.4600	4.576	-31.945	43.468	999.56
	35.4	327	15	50	56.70	50.00	43.30	94	33	30	1.4600	13.315	-16.237	37.053	999.33
	35.5	346	26	10	56.50	50.00	43.50	94	34	30	1.4600	12.917	-14.880	41.224	999.36
	35.6	343	56	0	112.80	100.00	87.20	91	12	30	1.4600	25.589	-2.848	37.172	999.35
	35.7	343	38	20	116.60	100.00	83.40	90	54	40	1.4600	33.192	4.411	34.904	999.36
	36	339	42	50	66.40	50.00	33.60	91	46	20	1.4600	32.769	3.299	32.892	999.37
36	36.1	315	53	20	52.50	50.00	47.50	100	0	30	1.4290	4.849	6.781	29.517	999.45
	36.2	6	27	30	52.60	50.00	47.40	99	29	30	1.4290	5.059	8.326	33.461	999.46
	36.3	348	9	0	158.40	150.00	141.60	99	15	20	1.4290	16.365	19.316	29.532	996.64
	36.4	332	25	49	60.80	50.00	39.20	91	58	20	1.4290	21.574	22.424	22.907	999.56
	37	339	52	10	61.60	50.00	38.40	91	48	20	1.4290	23.177	25.060	24.916	999.57
37	37.1	307	40	20	56.20	50.00	43.80	93	23	20	1.4740	12.357	32.612	15.135	999.82
	37.2	332	17	10	55.30	50.00	44.70	93	43	10	1.4740	10.555	34.405	20.007	999.86
	37.3	316	27	10	62.20	50.00	37.80	91	5	40	1.4740	24.391	42.739	8.111	1000.08
	37.4	312	37	30	70.50	50.00	29.50	90	40	10	1.4740	40.994	52.821	-5.248	1000.07
	37.5	307	55	0	70.50	50.00	29.50	90	43	10	1.4740	40.994	50.252	-7.425	1000.03
	37.6	307	46	30	126.00	100.00	74.00	90	13	20	1.4740	51.999	56.913	-16.185	999.85
	37.7	311	36	10	126.10	100.00	73.90	90	7	20	1.4740	52.200	59.719	-14.118	999.94
	38	309	59	0	78.20	50.00	21.80	90	41	50	1.4740	56.392	61.296	-18.294	999.86
38	38.1	172	22	10	104.40	100.00	95.60	91	37	40	1.4480	8.793	52.581	-17.126	1000.06
	38.2	201	36	0	55.30	50.00	44.70	93	44	0	1.4480	10.555	51.482	-22.179	1000.12
	38.3	264	57	10	52.60	50.00	47.40	100	20	10	1.4480	5.033	60.853	-23.307	999.89
	38.4	330	22	30	57.10	50.00	42.90	97	39	30	1.4480	13.948	73.421	-25.188	998.93
	38.5	352	4	10	57.70	50.00	42.30	98	12	50	1.4480	15.086	76.238	-20.375	998.63
	38.6	351	49	0	64.30	50.00	35.70	97	15	50	1.4480	28.143	89.152	-22.300	997.22
	38.7	344	49	0	65.00	50.00	35.00	97	6	10	1.4480	29.541	89.806	-26.031	997.13
	39	351	44	30	66.00	50.00	34.00	97	11	40	1.4480	31.498	92.467	-22.818	996.83
39	39.1	351	7	50	52.70	50.00	47.30	107	4	0	1.4340	4.935	97.343	-23.579	996.25
	39.2	306	9	10	53.70	50.00	46.30	102	10	40	1.4340	7.071	96.639	-28.527	996.24
	39.3	351	34	20	59.20	50.00	40.80	99	54	0	1.4340	17.856	110.131	-25.435	994.65

39	39.4	336	11	10	59.90	50.00	40.10	99	42	0	1.4340	19.238	110.067	-30.586	994.48
	39.5	341	11	40	65.00	50.00	35.00	98	42	10	1.4340	29.313	120.216	-32.267	993.28
	39.6	351	16	40	64.80	50.00	35.20	98	40	0	1.4340	28.928	121.061	-27.205	993.36
	40	351	9	40	65.90	50.00	34.10	98	29	30	1.4340	31.107	123.205	-27.598	993.12
40	41	346	44	40	57.00	50.00	43.00	99	13	40	1.4650	13.640	136.482	-30.725	991.87
	40.1	255	24	40	76.10	50.00	23.90	91	34	20	1.4650	52.161	110.067	-78.077	992.66
	40.2	257	59	30	76.00	50.00	24.00	91	39	50	1.4650	51.956	112.395	-78.417	992.58
	40.3	254	54	0	70.70	50.00	29.30	91	44	30	1.4650	41.362	112.430	-67.532	992.83
	40.4	257	42	20	70.80	50.00	29.20	91	47	20	1.4650	41.559	114.356	-68.204	992.79
	40.5	253	39	20	64.90	50.00	35.10	91	48	40	1.4650	29.770	114.827	-56.165	993.15
	40.6	257	39	40	64.90	50.00	35.10	91	56	50	1.4650	29.766	116.844	-56.676	993.08
	40.7	251	45	0	98.50	90.00	81.50	90	50	40	1.4650	16.996	117.882	-43.739	993.44
	40.8	259	15	0	108.70	100.00	91.30	90	45	10	1.4650	17.397	119.960	-44.689	993.36
	40.9	279	7	50	52.80	50.00	47.20	102	34	10	1.4650	5.335	124.051	-32.865	992.90
	40.10	256	21	40	52.60	50.00	47.40	100	55	50	1.4650	5.013	122.023	-32.469	993.12
40-A	256	21	40	77.00	50.00	23.00	91	39	10	1.4650	53.955	110.482	-80.031	992.53	
40-A	40-A1	227	53	50	107.80	100.00	92.20	88	48	50	1.4690	15.593	100.028	-91.600	993.32
	40-A2	247	16	0	238.00	220.00	202.00	89	26	20	1.4690	35.997	96.571	-113.232	992.15
	40-A3	283	26	0	123.30	100.00	76.70	95	52	40	1.4690	46.111	121.194	-124.881	988.25
	40-A4	341	4	40	170.20	150.00	129.80	95	12	30	1.4690	40.067	148.384	-93.024	988.85
41	41.1	67	39	40	74.90	50.00	25.10	91	11	50	1.4710	49.778	155.401	15.317	991.80
	41.2	294	53	40	53.70	50.00	46.30	101	18	50	1.4710	7.115	139.477	-37.179	991.42
	41.3	342	56	10	102.40	100.00	97.60	99	37	20	1.4710	4.666	140.942	-32.094	991.55
	41.4	342	12	50	58.20	50.00	41.80	97	10	40	1.4710	16.144	151.854	-35.657	990.81
	41.5	323	35	10	58.80	50.00	41.20	97	5	10	1.4710	17.332	150.429	-41.014	990.69
	41.6	329	25	0	64.60	50.00	35.40	95	27	20	1.4710	28.936	161.392	-45.448	990.08
	41.7	340	57	0	63.90	50.00	36.10	95	30	30	1.4710	27.544	162.517	-39.715	990.19
42	340	55	30	65.20	50.00	34.80	95	4	40	1.4710	30.162	164.987	-40.582	990.16	
42	42.1	84	30	20	54.60	50.00	45.40	95	19	20	1.4440	9.121	165.861	-31.503	990.26
	42.2	69	35	0	54.80	50.00	45.20	95	3	40	1.4440	9.525	168.310	-31.656	990.26
	42.3	78	55	40	61.00	50.00	39.00	91	37	20	1.4440	21.982	169.209	-19.010	990.48
	42.4	71	30	30	61.00	50.00	39.00	91	33	20	1.4440	21.984	171.960	-19.733	990.51
	42.5	75	59	30	65.80	50.00	34.20	90	57	10	1.4440	31.591	172.634	-9.931	990.58
	42.6	71	53	0	65.80	50.00	34.20	90	55	50	1.4440	31.592	174.811	-10.557	990.59
	42.7	75	49	20	72.20	50.00	27.80	90	47	50	1.4440	44.391	175.860	2.457	990.49
	42.8	72	33	40	72.60	50.00	27.40	90	51	0	1.4440	45.190	178.530	2.531	990.44
	42.9	75	57	30	78.00	50.00	22.00	90	53	0	1.4440	55.987	178.571	13.732	990.24
	42.10	73	38	10	75.00	48.50	22.00	90	53	30	1.4440	52.987	179.916	10.258	990.30
	42.11	74	6	40	83.00	50.00	17.00	91	0	0	1.4440	65.980	183.051	22.877	989.95
	42.12	74	50	20	83.00	50.00	17.00	90	57	10	1.4440	65.982	182.244	23.103	990.01
	42.13	76	8	0	83.00	50.00	17.00	90	58	10	1.4440	65.981	180.801	23.476	989.99
	42.14	295	49	0	104.60	100.00	95.40	95	41	0	1.4440	9.110	168.955	-48.783	989.70
	42.15	336	49	20	58.50	50.00	41.50	99	33	10	1.4440	16.532	180.185	-47.089	988.32
	42.16	316	18	10	58.50	50.00	41.50	95	52	10	1.4440	16.822	177.150	-52.204	989.38
	42.17	336	48	40	58.10	50.00	41.90	96	2	10	1.4440	16.021	179.714	-46.891	989.41
	42.18	336	50	50	65.40	50.00	34.60	94	23	30	1.4440	30.619	193.140	-52.621	988.76
	42.19	326	2	40	66.00	50.00	34.00	94	15	20	1.4440	31.824	191.384	-58.358	988.74
42.20	329	11	50	72.10	50.00	27.90	93	49	0	1.4440	44.004	202.784	-63.116	988.17	
42.21	336	57	40	72.20	50.00	27.80	93	54	20	1.4440	44.194	205.656	-57.878	988.09	
42.22	337	0	0	78.10	50.00	21.90	93	35	40	1.4440	55.979	216.516	-62.455	987.59	
42.23	331	10	20	79.10	50.00	20.90	93	31	10	1.4440	57.981	215.783	-68.540	987.54	
43	336	58	30	79.30	50.00	20.70	93	33	0	1.4440	58.375	218.712	-63.415	987.49	
43	43.1	336	49	50	55.50	50.00	44.50	97	5	50	1.4500	10.832	228.670	-67.677	987.09
	43.2	310	12	0	56.50	46.00	35.50	96	3	40	1.4500	20.766	232.115	-79.276	986.27
	43.3	336	44	30	179.00	170.00	161.00	91	24	20	1.4500	17.989	235.239	-70.518	986.79
	43.4	319	8	10	179.80	170.00	160.20	91	22	0	1.4500	19.589	233.526	-76.231	986.77
	43.5	326	9	20	116.10	100.00	83.90	92	50	10	1.4500	32.121	245.390	-81.304	986.34
	43.6	336	38	40	176.10	160.00	143.90	91	53	20	1.4500	32.165	248.241	-76.166	986.27
	43.7	336	34	20	182.90	160.50	138.10	91	49	30	1.4500	44.755	259.777	-81.209	985.90
	43.8	329	0	10	73.40	50.00	26.60	93	10	20	1.4500	46.657	258.706	-87.443	985.85
	43.9	330	40	20	81.50	50.00	18.50	92	56	10	1.4500	62.835	273.493	-94.192	985.21
	43.10	336	32	40	81.50	50.00	18.50	92	54	20	1.4500	62.838	276.358	-88.427	985.25
	43.11	336	13	40	91.50	50.00	8.50	92	53	20	1.4500	82.789	294.477	-96.787	984.26
	43.12	331	43	20	141.80	100.00	58.20	92	36	0	1.4500	83.377	292.139	-102.914	983.62
	43.13	331	57	0	146.00	100.00	54.00	92	38	20	1.4500	91.805	299.733	-106.585	983.70
	43.14	335	57	40	146.10	100.00	53.90	92	35	10	1.4500	92.012	302.744	-100.896	983.78
44	335	52	30	197.70	150.00	102.30	92	17	50	1.4500	95.247	305.640	-102.345	983.61	
44.1	242	16	50	83.60	50.00	16.40	90	50	10	1.4710	67.186	274.389	-161.820	983.60	
44.2	242	16	50	103.20	100.00	96.80	94	49	20	1.4710	6.355	302.684	-107.971	983.55	

44	44.3	242	16	50	62.80	50.00	37.20	92	49	30	1.4710	25.538	293.761	-124.952	983.33
	44.4	242	16	50	70.50	50.00	29.50	91	44	30	1.4710	40.962	286.586	-138.606	983.34
	45	242	16	50	83.60	50.00	16.40	90	50	10	1.4710	67.186	274.389	-161.820	983.60
45	45.1	239	30	0	133.80	130.00	126.20	92	22	40	1.4920	7.587	270.538	-168.358	983.48
	45.2	239	30	0	108.10	100.00	91.90	92	52	50	1.4920	16.159	266.187	-175.743	983.28
	45.3	239	30	0	112.90	100.00	87.10	92	4	40	1.4920	25.766	261.311	-184.021	983.16
	46	239	30	0	138.80	120.00	101.20	92	57	30	1.4920	37.500	255.356	-194.131	981.96
46	46.1	239	30	0	104.90	100.00	95.10	100	53	20	1.4380	9.450	250.560	-202.274	980.58
	46.2	239	30	0	157.80	150.00	142.20	100	47	50	1.4380	15.053	247.716	-207.102	979.03
	47	238	40	0	64.50	55.00	45.50	97	7	20	1.4380	18.708	245.627	-210.111	980.51
47	48	235	7	10	104.70	100.00	95.30	104	1	50	1.4460	8.847	240.568	-217.369	978.74
48	48.1	232	47	50	175.50	170.00	164.50	115	30	10	1.4620	8.961	235.150	-224.506	974.23
	49	232	47	50	92.90	80.00	67.10	117	11	50	1.4620	20.410	228.227	-233.625	968.92
50	50.1	183	13	10	53.80	50.00	46.20	94	53	30	1.4450	7.545	-113.093	-66.956	991.53
	50.2	225	23	50	53.50	50.00	46.50	97	46	40	1.4450	6.872	-110.385	-71.425	991.24
	50.3	227	29	0	58.10	50.00	41.90	92	58	0	1.4450	16.157	-116.479	-78.441	991.34
	50.4	210	12	40	57.00	50.00	43.00	92	16	0	1.4450	13.978	-117.639	-73.565	991.62
	50.5	218	52	40	65.10	50.00	34.90	91	1	20	1.4450	30.190	-129.062	-85.481	991.64
	50.6	229	25	10	65.00	50.00	35.00	91	10	0	1.4450	29.988	-125.067	-89.307	991.57
	50.7	230	29	0	73.00	50.00	27.00	90	18	20	1.4450	45.999	-134.829	-102.017	991.93
	50.8	223	48	50	74.00	50.00	26.00	90	13	10	1.4450	47.999	-140.195	-99.762	991.99
	50.9	225	52	10	81.00	50.00	19.00	89	33	20	1.4450	61.996	-148.727	-111.030	992.66
	51	231	3	50	80.90	50.00	19.10	89	31	0	1.4450	61.796	-144.396	-114.600	992.70
	53	311	13	40	67.70	50.00	32.30	96	9	40	1.4450	34.992	-82.498	-92.849	988.40
51	51.1	232	37	0	54.60	50.00	45.40	91	12	30	1.3920	9.196	-149.979	-121.907	993.40
	51.2	205	43	30	56.10	50.00	43.90	90	24	40	1.3920	12.199	-155.386	-119.895	993.50
	51.3	220	3	40	62.00	50.00	38.00	87	23	10	1.3920	23.950	-162.726	-130.014	994.68
	51.4	232	38	20	63.30	50.00	36.70	87	1	0	1.3920	26.528	-160.494	-135.685	994.97
	51.5	232	33	30	72.40	50.00	27.60	85	53	40	1.3920	44.570	-171.492	-149.987	996.79
	51.6	225	46	50	73.00	50.00	27.00	85	55	20	1.3920	45.767	-176.314	-147.400	996.85
	51.7	227	27	40	79.50	50.00	20.50	85	29	40	1.3920	58.636	-184.039	-157.804	998.21
	51.8	232	35	50	90.00	50.00	20.00	85	27	50	1.3920	59.625	-180.613	-161.965	998.32
	51.9	232	45	50	137.00	100.00	63.00	84	48	20	1.3920	73.393	-188.806	-173.031	999.76
	51.10	228	34	30	137.80	100.00	62.20	84	49	20	1.3920	74.984	-194.008	-170.824	999.88
	51.11	229	28	50	145.50	100.00	54.50	84	33	20	1.3920	90.181	-202.987	-183.154	1001.69
	51.12	232	54	0	95.80	50.00	4.20	84	48	0	1.3920	90.848	-199.196	-187.059	1001.86
	51.13	229	50	0	100.00	50.00	0.00	84	41	0	1.3920	99.141	-208.343	-190.360	1002.82
52.00	233	0	30	100.00	50.00	0.00	84	36	10	1.3920	99.115	-204.033	-193.765	1002.95	
53	53.1	131	13	40	66.20	50.00	33.80	87	24	30	1.4280	32.334	-103.808	-68.531	990.79
	53.2	131	13	40	265.90	250.00	234.10	87	38	40	1.4280	31.746	-103.420	-68.973	988.63
	53.3	131	13	40	60.30	50.00	39.70	93	22	40	1.4280	20.528	-96.027	-77.410	988.12
	53.4	131	13	40	103.10	100.00	96.90	101	20	10	1.4280	5.960	-86.426	-88.367	987.63
	53.5	304	14	50	53.60	50.00	46.40	91	5	20	1.4280	7.197	-78.448	-98.798	989.19
	53.6	304	14	50	156.70	150.00	143.30	91	30	40	1.4280	13.391	-74.962	-103.918	987.97
	54	304	14	50	110.20	100.00	89.80	91	36	50	1.4280	20.384	-71.027	-109.699	988.25
54	54.1	318	47	20	154.60	150.00	145.40	98	55	20	1.3880	8.979	-64.272	-115.615	986.73
	55	318	47	20	111.00	100.00	89.00	95	38	30	1.3880	21.787	-54.637	-124.053	986.49
55	56	310	38	30	61.00	50.00	39.00	99	18	50	1.4440	21.424	-40.683	-140.309	983.92
56	56.1	286	28	20	55.50	50.00	44.50	104	34	0	1.4300	10.304	-37.761	-150.191	982.17
	57	284	52	30	57.80	50.00	42.20	100	48	0	1.4300	15.052	-36.819	-154.857	981.98
57	58	305	28	20	55.90	50.00	44.10	85	14	10	1.4360	11.719	-30.018	-164.401	983.89
58	59	292	54	40	117.30	100.00	82.70	91	3	10	1.3820	34.588	-16.553	-196.260	983.64
59	60	326	43	10	63.90	50.00	36.10	97	45	50	1.3860	27.293	6.264	-211.237	980.80
60	60.1	360	44	40	105.30	100.00	94.70	108	1	20	1.4190	9.585	15.848	-211.112	978.10
	60.2	360	44	40	110.50	100.00	89.50	102	33	30	1.4190	20.007	26.269	-210.977	976.76
	61	360	44	40	117.50	100.00	82.50	101	43	30	1.4190	33.555	39.816	-210.801	974.26
61	61.1	343	45	50	102.70	100.00	97.30	109	11	0	1.4270	4.817	44.441	-212.148	973.01
	62	343	45	50	60.60	50.00	39.40	99	30	50	1.4850	20.621	59.615	-216.567	971.79
62	62.1	349	58	20	105.70	100.00	94.30	95	44	30	1.4860	11.286	70.728	-218.532	971.14

	63	349	58	20	63.60	50.00	36.40	94	34	20	1.4860	27.027	86.229	-221.273	970.61
63	63.1	343	29	10	58.80	50.00	41.20	99	45	50	1.4160	17.094	102.618	-226.132	968.58
	63.2	343	29	10	69.20	50.00	30.80	95	22	50	1.4160	38.062	122.721	-232.092	967.94
	63.3	343	29	10	169.50	150.00	130.50	95	26	0	1.4160	38.650	123.285	-232.259	966.85
	63.4	343	29	10	131.10	100.00	68.90	94	18	30	1.4160	61.849	145.527	-238.853	966.37
	64	343	29	10	96.70	50.00	3.30	92	56	40	1.4160	93.154	175.540	-247.751	966.73
64	64.1	22	58	10	117.70	100.00	82.30	91	45	40	1.4400	35.367	208.103	-233.950	966.09
	64.2	23	7	40	267.20	250.00	232.80	90	58	30	1.4400	34.390	207.167	-234.244	965.09
	64.3	29	20	10	366.90	350.00	333.10	89	6	50	1.4400	33.792	204.999	-231.196	965.20
	64.4	67	27	0	324.10	300.00	275.90	88	45	20	1.4400	48.177	194.016	-203.258	966.22
	64.5	17	57	40	108.50	100.00	91.50	94	39	0	1.4400	16.888	191.605	-242.544	965.80

33	34.2	995.15	976.20	36.56	23.2	0	18	108	263	4.23	4.10	0.159	0.388	0.163	0.386	0.005	0.328	0.782	0.0030	0.0030	1.388	3.206	23.2	6	15	4.39	79.94	0.017	0.040	0.3784	0.4665	1.66	2.13	0.09	0.14	0.55	0.82	980.72	974.93	4.63
Rama #4d																																								
34.2	34	976.20	976.29	22.6	0.4	0	18	108	263	4.23	4.10	0.159	0.388	0.163	0.386	0.003	0.326	0.779	0.0030	0.0030	1.380	3.197	0.4	6	1	1.13	20.64	0.067	0.165	0.5677	0.7259	0.64	0.82	0.18	0.27	1.05	1.60	974.85	974.62	1.55
34	34.1	976.29	965.35	27.72	39.5	0	18	108	263	4.23	4.10	0.159	0.388	0.163	0.386	0.004	0.327	0.780	0.0030	0.0030	1.383	3.200	39.5	6	1	1.13	20.64	0.067	0.165	0.5677	0.7259	0.64	0.82	0.18	0.27	1.05	1.60	964.39	964.11	12.10
Rama #5a																																								
42.12	42	990.01	990.16	65.96	0.2	5	5	30	73	4.35	4.28	0.044	0.108	0.045	0.108	0.013	0.103	0.223	0.0034	0.0031	0.448	0.979	0.2	6	1	1.13	20.64	0.022	0.047	0.4037	0.5125	0.46	0.59	0.10	0.15	0.61	0.89	989.65	989.00	1.55
Rama #5b																																								
41.1	41	991.80	991.87	49.78	0.1	5	5	30	73	4.35	4.28	0.044	0.108	0.045	0.108	0.011	0.101	0.227	0.0034	0.0031	0.439	0.989	0.1	6	1	1.13	20.64	0.021	0.047	0.4012	0.5104	0.45	0.59	0.10	0.15	0.60	0.88	990.45	989.95	1.55
Rama #5.1																																								
0.7	38	1000.97	999.85	24.48	4.5	1	6	15	44.3	4.40	0.009	0.022	0.009	0.022	0.004	0.022	0.049	0.0037	0.0032	0.088	0.213	4.5	6	4.5	2.40	43.79	0.002	0.005	0.2035	0.2595	0.49	0.63	0.04	0.05	0.21	0.30	996.62	996.52	1.55	
38	41	999.85	991.87	76.22	10.5	5	19	114	277	4.23	4.09	0.168	0.409	0.172	0.409	0.015	0.355	0.832	0.0031	0.0030	1.503	3.407	10.5	6	8.5	3.30	60.18	0.025	0.057	0.4231	0.5397	1.39	1.79	0.11	0.16	0.65	0.97	996.98	990.50	3.08
41	42	991.87	990.16	30.16	5.7	1	20	120	292	4.22	4.08	0.177	0.431	0.182	0.431	0.005	0.364	0.867	0.0030	0.0030	1.535	3.540	5.7	6	5.5	2.66	48.41	0.032	0.073	0.4546	0.5832	1.21	1.56	0.12	0.18	0.73	1.10	989.92	988.26	2.15
42	43	990.16	987.49	59.37	4.6	4	29	174	423	4.17	4.01	0.257	0.624	0.263	0.624	0.011	0.531	1.380	0.0031	0.0030	2.216	5.065	4.6	6	4.5	2.40	43.79	0.051	0.115	0.5201	0.6652	1.25	1.60	0.15	0.23	0.91	1.37	987.97	985.34	2.39
43	44	987.49	983.61	95.25	4.1	7	36	216	525	4.14	3.96	0.319	0.775	0.327	0.775	0.019	0.665	1.589	0.0031	0.0030	2.748	6.216	4.1	6	3.3	2.06	37.50	0.073	0.168	0.6532	0.7395	1.20	1.52	0.18	0.28	1.10	1.65	985.31	982.17	2.38
Rama #5c																																								
1.1	12	1000.06	998.89	25.61	5.4	3	3	18	44	4.39	4.33	0.027	0.065	0.027	0.065	0.006	0.060	0.136	0.0033	0.0031	0.263	0.586	5.4	6	1	1.13	20.64	0.013	0.028	0.3462	0.4381	0.39	0.50	0.06	0.12	0.47	0.69	997.69	997.43	2.57
Rama #5e																																								
1.3	14	999.91	997.48	41.27	5.9	1	6	15	44.3	4.40	0.009	0.022	0.009	0.022	0.007	0.024	0.051	0.0041	0.0034	0.109	0.223	5.9	6	5.5	2.66	48.41	0.002	0.005	0.2035	0.2595	0.54	0.67	0.04	0.05	0.21	0.29	988.55	986.28	1.56	
Rama #5j																																								
4.1	4	996.37	994.31	31.98	12.7	1	6	15	44.3	4.40	0.009	0.022	0.009	0.022	0.005	0.023	0.050	0.0039	0.0033	0.103	0.218	12.7	6	11	3.76	69.46	0.002	0.003	0.1799	0.2257	0.69	0.86	0.03	0.04	0.17	0.25	996.57	993.05	2.00	
Rama #5																																								
0.7	12	1000.97	999.89	40.61	5.6	3	3	18	44	4.39	4.33	0.027	0.065	0.027	0.065	0.008	0.062	0.138	0.0034	0.0031	0.272	0.597	5.6	6	5.6	2.88	48.85	0.006	0.012	0.2688	0.3396	0.71	0.91	0.05	0.08	0.32	0.46	999.59	997.31	1.58
1.2	14	996.68	997.48	24.32	4.9	3	9	54	132	4.31	4.21	0.080	0.195	0.082	0.195	0.006	0.167	0.395	0.0031	0.0030	0.720	1.664	4.9	6	4.9	2.51	45.69	0.016	0.038	0.3672	0.4730	0.92	1.19	0.09	0.13	0.52	0.78	997.28	996.09	1.60
1.4	3	997.48	996.10	49.87	2.8	2	12	72	175	4.28	4.17	0.106	0.289	0.109	0.289	0.009	0.224	0.525	0.0031	0.0030	0.958	2.189	2.8	6	2.8	1.89	34.54	0.028	0.063	0.4357	0.5578	0.83	1.06	0.11	0.17	0.68	1.02	996.06	994.66	1.62
3	4	996.10	994.31	24.72	7.1	1	34	204	495	4.14	3.98	0.301	0.732	0.309	0.732	0.004	0.614	1.489	0.0030	0.0030	2.544	5.837	7.1	6	7.2	3.04	55.39	0.046	0.105	0.5061	0.6490	1.54	1.97	0.15	0.22	0.87	1.31	994.63	990.85	1.67
4	5	994.31	992.88	15.86	9.0	1	36	216	525	4.14	3.96	0.319	0.775	0.327	0.775	0.003	0.649	1.553	0.0030	0.0030	2.682	6.165	9.0	6	9	3.40	61.92	0.043	0.099	0.4975	0.6366	1.69	2.16	0.14	0.21	0.85	1.27	992.82	991.39	1.69
5	5.7	992.88	992.05	11.95	6.9	0	65	390	947	4.03	3.82	0.576	1.397	0.590	1.397	0.002	1.167	2.797	0.0030	0.0030	4.700	10.689	6.9	6	6.9	2.97	54.22	0.087	0.197	0.6132	0.7762	1.82	2.31	0.20	0.30	1.19	1.80	991.36	990.54	1.72
5.7	50	992.05	991.23	14.06	5.8	0	65	390	947	4.03	3.82	0.576	1.397	0.590	1.397	0.002	1.167	2.797	0.0030	0.0030	4.701	10.671	5.8	6	5.8	2.73	49.71	0.095	0.215	0.6279	0.7957	1.71	2.17	0.21	0.31	1.24	1.88	990.51	989.69	1.74
Rama #6a																																								
40A3	40A4	986.25	986.85	41.88	1.4	2	2	12	30	4.41	4.35	0.018	0.044	0.018	0.044	0.007	0.043	0.086	0.0036	0.0032	0.191	0.418	1.4	6	1	1.13	20.64	0.009	0.020	0.3135	0.3961	0.35	0.45	0.07	0.10	0.41	0.59	986.30	986.46	1.55
40A4	42.16	986.85	989.38	27.24	1.9	0	2	12	30	4.41	4.35	0.018	0.044	0.018	0.044	0.004	0.040	0.082	0.0033	0.0031	0.175	0.402	1.9	6	1	1.13	20.64	0.009	0.019	0.3045	0.3909	0.34	0.44	0.07	0.10	0.39	0.59	986.45	986.18	2.60
Rama #6b																																								
40A	40.1	992.53	993.12	49.94	1.2	4	4	24	59	4.37	4.30	0.055	0.087	0.056	0.087	0.010	0.082	0.184	0.0034	0.0031	0.358	0.792	1.2	6	1	1.13	20.64	0.017	0.038	0.3794	0.4796	0.43	0.54	0.09	0.13	0.55	0.80	991.18	990.69	1.55
Rama #6c																																								
1.5	1A	997.65	999.67	24.45	7.4	1	6	15	44.3	4.40	0.009	0.022	0.009	0.022	0.004	0.022	0.049	0.0037	0.0032	0.088	0.213	7.4	6	1	1.13	20.64	0.005	0.010	0.2535	0.3223	0.29	0.36	0.05	0.07	0.29	0.43	996.50	996.25	1.55	
Rama #6d																																								
2.1	2	996.59	998.35	26.58	0.9	1	6	15	44.3	4.40	0.009	0.022	0.009	0.022	0.005	0.022	0.049	0.0037	0.0033	0.100	0.215	0.9	6	1	1.13	20.64	0.005	0.010	0.2569	0.3223	0.29	0.36	0.05	0.07	0.30	0.43	997.24	996.97	1.55	
Rama #6e																																								
3.1	2.8	996.50	995.96	30.94	1.7	3	3	18	44	4.39	4.33	0.027	0.065	0.027	0.065	0.007	0.061	0.137	0.0034	0.0031	0.266	0.591	1.7	6	1.5	1.39	25.28	0.011	0.023	0.3253	0.4137	0.45	0.57	0.07	0.11	0.43	0.63	995.15	994.68	1.55
Rama #6f																																								

0.2	38.3	1000.88	899.80	25.02	4.0	2	2	12	30	4.41	4.35	0.018	0.044	0.018	0.044	0.005	0.041	0.084	0.0034	0.0031	0.0181	0.4098	4.0	6	4	2.26	41.28	0.004	0.010	0.2467	0.3194	0.56	0.72	0.05	0.07	0.28	0.42	989.53	988.53	1.55	
38.3	40.1	998.69	893.12	61.85	10.9	5	7	42	102	4.33	4.24	0.062	0.151	0.013	0.064	0.151	0.013	0.138	0.014	0.0033	0.0031	0.099	1.331	10.9	6	10.5	3.67	66.88	0.009	0.020	0.3079	0.3936	1.13	1.44	0.07	0.10	0.40	0.58	988.39	991.30	1.70
40.1	42.16	995.12	889.38	69.55	6.4	4	15	90	219	4.26	4.13	0.133	0.323	0.136	0.323	0.111	0.290	0.069	0.0031	0.0030	1.193	2.719	6.4	6	4.5	2.40	43.79	0.027	0.062	0.4333	0.5539	1.04	1.33	0.11	0.17	0.68	1.01	980.66	988.03	2.66	
42.16	42.23	995.38	897.54	41.95	4.4	1	18	108	263	4.23	4.10	0.159	0.388	0.163	0.388	0.007	0.329	0.783	0.0030	0.0030	1.395	3.212	4.4	6	0.5	0.80	14.60	0.096	0.220	0.6297	0.8011	0.50	0.64	0.21	0.32	1.25	1.91	986.15	985.94	3.43	
42.23	44.2	987.54	893.55	95.43	4.2	3	21	126	306	4.21	4.07	0.168	0.452	0.191	0.452	0.016	0.392	0.919	0.0031	0.0030	1.553	3.744	4.2	6	4	2.26	41.28	0.040	0.091	0.4855	0.6206	1.10	1.41	0.14	0.20	0.82	1.22	985.91	982.08	1.88	
Remain # 1																																									
0.2	0.5	1000.88	899.80	35.00	3.1	1	1	6	15	4.43	4.40	0.009	0.022	0.009	0.022	0.006	0.024	0.090	0.0039	0.0033	0.105	0.220	3.1	6	3	1.96	35.79	0.003	0.006	0.2184	0.2782	0.43	0.54	0.04	0.06	0.23	0.34	989.30	986.45	1.58	
0.5	1A	998.00	899.67	12.46	1.0	2	3	18	44	4.39	4.33	0.027	0.065	0.027	0.065	0.003	0.057	0.183	0.0032	0.0030	0.251	0.576	1.0	6	1	1.13	20.64	0.012	0.028	0.3396	0.4357	0.38	0.49	0.08	0.11	0.46	0.68	989.42	988.30	1.59	
1A	2	998.67	898.35	20.32	6.5	1	5	30	73	4.35	4.28	0.044	0.108	0.045	0.108	0.004	0.093	0.219	0.0031	0.0030	0.406	0.837	6.5	6	1	1.13	20.64	0.020	0.045	0.3836	0.5061	0.45	0.57	0.10	0.15	0.58	0.87	986.22	986.02	3.65	
2	2.8	995.35	895.96	42.01	5.7	2	8	48	117	4.32	4.22	0.071	0.173	0.073	0.173	0.008	0.151	0.393	0.0031	0.0030	0.652	1.490	5.7	3	1	1.96	35.79	0.018	0.042	0.3831	0.4931	0.75	0.97	0.09	0.14	0.56	0.83	985.99	984.78	2.56	
2.8	5.1	995.96	895.20	10.34	7.4	0	11	66	161	4.29	4.18	0.097	0.238	0.100	0.238	0.001	0.199	0.477	0.0030	0.0030	0.852	1.993	7.4	6	7	3.00	54.61	0.016	0.036	0.3872	0.4730	1.10	1.42	0.09	0.13	0.52	0.78	984.65	983.98	1.51	
5.1	5.2	995.20	893.92	12.74	10.5	1	12	72	175	4.28	4.17	0.106	0.258	0.109	0.258	0.003	0.218	0.519	0.0030	0.0030	0.932	2.164	10.5	6	10	3.58	65.27	0.014	0.033	0.3563	0.4593	1.28	1.64	0.08	0.12	0.50	0.74	983.90	982.68	1.50	
5.2	5.3	995.92	892.74	11.54	10.2	0	12	72	175	4.28	4.17	0.106	0.258	0.109	0.258	0.002	0.217	0.518	0.0030	0.0030	0.928	2.160	10.2	6	10	3.58	65.27	0.014	0.035	0.3563	0.4593	1.28	1.64	0.08	0.12	0.50	0.74	982.65	981.50	1.47	
5.3	5.4	992.74	891.96	11.04	6.9	0	12	72	175	4.28	4.17	0.106	0.258	0.109	0.258	0.002	0.217	0.518	0.0030	0.0030	0.927	2.159	6.9	6	6.5	2.89	52.62	0.018	0.041	0.3605	0.4909	1.10	1.42	0.09	0.14	0.55	0.83	981.47	980.75	1.47	
5.4	50	991.98	891.23	16.28	4.6	0	12	72	175	4.28	4.17	0.106	0.258	0.109	0.258	0.002	0.217	0.519	0.0030	0.0030	0.931	2.162	4.6	6	4.5	2.40	43.79	0.021	0.049	0.4612	0.5108	0.96	1.28	0.10	0.15	0.60	0.91	980.72	983.95	1.46	
Remain # 7																																									
52	51	1002.95	892.70	99.12	10.3	5	5	30	73	4.35	4.28	0.044	0.108	0.045	0.108	0.009	0.098	0.224	0.0033	0.0031	0.428	0.959	2.4	6	2	1.60	29.19	0.015	0.033	0.3550	0.4533	0.57	0.74	0.08	0.12	0.50	0.74	1001.40	991.49	1.75	
Desigue # 1																																									
51	50	992.70	891.23	61.8	2.4	0	5	30	73	4.35	4.28	0.044	0.108	0.045	0.108	0.009	0.098	0.224	0.0033	0.0031	0.428	0.959	2.4	6	2	1.60	29.19	0.015	0.033	0.3550	0.4533	0.57	0.74	0.08	0.12	0.50	0.74	981.20	983.96	1.70	
Desigue # 1																																									
44	44.2	985.61	893.55	6.36	0.9	0	36	216	525	4.14	3.96	0.319	0.775	0.327	0.775	0.001	0.646	1.550	0.0030	0.0030	2.673	6.144	0.9	6	1	1.13	20.64	0.130	0.296	0.6893	0.8711	0.78	0.98	0.24	0.37	1.46	2.24	982.10	982.05	1.71	
44.2	45	985.55	893.60	60.83	-0.1	0	57	342	831	4.05	3.85	0.505	1.226	0.517	1.226	0.004	1.026	2.456	0.0030	0.0030	4.177	9.479	-0.1	6	0.4	0.72	13.05	0.020	0.026	0.6887	1.0898	0.64	0.78	0.39	0.63	2.33	3.79	982.00	981.76	1.75	
45	45.3	985.00	893.16	25.77	1.7	0	57	342	831	4.05	3.85	0.505	1.226	0.517	1.226	0.004	1.026	2.456	0.0030	0.0030	4.157	9.457	1.7	6	1	1.13	20.64	0.201	0.458	0.8918	0.9780	0.89	1.11	0.30	0.48	1.82	2.85	981.73	981.47	2.07	
45.3	46.1	983.16	890.89	21.18	12.2	0	57	342	831	4.05	3.85	0.505	1.226	0.517	1.226	0.003	1.025	2.456	0.0030	0.0030	4.159	9.459	12.2	6	11	3.76	68.46	0.061	0.138	0.5518	0.7023	2.07	2.64	0.17	0.25	1.00	1.51	981.44	979.11	1.92	
46.1	47	985.98	890.51	9.27	0.8	0	57	342	831	4.05	3.85	0.505	1.226	0.517	1.226	0.001	1.023	2.454	0.0030	0.0030	4.148	9.448	0.8	6	3	1.96	35.79	0.116	0.254	0.6682	0.8430	1.31	1.64	0.23	0.35	1.37	2.10	978.98	978.70	1.80	
47	48	990.51	878.74	8.95	20.0	0	57	342	831	4.05	3.85	0.505	1.226	0.517	1.226	0.001	1.023	2.454	0.0030	0.0030	4.148	9.448	20.0	6	11	3.76	68.46	0.061	0.138	0.5498	0.7008	2.06	2.63	0.17	0.25	1.00	1.50	978.98	977.41	2.33	
48	48.1	978.74	874.23	8.96	50.3	0	57	342	831	4.05	3.85	0.505	1.226	0.517	1.226	0.001	1.023	2.454	0.0030	0.0030	4.148	9.448	50.3	6	11	3.76	68.46	0.061	0.138	0.5498	0.7008	2.06	2.63	0.17	0.25	1.00	1.50	978.94	972.95	5.00	
48.1	49	974.23	868.92	11.45	46.4	0	57	342	831	4.05	3.85	0.505	1.226	0.517	1.226	0.002	1.024	2.454	0.0030	0.0030	4.149	9.454	46.4	6	11	3.76	68.46	0.061	0.138	0.5498	0.7008	2.06	2.63	0.17	0.25	1.00	1.50	988.83	967.67	5.90	
49	64.1	968.92	865.09	20.13	14.1	0	57	342	831	4.05	3.85	0.505	1.226	0.517	1.226	0.003	1.025	2.455	0.0030	0.0030	4.154	9.454	14.1	6	11	3.76	68.46	0.061	0.138	0.5518	0.7023	2.07	2.64	0.17	0.25	1.00	1.51	987.02	964.81	2.10	
Desigue # 2																																									

50	53	591.23	988.40	35.00	8.1	0	82	482	1195	398	3.75	0.726	1.763	0.744	1.763	0.005	1.473	3.532	0.0000	0.000	0.000	5.988	13.240	8.1	6	4	2.26	41.28	0.142	0.321	0.7071	0.8888	1.60	2.07	0.52	0.38	1.52	2.33	987.20	985.00	4.23
53	54	988.40	988.25	20.38	0.7	0	82	482	1195	398	3.75	0.726	1.763	0.744	1.763	0.003	1.473	3.530	0.0000	0.000	0.000	5.980	13.232	0.7	6	1	1.13	20.64	0.284	0.641	0.8603	1.0612	0.97	1.20	0.36	0.59	2.18	3.49	985.77	985.57	2.83
54	55	988.25	988.49	11.79	6.1	0	82	482	1195	398	3.75	0.726	1.763	0.744	1.763	0.003	1.473	3.530	0.0000	0.000	0.000	5.980	13.232	6.1	6	2.5	1.79	32.64	0.180	0.405	0.7559	0.9475	1.35	1.70	0.29	0.44	1.72	2.86	985.54	985.00	2.91
55	58	988.49	983.89	48.21	5.4	0	82	482	1195	398	3.75	0.726	1.763	0.744	1.763	0.007	1.477	3.534	0.0000	0.000	0.000	5.975	13.247	5.4	6	5	2.53	46.15	0.127	0.287	0.6596	0.8827	1.73	2.18	0.24	0.37	1.44	2.20	984.97	982.58	1.72
58	59	983.89	983.64	34.59	0.7	0	82	482	1195	398	3.75	0.726	1.763	0.744	1.763	0.005	1.475	3.532	0.0000	0.000	0.000	5.987	13.240	0.7	6	1	1.13	20.64	0.284	0.641	0.8603	1.0612	0.97	1.20	0.36	0.59	2.18	3.49	982.53	982.18	1.56
59	60	983.64	980.80	27.28	10.4	0	82	482	1195	398	3.75	0.726	1.763	0.744	1.763	0.004	1.474	3.531	0.0000	0.000	0.000	5.983	13.238	10.4	6	10	3.59	65.37	0.080	0.203	0.6187	0.7832	2.22	2.60	0.20	0.31	1.21	1.83	982.15	979.42	1.69
60	60A	980.80	978.76	20.00	20.2	0	82	482	1195	398	3.75	0.726	1.763	0.744	1.763	0.003	1.473	3.530	0.0000	0.000	0.000	5.980	13.232	20.2	6	11	3.76	68.46	0.086	0.193	0.6366	0.7718	2.29	2.66	0.20	0.30	1.18	1.78	977.75	975.55	3.25
60A	61	978.76	974.26	13.56	18.4	0	82	482	1195	398	3.75	0.726	1.763	0.744	1.763	0.002	1.472	3.529	0.0000	0.000	0.000	5.986	13.229	18.4	6	11	3.76	68.46	0.086	0.193	0.6366	0.7718	2.29	2.60	0.20	0.30	1.18	1.78	974.37	972.88	2.59
61	62	974.26	971.79	20.62	12.0	0	82	482	1195	398	3.75	0.726	1.763	0.744	1.763	0.003	1.473	3.530	0.0000	0.000	0.000	5.980	13.232	12.0	6	11	3.76	68.46	0.086	0.193	0.6366	0.7718	2.29	2.60	0.20	0.30	1.18	1.78	972.85	970.58	1.61
62	63	971.79	970.61	17.03	4.4	0	82	482	1195	398	3.75	0.726	1.763	0.744	1.763	0.004	1.474	3.531	0.0000	0.000	0.000	5.983	13.236	4.4	6	4.4	2.37	43.30	0.155	0.306	0.6935	0.8782	1.66	2.09	0.25	0.39	1.49	2.27	970.55	969.36	1.44
63	63.1	970.61	968.59	17.09	11.9	0	82	482	1195	398	3.75	0.726	1.763	0.744	1.763	0.002	1.473	3.529	0.0000	0.000	0.000	5.980	13.231	11.9	6	11	3.76	68.46	0.086	0.193	0.6366	0.7718	2.29	2.66	0.20	0.30	1.18	1.78	969.16	967.30	1.63
63.1	63.2	968.59	967.94	20.97	3.1	0	82	482	1195	398	3.75	0.726	1.763	0.744	1.763	0.003	1.473	3.530	0.0000	0.000	0.000	5.980	13.233	3.1	6	3	1.96	35.75	0.164	0.370	0.7656	0.9249	1.44	1.81	0.27	0.42	1.64	2.53	967.27	966.54	1.51
63.2	63.4	967.94	966.37	23.79	6.6	0	82	482	1195	398	3.75	0.726	1.763	0.744	1.763	0.003	1.474	3.530	0.0000	0.000	0.000	5.981	13.234	6.6	6	2.5	1.79	32.64	0.180	0.405	0.7559	0.9475	1.35	1.70	0.29	0.44	1.72	2.86	966.64	965.05	2.50
63.4	63.3A	966.37	966.40	44.67	- 0.1	0	82	482	1195	398	3.75	0.726	1.763	0.744	1.763	0.006	1.478	3.533	0.0000	0.000	0.000	5.972	13.244	- 0.1	6	0.6	0.88	15.98	0.367	0.828	0.9229	1.1178	0.81	0.98	0.42	0.69	2.51	4.16	965.02	964.78	1.55

Datos de Diseño:

Tasa de Crecimiento	=	3 %
Periodo Diseño	=	30 años
Factor de Infiltración	=	12000
Factor de conex. Ilícitas	=	
Coefficiente Escorrentía (C)	=	0
Ruoidad (n)	=	0.01 para PVC
Intensidad de lluvia	=	120 mm/hora
Habitantes por Vivienda	=	6 habitantes
Densidad	=	150 Unidades
Factor de Retorno	=	0.85
Materia de Alcantarilla	=	PVC
Porcentaje de infiltración	=	2.5

Figura 28. Croquis de identificación de muros para el análisis estructural

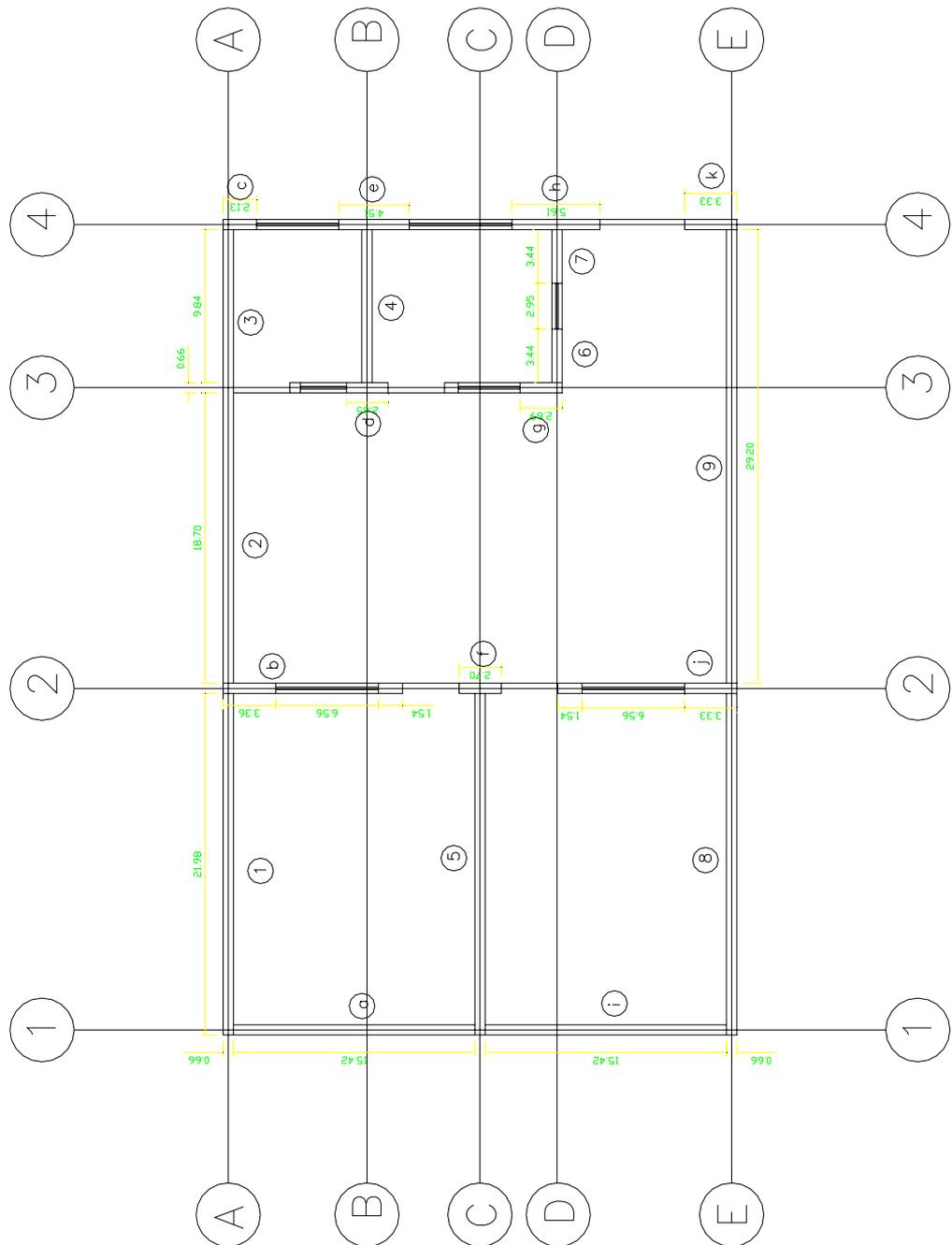
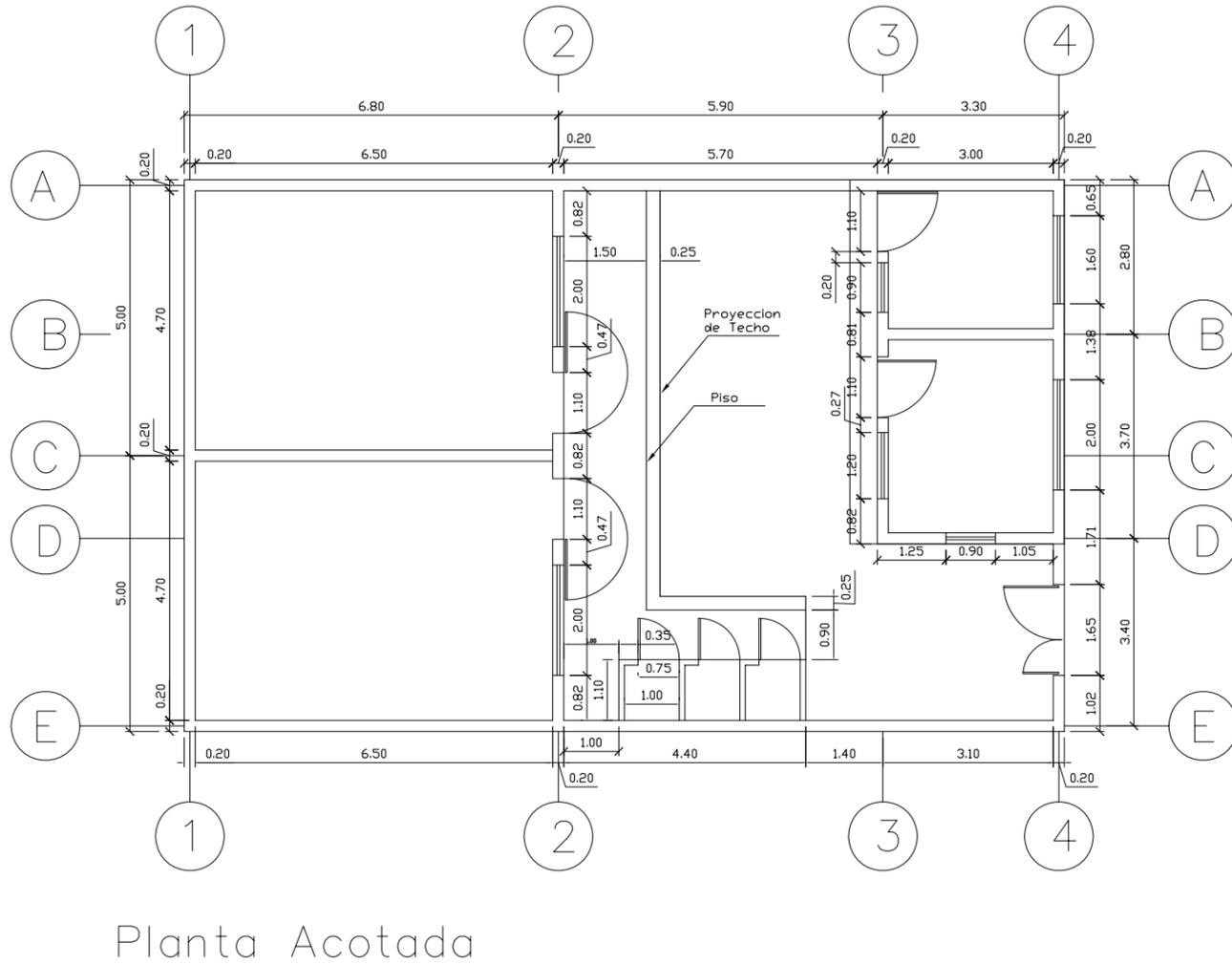
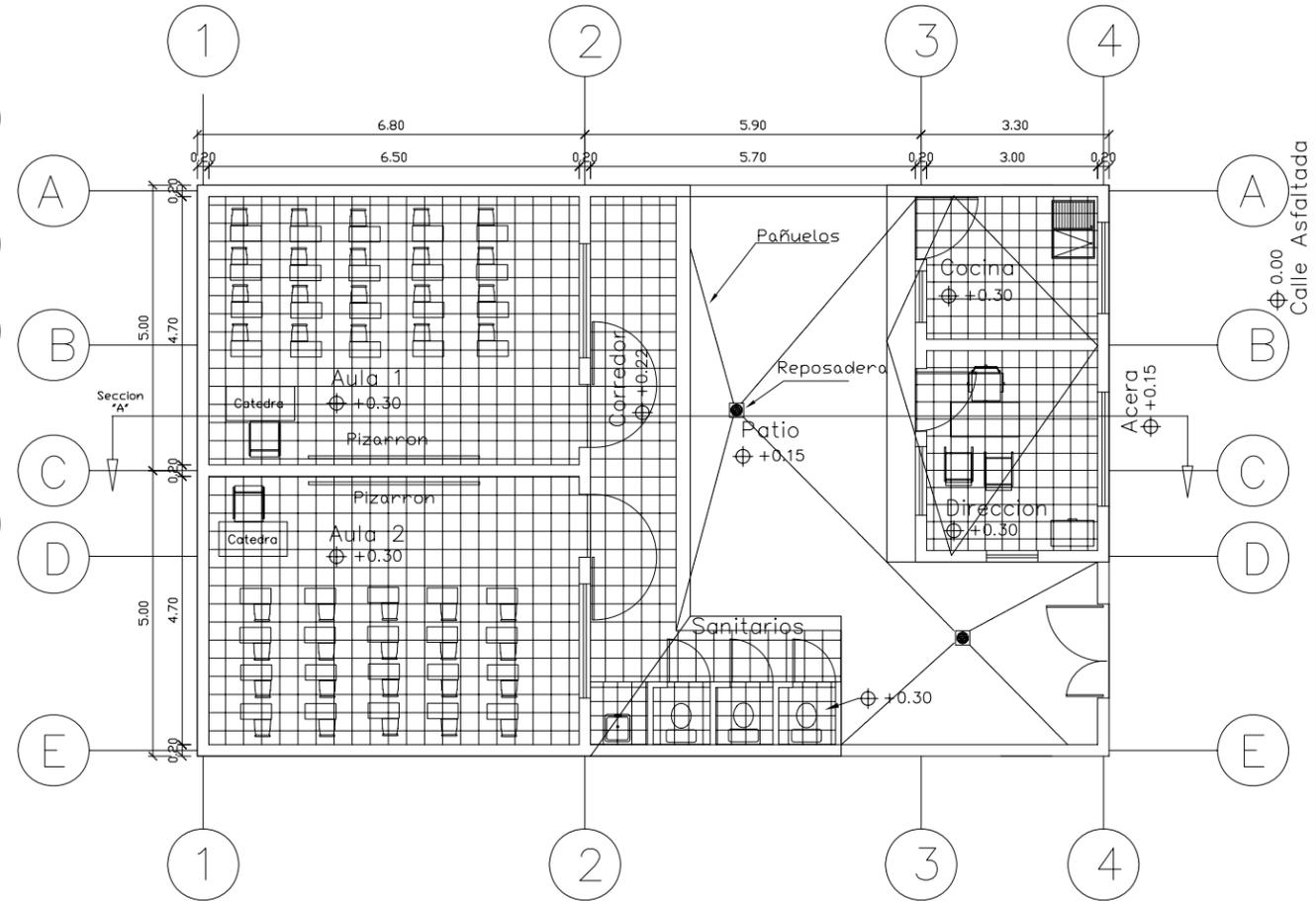


Figura 29. Planta acotada y planta amueblada



Planta Acotada

Escala 1:125

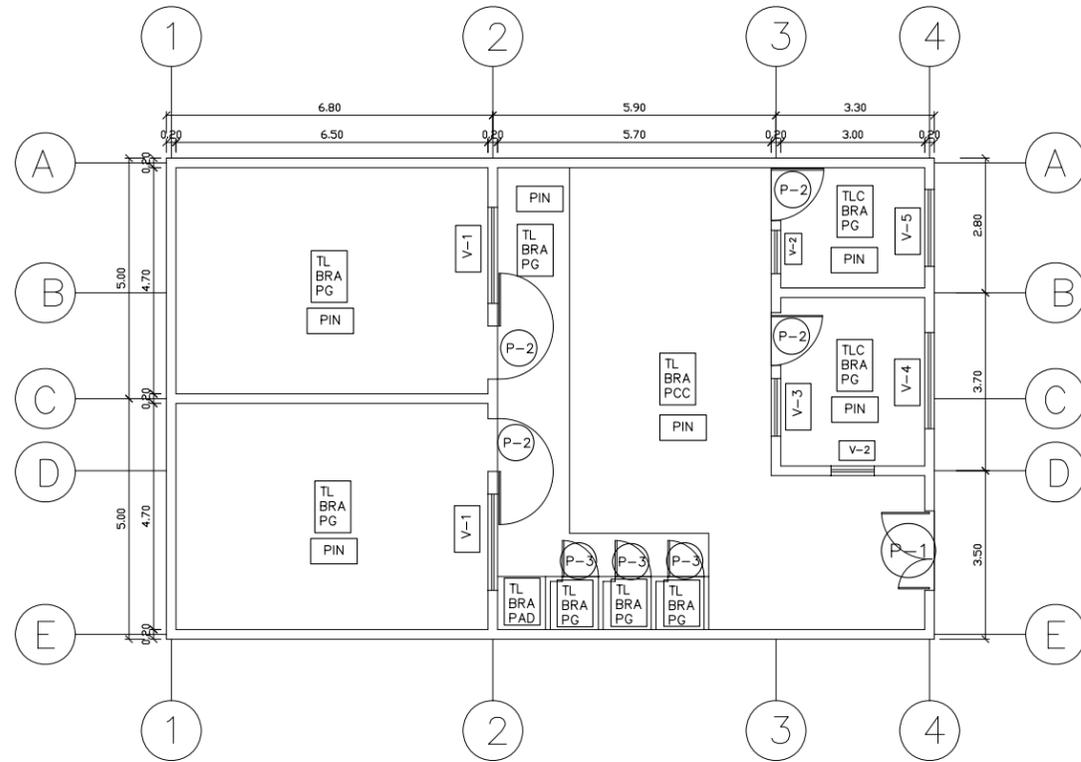


Planta Amueblada

Escala 1:125

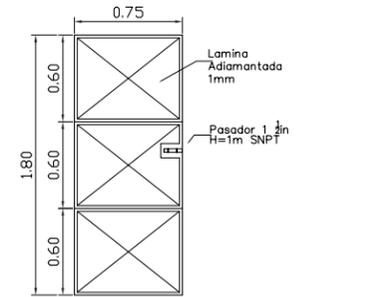
	DISEÑO + DESARROLLO: JORGE ALBERTO CARDONA PADILLA E.P.S. INGENIERIA CIVIL	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAC
	FECHA: OCTUBRE 2005	ESCALA: 1:150
PLANO DE: PLANTA ACOTADA Y PLANTA AMUEBLADA		
PROYECTO: ESCUELA PREPRIMARIA, CASCO URBANO		
LOCALIZACION: CASCO URBANO, SAN JUAN ERMITA CHIQUIMULA, GUATEMALA, C.A.		
REVISO:		

Figura 30. Planta de acabados



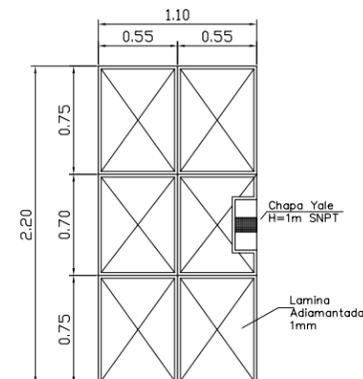
Planta de Acabados

Escala: 1/150



Puerta Tipo P-3

Escala: 1/50



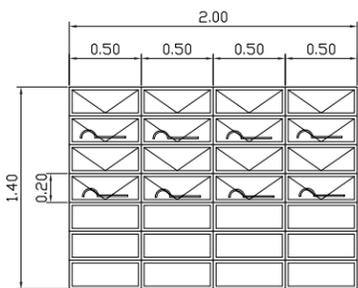
Puerta Tipo P-2

Escala: 1/50

NOMENCLATURA		
P-1	Tipo de Puerta	
V-1	Tipo de Ventana	
TL	Techo de Lamina	
BRA	Block+Repello+ Alisado	
TLC	Techo de losa de concreto	
PG	Piso de Granito de 0.30x0.30m	
PCC	Piso de Concreto Cernido	
PAD	Piso Anti-deslizante de 0.25x0.25m	
PIN	Pintura	
SNPT	Sobre el nivel de piso terminado	

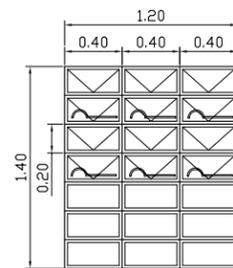
PLANTILLA DE VENTANAS						
TIPO	CANTIDAD	ANCHO (m)	ALTO (m)	SILLAR (m)	DINTEL (m)	OBSERVACIONES
V-1	2	2.00	1.40	0.80	2.20 npt	Los vidrios son de 5 mm
V-2	2	0.90	1.40	0.80	2.20 npt	Todas las ventanas serán de hierro
V-3	1	1.60	1.40	0.80	2.20 npt	Los vidrios se debén de pegar al marco de la ventana con masilla
V-4	1	2.00	1.20	1.00	2.20 npt	
V-5	1	1.60	1.20	1.00	2.20 npt	

PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	CANTIDAD	ANCHO (m)	ALTO (m)	OBSERVACIONES
P-1	1	1.65	2.20	Todas las puertas son metalicas con laminas de acero Cal. 24. Pintadas con dos manos de pintura Anticorrosiva gris y dos manos de pintura de aceite color azul.
P-2	4	1.10	2.20	
P-3	3	0.75	1.75	



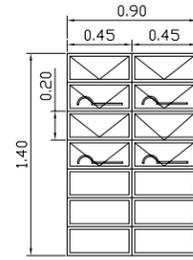
Ventana Tipo V-1

Escala: 1/50



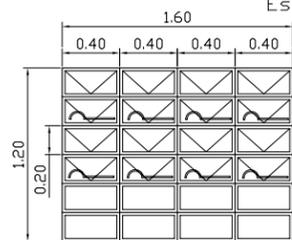
Ventana Tipo V-3

Escala: 1/50



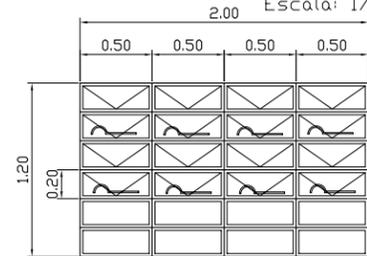
Ventana Tipo V-2

Escala: 1/50



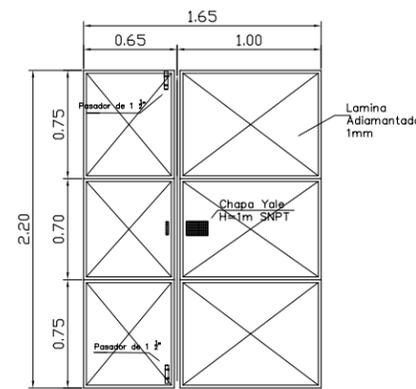
Ventana Tipo V-5

Escala: 1/50



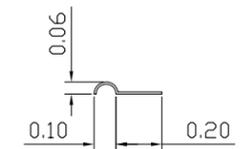
Ventana Tipo V-4

Escala: 1/50



Puerta Tipo P-1

Escala: 1/50

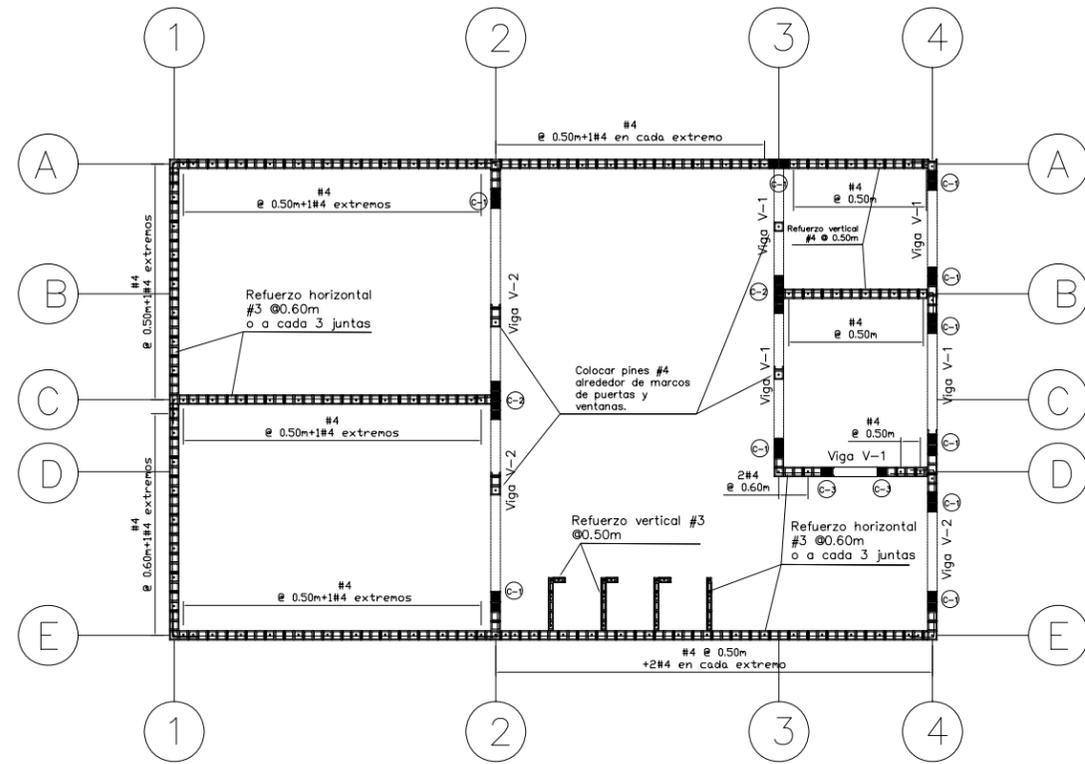


Detalle de pasador de ventana

Sin escala

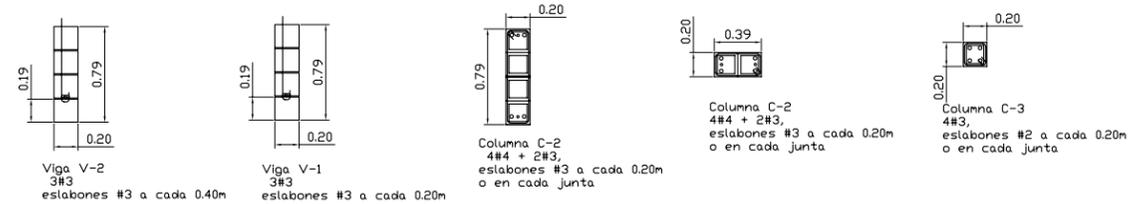
	DISEÑO + DESARROLLO: JORGE ALBERTO CARDONA PADILLA E.P.B. INGENIERIA CIVIL	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA UBC
	FECHA: OCTUBRE 2005	ESCALA: Variable
PLANO DE: PLANTA DE ACABADOS		
PROYECTO: ESCUELA PREPRIMARIA, CASCO URBANO		
LOCALIZACION: CASCO URBANO, SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA, GUATEMALA, C.A.		
REVISO:		

Figura 31. Planta de estructura y cimentación



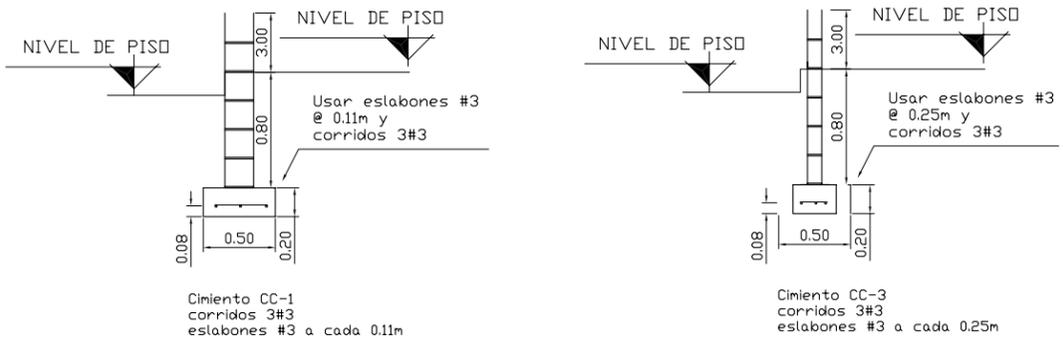
Planta de Estructura

Escala 1:150



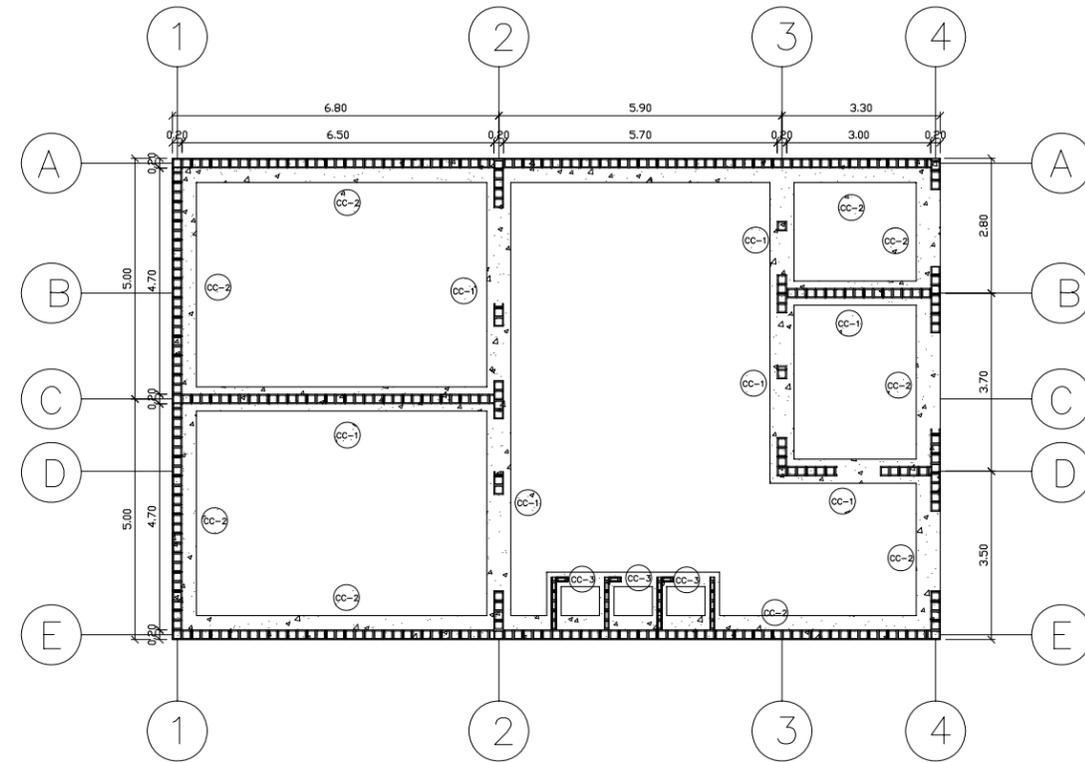
Detalles Estructurales

Escala: Sin escala



Escala: 1:50

Escala: 1:50

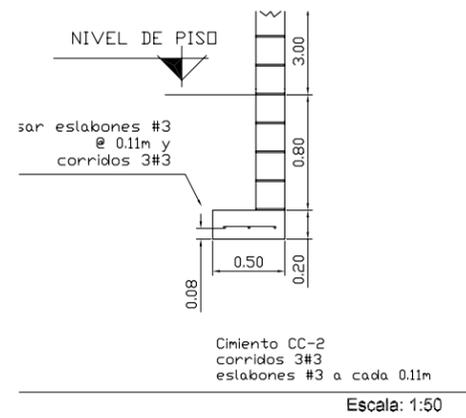


Planta de Cimentación

Escala 1:150

NOTAS:

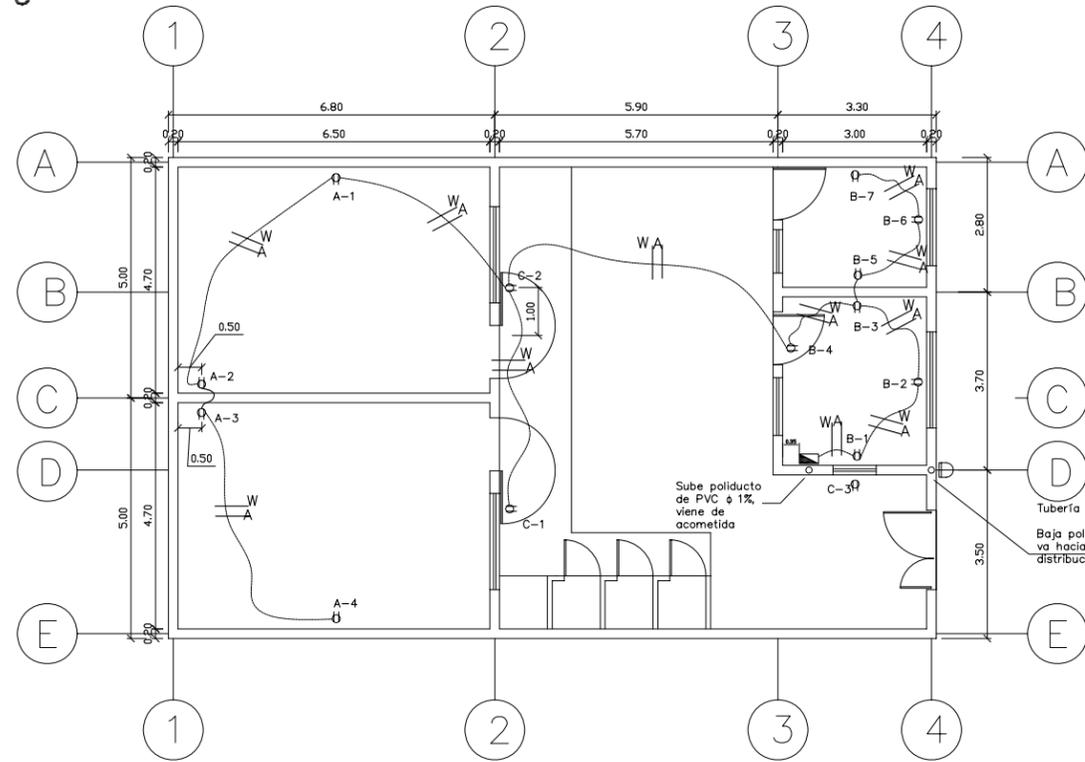
- Todas las intersecciones de muros deben de estar unidos con conexiones, a 90°, con una longitud de 48 veces el diámetro de la varilla o 0.50m como mínimo.
- La dirección de los ganchos de las conexiones se deben de alternar.
- El concreto debe ser de una resistencia de $f'c = 3000$ psi, con proporción 1:2:2 (1 saco de cemento + 2 cubetas de arena + 2 cubetas de piedrin).
- El acero debe de ser de una resistencia de $f_y = 40000$ psi.
- Las unidades de mampostería son de concreto con una resistencia de 35 kgf/cm².
- La lechada debe de colocarse en todos los agujeros de mampostería de la estructura, con una resistencia mínima de 2800 psi, siendo una proporción de 1:3:2 (1 saco de cemento + 3 cubetas de arena + 2 cubetas de piedrin de $\frac{3}{8}$).
- Las cubetas deben de ser de 5 galones



Escala: 1:50

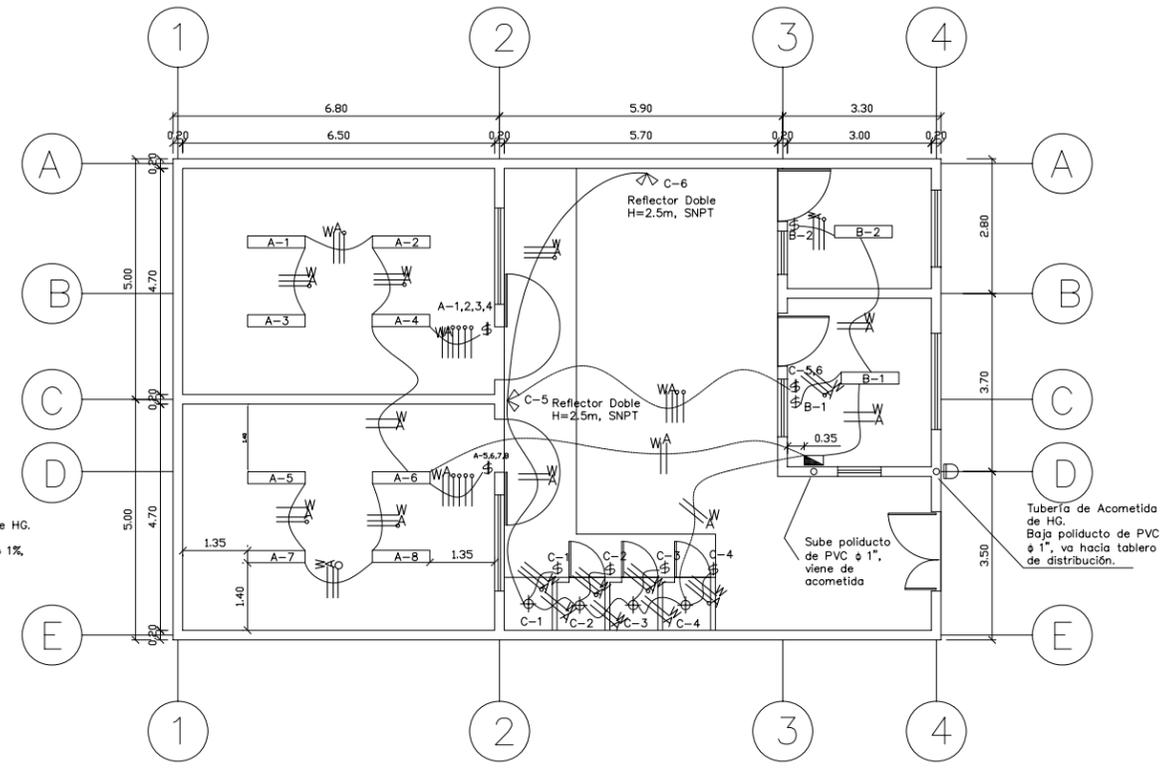
	DISEÑO + DESARROLLO: JORGE ALBERTO CARDONA PADILLA E.P.S. INGENIERIA CIVIL	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA U.S.A.C.
	FECHA: OCTUBRE 2005	ESCALA: Variable
PLANO DE: PLANTA DE ESTRUCTURA Y CIMENTACION		
PROYECTO: ESCUELA PREPRIMARIA, CASCO URBANO		
LOCALIZACION: CASCO URBANO, SAN JUAN ERMITA CHIQUIMULA, GUATEMALA, C.A.		
REVISO:		

Figura 32. Planta de instalaciones eléctricas



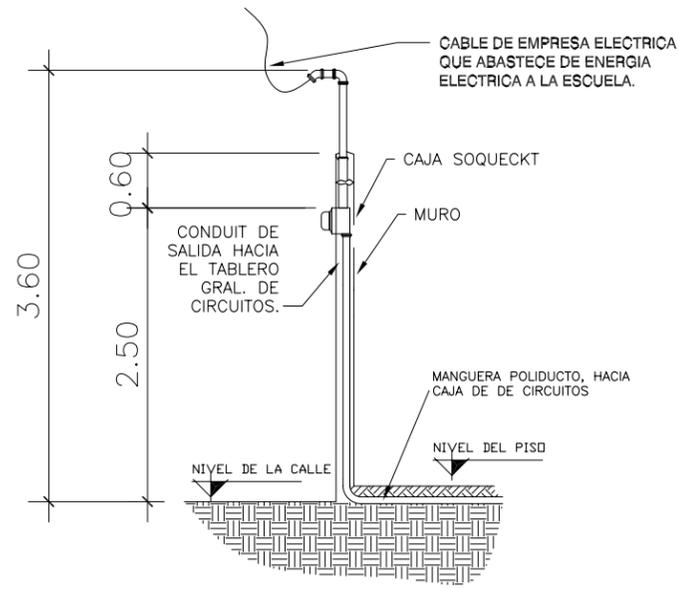
Planta de Instalaciones Electricas (Fuerza)

Escala: 1/150



Planta de Instalaciones Electricas (Iluminación)

Escala: 1/150



DETALLE DE ACOMETIDA ELECTRICA

SIN ESCALA

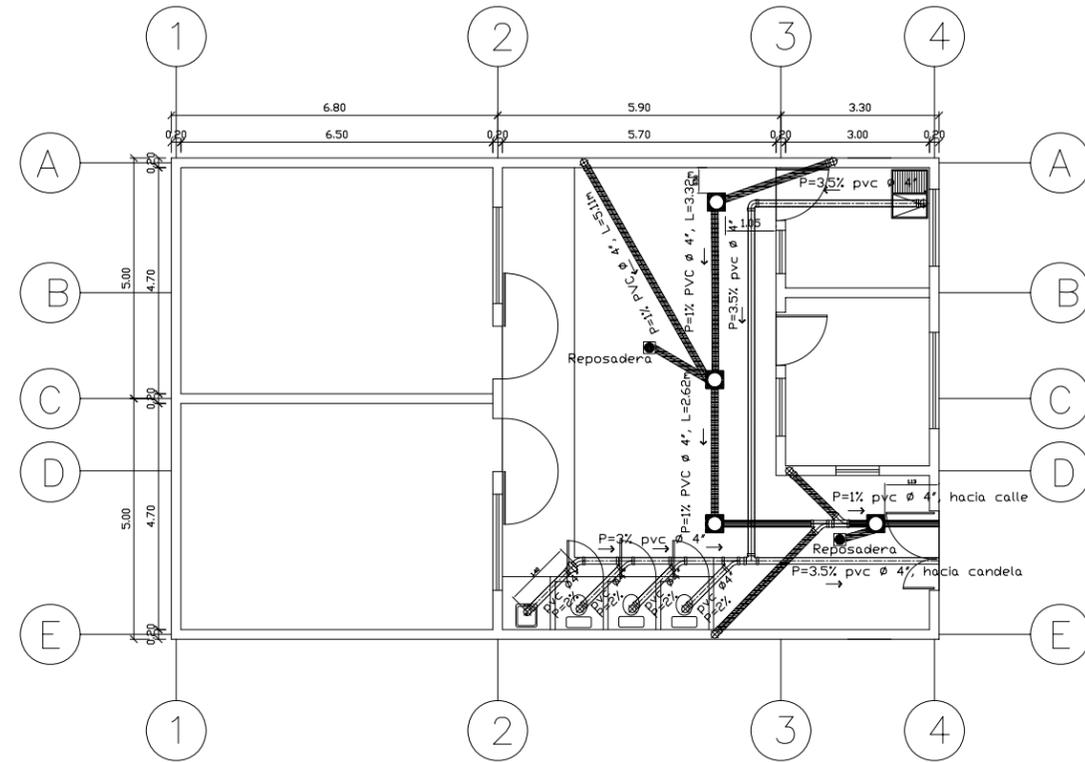
NOMENCLATURA	
Ω	Tomacorriente doble de 110 Voltios. En caja de 4"x2", H=0.40m SNPT
	Tablero de Distribución de 15 amperios, para circuitos A, B y C. H=1.70m SNPT
	Tubería de Poliducto subterráneo de 3/4"
	Conducto Neutral
	Conducto Activo
	Conducto de Retorno
$\$$	Interruptor Simple, marca Bticino, 120V. 15AMP. EN CAJA 4"x2", ALTURA DE 1.20 Mts. PARTE BAJA.
$\$$	Interruptor Doble marca Bticino, 120V. 15AMP. EN CAJA 4"x2", ALTURA DE 1.20 Mts. PARTE BAJA.
	Reflector Doble, H=2.50, SNPT.
	Lampara Fluorescente de dos tubos de 40 watts.
ϕ	Iluminación en cielo, tipo plafonero de 75 watts, con caja octogonal de 4".

NOTAS:

- Los tomacorrientes en la cocina iran a 1.30m SNPT.
- Toda la tubería de fuerza sera de poliducto de 1/2".
- El calibre de los conductores sera THW #12, y AWG si se indica lo contrario.
- Los tomacorrientes seran marca BTICINO con placa de metal y los C-8, C-13, con tapadera para exteriores.
- NO colocar cajas de PVC para tomacorrientes e interruptores.
- Para el alambrado utilizar:
Positivo = Rojo
Negativo = Negro
Retorno = Blanco
- El contador eléctrico de KWH a utilizar sera el ya existente siempre que este en buenas condiciones.
- La tubería de acometida sera de HG 1 1/2"
Long. = 0.60m
+ codo 1 1/2" a 90°
+ codo 1 1/2" a 45°
- La tubería de iluminación sera rigida tipo ducto de 1/2".
- Toda la tubería y accesorios se debera colocar en su sitio antes de fundir los muros para evitar romperlos posteriormente,

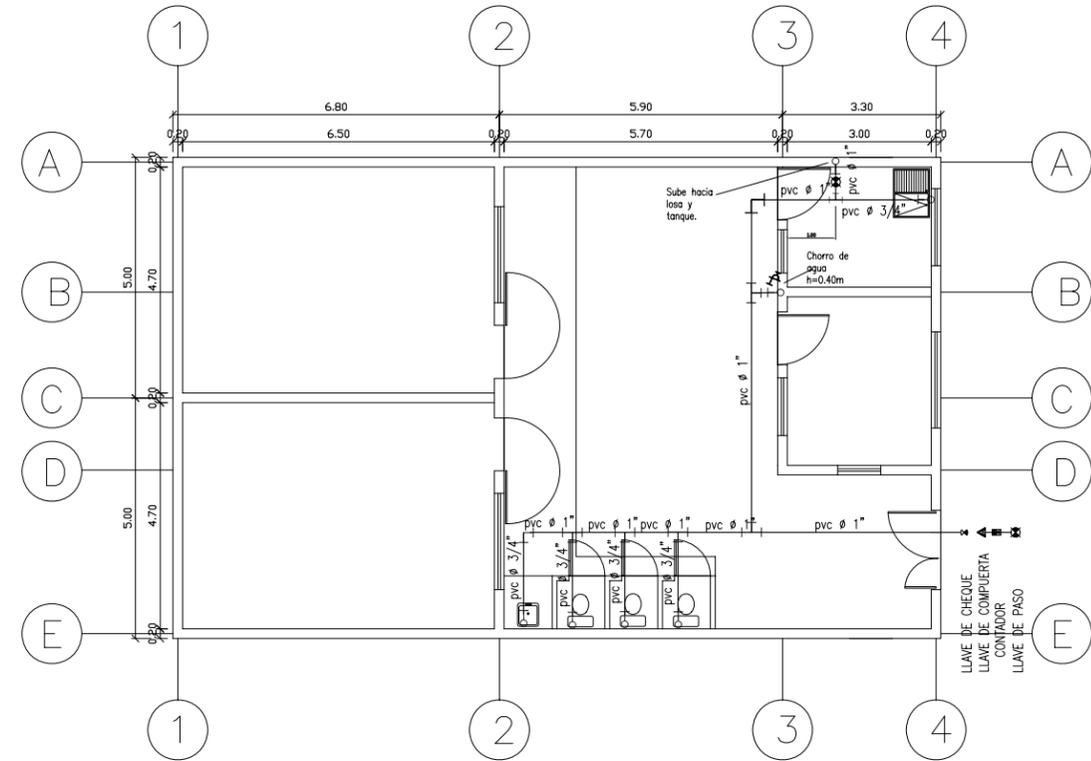
	DISEÑO + DESARROLLO: JORGE ALBERTO CARDONA PADILLA E.P.B. INGENIERIA CIVIL	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAC
	FECHA: OCTUBRE 2005	ESCALA: Variable
PLANO DE: PLANTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS		
PROYECTO: ESCUELA PREPRIMARIA, CASCO URBANO		
LOCALIZACION: CASCO URBANO, SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA, GUATEMALA, G.A.		
REVISO:		

Figura 33. Planta de drenajes y agua potable



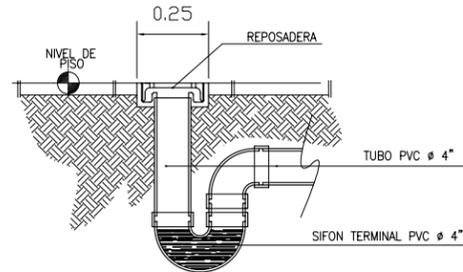
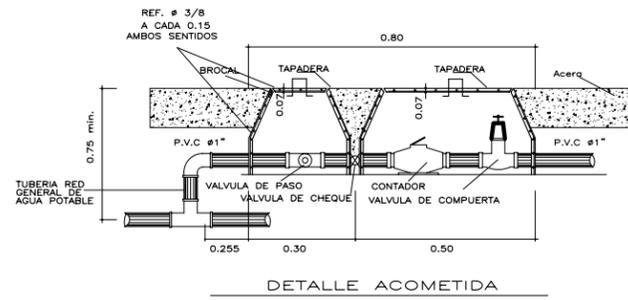
Planta Drenajes

Escala: 1/150



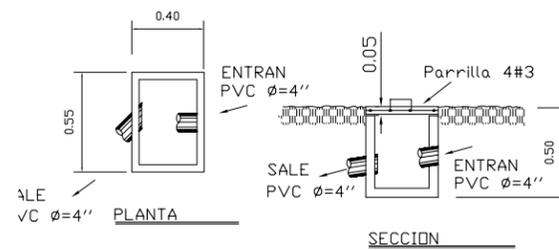
Planta Agua Potable

Escala: 1/150



DETALLE DE REPOSADERA

Escala: 1/25



DETALLE DE CAJA DE REGISTRO

Escala: 1/25

NOTA:

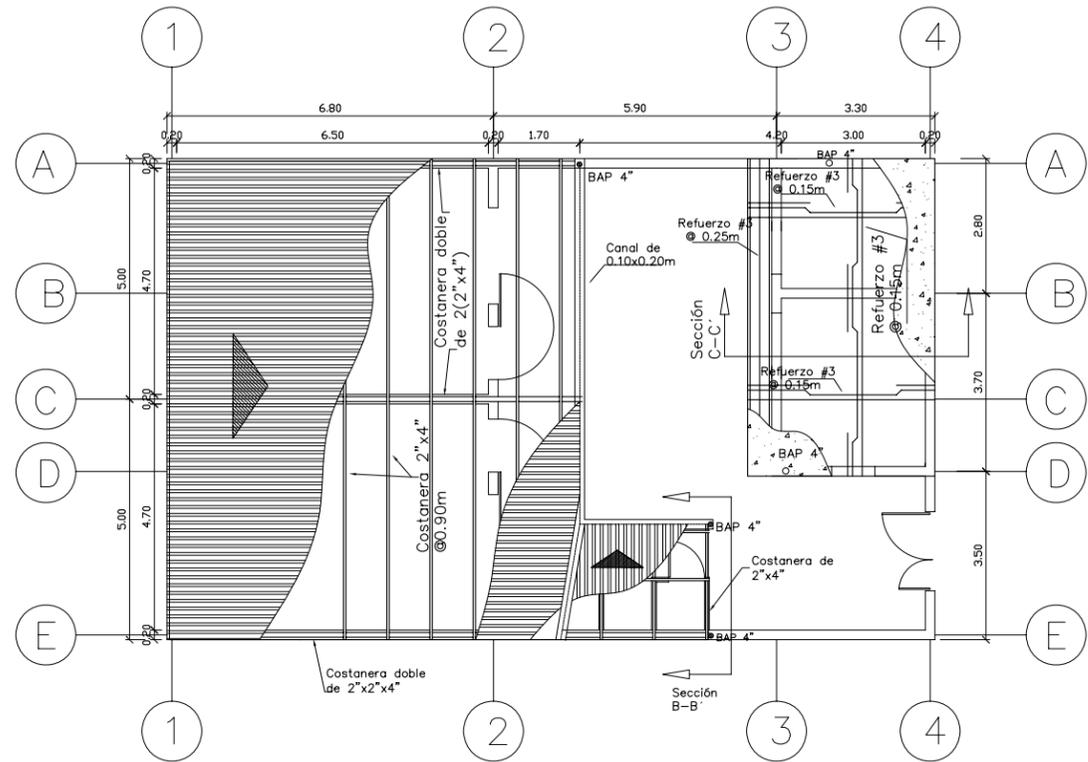
Sobre el área destinada para dirección y cocina se debe de colocar un tanque de almacenamiento de agua Rotoplas de 750 lt, el cual debe de ser instalado con todos sus accesorios.

SIMBOLOGIA DE DRENAJE	
	TUBERIA P.V.C. 125 PSI. PARA DRENAJE SANITARIO
	TUBERIA P.V.C. 125 PSI. PARA DRENAJE PLUVIAL
	CODO P.V.C. A 90° EN POSICION VERTICAL
	CODO P.V.C. A 90° EN POSICION HORIZONTAL
	CODO P.V.C. A 45° EN POSICION HORIZONTAL
	REDUCTOR P.V.C.
	TEE SANITARIA P.V.C. EN POSICION VERTICAL
	TEE SANITARIA P.V.C. EN POSICION HORIZONTAL
	YEE SIMPLE P.V.C. EN POSICION HORIZONTAL
	SIFON TERMINAL P.V.C.
	REPOSADERA
	CAJA DE REGISTRO
	GUIA DE PÁRUELOS

SIMBOLOGIA DE AGUA	
	TUBERIA P.V.C. 250 PSI. PARA AGUA POTABLE (FRIA)
	CODO P.V.C. A 90° EN POSICION VERTICAL
	CODO P.V.C. A 90° EN POSICION HORIZONTAL
	CODO P.V.C. A 45° EN POSICION HORIZONTAL
	TEE P.V.C. EN POSICION HORIZONTAL
	CONTADOR
	LLAVE DE PASO
	LLAVE DE CHEQUE
	LLAVE DE COMPUERTA
	GRIFO DE 1/2"

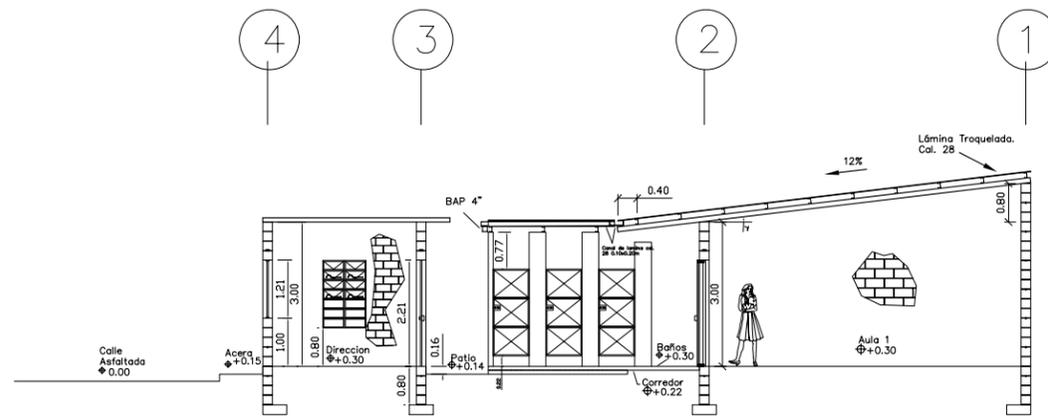
	DISEÑO + DESARROLLO: JORGE ALBERTO CARDONA PADILLA E.P.S. INGENIERIA CIVIL	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA U.S.A.C.
	FECHA: OCTUBRE 2009	ESCALA: Variable
PLANO DE: AGUA DRENAJES Y AGUA POTABLE		
PROYECTO: ESCUELA PREPRIMARIA, CASCO URBANO		
LOCALIZACION: CASCO URBANO, SAN JUAN ERMITA CHIQUIMULA, GUATEMALA, C.A.		
REVISO:		

Figura 34. Planta de techos



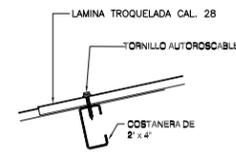
Planta de Techo

Escala 1 : 150



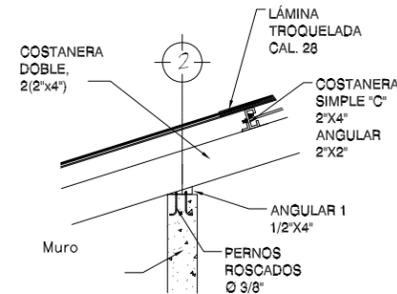
Sección A-A'

Escala 1:50



DETALLE DE SUJECION DE LÁMINA A COSTANERA

Escala: Sin Escala

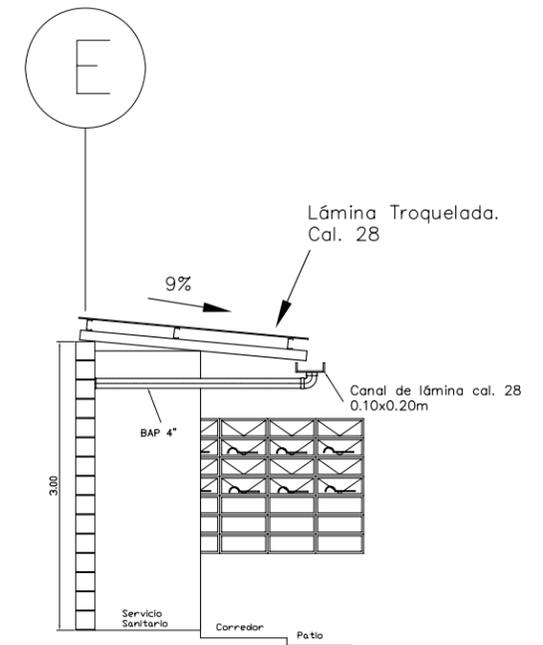


DETALLE DE UNION TIJERA / MURO

Escala: Sin Escala

NOTAS:

- Todas las intersecciones de muros deben de estar unidos con conexiones, a 90°, con una longitud de 48 veces el diametro de la varilla o 0.50m como mínimo.
- La dirección de los ganchos de las conexiones se deben de alternar.
- El concreto debe ser de una resistencia de $f'c = 3000$ psi. con proporción 1:2:2 (1 saco de cemento + 2 cubetas de arena + 2 cubetas de piedrin).
- El acero debe de ser de una resistencia de $f_y = 40000$ psi.
- Las unidades de mampostería son de concreto con una resistencia de 35 kgf/cm².
- La lechada debe de colocarse en todos los agujeros de mampostería de la estructura, con una resistencia minima de 2800 psi, siendo una proporción de 1:3:2 (1 saco de cemento + 3 cubetas de arena + 2 cubetas de piedrin de $\frac{3}{8}$).
- Las cubetas deben de ser de 5 galones



Sección B-B'

Escala 1:50

	DISEÑO + DESARROLLO: JORGE ALBERTO CARDONA PADILLA E.P.S. INGENIERIA CIVIL	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA U.S.A.C.
	FECHA: OCTUBRE 2005	ESCALA: 1:150
PLANO DE: PLANTA DE TECHOS		
PROYECTO: ESCUELA PREPRIMARIA, CASCO URBANO		
LOCALIZACION: CASCO URBANO, SAN JUAN ERMITA CHIQUIMULA, GUATEMALA, C.A.		
REVISO:		

ANEXOS

- 1 Tabla de coeficientes de flexión basados en valores de $n\rho$
- 2 Tabla de coeficientes de flexión basados en valores de $n\rho$

Figura 35. Tabla de coeficientes de flexión basados en valores de np

Flexural Coefficients Based on np Values

$$n = \frac{E_s}{E_m}$$

$$2/jk = \frac{bd^2 f_s}{M}$$

$$M_m = \frac{f_s j k b d^3}{2} = f_s b d^3 \left(\frac{1}{2/jk} \right)$$

$$p = \frac{A_s}{bd}$$

$$npj = \frac{nM}{bd^2 f_s}$$

$$k = \sqrt{2np + (np)^2} - np$$

$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

$$f_s = \frac{M}{bd^2} \left(\frac{2}{jk} \right)$$

$$f_s = \frac{M}{bd^2} \left(\frac{1}{pj} \right)$$

$$M_m = f_s p j b d^3$$

np	2/jk	j	k	npj	np	2/jk	j	k	npj
0.001	46.409	0.985	0.044	0.0010	0.051	8.075	0.909	0.272	0.0464
0.002	33.319	0.980	0.061	0.0020	0.052	8.016	0.908	0.275	0.0472
0.003	27.523	0.975	0.075	0.0030	0.053	7.958	0.908	0.277	0.0481
0.004	24.069	0.971	0.086	0.0040	0.054	7.902	0.907	0.279	0.0490
0.005	21.713	0.968	0.095	0.0050	0.055	7.848	0.906	0.281	0.0498
0.006	19.975	0.965	0.104	0.0060	0.056	7.795	0.906	0.283	0.0507
0.007	18.625	0.963	0.112	0.0070	0.057	7.744	0.905	0.285	0.0516
0.008	17.537	0.960	0.119	0.0080	0.058	7.694	0.904	0.287	0.0524
0.009	16.636	0.958	0.125	0.0090	0.059	7.645	0.903	0.290	0.0533
0.010	15.875	0.956	0.132	0.0100	0.060	7.598	0.903	0.292	0.0542
0.011	15.220	0.954	0.138	0.0105	0.061	7.552	0.902	0.294	0.0550
0.012	14.649	0.952	0.143	0.0114	0.062	7.507	0.901	0.296	0.0559
0.013	14.145	0.950	0.149	0.0124	0.063	7.462	0.901	0.298	0.0568
0.014	13.697	0.949	0.154	0.0133	0.064	7.419	0.900	0.299	0.0576
0.015	13.294	0.947	0.159	0.0142	0.065	7.378	0.900	0.301	0.0585
0.016	12.930	0.945	0.164	0.0151	0.066	7.337	0.899	0.303	0.0593
0.017	12.599	0.944	0.168	0.0160	0.067	7.296	0.898	0.305	0.0602
0.018	12.296	0.942	0.173	0.0170	0.068	7.257	0.898	0.307	0.0610
0.019	12.017	0.941	0.177	0.0179	0.069	7.219	0.897	0.309	0.0619
0.020	11.759	0.940	0.181	0.0188	0.070	7.182	0.896	0.311	0.0628
0.021	11.521	0.938	0.185	0.0197	0.071	7.145	0.896	0.312	0.0636
0.022	11.298	0.937	0.189	0.0206	0.072	7.109	0.895	0.314	0.0645
0.023	11.091	0.936	0.193	0.0215	0.073	7.074	0.895	0.316	0.0653
0.024	10.897	0.935	0.196	0.0224	0.074	7.040	0.894	0.318	0.0662
0.025	10.714	0.933	0.200	0.0233	0.075	7.006	0.894	0.319	0.0670
0.026	10.543	0.932	0.204	0.0242	0.076	6.973	0.893	0.321	0.0679
0.027	10.381	0.931	0.207	0.0251	0.077	6.941	0.892	0.323	0.0687
0.028	10.227	0.930	0.210	0.0260	0.078	6.909	0.892	0.325	0.0696
0.029	10.082	0.929	0.214	0.0269	0.079	6.878	0.891	0.326	0.0704
0.030	9.945	0.928	0.217	0.0278	0.080	6.848	0.891	0.328	0.0713
0.031	9.814	0.927	0.220	0.0287	0.081	6.818	0.890	0.330	0.0721
0.032	9.699	0.926	0.223	0.0296	0.082	6.788	0.890	0.331	0.0729
0.033	9.570	0.925	0.226	0.0305	0.083	6.759	0.889	0.333	0.0738
0.034	9.456	0.924	0.229	0.0314	0.084	6.731	0.889	0.334	0.0746
0.035	9.348	0.923	0.232	0.0323	0.085	6.703	0.888	0.336	0.0755
0.036	9.244	0.922	0.235	0.0332	0.086	6.676	0.887	0.338	0.0763
0.037	9.144	0.921	0.238	0.0341	0.087	6.649	0.887	0.339	0.0772
0.038	9.048	0.920	0.240	0.0350	0.088	6.623	0.886	0.341	0.0780
0.039	8.956	0.919	0.243	0.0359	0.089	6.597	0.886	0.342	0.0788
0.040	8.868	0.918	0.246	0.0367	0.090	6.572	0.885	0.344	0.0797
0.041	8.782	0.917	0.248	0.0376	0.091	6.547	0.885	0.345	0.0805
0.042	8.700	0.916	0.251	0.0385	0.092	6.522	0.884	0.347	0.0814
0.043	8.621	0.915	0.253	0.0394	0.093	6.498	0.884	0.348	0.0822
0.044	8.545	0.915	0.256	0.0402	0.094	6.474	0.883	0.350	0.0830
0.045	8.471	0.914	0.258	0.0411	0.095	6.451	0.883	0.351	0.0839
0.046	8.399	0.913	0.261	0.0420	0.096	6.428	0.882	0.353	0.0847
0.047	8.330	0.912	0.263	0.0429	0.097	6.405	0.882	0.354	0.0856
0.048	8.263	0.911	0.266	0.0438	0.098	6.383	0.882	0.355	0.0864
0.049	8.199	0.911	0.268	0.0443	0.099	6.361	0.881	0.357	0.0872
0.050	8.136	0.910	0.270	0.0455	0.100	6.340	0.881	0.358	0.0881

Fuente: Reinforced Masonry Engineering Handbook

Figura 36. Tabla de coeficientes de flexión basados en valores de np

Flexural Coefficients Based on np Values

$$n = \frac{E_s}{E_m}$$

$$2/jk = \frac{bd^2 f_s}{M}$$

$$M_m = \frac{f_s j k b d^2}{2} = f_s b d^2 \left(\frac{1}{2/jk} \right)$$

$$p = \frac{A_s}{bd}$$

$$npj = \frac{nM}{bd^2 f_s}$$

$$k = \sqrt{2np + (np)^2} - np$$

$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

$$f_s = \frac{M}{bd^2} \left(\frac{2}{jk} \right)$$

$$f_s = \frac{M}{bd^2} \left(\frac{1}{pj} \right)$$

$$M_s = f_s p j b d^2$$

np	2/jk	j	k	npj	np	2/jk	j	k	npj
0.101	6.318	0.880	0.360	0.0889	0.162	5.431	0.857	0.430	0.1388
0.102	6.297	0.880	0.361	0.0897	0.164	5.411	0.856	0.432	0.1404
0.103	6.277	0.879	0.362	0.0906	0.166	5.392	0.855	0.434	0.1420
0.104	6.257	0.879	0.364	0.0914	0.168	5.372	0.855	0.436	0.1436
0.105	6.237	0.878	0.365	0.0922	0.170	5.353	0.854	0.437	0.1452
0.106	6.217	0.878	0.366	0.0931	0.172	5.335	0.854	0.439	0.1468
0.107	6.197	0.877	0.368	0.0939	0.174	5.316	0.853	0.441	0.1484
0.108	6.178	0.877	0.369	0.0947	0.176	5.298	0.852	0.443	0.1500
0.109	6.159	0.877	0.370	0.0955	0.178	5.281	0.852	0.445	0.1516
0.110	6.141	0.876	0.372	0.0964	0.180	5.263	0.851	0.446	0.1532
0.111	6.122	0.876	0.373	0.0972	0.182	5.246	0.851	0.448	0.1548
0.112	6.104	0.875	0.374	0.0980	0.184	5.230	0.850	0.450	0.1564
0.113	6.085	0.875	0.376	0.0989	0.186	5.213	0.849	0.452	0.1580
0.114	6.069	0.874	0.377	0.0997	0.188	5.197	0.849	0.453	0.1596
0.115	6.051	0.874	0.378	0.1005	0.190	5.181	0.848	0.455	0.1612
0.116	6.034	0.874	0.379	0.1013	0.192	5.165	0.848	0.457	0.1628
0.117	6.017	0.873	0.391	0.1022	0.194	5.150	0.847	0.458	0.1644
0.118	6.001	0.873	0.382	0.1030	0.196	5.135	0.847	0.460	0.1659
0.119	5.984	0.872	0.383	0.1038	0.198	5.120	0.846	0.462	0.1675
0.120	5.968	0.872	0.384	0.1046	0.200	5.105	0.846	0.463	0.1691
0.121	5.952	0.871	0.386	0.1054	0.202	5.091	0.845	0.465	0.1707
0.122	5.936	0.871	0.387	0.1063	0.204	5.076	0.844	0.467	0.1723
0.123	5.920	0.871	0.388	0.1071	0.206	5.062	0.844	0.468	0.1739
0.124	5.905	0.870	0.389	0.1079	0.208	5.049	0.843	0.470	0.1754
0.125	5.890	0.870	0.390	0.1087	0.210	5.035	0.843	0.471	0.1770
0.126	5.874	0.869	0.392	0.1096	0.212	5.022	0.842	0.473	0.1786
0.127	5.860	0.869	0.393	0.1104	0.214	5.008	0.842	0.474	0.1802
0.128	5.845	0.869	0.394	0.1112	0.216	4.995	0.841	0.476	0.1817
0.129	5.830	0.868	0.395	0.1120	0.218	4.983	0.841	0.477	0.1833
0.130	5.816	0.868	0.396	0.1128	0.220	4.970	0.840	0.479	0.1849
0.131	5.802	0.868	0.397	0.1136	0.222	4.957	0.840	0.480	0.1865
0.132	5.788	0.867	0.398	0.1145	0.224	4.945	0.839	0.482	0.1880
0.133	5.774	0.867	0.400	0.1153	0.226	4.933	0.839	0.483	0.1896
0.134	5.760	0.866	0.401	0.1161	0.228	4.921	0.838	0.485	0.1912
0.135	5.747	0.866	0.402	0.1169	0.230	4.909	0.838	0.486	0.1927
0.136	5.733	0.866	0.403	0.1177	0.232	4.898	0.837	0.488	0.1943
0.137	5.720	0.865	0.404	0.1185	0.234	4.886	0.837	0.489	0.1959
0.138	5.707	0.865	0.405	0.1194	0.236	4.875	0.837	0.490	0.1974
0.139	5.694	0.865	0.406	0.1202	0.238	4.864	0.836	0.492	0.1990
0.140	5.681	0.864	0.407	0.1210	0.240	4.853	0.836	0.493	0.2005
0.142	5.656	0.863	0.410	0.1226	0.242	4.842	0.835	0.495	0.2021
0.144	5.631	0.863	0.412	0.1242	0.244	4.831	0.835	0.496	0.2037
0.146	5.607	0.862	0.414	0.1259	0.246	4.821	0.834	0.497	0.2052
0.148	5.584	0.861	0.416	0.1275	0.248	4.810	0.834	0.499	0.2068
0.150	5.560	0.861	0.418	0.1291	0.250	4.800	0.833	0.500	0.2083
0.152	5.538	0.860	0.420	0.1307	0.252	4.790	0.833	0.501	0.2099
0.154	5.516	0.859	0.422	0.1323	0.254	4.780	0.832	0.503	0.2114
0.156	5.494	0.859	0.424	0.1340	0.256	4.770	0.832	0.504	0.2130
0.158	5.473	0.858	0.426	0.1356	0.258	4.760	0.832	0.505	0.2145
0.160	5.452	0.857	0.428	0.1372	0.260	4.750	0.831	0.507	0.2161

Fuente: Reinforced Masonry Engineering Handbook