



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

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES
Y ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL SECTOR
MONTERREY MÉNDEZ, EL TEJAR, CHIMALTENANGO**

Esvin Rafael Avila Pernillo

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, octubre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES
Y ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL SECTOR
MONTERREY MÉNDEZ, EL TEJAR, CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ESVIN RAFAEL AVILA PERNILLO

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

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

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En 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 Y PLANIFICACIÓN DEL SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES Y ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL SECTOR MONTERREY MÉNDEZ, EL TEJAR, CHIMALTENANGO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 23 de enero de 2012.



Esvin Rafael Avila Pernillo



Guatemala, 11 de julio de 2012
Ref.EPS.DOC.886.07.12

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Esvin Rafael Avila Pernillo** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200819002**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES Y ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL SECTOR MONTERREY MÉNDEZ, EL TEJAR, CHIMALTENANGO"**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



c.c. Archivo
MAAO/ra



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



Guatemala,
23 de julio de 2012

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

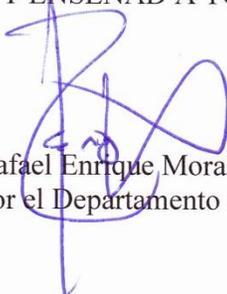
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES Y ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL SECTOR MONTERREY MÉNDEZ, EL TEJAR, CHIMALTENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Esvin Rafael Avila Pernillo, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



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



Guatemala,
24 de agosto de 2012

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES Y ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL SECTOR MONTERREY MÉNDEZ, EL TEJAR, CHIMALTENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Esvin Rafael Avila Pernillo quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



Guatemala, 28 de agosto de 2012
Ref.EPS.D.706.08.12

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

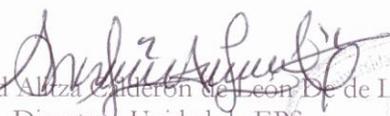
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES Y ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL SECTOR MONTERREY MÉNDEZ, EL TEJAR, CHIMALTENANGO"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Esvin Rafael Avila Pernillo**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Sigrid Aliza Calderón de León
Directora Unidad de EPS



SACdL/ra



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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Sigrid Alitza Calderón de León De de León, al trabajo de graduación del estudiante Esvin Rafael Avila Pernillo, titulado **DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES Y ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL SECTOR MONTERREY MÉNDEZ, EL TEJAR, CHIMALTENANGO**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

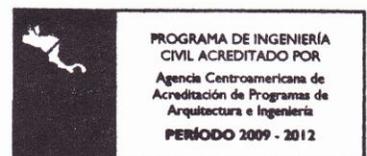

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco


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

Guatemala, septiembre 2012

/bbdeb.

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





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES Y ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL SECTOR MONTERREY MÉNDEZ, EL TEJAR, CHIMALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario **Esvin Rafael Avila Pernillo**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 2 de octubre de 2012

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres

Andres Abelino Avila Simaj y Vitalina Pernillo Polanco, por su gran amor, esfuerzo y ejemplo que han marcado mi vida; gracias por ayudarme a alcanzar esta meta.

Mis hermanos

Brenda, Magda, Melvin, Claudia y Madelin (q.e.p.d.), que este logro sea inspiración y ejemplo para triunfos es su vida.

Mi familia

Con mucho cariño y respeto, por haberme ayudado para alcanzar este logro.

Mis amigos

A todos en general, que Dios los bendiga.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por todas sus bendiciones y por ser mi fortaleza en los momentos difíciles.
- Mis padres** Mis palabras no serán suficientes para expresar mi amor y agradecimiento por todo lo que me han dado en la vida.
- Ing. Manuel Arrivillaga** Por su asesoría y ayuda desinteresada en la elaboración de este proyecto.
- Mis amigos** A cada uno por nombre, por su apreciable ayuda y apoyo incondicional en los momentos de tristeza y de felicidad.

1.2.1.	Descripción de las necesidades	9
1.2.2.	Priorización de las necesidades	10
2.	DISEÑO DEL SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES.....	11
2.1.	Descripción del proyecto	11
2.1.1.	Espacio disponible	11
2.1.1.1.	Localización del terreno	11
2.1.1.2.	Topografía del terreno.....	12
2.1.2.	Normas para el diseño de edificios	12
2.1.2.1.	Criterios generales	12
2.1.2.1.1.	Criterios de conjunto	12
2.1.2.1.2.	Criterios de iluminación.	13
2.1.2.2.	Otros criterios	14
2.1.3.	Requerimientos de ambientes.....	15
2.1.4.	Descripción de cada una de sus partes y requerimientos de área por ambiente.....	16
2.2.	Estudio de suelos.....	16
2.2.1.	Determinación del valor soporte del suelo.....	17
2.3.	Diseño arquitectónico.....	18
2.3.1.	Distribución de ambientes	18
2.3.2.	Altura del edificio	19
2.3.3.	Tipo de estructura	19
2.3.4.	Selección del tipo de estructura	19
2.3.5.	Selección de la cubierta	20
2.4.	Cargas.....	20
2.4.1.	Carga viva	20
2.4.2.	Carga muerta	21
2.4.3.	Carga de sismo	22
2.5.	Método de análisis de mampostería	27

2.6.	Sistema constructivo	28
2.7.	Diseño de elementos estructurales	28
2.7.1.	Diseño de cubiertas	28
2.7.2.	Diseño de muros.....	31
2.7.3.	Diseño de columnas	39
2.7.4.	Diseño de viga	54
2.7.5.	Diseño de graderíos	61
2.7.6.	Diseño de cimiento corrido	64
2.7.7.	Diseño de zapatas	69
2.8.	Instalaciones eléctricas.....	79
2.9.	Instalaciones hidráulicas.....	79
2.10.	Planos constructivos.....	80
2.11.	Elaboración de presupuesto	81
2.12.	Estudio de Impacto Ambiental Inicial (EIA).....	84
2.12.1.	Marco legal	84
2.12.2.	Impactos ambientales.....	85
2.12.3.	Plan de gestión ambiental	85
2.12.4.	Medidas de mitigación	85
2.12.4.1.	En construcción	86
2.12.4.2.	En operación.....	86
3.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL SECTOR MONTERREY MÉNDEZ.....	87
3.1.	Topografía	87
3.1.1.	Planimetría.....	88
3.1.2.	Altimetría.....	89
3.2.	Normas de diseño	90
3.2.1.	Período de diseño.....	90
3.2.2.	Diseño de secciones y pendientes	91

3.2.3.	Diámetros mínimos	91
3.2.4.	Pendientes	92
3.2.5.	Velocidades máximas y mínimas	92
3.2.6.	Profundidad de tubería	93
3.2.7.	Obras complementarias	93
3.2.8.	Pozos de visita	93
3.2.9.	Conexiones domiciliarias.....	94
3.2.10.	Tragantes	95
3.2.11.	Desfogue	95
3.3.	Estudio de la población	96
3.3.1.	Método de crecimiento geométrico	96
3.3.2.	Población adoptada para el diseño	96
3.4.	Diseño del sistema de drenaje sanitario.....	97
3.4.1.	Trazo del sistema	97
3.4.2.	Localización de la descarga	98
3.4.3.	Cálculo e integración de los caudales	98
3.4.4.	Caudal domiciliar	98
3.4.5.	Factor de retorno	99
3.4.6.	Caudal de infiltración	99
3.4.7.	Caudal de conexiones ilícitas	100
3.4.8.	Caudal comercial.....	100
3.4.9.	Caudal industrial.....	101
3.4.10.	Factor de caudal medio	101
3.4.11.	Factor de flujo.....	103
3.4.12.	Caudal de diseño	103
3.4.13.	Cálculo de un tramo del sistema de drenaje sanitario.....	104
3.4.14.	Resumen de valores adoptados.....	109
3.4.15.	Planos constructivos	109

3.4.16.	Elaboración de presupuesto	110
3.4.17.	Estudio de Impacto Ambiental Inicial (EIA).....	111
3.4.17.1.	Marco legal	111
3.4.17.2.	Impactos ambientales.....	112
3.4.17.3.	Plan de gestión ambiental	113
3.4.17.4.	Medidas de mitigación	114
	3.4.17.4.1. En construcción	114
	3.4.17.4.2. En operación	115
3.4.18.	Análisis económico	115
3.4.18.1.	Valor Presente Neto (VPN).....	115
3.4.18.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	117
3.5.	Diseño del sistema de drenaje pluvial	119
3.5.1.	Tipo de sistema a utilizar	119
3.5.2.	Áreas de influencia	120
3.5.3.	Puntos de desfogue.....	121
3.5.4.	Determinación del caudal pluvial	121
3.5.4.1.	Intensidad de lluvia	121
3.5.4.2.	Tiempo de concentración	122
3.5.4.3.	Área tributaria	123
3.5.4.4.	Coeficiente de escorrentía	123
3.5.5.	Cálculo de un tramo del sistema de drenaje pluvial	124
3.5.6.	Resumen de valores adoptados	127
3.5.7.	Planos constructivos.....	128
3.5.8.	Elaboración de presupuesto	128
3.5.9.	Estudio de Impacto Ambiental Inicial (EIA).....	130
3.5.9.1.	Marco legal	130
3.5.9.2.	Impactos ambientales.....	131
3.5.9.3.	Medidas de mitigación	132

	3.5.9.3.1.	En construcción.....	132
	3.5.9.3.2.	En operación	133
3.5.10.		Análisis económico.....	133
	3.5.10.1.	Valor Presente Neto (VPN)	133
	3.5.10.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR)	135
CONCLUSIONES.....			137
RECOMENDACIONES			139
BIBLIOGRAFÍA.....			141
APÉNDICES.....			143
ANEXOS.....			157

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa topográfico de El Tejar.....	02
2.	Esquema de aplicación de carga sísmica.....	23
3.	Esquema de cubierta curva.....	29
4.	Diagrama de momentos de columna.....	40
5.	Diagrama de corte de columna.....	41
6.	Área tributaria vigas.....	54
7.	Diagrama de corte y momento de viga.....	55
8.	Área de corte actuante de zapata.....	75
9.	Área de corte punzante de zapata.....	76

TABLAS

I.	Técnica universal de diseño a flexión elástica.....	36
II.	Presupuesto del salón municipal.....	81
III.	Presupuesto del drenaje sanitario.....	110
IV.	Presupuesto del drenaje pluvial.....	129

LISTA DE SÍMBOLOS

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

m³/s	Metros cúbicos por segundo
m/s	Metros por segundo
mm/h	Milímetros por hora
Min	Mínima
S	Pendiente
S%	Pendiente en porcentaje
P	Población
PV	Pozo de visita
PU	Precio unitario
PO	Punto observado
R	Radio
Rh	Radio hidráulico
a/A	Relación de área de flujo / área a sección llena
q/Q	Relación de caudal / caudal a sección llena
d/D	Relación de profundidad de flujo / profundidad a sección llena
v/V	Relación de velocidad de fluidos / velocidad a sección llena
r	Tasa de crecimiento de la población, expresado en %
U	Unidad
V	Velocidad a sección llena de la tubería expresada en m/s
v	Velocidad del flujo en la tubería expresada en m/s

GLOSARIO

Aguas negras	El agua que se ha utilizado en actividades domésticas, comerciales o industriales.
Candela	Fuente donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce estas mismas al colector del sistema de drenaje.
Carga de sismo	Son las que se conocen con el nombre de cargas laterales; son puramente dinámicas. Una de las características de estas cargas es que su aplicación es en un corto período de tiempo.
Carga muerta	Comprende todas las cargas de elementos permanentes de la construcción, incluyendo la estructura en sí, pisos, vidrieras, rellenos, tabiques fijos y equipo permanente fijo anclado.
Carga viva	Es la carga que deberá soportar la estructura debido al uso u ocupación de la misma.
Caudal de diseño	Suma de los caudales que se utilizarán para diseñar un tramo de alcantarillado.
Cocode	Consejo Comunal de Desarrollo.

Concreto	Es el material utilizado para fundir el refuerzo de la mampostería, logrando que este trabajo eficientemente.
Conexión	Tubería que conduce las aguas negras desde el domiciliar interior de la vivienda, hasta la candela.
Densidad de vivienda	Relación existente entre el número de viviendas por unidad de área.
Dotación	Estimación de la cantidad de agua que se consume en promedio por habitante diariamente.
Fórmula de Manning	Fórmula para determinar la velocidad de un flujo en canal abierto; esta fórmula se relaciona con la rugosidad del material con que está construido el canal, la pendiente y el radio hidráulico de la sección.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
Mampostería	Es la resistencia que ejerce el mortero, la mano de obra y el block; que también se les dice materiales mampuestos.
Mortero	Es una mezcla con materiales aglomerantes utilizada para unir las unidades de mampostería.

Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, y para iniciar un tramo de tubería.
TIR	Es la tasa de descuento que hace que el valor presente de una oportunidad de inversión sea igual a cero, o sea el interés que hace que los costos sean equivalentes a los ingresos. Es la tasa interna de retorno.
VPN	Es el Valor Presente Neto. Se basa en la creencia de que el valor del dinero se ve afectado por el tiempo en que se recibe.

RESUMEN

A través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), se atendieron las necesidades en el sector Monterrey Méndez y la región central del municipio de El Tejar, departamento de Chimaltenango. El sector Monterrey Méndez necesita la construcción de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial y la cabecera municipal necesita urgentemente la construcción del salón municipal de usos múltiples.

En el sector Monterrey Méndez se diseñó el sistema separativo de drenaje sanitario y pluvial, así como los pozos de visita necesarios para un correcto funcionamiento. Para este proyecto se propone la utilización de tubería para drenajes de polietileno de alta densidad corrugada tipo ADS N-12, que cumple con la Norma ASTM D2412-2002; se utilizarán diámetros de tubería de 6, 8 y 12 pulgadas, según detalles indicados en los planos.

Para el salón municipal se propone un sistema estructural de muros de mampostería reforzada y un techo curvo de estructura metálica; se prevé también el alineamiento frontal del salón con el frente del Palacio Municipal. Las cargas consideradas en el diseño son: vivas, muertas, de viento y de sismo.

Para ambos proyectos se ha elaborado el respectivo presupuesto de ejecución, así como también el juego de planos que servirá como una guía para la construcción futura de los proyectos priorizados y diseñados en el presente documento.

OBJETIVOS

General

Diseñar y planificar el salón municipal de usos múltiples y el alcantarillado sanitario y pluvial para el sector Monterrey Méndez, El Tejar, Chimaltenango.

Específicos

1. Desarrollar una investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de El Tejar, Chimaltenango.
2. Aplicar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para coadyuvar al desarrollo del país por medio del Ejercicio Profesional Supervisado.
3. Capacitar a los miembros de la comunidad sobre aspectos de mantenimiento para los proyectos.

INTRODUCCIÓN

La alcaldía municipal de la ciudad de El Tejar, con la ayuda a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través del Ejercicio Profesional Supervisado, trabaja conjuntamente para desarrollar de manera profesional el diseño y planificación de proyectos de infraestructura que mejoren las condiciones de vida de la población del municipio de El Tejar.

Debido a la necesidad latente de mejorar las actividades sociales y culturales del municipio, es necesario realizar la planificación y el diseño de un salón de usos múltiples; para este diseño se propone un sistema estructural de muros de mampostería reforzada y un techo curvo de estructura metálica, se prevé también el alineamiento frontal del salón con el frente del Palacio Municipal para tener una vista panorámica agradable; con este proyecto se podrán realizar de una manera más cómoda las actividades del municipio.

El sector Monterrey Méndez, ubicado a 3 km del área urbana, no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, por ello se desarrolla la planificación y diseño de un sistema separativo de alcantarillado sanitario y pluvial que beneficiará a toda la comunidad, ya que con la construcción de este alcantarillado se evitarán enfermedades tales como el cólera, el dengue y de otro tipo que tengan relación con excretas; cada familia contará con una conexión hacia el colector principal y esto evitará que sigan disponiendo sus aguas negras a los patios y corredores de su casa, o a la calle, en la mayoría de los casos.

El presente documento consta de tres capítulos; el primero incluye la fase de investigación respecto del municipio; el capítulo dos consiste en el diseño y planificación del salón municipal y en el tres se presenta el diseño y planificación del alcantarillado sanitario y pluvial para el sector Monterrey Méndez.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de El Tejar

El nombre de El Tejar se deriva de teja, pues es un hecho que ahí se fabrica muy buena teja, que sirvió para las edificaciones en la ciudad de Santiago, hoy Antigua Guatemala, después del traslado de la misma a su ubicación actual, siendo esta la principal industria del lugar. También es llamado “El Tejar, Tierra de artesanías de barro.”

1.1.1. Aspectos generales

En la época precolonial, este lugar perteneció a la extensa región de Sacatepéquez, asiento del gran reino cackchiquel, cuya lengua, costumbres y tradiciones aún prevalecen. El Tejar es un poblado de origen prehispánico cackchiquel. En sus inicios se le conoció como Tejar de Ortiz, repartimiento que a mediados del siglo XVI se convirtió en poblado.

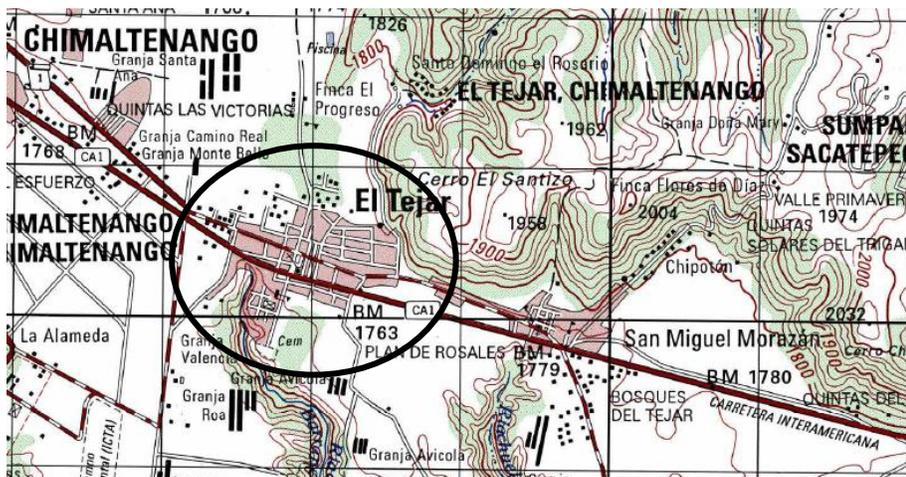
En el archivo General de Centro América, está el testamento otorgado por Bartolomé de Archila, fechado en Santiago de Guatemala, el 12 de diciembre de 1567; según el documento, este señor tenía unas tierras, juntamente con Álvaro de Paz, mayordomo de don Pedro de Alvarado y en ese documento se menciona a la iglesia del señor San Miguel “Que es este Tejar de tierras y estancias”.

1.1.2. Ubicación geográfica y situación demográfica

El municipio se encuentra ubicado en el departamento de Chimaltenango; es uno de los dieciséis municipios que conforman dicho departamento, posee vías de comunicación transitables en toda época. A El Tejar se llega por la ruta Nacional C-A-1 conocida como carretera Interamericana, que conecta la ciudad capital con el occidente del país. Dista de la cabecera departamental tres kilómetros y de la ciudad capital 51 kilómetros. También tiene vías de comunicación transitables con sus aldeas, colonias y caseríos.

Está ubicado en la parte central del departamento de Chimaltenango en la Región V o Región Central, al occidente de la ciudad de Guatemala. Tiene una extensión territorial de 144 kilómetros cuadrados, latitud $14^{\circ}38'45''$ y longitud $90^{\circ}47'37''$, con una altura sobre el nivel del mar de 1 765 metros; la densidad demográfica es de 146 habitantes por kilómetro cuadrado, según datos demográficos obtenidos.

Figura 1. Mapa topográfico de El Tejar



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN). Hoja cartográfica Chimaltenango, escala 1:50 000.

La población de El Tejar, asciende a 21 080 habitantes según las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística (INE) para el 2009; siendo el 51% mujeres y 49% hombres; en su mayoría, perteneciente a la etnia ladina.

El crecimiento poblacional a partir del 2002 al 2009 registra una tasa de crecimiento de 6,21, mientras que del 2009 para el 2020 se proyecta un crecimiento de 4,52 por año, lo que dará una población de 34 286 habitantes en el 2020, la cual sobrepasa la tasa departamental que es de 2,77 crecimiento anual del 2009 al 2020.

1.1.3. Aspectos económicos y actividades productivas

El Tejar forma parte de la zona agroindustrial del país, caracterizada por tener alta dependencia de la agroindustria con significativa presencia de maquilas; la principal fuente de ingresos es la venta de mano de obra en actividades agrícolas e industriales (textilera, alimenticia y hortalizas) con abundancia de comercio formal.

Los grupos socioeconómicos más acomodados poseen tierras, que en su mayor parte son dadas en arrendamiento a otros grupos de agricultores que adolecen de este recurso. Esto se da específicamente en la parte norte del municipio, en donde la mayor parte de tierra es cultivada por los habitantes del municipio de Sumpango, departamento de Sacatepéquez, que trabajan principalmente hortalizas como tomate, maíz y arvejas. Así, los grandes propietarios se dedican al comercio esencialmente y acceden al mercado como vendedores y/o intermediarios.

1.1.4. Clima

En cuanto a las condiciones climáticas que se presentan en la región, datos presentados por el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), ubicado en la estación experimental Alameda ICTA, Chimaltenango, se tienen los siguientes resultados: (ver tablas en los anexos)

- Precipitación anual 1244 mm
- Temperatura media anual 22,6 °C
- Temperatura máxima anual 25,6 °C
- Temperatura mínima anual 05,8 °C
- Biotemperatura 15-23 °C

1.1.5. Suelo

El territorio del municipio pertenece a las tierras sedimentarias, donde se encuentra rodeado de barrancos; su extensión territorial es de 144 km².

Su topografía en parte es plana y el resto presenta variaciones, mientras que en la parte sur sus tierras son aptas para cultivos; la parte del centro y norte son arcillosas produciendo un barro colorado y negro que representa el patrimonio del lugar.

1.1.6. Actividad agropecuaria y comercial

El Tejar forma parte de la zona agroindustrial del país, caracterizada por tener alta dependencia de la agroindustria con significativa presencia de maquilas; la principal fuente de ingresos es la venta de mano de obra en

actividades agrícolas e industriales (textilera, alimenticia y hortalizas) con abundancia de comercio formal.

1.1.6.1. Uso de la tierra

Su suelo es apto para toda clase de cultivos, tanto para productos tradicionales como no tradicionales, entre los que se puede mencionar hortalizas como tomate, maíz y arvejas.

1.1.6.2. Actividad agropecuaria

El territorio destinado a la producción agrícola se dedica a los siguientes cultivos:

- Granos: maíz, y frijol. De estos, la mayor parte del producto se destina a la venta en mercados vecinos y los mercados de ciudad de Guatemala y al consumo familiar.
- Verduras y hortalizas: girasol, pepino, lechuga, remolacha, repollo, rábano, brócoli, ejote, elote, coliflor, zanahoria, etc.
- Frutas: durazno, manzana, ciruela, jocote, níspero, aguacate, limón, etc.

La producción de los cultivos anteriormente mencionados, se realiza mediante el uso de sistemas tradicionales. En algunos casos se utilizan fertilizantes, semillas mejoradas y control de plagas.

La producción pecuaria es mínima, pero significativa para la economía de algunas familias. Los productos son los siguientes:

- Ganado mayor: se tienen pequeños lotes de crianza de ganado bovino. De estos, las crías se venden en diferentes mercados vecinos.
- Ganado menor: constituido por ovejas, cabras, cerdos y aves. La crianza es de menor cuantía, la que se destina al consumo familiar en ocasiones especiales o bien se comercializa localmente y en los alrededores.

En general, los productos agropecuarios se destinan a la venta, pero también parte de su producción se comercializa en la localidad.

1.1.6.3. Comercio y servicio

La actividad comercial del municipio es dinámica y está formada por una variedad de negocios, abarroterías, *car wash*, carnicerías, clínicas dentales y médicas, colegios, comedores, ventas de comida rápida, farmacias, ferreterías, gasolineras, herrerías, hoteles, importadora de vehículos, ladrilleras, librerías, panaderías, peluquerías, piñaterías, salones de belleza, laboratorios clínicos, además del comercio informal no registrado.

En general se puede afirmar que el casco urbano brinda servicios variados de una ciudad intermedia bien equipada.

1.1.6.4. Industria y artesanía

En el Tejar existe una importante industria artesanal, ligada a mercados locales pero la de mayor relevancia y que caracteriza el lugar, es la fabricación de tejas y otros materiales de barro. A la fecha se registran unas ochenta ladrilleras y aportan un gran impacto en la economía local, ya que se trata de unidades emprendedoras de estructura familiar con algún efecto en el empleo.

1.1.6.5. Infraestructura económica y servicios de apoyo

La infraestructura que contribuye social y económicamente a la población es la siguiente:

- Sistema vial: El Tejar se encuentra ubicado en la carretera Interamericana CA-1 al oeste-noroeste, aproximadamente a 5 Km. de la cabecera departamental de Chimaltenango. Además, tiene caminos, roderas y veredas que unen a sus poblados y propiedades rurales entre sí y con los municipios adyacentes.
- Mercado: cuenta con un mercado semiformal, cuya actividad principal es el día domingo de cada semana.
- Salud: en el municipio se cuenta con un centro de salud tipo “B” que está situado en la cabecera municipal. Atiende a seis microregiones, dos del área rural, y cuatro del área urbana, contando con personal capacitado para atender a la población. Sin embargo, el crecimiento del municipio es mayor a la capacidad de atención y genera una demanda difícil de responder.

El personal técnico consiste en un médico, tres enfermeras auxiliares, un inspector de saneamiento, un técnico en salud rural, una trabajadora social y un oficinista. Además dentro del municipio hay 10 comadronas adiestradas. También existen 4 clínicas médicas particulares y 7 farmacias.

- Transporte: cuenta con transporte urbano de 13 unidades que salen de San Miguel Morazán, hacia la cabecera departamental de Chimaltenango, haciendo un recorrido aproximado de cinco kilómetros por la carretera interamericana CA-1 en un tiempo estimado de 30 minutos, con un valor de Q2,00 y una frecuencia de tiempo de 8 minutos. El traslado hacia la capital, es de 48 kilómetros y cuenta con diferentes rutas de transporte provenientes del occidente del país, con un costo del pasaje que oscila entre los Q6,00 y Q8,00; también está el servicio de transporte hacia Antigua Guatemala y Escuintla por medio de la carretera CA-4.
- Deportes: la infraestructura deportiva en el área rural y urbana del municipio se destaca en las canchas de fútbol y básquetbol; El Tejar cuenta con dos estadios de fútbol los cuales están en buenas condiciones con grama natural y el mantenimiento está a cargo de la corporación municipal.
- Templos: existe la iglesia católica que se encuentra ubicada en a un costado del parque central del municipio; también existen varios templos cristianos de los cuales algunos están en fase de construcción y/o ampliación.

1.1.6.6. Comunicaciones y turismo

En el municipio existe una oficina de correos y telégrafos que cubre este servicio en la población y se ubica a un costado de la municipalidad. El servicio telefónico es del tipo celular y es muy eficiente; existe un buen número de servicios telefónicos de carácter comunitario.

En este municipio no se cuenta con ningún centro arqueológico que atraiga al turismo, únicamente durante sus fiestas titulares es visitado por personas de diferentes lugares, ya que es de gran reconocimiento los tradicionales bailes de disfraces en esta festividad.

La fiesta titular se celebra cada año el 20 de enero, en honor a San Sebastián, realizando en estos días varias actividades culturales.

1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicio básicas e infraestructura del municipio de El Tejar, Chimaltenango

La investigación se realizó principalmente en la comunidad del sector Monterrey Méndez y el casco urbano del municipio.

1.2.1. Descripción de las necesidades

El sector Monterrey Méndez pertenece al área rural del municipio y se encuentra dentro de la zona 2; actualmente en esta comunidad viven 90 familias con un promedio de 5 habitantes por c/u. La comunidad cuenta con los servicios de agua potable y de electricidad, pero dispone de un sistema para drenar las aguas negras y las aguas pluviales, las cuales se empozan en las calles, provocando inundaciones en el sector y contribuyendo a la proliferación de enfermedades.

Debido a la necesidad latente de mejorar las actividades sociales y culturales del municipio, es necesario realizar la planificación y el diseño de un salón municipal de usos múltiples; se prevé también el alineamiento frontal del salón con el frente del palacio municipal para tener una vista panorámica

agradable, con este proyecto se podrán realizar de una manera más cómoda las actividades sociales y culturales del municipio.

1.2.2. Priorización de las necesidades

Se determina que la problemática del salón municipal es de carácter urgente porque en El Tejar se desarrollan muchas actividades sociales y culturales, las cuales son de suma importancia para el municipio; con la construcción del salón municipal se podrán desarrollar de una mejor manera dichas actividades.

La existencia de un salón municipal de usos múltiples representa para el municipio un gran desarrollo social y cultural, motivando a la población juvenil a realizar actividades sociales y culturales; esto los hará mejores ciudadanos.

Se determina que la falta de alcantarillado sanitario y pluvial en el sector Monterrey Méndez es de carácter urgente porque no existe algún alcantarillado para poder drenar las aguas negras y pluviales que produce la comunidad y esto provoca enfermedades en la población y un mal aspecto de las calles de la población.

En este proceso de priorización, la comunidad definió como proyectos prioritarios la construcción del salón municipal de usos múltiples y el alcantarillado sanitario y pluvial para el sector Monterrey Méndez.

2. DISEÑO DEL SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES

2.1. Descripción del proyecto

El edificio consiste en un sistema estructural de muros de mampostería reforzada y un techo curvo de estructura metálica; se prevé también el alineamiento frontal del salón con el frente del palacio municipal para tener una vista panorámica agradable.

El edificio contará con los siguientes ambientes:

- 1 escenario
- 1 palco
- 6 baños
- 2 oficinas
- 2 vestidores
- área de usos múltiples

2.1.1. Espacio disponible

El área disponible de construcción es de 894 metros cuadrados y el terreno es totalmente plano.

2.1.1.1. Localización del terreno

El terreno se ubica a un costado del parque central de la cabecera municipal, a la par del edificio de la municipalidad.

2.1.1.2. Topografía del terreno

El terreno disponible, es totalmente plano, y de un tipo de suelo adecuado para este tipo de construcción.

Tiene las siguientes dimensiones:

- 43,72 metros de largo
- 20,45 metros de ancho
- 894 metros cuadrados de área total

2.1.2. Normas para el diseño de edificios

Para la disposición y distribución de áreas, aspectos arquitectónicos y de funcionamiento, se aplicaron las normas contenidas en el manual de diseño y desarrollo de edificios del INFOM y las normas de planificación para viviendas del FHA. Las normas aplicadas en este trabajo se describen a continuación:

2.1.2.1. Criterios generales

Se tomaron en cuenta criterios como: orientación, superficie, altura, iluminación, ventilación y confort acústico.

2.1.2.1.1. Criterios de conjunto

- Orientación del edificio: la orientación ideal de las ventanas es de norte a sur, de preferencia abriendo las ventanas hacia el norte; sin embargo, la orientación será definida en el terreno. El edificio se adecua bien a estas

características, debido a que las ventanas se abrirán en dirección al norte y sur.

- Superficie y altura del edificio: la superficie varía en función de las necesidades a satisfacer, tanto en capacidad como en el tipo de deporte o actividad que se realice.

Respecto de la superficie, se propone que la edificación tenga paredes de la misma altura y un techo de cubierta curva.

2.1.2.1.2. Criterios de iluminación

La iluminación debe ser abundante y uniformemente distribuida, evitando la proyección de sombras y contrastes muy marcados. Para lograr lo anterior, deben tomarse en cuenta los siguientes criterios:

- Es importante el número, tamaño y ubicación de las ventanas y/o lámparas.
- Un local pequeño recibe mejor iluminación que uno grande, pero sus dimensiones dependen de los requerimientos de espacio.
- Los acabados más brillantes permiten mayor reflexión de la luz y dan como resultado una mejor iluminación.

Por su procedencia, la iluminación se divide en natural y artificial. La iluminación natural, por la ubicación de las ventanas, se divide en unilateral, bilateral y cenital.

Los tipos de iluminación anteriores se describen a continuación:

- Iluminación natural unilateral: cuando solo un lado tiene ventanas; las ventanas deben tener un área del 25% al 30% del área total de piso; y el muro opuesto a la ventana estará a una distancia no mayor de 2,5 veces la altura del muro de ventana.
- Iluminación natural bilateral: cuando existen ventanas en las paredes laterales, estas deben tener un área entre 25% a 30% del área de piso del ambiente.
- Iluminación natural cenital: la iluminación es por medio de ventanas colocadas en el techo; para esta iluminación se toma como área de ventanas del 15% al 20% del área total de piso.
- Iluminación artificial: se acepta únicamente cuando sea muy justificado; debe ser difusa, para evitar molestias en la vista; también debe ser lo más parecido a la iluminación natural.

La iluminación utilizada para la edificación, es natural cenital y artificial. Debido al tipo de edificación que se planificó.

2.1.2.2. Otros criterios

La cantidad disponible de aire en el ambiente, tiene gran importancia en el desarrollo de cualquier actividad. Para este caso se utilizó el criterio de una ventilación adecuada para el tipo de edificación que se ha planificado, por medio de las ventanas y la ventilación que proporciona el techo de cubierta curva.

Es importante que en un salón de usos múltiples exista el confort acústico, ya que este influye grandemente en el estado anímico y el grado de concentración del individuo. Es necesario que no exista ninguna interferencia sonora entre los ambientes, ni ruidos que sobrepasen los límites aceptables de tolerancia. Se deben tomar en cuenta los aspectos siguientes:

- Para que no interfiera el ruido proveniente del exterior, ubicar los establecimientos en zonas tranquilas, pero de no ser posible esto, se debe orientar el edificio de manera que el viento se lleve los ruidos.
- Para prevenir la interferencia entre ambientes, separar los ambientes ruidosos de los tranquilos, tomando en cuenta la dirección del viento.
- Para disminuir el ruido interno del ambiente, construir con materiales porosos, ya que estos absorben el ruido; también las patas del mobiliario y equipo deben tener aislantes acústicos.

2.1.3. Requerimientos de ambientes

El salón de usos múltiples consta de dos partes:

- Área interna: cabina de usos varios, escenario, vestidor de hombres, vestidor de mujeres, área para público, sanitario de hombres, sanitario de mujeres y palco.
- Área externa: dos oficinas de usos varios y pasillo público.

2.1.4. Descripción de cada una de sus partes y requerimientos de área por ambiente

- Cabina de usos varios: área de 18,80 m², se utilizará como cabina de audio, bodega imprevista, etc.
- Escenario: área de 62,90 m²; este consiste en una concha acústica prefabricada con un frente circular que está detallado en los planos del proyecto.
- Vestidor de hombres: área de 16,00 m²; consta de un baño con lavamanos e inodoro.
- Vestidor de mujeres: área de 16,00 m²; consta de un baño con lavamanos e inodoro.
- Área para público: de 575 m², calculada para el acomodamiento de 600 personas sentadas, ocupando un área promedio de 0,95 m².
- Sanitario de hombres y mujeres: con capacidad para ubicar servicios para 6 personas en cada baño.
- Palco: se ubica en el segundo nivel con capacidad para el acomodamiento de 250 personas sentadas.
- Oficina de usos varios: área para cada oficina de 18,60 m²; cada oficina cuenta con un baño con inodoro y lavamanos.
- Pasillo público: área de 63,4 m², se utilizará para circulación de las personas al ingresar o salir del salón municipal.

2.2. Estudio de suelos

Se realiza mediante el estudio de compresión triaxial, el cual consiste en obtener una muestra inalterada de 1 ft³ del suelo en que se pretende cimentar, para determinar en el mismo su valor soporte, cohesión y ángulo de fricción interna.

2.2.1. Determinación del valor soporte del suelo

La capacidad soporte de un suelo es la capacidad del mismo para soportar una carga sin que produzca fallas dentro de su masa. El cálculo del valor soporte se realizó con la ecuación de capacidad de carga última de cimentaciones cuadradas:

$$q_u = 1,3 * \frac{2}{3} * c N_c + q N_q + 0,4 \gamma B N_\gamma$$

Donde:

q_u = capacidad de carga última

c = cohesión del suelo

γ = peso específico del suelo

B = base de la zapata

$q = \gamma * D_f$

D_f = desplante de cimentación

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

Para su cálculo, se utilizaron los siguientes datos obtenidos en laboratorio, como resultado del ensayo compresión triaxial:

Ángulo de fricción interna=	16,12°
Cohesión =	13,48
Base de la zapata=	2,25 m
Desplante =	2,15 m
Peso específico del suelo=	1,83 ton/m ³
N_c =	11,63

$$Nq = 4,34$$

$$Ny = 3.06$$

$$qu = 1,3 * \frac{2}{3} * 13,48 * 11,63 + 1,83 * 2,15 * 4,34 + 0,4 * 1,83 * 2,25 * 3,06$$

$$qu = 157,98 \text{ ton/m}^2$$

Con un $F_s = 5$

$$qu = 31,60 \text{ ton/m}^2 \cong 30 \text{ ton/m}^2$$

2.3. Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico se refiere a darle la forma adecuada y distribuir en conjunto los diferentes ambientes que componen el salón. Para tener un lugar cómodo y funcional para su uso. Para lograrlo, se deben tomar en cuenta los diferentes criterios arquitectónicos, principalmente para este caso, la sección de diseño y desarrollo de edificios del INFOM y las normas de planificación para viviendas del FHA.

Los edificios se deben diseñar de acuerdo con las necesidades que se tengan; además, estarán limitados por el espacio disponible, los recursos materiales y las normas de diseño que existan. La tipología arquitectónica se elegirá basándose en el criterio del diseñador y/o propietario. Para el caso del salón de usos múltiples se necesita un escenario, dos vestidores, dos sanitarios, un palco y el área restante para el público.

2.3.1. Distribución de ambientes

La forma de los ambientes y su distribución dentro del edificio se hace del modo tradicional, por ser esta la que más se ajusta a las necesidades existentes y al espacio disponible.

2.3.2. Altura del edificio

El edificio tendrá un nivel en su parte central y un segundo nivel en la parte este del edificio que sostendrá un palco. La altura del muro será de 7,60 m en todos los ambientes cubiertos con el techo curvo; con estas medidas se pretende dar confort, tanto a los ambientes como a los espacios de circulación. Con lo que respecta al techo curvo, tendrá una relación de L/6 de flecha en la parte central, dando una altura máxima de 11,52 m.

2.3.3. Tipo de estructura

Para un edificio existen diversos tipos de estructuras; el diseñador debe saber qué tipo de estructura conviene por las condiciones presentadas en cada uno de los casos. Para determinar el tipo de estructura a utilizar deberá tomarse en cuenta los siguientes factores: el uso al cual vaya a destinarse el edificio; la forma y dimensiones que tenga el terreno donde se va a construir; la clase de terreno donde se va a cimentar; los recursos económicos destinados para la construcción; la velocidad con que se requiera construir y concluir la obra, entre otros.

Después de tomar en cuenta estos factores, estructuralmente, se puede construir con madera, concreto reforzado o con estructura de acero.

2.3.4. Selección del tipo de estructura

Se optó por una estructura basada en mampostería reforzada y una cubierta curva.

2.3.5. Selección de la cubierta

El techo que utilizará la estructura será una cubierta curva conformada por paneles estructurales autoengrapables de lámina de acero, recubierta con una aleación de aluminio y zinc (aluzinc), fabricada por la empresa EMCO.

2.4. Cargas

Las fuerzas principales que actúan en un edificio son: las cargas vivas, cargas muertas y cargas de sismo.

Datos preliminares:

Sección de columna= 0,40 m x 0,40 m

Sección de vigas= 0,60 m x 0,30 m, condición $0,40 < b/d < 0,60$

Peso específico del concreto = $\delta_c = 2\,400 \text{ kg/m}^3$

Resistencia máxima a compresión del concreto a los 28 días = $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Límite de fluencia del acero = $F_y = 2\,810 \text{ kg/cm}^2$

Carga muerta del techo= $2,64 \text{ lb/pie}^2 = 12,90 \text{ kg/m}^2$

De acuerdo con los análisis realizados por la empresa EMCO, que toma en cuenta los materiales y normas con los que fabrica este tipo de cubierta curva, se tiene como resultado que la cubierta transmite a los apoyos una carga muerta de $12,90 \text{ kg/m}^2$ ($2,64 \text{ lb/pie}^2$) y una carga viva de $39,05 \text{ kg/m}^2$ ($8,00 \text{ lbf/pie}^2$).

2.4.1. Carga viva

Es la carga que deberá soportar la estructura debido a su uso u ocupación. Los agentes que producen estas cargas no están rígidamente

sujetos a la estructura. Estos incluyen pero no están limitados a: los ocupantes en sí, el mobiliario y su contenido, así como el equipo no fijo. Existen tabulaciones de valores de carga viva mínima que ha de soportar cada estructura de acuerdo con su función.

Se define en función de las necesidades de la carga del proyecto (área volcánica, instalaciones eléctricas, cielo falso, marcadores electrónicos, etc.) Típicamente $8\text{lb}/\text{pie}^2$ ($39,05\text{kg}/\text{m}^2$) y carga viva $\text{techo} = 39,05 \text{ kg}/\text{m}^2$. Nota: dato obtenido por el fabricante.

2.4.2. Carga muerta

Las cargas que afectan a las columnas son las que provienen de áreas tributarias del techo; debido a que es un techo de cubierta curva se utilizarán solo cargas muertas. Es por eso que se utilizará para el análisis del diagrama de carga distribuida para una viga doblemente empotrada.

Se define en función de la luz y la flecha; en el caso crítico no será mayor que $2,64 \text{ lb}/\text{pie}^2$ ($12,90\text{kg}/\text{m}^2$).

Los resultados son los siguientes:

El área a cubrir será de $34,67 \text{ m} \times 20,45 \text{ m}$

Las columnas estarán separadas a una distancia de $5,00 \text{ m}$

$16,4$ paneles en 5 metros

Peso por panel = área de panel * carga distribuida

Peso por panel = $0,30 \text{ m} * 21,60 \text{ m} * 12,90 \text{ kg}/\text{m}^2 = 90,13 \text{ kg}$

Peso por panel = $90,13 \text{ kg}$

Carga puntual = $16,4 * 90,13 \text{ kg} = 1\,478,16 \text{ kg}$

Carga muerta distribuida = $1\,478,16 \text{ kg} / 5 \text{ m} = 295,63 \text{ kg/m}$

2.4.3. Carga de sismo

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

Las fuerzas sísmicas se determinan con la fuerza lateral ocasionada en la base del edificio; para la determinación de las fuerzas laterales, SEAOC propone:

$$V = ZIKCSW$$

Donde:

V = corte en la base del edificio

W = sumatoria de todas las cargas muertas + 25% de las cargas vivas

C.S. = no debe exceder de 0,14, donde:

C = coeficiente que depende del periodo de vibración del edificio estructura, no mayor de 0,12

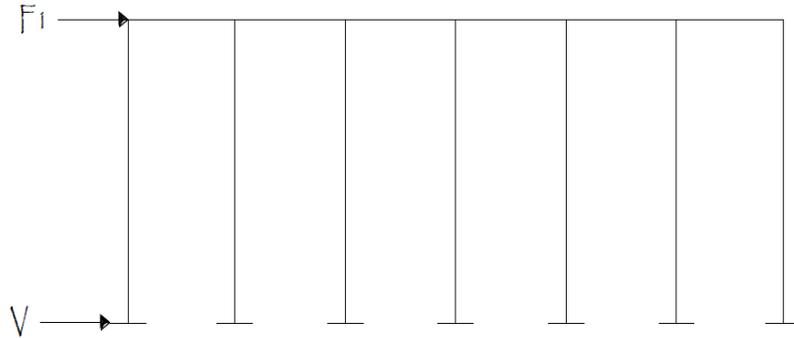
S = coeficiente que depende del tipo de suelo donde se cimienta, varía entre 1 y 1,5

I = coeficiente que depende de la utilidad del edificio (1 – 1,5)

K = coeficiente que depende del tipo de estructura

Z = coeficiente que depende de la zona sísmica donde se cimienta

Figura 2. Esquema de aplicación de carga sísmica



Fuente: elaboración propia.

Donde:

V = fuerza total en la base de la estructura

F_1 = fuerza en la parte más alta del marco

Se evaluará la fuerza lateral en los sentidos X-X y Y-Y

Para encontrar la fuerza lateral que actúa sobre la estructura es necesario calcular el peso total de la misma:

$$W_T = W_{\text{cubierta}} + W_{\text{col}} + W_{\text{vig}} + W_{\text{muro}} + W_z + W_{\text{cc}} + W_{\text{sc}} + 25\% \text{ CV}$$

Donde:

W_{cubierta} = peso de la cubierta

W_{col} = peso de columnas

W_{vig} = peso de vigas

W_{losa} = peso de vigas

W_{muro} = peso de muros

$W_{\text{graderío}}$ = peso de graderío

W_z = peso de zapatas

W_{cc} = peso de cemento corrido

W_{sc} = peso de sobrecargas

25% CV = 25% de la carga viva

Por lo que se tiene:

$W_{cubierta}$ = área x peso específico material de cubierta

$$W_{cubierta} = 21,93 \text{ m} \times 34,97 \text{ m} \times 12,91 \text{ kg/m}^2 = 9\,702,40 \text{ kg}$$

$$W_{col} = (0,4 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} \times 9,25 \text{ m}) \times 2\,400 \text{ kg/m}^3 \times 32 \text{ u.} = 113\,664,00 \text{ kg}$$

$$(0,785 \text{ m}^2 \times 5,38 \text{ m}) \times 2\,400 \text{ kg/m}^3 \times 8 \text{ u.} = 81\,128,47 \text{ kg}$$

$$W_{vig} = (0,30 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} \times 91,30 \text{ m}) \times 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 39\,441,60 \text{ kg}$$

$$(0,40 \text{ m} \times 0,40 \text{ m} \times 68,54 \text{ m}) \times 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 26\,319,36 \text{ kg}$$

$$(0,30 \text{ m} \times 0,40 \text{ m} \times 20,85 \text{ m}) \times 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 6\,004,80 \text{ kg}$$

$$W_{losa} = (274,46 \text{ m}^2 \times 0,27 \text{ m}) \times 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 177\,847,36 \text{ kg}$$

$$W_{muro} = (165 \text{ kg/m}^2 \times 869,96 \text{ m}^2) = 143\,543,40 \text{ kg}$$

$$W_{graderío} = (3,34 \text{ m}^2 \times 20,45 \text{ m}) \times 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 163\,814,32 \text{ kg}$$

$$W_z = (1,20 \text{ m} \times 1,20 \text{ m} \times 0,50 \text{ m}) \times 2\,400 \text{ kg/m}^3 \times 40 \text{ u.} = 69\,120,00 \text{ kg}$$

$$W_{cc} = (0,60 \text{ m} \times 0,25 \text{ m} \times 130,63 \text{ m}) \times 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 47\,026,80 \text{ kg}$$

$$(0,50 \text{ m} \times 0,25 \text{ m} \times 39,10 \text{ m}) \times 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 11\,730,00 \text{ kg}$$

$$W_{sc} = (882,37 \text{ m}^2) \times 25 \text{ kg/m}^2 = 22\,059,35 \text{ kg}$$

$$25\%_{CV} = (39,05 \text{ kg/m}^2) \times 882,37 \text{ m}^2 \times 0,25 = \underline{8\,614,18 \text{ kg}}$$

$$W \text{ (peso total)} = 920\,016,04 \text{ kg}$$

El peso total de la estructura es = 920 016,04 kg

De acuerdo con las condiciones de la edificación, se tienen los siguientes valores:

Z = 1 Por la región occidente de Guatemala

I = 1,25 Por la utilidad del edificio (lugares de reunión, colegios)

$K = 0,80$ Por ser estructura de marcos con muros de corte

$S = 1,5$ Por el tipo de suelo desconocido (crítico)

C.S. $< 0,14$

Se calcula el tiempo que tarda en oscilar una vez la estructura:

$$T = \frac{0,09 h}{\sqrt{b}}$$

Donde:

T = tiempo que tarda en oscilar una vez la estructura

b = longitud de base de la estructura según el sentido tomado

h = altura de la estructura

$$T_x = \frac{0,09 h}{\sqrt{b_x}} = \frac{0,09 \times 9,25}{\sqrt{38,15}} = 0,135$$

$$T_y = \frac{0,09 h}{\sqrt{b_y}} = \frac{0,09 \times 9,25}{\sqrt{20,45}} = 0,184$$

Donde:

T_x = tiempo que tarda en oscilar una vez la estructura en el sentido X-X

T_y = tiempo que tarda en oscilar una vez la estructura en el sentido Y-Y

b_x = longitud de base de la estructura en el sentido X-X

b_y = longitud de base de la estructura en el sentido Y-Y

h = altura de la estructura

$$C_x = \frac{1}{15\sqrt{T_x}} = \frac{1}{15\sqrt{0,135}} = 0,181$$

$$C_y = \frac{1}{15\sqrt{T_y}} = \frac{1}{15\sqrt{0,184}} = 0,155$$

Si $C * S > 0,14$ usar $C * S = 0,14$

$$C_x * S = 0,181 * 1,50 = 0,2715$$

$$C_y * S = 0,155 * 1,50 = 0,2325 \quad \text{entonces: } C * S = 0,14$$

Donde:

C.S. = no debe exceder de 0,14

C_x = coeficiente del período de vibración en sentido X-X

C_y = coeficiente del período de vibración en sentido Y-Y

S = coeficiente que depende del tipo de suelo

Calculando el corte basal en el sentido X-X (V_x) y en el sentido Y-Y (V_y):

$$V = Z * I * K * C * S * W$$

Donde:

V = corte en la base del edificio en el sentido indicado

W = sumatoria de todas las cargas muertas + 25% de las cargas vivas

C = coeficiente que depende del periodo de vibración del edificio estructura, no mayor de 0,12

S = coeficiente que depende del tipo de suelo

I = coeficiente que depende de la utilidad del edificio (1 – 1,5)

K = coeficiente que depende del tipo de estructura

Z = coeficiente que depende de la zona sísmica donde se cimienta

$$V_x = 1 * 1,25 * 1,80 * 0,14 * (920\ 016,04 \text{ kg}) = 128\ 802,24 \text{ kg}$$

$$V_y = 1 * 1,25 * 1,80 * 0,14 * (920\ 016,04 \text{ kg}) = 128\ 802,24 \text{ kg}$$

Hallando F_x y F_y

$$F = V - F_t$$

$$F_t = 0,07 * T * V; \quad \text{si } T \geq 0,25$$

$$\text{Como } T < 0,24 \rightarrow F_t = 0 \rightarrow F = V$$

Donde:

F = fuerza en la base del edificio

T = período de vibración de la estructura

F_t = fuerza adicional en la cúspide del edificio

V = corte en la base del edificio

La fuerza en el sentido X–X es el siguiente:

$$F_x = 128\,802,24 \text{ kg}$$

La fuerza en el sentido Y–Y es el siguiente:

$$F_y = 128\,802,24 \text{ kg}$$

2.5. Método de análisis de mampostería

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

2.6. Sistema constructivo

Está integrado de la siguiente manera:

- Estructura de techo: El techo que se utilizará será una cubierta curva conformada por paneles estructurales autoengrapables de lámina de acero, recubierta con una aleación de aluminio y zinc (aluzinc), fabricada por la empresa EMCO, cuyas características se plantearán en el diseño final.
- Muros: será con base en mampostería, la cual será reforzada por columnas y soleras de amarre, para obtener una mayor resistencia y durabilidad del proyecto.
- Cimentación: será a base de concreto armado, la cual estará conformada por el cimiento corrido y zapatas; este tipo de estructura se detallará en la parte de análisis y diseño estructural.

2.7. Diseño de elementos estructurales

Los elementos que se diseñaran en esta sección son los encargados de soportar las cargas a la cual va a ser expuesta la estructura, entre estos elementos podemos mencionar: cubiertas, muros, columnas, vigas y la cimentación.

2.7.1. Diseño de cubiertas

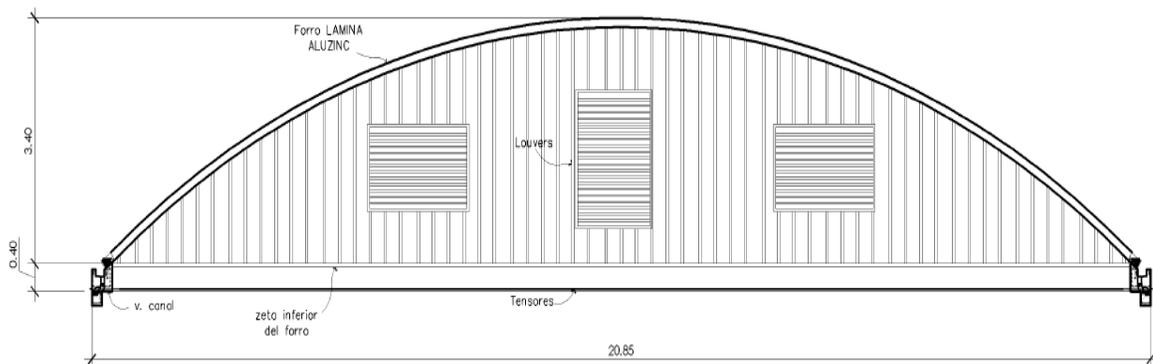
La cubierta está conformada por paneles curvos estructurales autoengrapables de lámina de acero calibre 22 y cinco arcos de iluminación.

Las dos culatas laterales están formadas por paneles rectos y cuenta con tres *louvers* cada una, que aumentan la ventilación e iluminación de los ambientes del interior, todas las partes están recubiertas con una aleación de aluminio y zinc (aluzinc) fabricada por la empresa EMCO.

La altura que tendrá la cubierta curva en su punto más alto es producto de la relación entre el lado más corto de la estructura dividido dentro de 6, entonces se tiene $20,45\text{m}/6 = 3,40 \text{ m}$.

La cubierta transmite a los apoyos en el sentido vertical una carga muerta igual a 94,90 lb/pie y una carga viva de 268,33 lb/pie, y en el sentido horizontal $CM = 137,12 \text{ lb/pie}$, $CV = 395,89 \text{ lb/pie}$ y $W = 189,90 \text{ lb/pie}$.

Figura 3. Esquema de cubierta curva



Fuente: elaboración propia.

Los tensores se instalan para absorber las reacciones horizontales que transmite el techo a la subestructura. Son prefabricados con varillas de acero corrugado, protegidos con pintura anticorrosiva. El diámetro mínimo de las barras utilizadas en las estructuras de edificios es 5/8", ya que las barras más pequeñas con frecuencia se dañan durante el transporte y el montaje.

Es preferible que el diámetro de una barra no sea menor a 1/500 de su longitud para asegurar alguna rigidez, aunque los cálculos de resistencia puedan permitir tamaños mucho menores.

La cantidad de tensores, su diámetro y el espaciamiento entre sí los define el diseño estructural en función de las cargas transmitidas a la subestructura, para lo cual se tiene el siguiente procedimiento según LRFD:

$$A_d = \frac{P_u}{0,75 \phi F_u}$$

Donde:

A_d = Área requerida de varilla (tensor)

P_u = Carga última que actúa (tensión)

F_u = Resistencia mínima especificada a la tensión

ϕ = Factor de reducción para barras roscadas = 0,75

Hallar carga última actuante, de acuerdo con AISC se tienen las siguientes combinaciones:

$$P_u = 1,2D + 1,6L = 797,97 \text{ lb/pie}$$

$$P_u = 1,2D + 1,6L + 0,80W = 949,90 \text{ lb/pie}$$

$$P_u = 1,2D + 0,5L \pm 1,3W = 609,36 \text{ lb/pie}$$

Se utilizan barras de acero A36 (acero al carbono), que tiene un valor de $F_u = 58 \text{ klb/plg}^2$. Al sustituir valores se obtiene el siguiente resultado:

$$A_d = \frac{92,53 \text{ klb}}{0,75 * (0,75) * (58 \frac{\text{klb}}{\text{plg}^2})} = 2,83 \text{ plg}^2$$

De acuerdo con los cálculos se plantea la utilización de 5 tensores de varilla No.7 (0,60 plg²) que proporcionan juntos un área de 3,00 plg²; cada uno ubicado a una distancia de 6 m entre ellos.

$$\begin{aligned} \text{Condición: } \text{Área propuesta} &\geq \text{Área requerida} \\ 3,00 \text{ pulg}^2 &> 2,83 \text{ pulg}^2 \end{aligned}$$

2.7.2. Diseño de muros

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

WT = carga distribuida total a sostener

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

$$W_{CM} = \text{carga muerta} = 12,91 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{CV} = \text{carga viva} = 39,05 \text{ kg/m}^2$$

$$WT = 12,91 \text{ kg/m}^2 + 39,05 \text{ kg/m}^2 = 51,96 \text{ kg/m}^2$$

Para un muro crítico:

Longitud del muro = 4,60 metros

P= carga puntual en la corona del muro

P= WT * ancho tributario * largo del muro

$$P = 51,96 \text{ kg/m}^2 * 10,22 \text{ m} * 4,60 \text{ m} = 2\,443,94 \text{ kg}$$

Cálculo de la carga de sismo (Fs) para el muro:

$$Fs = 0,20 * P$$

$$Fs = 0,20 * (2\,443,94 \text{ kg}) = 488,79 \text{ kg}$$

Cálculo del momento generado por la fuerza de sismo:

$$M_s = F_s * h$$

Donde:

M_s = momento generado por la fuerza de sismo

F_s = carga de sismo

h = altura del muro

$$M_s = 488,79 \text{ kg} * 9,00 \text{ mts.}$$

$$M_s = 4\,399,09 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_s = 4\,399,09 \text{ kg} - \text{m} * (100 \text{ cm/m}) = 439\,909 \text{ kg} - \text{cm}$$

Chequeo a compresión:

$$f_c = \text{fuerza} / \text{Área}_{\text{muro}}$$

Donde:

f_c = esfuerzo a compresión

fuerza = carga en la corona del muro

$\text{Área}_{\text{muro}}$ = área del muro

$\text{Área}_{\text{muro}}$ = espesor del muro * ancho del muro

$$\text{Área}_{\text{muro}} = 20 \text{ cm} * 460 \text{ cm} = 9\,200 \text{ cm}^2$$

$$f_c = 2\,443,94 \text{ kg} / 9\,200 \text{ cm}^2$$

$$f_c = 0,2656 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_c = 0,265 \text{ kg/cm}^2 \ll f_u = 25 \text{ kg/cm}^2$$

Donde:

f_u = esfuerzo último a compresión

f_c = esfuerzo a compresión

Chequeo a flexión:

Según la técnica conocida como: “técnica universal de diseño a flexión elástica”, llamando $F_b = f_b$ permisible y a $F_s = f_s$ permisible el momento basado en el esfuerzo a compresión de la mampostería es:

$$M = bd^2 (jk/2) F_b$$

puede despejarse: $\left(\frac{2}{jk}\right) = \frac{(bd^2) * F_b}{M}$

Donde:

M = momento basado en el esfuerzo a compresión

b = ancho del muro

d = largo del muro

F_b = esfuerzo permisible a compresión

$2/jk$ = constante en función de las características del muro

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

$$M = bd^2 (\rho j) F_s$$

puede despejarse; $(\rho j) = \frac{n M}{bd^2 F_s}$

Donde:

M = momento basado en el esfuerzo a compresión

n = relación entre el módulo de elasticidad del acero y la mampostería

ρ = cuantía de acero

$n \rho_j$ = constante en función de las características del muro

b = ancho del muro

d = largo del muro

Fs = esfuerzo permisible del acero a compresión

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

$E_m = 400 * f'm$ cuando $f'm < 50$

$E_m = 600 * f'm$ cuando $f'm > 50$

$E_m = 800 * f'm$ cuando $f'm > 100$

Donde:

E_m = módulo de elasticidad de la mampostería

$f'm$ = esfuerzo resistente de la mampostería

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

$f_u = 25 \text{ kg/cm}^2$

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

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

$E_m = 400 f'm = 7\ 000 \text{ kg/cm}^2$

$f_s = 0,5 f_y = 1\ 405 \text{ kg/cm}^2$

donde $f_y = 2\ 810 \text{ kg/cm}^2$

Donde:

f_u = esfuerzo último de la mampostería

f'_m = esfuerzo resistente de la mampostería

f_b = esfuerzo permisible de la mampostería

E_m = módulo de elasticidad de la mampostería

f_y = esfuerzo último del acero

f_s = esfuerzo permisible del acero

Calculando el valor de n

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

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

$n = 2\,000\,000 \text{ kg/cm}^2 / 7\,000 \text{ kg/cm}^2$

$n = 286$

Por mampostería:

$$\frac{2}{j k} = \frac{b d^2 f_b}{M} = \frac{(20 \text{ cm}) * (460 \text{ cm})^2 * (5,25 \text{ kg/cm}^2)}{439\,909 \text{ kg-cm}}$$

$$\frac{2}{j k} = \frac{b d^2 f_b}{M} = 48,333866$$

Por acero:

$$n \rho_j = \frac{n M}{b d^2 f_s} = \frac{(286) * (439\,909 \text{ kg-cm})}{(20 \text{ cm}) * (460 \text{ cm})^2 * (1\,405 \text{ kg/cm}^2)}$$

$$n \rho_j = \frac{n M}{b d^2 f_s} = 0,022110$$

Se asume un valor de $n \rho$

Se calcula el valor de k , el valor de j , y los valores de $(2/jk)$ y $(n \rho j)$

Tabla I. **Técnica universal de diseño a flexión elástica**

$n \rho$	k	j	$(2/jk)$	$(n \rho j)$
0,00091600	0,04189567	0,98603478	48,41373927	0,00090321
0,00091700	0,04191804	0,98602732	48,38826512	0,00090419
0,00091800	0,04194040	0,98601987	48,36283261	0,00090517
0,00091900	0,04196275	0,98601242	48,33744165	0,00090615
0,00092000	0,04198509	0,98600497	48,31209210	0,00090712
0,00092100	0,04200741	0,98599753	48,28678386	0,00090810
0,02350000	0,19456478	0,93514507	10,99225437	0,02197591
0,02355000	0,19474934	0,93508355	10,98255987	0,02202122
0,02360000	0,19493366	0,93502211	10,97289641	0,02206652
0,02365000	0,19511774	0,93496075	10,96326382	0,02211182
0,02370000	0,19530158	0,93489947	10,95366194	0,02215712
0,02375000	0,19548518	0,93483827	10,94409062	0,02220241

Fuente: elaboración propia.

$$n \rho = 0,02365$$

$$\rho = 0,02365/n$$

$$\rho = 0,02365/286$$

$$\rho = 0,0000827$$

$$A_s = \rho b d$$

Donde:

As = área de acero

ρ = cuantía de acero

b = ancho del muro

d = largo del muro

$$As = 0,0000827 * 20 \text{ cm} * 460 \text{ cm}$$

$$As = 0,76 \text{ cm}^2$$

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

Revisando corte:

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

Donde:

f_u = esfuerzo último de corte

P = fuerza de corte

A = área sometida a corte

$$P = fs = 1\,405 \text{ kg}$$

A = espesor del muro * largo del muro

$$A = 20 \text{ cm} * 460 \text{ cm} = 9\,200 \text{ cm}^2$$

$$f_u = 1\,405 \text{ kg} / 9\,200 \text{ cm}^2$$

$$f_u = 0,15 \text{ kg/cm}^2$$

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

Refuerzo mínimo horizontal:

$$\rho = \frac{A_s}{d \cdot t} \geq 0,0013$$

Refuerzo mínimo vertical:

$$\rho = \frac{A_s}{d \cdot t} \geq 0,0007$$

Donde:

ρ = cuantía de acero

A_s = área de acero

d = longitud del muro

t = espesor del muro

Diseño de muros longitudinales

Diseño a flexión:

A_s vertical = $0,0007$ (460 cm) (20 cm)

A_s vertical = $6,44 \text{ cm}^2$

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

Número de varillas = $6,44 \text{ cm}^2 / 0,71 \text{ cm}^2$

Número de varillas = $9,07 \approx 12$ varillas a lo largo del muro

Por ser un muro de 2,6 m; se usarán dos columnas colocadas a $1/3$ y $2/3$ de la luz, respectivamente, con un armado de 6 varillas No. 3 y estribos No. 2 @ cada 0,15 m. Proporcionando un área de acero de $8,52 \text{ cm}^2$ a lo largo del muro, cubriendo de esta manera el área de acero requerida ($6,44 \text{ cm}^2$).

Diseño a corte:

As horizontal= $0,0013 (900 \text{ cm})(20 \text{ cm})$ se utilizó un 0,0013 tomando en
As horizontal= $23,40 \text{ cm}^2$ cuenta los requerimientos mínimos
del FHA.

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

Número de varillas = $23,40 \text{ cm}^2 / 0,71 \text{ cm}^2$

Número de varillas = $32,95 \approx 34$ varillas a lo largo del muro

Se usarán 6 soleras a lo largo del muro y la viga canal, con los siguientes armados:

Solera de humedad: 6 varillas No. 3 y estribos No. 2 @ cada 0,20 m, cuatro soleras intermedias: 4 varillas No. 3 y estribos No. 2 @ cada 0,20 m, viga canal: 8 varillas No. 3 y estribos No. 2 @ cada 0,20 m; proporcionando de esta manera un área de acero de $24,14 \text{ cm}^2$, cubriendo así el área de acero requerida ($23,40 \text{ cm}^2$).

2.7.3. Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales que están sometidos a carga axial y momentos flexionantes. Para el diseño, la carga axial es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna; esta carga se determina por áreas tributarias. Los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural. Para diseñar la columna, se toma el mayor de los dos momentos actuantes en extremos de esta.

Para este caso, se diseñan las columnas críticas, es decir, las que están sometidas a mayores esfuerzos. El diseño resultante para cada columna es aplicado a todas las columnas. En esta sección se describe el procedimiento que se sigue para diseñar las columnas típicas del edificio.

En el análisis de los momentos últimos para las columnas con cargas axiales y momentos uniaxiales, se utilizó el diagrama de momentos para una columna con carga horizontal puntual, el diagrama utilizado es el siguiente:

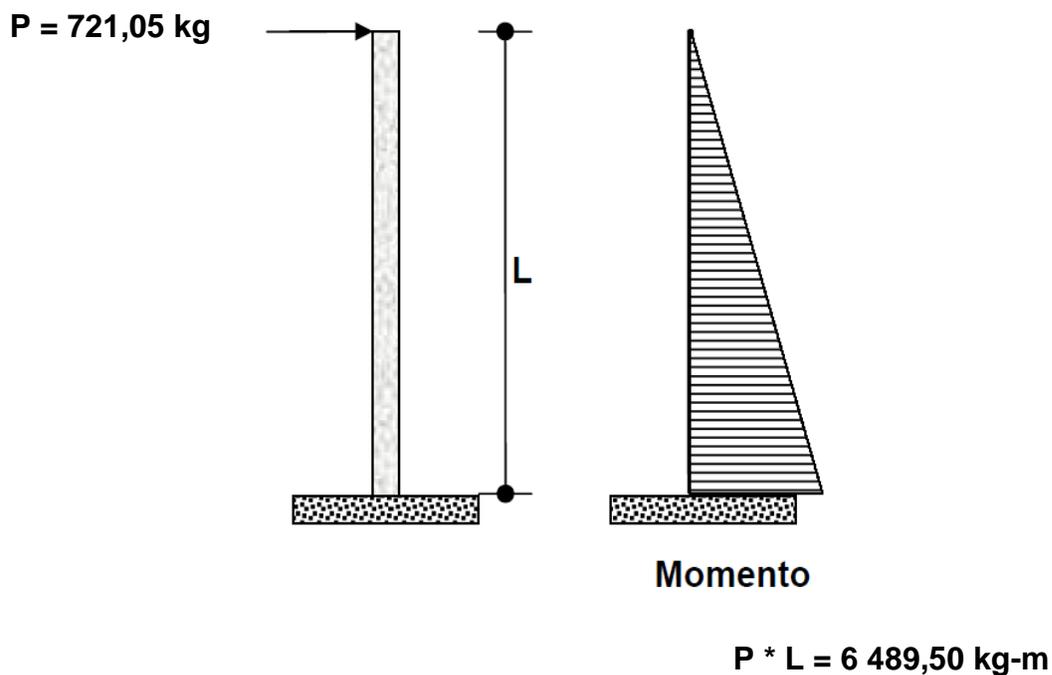
8 paneles tributarios en 5 metros

Peso por panel 198,30 lb = 90,13 kg

$P = 8 * 90,13 \text{ kg} = 721,05 \text{ kg}$

$M = P * L = 721,05 \text{ kg} * 9,00 \text{ m} = 6 489,50 \text{ Kg} - \text{m}$

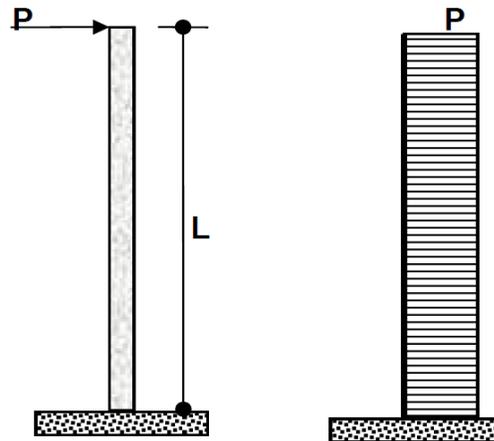
Figura 4. Diagrama de momentos de columna



Fuente: elaboración propia.

Debido a que el diseño es de una columna con carga axial y momento uniaxial, se utilizará el momento que es el siguiente: $M (-) = 6\,489,50 \text{ kg} \cdot \text{m}$.

Figura 5. Diagrama de corte de columna



Fuente: elaboración propia.

Utilizando la fórmula del diagrama de corte para una columna con carga puntual horizontal se tiene:

$$\text{Fuerza de corte} = V_c = P = 721,05 \text{ kg}$$

Columna con carga axial y momento uniaxial

Datos: son obtenidos del análisis estructural. Los valores del corte y los momentos son críticos, ya que se diseñan con los datos mayores.

Sección = $0,40 \cdot 0,40 \text{ m}$

L_u = longitud de la columna = $9,25 \text{ m}$

M_x = momento en $X = 0 \text{ kg} \cdot \text{m}$

$M_y =$ momento en Y = 6 489,50 kg - m

$V_c =$ corte último = 721,05 kg

Determinación de carga axial:

- Cálculo de carga axial:

$$CU = 1,4CM + 1,7CV$$

Donde:

1,4 y 1,7= factores de mayorío de carga viva y carga muerta,
respectivamente

CU = carga última

CM = carga muerta

CV= carga viva

$$CU = 1,4 * (12,90 \text{ kg/m}^2) + 1,7 * (39,05 \text{ kg/m}^2) = 84,44 \text{ kg/m}^2$$

- Cálculo del factor de carga última:

$F_{CU} =$ Factor de carga última

$$F_{CU} = CU / (CV + CM) = 84,44 / (12,90 + 39,05) = 1,62$$

- Cálculo de la carga axial: $P_U = A_t * C_u$

$A_t =$ área tributaria = (10,22 m * 5 m)

$C_u =$ carga distribuida última

$P_u =$ carga axial última

$$P_U = (10,22 \text{ m} * 5 \text{ m}) * 84,44 \text{ kg/m}^2 = 4 317,25 \text{ kg}$$

Clasificar la columna por su esbeltez (E): una columna es esbelta cuando los diámetros de su sección transversal son pequeños en relación con su

longitud. Por el valor de su esbeltez (E), las columnas se clasifican en cortas (E<21), intermedias (21≤ E ≤ 100) y largas (E>100). El objetivo de clasificar las columnas es para ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del análisis estructural; si son intermedias, se deben magnificar los momentos actuantes y si son largas no se construyen.

La esbeltez está dada por la siguiente relación:

$$E = \frac{K Lu}{r}$$

Donde:

E = esbeltez

Lu = longitud entre apoyos = 9,25 m

K= factor de pandeo

r = radio de giro = 0,3 × lado menor

La esbeltez de la columna en el sentido Y se calcula con:

- Cálculo de coeficientes que miden el grado de empotramiento a la rotación en las columnas (Ψ):

Extremo superior:

$$\Psi_A = \frac{\sum \text{Rigideces (columnas)}}{\sum \text{Rigideces (vigas)}}$$

$$\Psi_A = \frac{\frac{1}{12} * b * h^3 / \text{Longitud}}{\frac{1}{12} * b * h^3 / \text{Longitud}}$$

Donde:

Ψ_A = coeficiente de empotramiento en el extremo A

Ψ_B = coeficiente de empotramiento en el extremo B

b = base de columna o viga

h = altura de columna o viga

$$\Psi A = \frac{\frac{1}{12} * 0,4 * 0,4^3 / 9,25}{\left(\frac{1}{12} * 0,4 * 0,4^3 / 4,60\right) * 2} = 0,24896$$

Extremo inferior:

$\Psi B = 0$, ya que el extremo se encuentra empotrado

Promedio:

$$\Psi P = (\Psi A + \Psi B) / 2 = (0,2486 + 0) / 2 = 0,1243$$

- Cálculo de coeficiente de pandeo K:

$$K = \left(\frac{(20 - \Psi P)}{20}\right) (1 + \Psi P)^{0,5} \quad \text{para } \Psi P < 2$$

$$K = 0,9 (1 + \Psi P)^{0,5} \quad \text{para } \Psi P \geq 2$$

Donde:

ΨP = coeficiente promedio de empotramiento

K = factor de pandeo

Entonces se utiliza:

$$K = ((20 - \Psi P) / 20) (1 + \Psi P)^{0,5}$$
$$K = ((20 - 0,1243) / 20) (1 + 0,1243)^{0,5} = 1,05$$

- Cálculo de la esbeltez de la columna:

$$E = K L u / r$$

Donde:

E = esbeltez

Lu = longitud entre apoyos = 9,25 m

K= factor de pandeo

r = radio de giro = 0,3 × lado menor

$$E = (1,05 * 9,25) / (0,30 * 0,40) = 81,22$$

Por los valores obtenidos de E, tanto en el sentido Y, la columna se clasifica dentro de las intermedias, por tanto se deben magnificar los momentos actuantes.

Magnificación de momentos: cuando se hace un análisis estructural de segundo orden, en el cual se toman en cuenta las rigideces reales, los efectos de las deflexiones y de la duración de la carga, cuyo factor principal a incluir es el momento debido a las deflexiones laterales de los miembros, se pueden diseñar las columnas utilizando directamente los momentos calculados.

Por otro lado, si se hace un análisis estructural convencional de primer orden, como en este caso, en el cual se usan las rigideces relativas aproximadas y se ignora el efecto de desplazamientos laterales de los miembros, es necesario modificar los valores calculados con el objetivo de obtener valores que tomen en cuenta los efectos de desplazamiento. Para este caso, esa modificación se logra utilizando el método ACI de magnificación de momentos:

Sentido "Y-Y"

- Cálculo del factor de flujo plástico del concreto:

$$\beta d = CM_U / CU = \frac{1,4 * 12,90}{(1,4 * 12,90) + (1,7 * 39,05)} = 0,2139$$

Donde:

βd = factor de flujo plástico del concreto

CM_U = carga muerta última

CU = carga última

- Cálculo del $E\bar{I}$ total del material:

$$E\bar{I} = (Ec * \bar{I}_g / 2,5) / (1 + \beta d); Ec = 15\,100 (f'c)^{0,5}; \bar{I}_g = (1/12) bh^3$$

Donde:

$E\bar{I}$ = módulo de elasticidad por inercia del material

\bar{I}_g = inercia de la sección

βd = flujo plástico

Ec = módulo de elasticidad del concreto

$f'c$ = esfuerzo del concreto

$$E\bar{I} = ((15\,100 * 210^{0,5}) (40^4/12) / 2,5) / (1 + 0,2139) = 15,383 \times 10^9 \text{ kg} - \text{cm}^2$$

$$E\bar{I} = 15,383 \times 10^9 \text{ kg} - \text{cm}^2 = 1\,538,3 \text{ Ton} - \text{m}^2$$

- Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler:

$$P_{cr} = \pi^2 (E\bar{I}) / (KL_u)^2$$

Donde:

P_{cr} = carga de Euler

$E\bar{I}$ = módulo de elasticidad por inercia del material

L_u = longitud entre apoyos

K = factor de pandeo

$$P_{cr} = \pi^2(EI) / (KL_u)^2 = \pi^2 (1\,538,3) / (1,05 * 9,25)^2 = 159,80 \text{ T}$$

- Cálculo del magnificador de momento:

$$\delta = \frac{1}{1 - (P_u / \Phi P_{cr})} \geq 1$$

Donde:

δ = factor de magnificación de momento

P_u = carga última

P_{cr} = carga de Euler

Φ = factor de reducción

$\Phi = 0,70$, si se usan estribos

$\Phi = 0,75$, si se usan zunchos

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(4,31 / (0,70 * 159,8) \right)} = 1,04$$

- Cálculo de momentos de diseño:

$$M_d = \delta * M_u$$

Donde:

M_d = momento de diseño

δ = factor de magnificación de momento

M_u = momento último

$$M_{dy} = 1,04 (6\,489,50) = 6\,749,08 \text{ kg} - \text{m}$$

Acero longitudinal: para calcular el acero longitudinal de las columnas existen varios métodos; los que se aplican según el tipo de cargas a las que está sometida la columna. Existen columnas sometidas a carga axial y momento uniaxial, carga axial y momento biaxial, y carga axial y momento triaxial.

Para este caso, todas las columnas son del tipo carga axial y momento uniaxial. El diseño exacto de este tipo de columnas requiere un procedimiento difícil, pero existen métodos aproximados que dan buenos resultados, uno de estos es el de Bresler. Este método sencillo ha sido comprobado mediante resultados de ensayos y cálculos exactos. El método consiste en que dado un sistema de cargas actuantes, se debe calcular el sistema de cargas resistentes.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Cálculo de límites de acero: según ACI, el área de acero en una columna debe estar dentro de los siguientes límites: $1\%A_g \leq A_s \leq 6\%A_g$

$$A_{S_{MIN}} = 0,01 (40 * 40) = 16 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{MAX}} = 0,06 (40 * 40) = 96 \text{ cm}^2$$

- Se propone un armado, se aconseja iniciar con un valor cerca de $A_{S_{MIN}}$.
Armado propuesto: $8 \text{ No. } 6 = 8(2,87) = 22,96 \text{ cm}^2$

Para este método se usan los diagramas de interacción para diseño de columnas (ver anexos). Los valores a utilizar en los diagramas son:

- Valor de la gráfica:

$$\gamma = h_{\text{núcleo}} / h_{\text{columna}}$$

Donde:

γ = relación entre la altura confinada de la columna

$h_{\text{núcleo}}$ = altura confinada de la sección de la columna

h_{columna} = altura total de la sección de la columna

$$\gamma = (0,40 - (2 * 0,04)) / 0,40 = 0,80$$

- Valor de la curva:

$$\rho_t \mu = A_s F_y / 0,85 f'_c A_g$$

Donde:

$\rho_t \mu$ = valor de la curva

A_s = área de acero

F_y = límite de fluencia del acero

0,85 = factor de reducción del esfuerzo del concreto

f'_c = esfuerzo del concreto

A_g = área gruesa del concreto

$$\rho_t \mu = (22,96 * 2810) / (0,85 * (40 * 40) 210) = 0,22$$

- Excentricidades:

$$e_y = M_{dy} / P_u$$

Donde:

e_y = excentricidad en el sentido Y-Y

M_{dy} = momento de diseño

P_u = carga axial última

$$e_y = 6749,08 / 4317,25 = 1,56$$

- Al conocer las excentricidades se calcula el valor de las diagonales:

$$e_y / h_y = 1,56 / 0,40 = 3,91$$

Donde:

e_y = excentricidad en el sentido Y-Y

h_y = altura de sección de la columna en el sentido Y-Y

Con los datos obtenidos en los últimos cuatro pasos, se busca el valor del coeficientes K_y ; este es: $K_y = 0,11$

Por último se calculan las cargas:

- Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_y :

$$P'_{uy} = K_y * \Phi * f'_c * b * h$$

Donde:

P'_{uy} = carga de resistencia de la columna en el sentido Y-Y

K_y = coeficiente del diagrama de interacción de la columna

Φ = factor de reducción

f'_c = esfuerzo del concreto

b = base de la sección de la columna

h = altura de la sección de la columna

$$P'_{uy} = 0,11 * 0,70 * 210 * 40 * 40 = 25\ 872,00 \text{ kg}$$

- Carga axial de resistencia de la columna:

$$P'_{o} = \Phi (0,85 f'c (A_g - A_s) + A_s F_y)$$

Donde:

P'_{o} = carga axial de resistencia de la columna

Φ = factor de reducción

0,85 = factor de reducción del esfuerzo del concreto

$f'c$ = esfuerzo del concreto

A_g = área gruesa del concreto

A_s = área de acero

F_y = límite de fluencia del acero

$$P'_{o} = 0,70 (0,85 * 210 (1\ 600 - 22,96) + (22,96 * 2\ 810,00)) = 242\ 213,47\ \text{kg}$$

- Carga de resistencia de la columna:

$$P'_{u} = \frac{1}{\left(\frac{1}{P'_{uy}} - \frac{1}{P'_{o}}\right)}$$

Donde:

P'_{u} = carga de resistencia última de la columna

P'_{uy} = carga de resistencia de la columna en el sentido Y-Y

P'_{o} = carga axial de resistencia de la columna

$$P'_{u} \frac{1}{\left(\frac{1}{25\ 872} - \frac{1}{242\ 213,417}\right)} = 28\ 966,00\ \text{Kg}$$

$$P'_{u} = 28\ 966,00\ \text{Kg}$$

Como $P'u > P_u$, el armado propuesto sí resiste las fuerzas aplicadas, si esto no fuera así, se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla.

Después de calcular el acero longitudinal de las columnas, es necesario proveer refuerzo transversal por medio de estribos y/o zunchos para resistir los esfuerzos de corte y/o por armado. Por otro lado, en zonas sísmicas, como en Guatemala, se debe proveer suficiente ductilidad a las columnas. Esto se logra por medio del confinamiento del refuerzo transversal en los extremos de la misma. El resultado del confinamiento es un aumento en el refuerzo de ruptura del concreto, que además permite una deformación unitaria mayor del elemento.

- Refuerzo por corte: se calcula el corte resistente

$$V_R = 0,85 * 0,53 (f'_c)^{0,5} bd$$

Donde:

V_R = corte resistente

V_U = corte último

0,85 = factor de reducción

f'_c = esfuerzo del concreto

b = base de la sección de la columna

d = peralte de la sección de la columna

$$V_R = 0,85 * 0,53 (210)^{0,5} (40 * 36) = 9\ 400\ \text{kg}$$

Comparar V_R con V_U , con los siguientes criterios:

Si $V_R \geq V_U$ se colocan estribos a $S = d/2$

Si $V_R < V_U$ se diseñan los estribos por corte

Para ambas opciones debe considerarse que la varilla mínima permitida es la No. 3, en este caso $V_R > V_U$, se colocan estribos a:

$$S = d/2 = 36/2 = 18 \text{ cm}$$

- Refuerzo por confinamiento: la longitud de confinamiento se escoge entre la mayor de las siguientes opciones:

$$L_o = L_u / 6 = 9,25/6 = 1,54 \text{ m} \quad \text{o} \quad \text{Lado mayor de la columna} = 0,40 \text{ m}$$

Luego se calcula la relación volumétrica:

$$\rho_s = 0,45 ((A_g/A_{ch}) - 1)(0,85f'_c/F_y); \rho_s \geq 0,12(f'_c/F_y)$$

Donde:

ρ_s = relación volumétrica

A_g = área gruesa de concreto

A_{ch} = área confinada de concreto

f'_c = esfuerzo del concreto

F_y = límite de fluencia del acero

$$\rho_s = 0,45 ((40^2/32^2) - 1) (0,85 * 210/2810) = 0,016$$

Y por último, el espaciamiento entre estribos en la zona confinada es:

$$S_1 = 2A_v / \rho_s L_n = (2 * 0,71)/(0,016 * 32) = 2,77 \text{ cm} \approx 3 \text{ cm}$$

Donde:

S_1 = espaciamiento entre estribos

A_v = área de la varilla

ρ_s = relación volumétrica

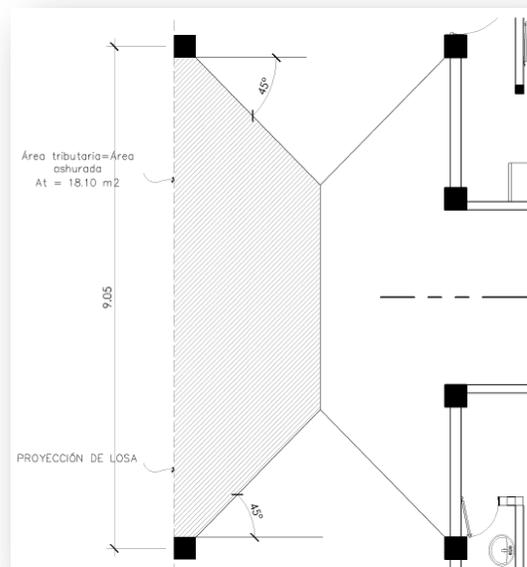
L_n = longitud confinada

2.7.4. Diseño de viga

Para el diseño del refuerzo longitudinal se tomará una viga crítica ubicada en el eje No. 8 de la planta arquitectónica del edificio (revisar apéndices); de la viga se tienen los siguientes datos:

La envolvente de momentos de la viga se calculó a través del método de áreas tributarias. En el método de áreas tributarias se trazan polígonos con líneas a 45 grados y se forman polígonos tributarios de área para cada viga, ejemplo:

Figura 6. Área tributaria de viga



Fuente: elaboración propia.

$$\text{Área tributaria} = 18,10 \text{ m}^2$$

$$\text{Carga muerta} = 900 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga muerta (viga)} = 900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \text{Área tributaria} = 900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 18,10 \text{ m}^2 = 16\,290 \text{ kg}$$

$$\text{Carga muerta lineal} = 16\,290 \text{ kg} / \text{longitud} = 16\,290 \text{ kg} / 9,05 \text{ m} = 1\,800 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga viva} = 200 \text{ kg/m}^2$$

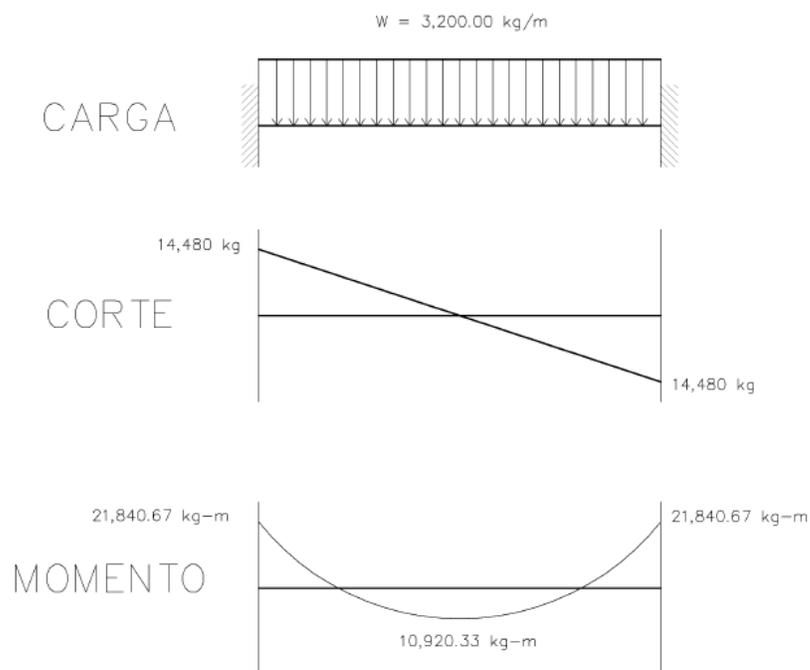
$$\text{Carga viva (viga)} = 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \text{At} = 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 18,10 \text{ m}^2 = 3\,620,00 \text{ kg}$$

$$\text{Carga viva lineal} = 3\,620 \text{ kg} / \text{longitud} = 3\,620 \text{ kg} / 9,05 \text{ m} = 400 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga última} = 1,4 (\text{carga muerta}) + 1,7 (\text{carga viva})$$

$$\text{Cu} = 1,4 * (1\,800) + 1,7 * (400) = 3\,200 \text{ kg/m}$$

Figura 7. Diagrama de corte y de momento de viga



Fuente: elaboración propia.

Diseño longitudinal:

b = ancho rectangular de la viga = 0,30m

d = peralte efectivo de la viga = 0,65m

f 'c = resistencia del concreto = 210 kg / cm²

Fy = limite de fluencia del acero = 2 810 kg / cm²

Cálculos:

Área de acero mínimo: $A_{smin} = \frac{14,1}{F_y} * b * d$

$$A_{smin} = \frac{14,1}{2\,810\text{ Kg/cm}^2} * 30\text{ cm} * 65\text{ cm} = 9,78\text{ cm}^2$$

Área de acero balanceada: $A_{sbal} = \rho_{bal} * b * d$

$$\rho_{bal} = \frac{f'c}{F_y} * \phi^2 * \left(\frac{0,003}{0,003 + \frac{F_y}{E_s}} \right)$$

Donde:

A_{sbal} = área de acero balanceada

ρ_{bal} = cuantía de acero balanceada

b = ancho rectangular de la viga = 0,30 m

d = peralte efectivo de la viga = 0,65 m

ϕ = factor de reducción = 0,85

E_s = Módulo de elasticidad del acero = 2,1 x 10⁶ kg/cm²

$$\rho_{bal} = \frac{210\text{ kg/cm}^2}{2\,810\text{ kg/cm}^2} * 0,85^2 * \left(\frac{0,003}{0,003 + \frac{2\,810}{2,1 * 10^6}} \right) = 0,03734$$

$$A_{sbal} = 0,03734 * 30\text{ cm} * 65\text{ cm} = 72,81\text{ cm}^2$$

Área de acero máxima: $A_{smax} = 0,5 * A_{sbal}$ (para zona sísmica)

$$A_{smax} = 0,5 * (72,81\text{ cm}^2)$$

$$A_{smax} = 36,40\text{ cm}^2$$

Parámetros:

$$A_{s_{\min}} = 9,78 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\max}} = 36,40 \text{ cm}^2$$

Para encontrar el área de acero necesaria para los momentos se tiene la siguiente fórmula:

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

Donde:

A_s = área de acero

f'_c = resistencia del concreto

F_y = límite de fluencia del acero

b = ancho rectangular de la viga

d = peralte efectivo de la viga

M_u = momento último

Área de acero para el momento positivo:

$$A_s(-) = \left[30 * 65 - \sqrt{(30 * 65)^2 - \frac{10\,920,33 * 30}{0,003825 * 210}} \right] \left[\frac{0,85 * 210}{2\,810} \right] = 6,83 \text{ cm}^2.$$

Área de acero para el momento negativo:

$$A_s(+) = \left[30 * 65 - \sqrt{(30 * 65)^2 - \frac{21\,840,67 * 30}{0,003825 * 210}} \right] \left[\frac{0,85 * 210}{2\,810} \right] = 14,09 \text{ cm}^2.$$

En este caso como $A_{s(-)} < A_{s_{\min}}$; se utiliza $A_{s_{\min}}$

$$A_{s(-)} = 9,78 \text{ cm}^2$$

Después de calcular el área de acero para los momentos positivo y negativo, deben considerarse los siguientes requisitos sísmicos:

- Para la cama superior: se debe colocar como mínimo dos varillas de acero corrido, tomando el mayor de los siguientes valores:
 - $A_{s \text{ min}}$
 - 33% del área de acero calculada para el momento negativo

- Para la cama inferior: se debe colocar como mínimo dos varillas de acero corrido, tomando el mayor de los siguientes valores:
 - $A_{s \text{ min}}$
 - 50% del área de acero calculada para el momento negativo
 - 50% del área de acero calculada para el momento positivo

- Para la cama superior al centro: usar área de acero mayor
 - $A_{s_{\min}} = 9,78 \text{ cm}^2$
 - $33\% A_{s_{M(-)}} = 0,33(9,78) = 3,23 \text{ cm}^2$
 - Usar $A_s = 9,78 \text{ cm}^2 = 4 \text{ No. } 6 = 4(2,84) = 11,36 \text{ cm}^2$

- Para la cama inferior en apoyos:
 - $A_{s_{\min}} = 9,78 \text{ cm}^2$
 - $50\% A_{s_{M(-)}} = 0,5 (9,78) = 4,89 \text{ cm}^2$
 - $50\% A_{s_{M(+)}} = 0,5 (14,09) = 7,05 \text{ cm}^2$
 - usar $A_s = 9,78 \text{ cm}^2 = 4 \text{ No. } 6 = 4(2,84) = 11,36 \text{ cm}^2$

El área de acero faltante en la cama superior e inferior, se coloca como bastón, se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$A_{\text{bastón}} = A_s \text{ requerido} - A_s \text{ corrido}$$

El área de acero del bastón para cubrir el momento negativo en la cama superior es:

$$A_{\text{bastón}} = 14,09 - 11,36 = 2,73 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{bastón}} = 2 \text{ No. 6} = 5,68 \text{ cm}^2$$

El área de acero del bastón para cubrir el momento positivo en la cama inferior es:

$$A_{\text{bastón}} = 11,36 - 11,36 = 0 \text{ cm}^2$$

A bastón = No se usarán bastones al centro

Después de calcular el área de acero longitudinal se procede a calcular el área de acero transversal (estribos). El objetivo de colocar estribos es para contrarrestar los esfuerzos de corte y en algunas ocasiones se usan por requisito de armado manteniendo el refuerzo longitudinal en la posición deseada.

Diseño a corte

$$V_R = 0,85 * 0,53 \sqrt{f'_c} * b * d$$

Donde:

V_R = corte resistente

V_a = corte actuante

0,85 = factor de reducción

$f'c$ = resistencia del concreto del concreto

b = base de la sección de la viga

d = peralte de la sección de la viga

$$VR = 0,85 * 0,53 \sqrt{210} * 30 * 65 = 15\ 176,71 \text{ kg}$$

El corte actuante mayor (V_a) en el elemento analizado es: 14 480,00 kg

$$15\ 176,71 \text{ Kg} > 14\ 480,00 \text{ Kg}$$

Puede observarse que $VR > V_a$; por lo tanto, se usan estribos No. 3 solo por requisito de armado. Sin embargo, por requisitos sísmicos se deben confinar los estribos en los extremos de la viga con el propósito de lograr una mayor ductilidad en los nodos.

Para la longitud de confinamiento (L_o), los estribos deben proporcionarse en una distancia de por lo menos el doble del peralte efectivo d de la viga, a partir de la cara de la columna.

Para este caso, $L_o = 2d = 2(0,55) = 1,10 \text{ m} = 1,50 \text{ m}$ (por seguridad)

Se usarán estribos No. 3 con una separación máxima (S_{max}) = d/2 en la parte central y d/4 en los extremos de la viga, Así:

$$\frac{d}{2} = \frac{55}{2} = 27,5 \text{ cm} \cong 0,20 \text{ m}$$

$$\frac{d}{4} = \frac{55}{4} = 13,75 \text{ cm} \cong 0,10 \text{ m}$$

La viga de anclaje puede ser en concreto o metal; esta viga es el elemento en donde el techo irá apoyado, el fabricante recomienda que sea construida conforme sea la relación de flecha/luz; para ello proporcionan las medidas a usar.

Con base en los cálculos se obtuvo el siguiente armado: 8 varillas No. 3 y estribos No. 2 @ 0,20.

2.7.5. Diseño de graderíos

Los graderíos tendrán 100 cm de huella y 40 cm de contrahuella. Las gradas están apoyadas en una losa continua, como elemento inclinado con capacidad resistente a la flexión, por lo que se diseñará como si se tratara de una losa.

- Integración de cargas

$$\text{Peso propio de escalera} = 2400 \text{ kg/m}^3 * (0,20 + 0,40/2) = 960,00 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Acabados} = 50 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total carga muerta} = 1010,00 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga viva} = 500 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga última} = 1,4 \text{ CM} + 1,7 \text{ CV} = 1,4 (1010,00) + 1,7 (500,00) =$$

$$\text{CU} = 2264,00 \text{ kg/m}^2$$

Se considera la losa en una dirección, se analiza una franja con ancho unitario de 1 metro. La carga última es $\text{CU} = 2264,00 \text{ kg/m}$, para un tramo de escalones con longitud de 3,55 metros.

$$M_{(+)} = \frac{w L^2}{9} = \frac{2264,00 * 3,55^2}{9} = 3170,23 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{(-)} = \frac{w L^2}{14} = \frac{2\,264,00 * 3,55^2}{14} = 2\,038,00 \text{ kg} - \text{m}$$

Donde:

$M_{(+)}$ = momento positivo

$M_{(-)}$ = momento negativo

w = carga distribuida

L = luz del elemento

$$A_{s_{\max}} = 0,5 * \rho_{\text{bal}} * b * d$$

$$\rho_{\text{bal}} = 0,03734$$

Donde:

$A_{s_{\max}}$ = área de acero máxima

$A_{s_{\min}}$ = área de acero mínima

ρ_{bal} = cuantía de acero balanceada

b = base de la sección del elemento

d = peralte de la sección del elemento

$$A_{s_{\max}} = 0,5 * 0,03734 * 100 * 40 = 74,68 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1 * b * d}{F_y} = \frac{14,1 * 100 * 40}{2\,810} = 20,07 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = 20,07 \text{ cm}^2$$

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

$$M_{(+)} = 3\,170,23 \text{ kg} - \text{m}$$

$$A_s = \left[100 * 40 - \sqrt{(100 * 40)^2 - \frac{3\,170,23 * 100}{0,003825 * 210}} \right] \left[\frac{0,85 * 210}{2\,810} \right] = 3,15 \text{ cm}^2.$$

$$M_{(-)} = 2\,038,00 \text{ kg} - \text{m}$$

$$A_s = \left[100 * 40 - \sqrt{(100 * 40)^2 - \frac{2\,038,00 * 100}{0,003825 * 210}} \right] \left[\frac{0,85 * 210}{2\,810} \right] = 2,02 \text{ cm}^2.$$

Seleccionando el área de acero mínimo $A_{s_{\min}} = 20,07 \text{ cm}^2$, se utilizarán 16 varillas no. 4 que dan un área de $20,64 \text{ cm}^2$; ver detalle de la distribución del acero en el apéndice.

Refuerzo transversal

Acero por temperatura:

$$A_{\text{temp}} = 0,002 * b * t$$

Donde:

A_{temp} = acero por temperatura

b = base de la sección de la viga

t = espesor de la viga

$$A_{\text{temp}} = 0,002 * 100 * 40 = 8 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{(1,29 \text{ cm}^2) * (100 \text{ cm})}{8 \text{ cm}^2} = 16,12 \text{ cm}, \text{ se utilizará no. 4 @ 0,15 m.}$$

Así también, las soleras intermedias de apoyo serán de 4 No.3 longitudinal y estribos No. 2 @ 0,15 m.

2.7.6. Diseño de cimiento corrido

- Integración de cargas

Peso propio del muro

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

$$W_{\text{muro}} = 9,00 \text{ mts} * 0,20 \text{ mts} * 1\ 800 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{\text{muro}} = 3\ 240,00 \text{ kg/m}$$

Donde:

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

$$\text{alto} = 9,00 \text{ mts.}$$

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

Peso del cimiento

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

$$W_{\text{cimiento}} = 0,60 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 2\ 400 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{\text{cimiento}} = 360 \text{ kg/m}$$

Donde:

$$\text{ancho} = 0,60 \text{ m}$$

$$\text{alto} = 0,25 \text{ m}$$

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

Peso del techo

$$W_{\text{techo}} = (W_{\text{techo}}) * a$$

$$W_{\text{techo}} = (12,91 \text{ kg/m}^2) * (10,96 \text{ m})$$

$$W_{\text{techo}} = 141,56 \text{ kg/m}$$

Donde:

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

$$a = 10,96 \text{ m}$$

Peso de la carga viva

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

$$W_{\text{c.v.}} = 39,05 \text{ kg/m}^2 * 10,96 \text{ m}$$

$$W_{\text{c.v.}} = 428,18 \text{ kg/m}$$

Donde:

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

$$a = 10,96 \text{ m}$$

- Peso total del muro

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

Donde:

W_{muro} = peso total del muro

C.M. = peso total de la carga muerta

C.V. = peso total de la carga viva

$$W_{\text{muro}} = 1,4 (3\,240,00\text{kg/m} + 360,00\text{kg/m} + 141,56\text{kg/m}) + 1,7(428,18\text{ kg/m})$$

$$W_{\text{muro}} = 5\,238,18\text{ kg/m} + 727,91\text{ Kg/m}$$

$$W_{\text{muro}} = 5\,966,09\text{ kg/m}$$

- **Datos**

$$\gamma_{\text{CONCRETO}} = \text{peso específico del concreto} = 2\,400\text{ kg/m}^3$$

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

$$F_y = \text{límite de fluencia del acero} = 2\,810\text{ kg/cm}^2$$

$$t = \text{espesor del cimiento} = 0,25\text{ m}$$

$$\gamma_{\text{SUELO}} = \text{peso específico del suelo} = 1\,830\text{ kg/m}^3$$

$$q_{\text{adm}} = \text{carga admisible} = 30\,000,00\text{ kg/m}^2$$

Carga que soportará el cimiento corrido unida lineal, $W_u = 5\,966,09\text{ kg/m}$

$$q_{\text{adm}} = \frac{W_u}{b} \gg b = \frac{W_u}{q_{\text{adm}}} = \frac{5\,966,09\text{ kg/m}}{30\,000,00\text{ kg/m}^2} = 0,19\text{ m} \cong 0,20\text{ m}$$

Donde:

q_{adm} = carga admisible

W_u = carga distribuida lineal en todo el cimiento

b = base del cimiento

De este cálculo se tiene que la base debe ser de 20 cm, sin embargo puesto que el ancho de los muros es de 20 cm y es necesario aplicar

dimensiones constructivamente viables y coherentes, tomaremos como la dimensión a utilizar, un ancho de 60 cm.

- Diseño del espesor del cimiento

La presión de diseño última: es la presión actuante incrementada por un factor de seguridad llamado factor de carga última, el cual se encuentra en el rango de 1 a 1,5 como ya se estableció anteriormente. Para éste caso $F_{cu}=1,5$

$$q_{dis} = F_{cu} * q_{act} = 1,5 * 5\,966,09 = 8\,949,13 \text{ kg/m}^2$$

Donde:

q_{dis} = presión de diseño última

F_{cu} = factor de carga última

q_{act} = presión actuante

Peralte de diseño (d):

$$d = t - \text{rec} - \frac{\phi_{var}}{2} = 25 \text{ cm} - 7,5 \text{ cm} - 0,5 \text{ cm} = 17 \text{ cm}$$

Donde:

d = peralte de diseño

t = espesor del cimiento

rec = recubrimiento

ϕ_{var} = diámetro de varilla

- Chequeo a corte

Corte actuante:

$$V_{act} = q_{dis} * l_{punz} = 8\,949,13 * 0,4 \text{ m} = 3\,579,65 \text{ kg}$$

Donde:

V_{act} = corte actuante

q_{dis} = presión de diseño última

l_{punz} = longitud de punzonamiento

Corte que resiste el concreto:

$$V_r = 0,53 * 0,85 * b * d * \sqrt{f'c}$$

Donde:

V_r = corte resistente

V_a = corte actuante

0,85 = factor de reducción

$f'c$ = resistencia del concreto del concreto

b = base de la sección

d = peralte de la sección

$$V_r = 0,53 * 0,85 * 100 \text{ cm} * 17 \text{ cm} * \sqrt{210}$$

$$V_r = 11\,098,22 \text{ kg}$$

Chequeo >> $V_r > V_{act}$ >> Ok

- Chequeo a flexión: con los datos de 0,60 m de base, 0,17 m de peralte y 0,08 m de recubrimiento se obtiene:

Cálculo del momento:

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

Donde:

W = carga distribuida lineal

L = luz del elemento

$$M = \frac{(8\,949,135) * (0,6 - 0,2)^2}{2} = 715,93 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_u = 715,93 \text{ kg} - \text{m}$$

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

$$d = 17 \text{ cm}$$

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

$$A_s = \left[100 * 17 - \sqrt{(100 * 17)^2 - \frac{715,93 * 100}{0,003825 * 210}} \right] \left[\frac{0,85 * 210}{2\,810} \right] = 1,68 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 1,68 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1 * b * d}{F_y} = \frac{14,1 * 100 * 17}{2\,810} = 8,53 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = 8,53 \text{ cm}^2$$

$A_s < A_{s_{\min}}$, entonces se toma el valor de $A_{s_{\min}} = 8,53 \text{ cm}^2$

$$S_{\phi 3/8} = \frac{100 * 0,71}{8,53} = 8,32 \text{ cm}$$

El acero mínimo es mucho mayor al requerido, por lo que se utilizará la cuantía de acero mínimo. Eslabones No. 3 @ 0,15 m.

- Acero por temperatura

$$A_{s_{\text{temperatura}}} = 0,002 * b * t = 0,002 * 60 \text{ cm} * 25 \text{ cm} = 3 \text{ cm}^2$$

Donde:

$A_{s_{\text{temperatura}}}$ = acero por temperatura

b = base de la sección del cimiento

t = espesor de la sección del cimiento

$$A_{s_{\text{temperatura}}} = 3 \text{ cm}^2$$

El área de acero por temperatura la cubren 4 varillas No. 3 corridas.

Armado final: se usarán 4 varillas No. 3 con eslabones No. 3 @ 0,15 m.

2.7.7. Diseño de zapatas

Procedimiento de diseño para zapata típica:

Datos:

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (resistencia del concreto)

$F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ (límite de fluencia del acero)

$M_{ux} = 7,61 \text{ ton} \cdot \text{m}$ (momento último en el sentido X-X)

$M_{uy} = 15,92 \text{ ton} \cdot \text{m}$ (momento último en el sentido Y-Y)

$P_u = 30,40$ ton (carga axial)

$\delta_c = 2,40$ ton/m³ (peso específico del concreto)

$V_s = 30$ ton/m² (valor soporte del suelo)

$\delta_s = 1,83$ ton/m³ (peso específico del suelo)

$F_{cu} = 1,50$ (factor de carga última)

Diseño del área de zapata (A_z):

Para el cálculo del área de zapata se utilizan las cargas y momentos de servicio. Se dividen las cargas últimas, dentro del factor de carga última para obtener las cargas de servicio:

$$P' = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{30,40 \text{ ton}}{1,50} = 20,27 \text{ ton}$$

Donde:

P' = carga de servicio

P_u = carga última

F_{cu} = factor de carga última

De la misma manera se obtienen los momentos de servicio:

$$M_{tx} = \frac{M_{ux}}{F_{cu}} = \frac{7,61}{1,50} = 5,07 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M_{ty} = \frac{M_{uy}}{F_{cu}} = \frac{15,92}{1,50} = 10,61 \text{ ton} - \text{m}$$

Donde:

M_{tx} = momento de servicio en el sentido en el sentido X-X

M_{ty} = momento de servicio en el sentido en el sentido Y-Y

Mux = momento último en el sentido X-X

Muy = momento último en el sentido Y-Y

Fcu = factor de carga última

Para la primera estimación de área de la zapata se utilizan:

$$A_z = \frac{1,5 P'}{V_s} = \frac{1,5 * 20,27}{30} = 1,01 \text{ m}$$

Donde:

Az = área de la zapata

P' = carga de servicio

Vs = valor soporte del suelo

Como la forma de la zapata será cuadrada, se calculan las dimensiones de la siguiente forma:

$$B = \sqrt{A_z} = \sqrt{1,01} = 1,00 \text{ m} \cong 1,50 \text{ m}$$

Donde:

Az = área de la zapata

B = base de la zapata

Revisión de la presión sobre el suelo:

$$P = P' + P_s + P_{col} + P_{cim}$$

Donde:

P = Integración total de cargas actuantes

P' = carga de servicio

$P_s = (Az * \text{desplante} * \bar{\delta}_s)$

$P_{col} = (\text{sección de la columna} * \text{alto columna} * \bar{\delta}_c)$

$P_{cim} = (Az * \text{espesor asumido} * \bar{\delta}_c)$

$$\begin{aligned} P' &= && 20,27 \text{ ton} \\ P_s &= (1,5\text{m} * 1,5\text{m}) * 1,65\text{m} * 1,83 \text{ ton/m}^3 && = 6,80 \text{ ton} \\ P_{col} &= (0,5\text{m} * 0,5\text{m}) * 5,38 \text{ m} * 2,4 \text{ ton/m}^3 && = 3,22 \text{ ton} \\ P_{cim} &= (1,5\text{m} * 1,5\text{m}) * 0,5 \text{ m} * 2,4 \text{ ton/m}^3 && = \underline{2,70 \text{ ton}} \\ P &= && 32,99 \text{ ton} \end{aligned}$$

Debido a que existen carga y flexión biaxial, las presiones sobre el suelo por debajo de la zapata serán:

$$q = \frac{P}{Az} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} \pm \frac{M_{ty}}{S_y}$$

Donde:

q = presión de diseño

Az = área de la zapata

M_{tx} = momento de servicio en el sentido en el sentido X-X

M_{ty} = momento de servicio en el sentido en el sentido Y-Y

S_x = módulo de sección en el sentido indicado

Donde los casos críticos son: q_{max} y q_{min}

$$S = \frac{1}{6} * b * h^2$$

Donde:

S = módulo de sección en el sentido indicado

b = base de la sección de la zapata

h = altura de la sección de la zapata

Entonces se tiene:

$$q = \frac{32,99}{2,25} \pm \frac{5,07}{\frac{1}{6} * 1,5 * 1,5^2} \pm \frac{10,61}{\frac{1}{6} * 1,5 * 1,5^2} = 35,24 \pm 9,03 \pm 18,86$$

$$q = 35,24 \pm 9,03 \pm 18,86$$

$$q_{\max} = 63,13$$

$$q_{\min} = 7,35$$

Lo que indica que:

$q_{\max} > V_s$ Excede el valor soporte del suelo, esto no debe suceder, entonces se debe aumentar el área de zapata para absorber dichas presiones.

$q_{\min} < 0$ Indica que existen presiones de tensión.

Segunda estimación de área de zapata, asumiendo una zapata cuadrada de:

$$Az = 2,25m * 2,25m , \quad Az = 5,06 m^2$$

La integración total de cargas será:

$$\begin{aligned} P' &= 20,27 \text{ ton} \\ P_s &= (2,25\text{m} * 2,25\text{m}) * 1,65\text{m} * 1,83 \text{ ton/m}^3 = 15,29 \text{ ton} \\ P_{\text{col}} &= (0,5\text{m} * 0,5\text{m}) * 5,38 \text{ m} * 2,4 \text{ ton/m}^3 = 3,22 \text{ ton} \\ P_{\text{cim}} &= (2,25\text{m} * 2,25\text{m}) * 0,5 \text{ m} * 2,4 \text{ ton/m}^3 = \underline{6,08 \text{ ton}} \\ P &= 44,86 \text{ ton} \end{aligned}$$

Entonces se tiene:

$$q = \frac{44,86}{5,06} \pm \frac{5,07}{\frac{1}{6} * 2,25^3} \pm \frac{10,61}{\frac{1}{6} * 2,25^3} =$$

$$q = 8,87 \pm 2,67 \pm 5,59$$

$$q_{\text{max}} = 17,13$$

$$q_{\text{min}} = 0,61$$

Por lo tanto:

$$q_{\text{max}} < V_s \quad \text{No excede el valor soporte del suelo}$$

$$q_{\text{min}} > 0 \quad \text{Indica que no existen presiones de tensión}$$

Estos valores indican que están bien las dimensiones asumidas para el cálculo del área de zapata.

Si se toma en cuenta que la presión debajo de la zapata en un punto es distinta a la localizada en cualquier otro, por motivos de diseño, se trabaja con una presión constante debajo de la zapata, al cual puede ser un valor que se encuentre entre q_{med} y q_{max} .

En este caso, según criterio muy conservador, se toma como presión de diseño q_{\max} .

$$q_{\text{dis}} = q_{\max} = 17,13 \text{ ton/m}^2$$

La presión última de diseño será:

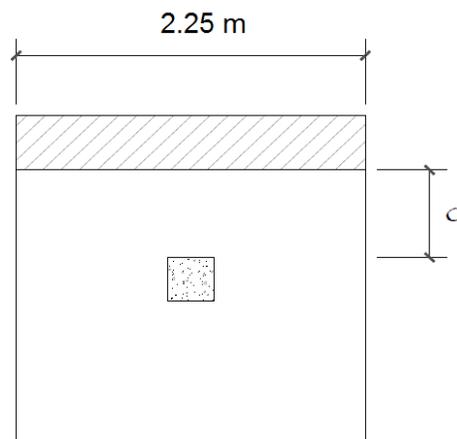
$$q_{\text{dis u}} = q_{\text{dis}} * F_{cu}$$
$$q_{\text{dis u}} = 17,13 * 1,5 = 25,70 \text{ ton/m}^2$$

Diseño de espesor de zapata:

Para determinar el espesor de la zapata es necesario que resista, tanto el corte simple o corte flexionante como el punzonamiento causado por la columna y las cargas actuantes.

Revisión por corte simple:

Figura 8. **Área de corte actuante de zapata**



Fuente: elaboración propia.

d según espesor asumido $t = 0,50 \text{ m}$

$d = t - \text{recubrimiento} - \varnothing/2$

se asume un \varnothing de VAR No.6

$d = 50 \text{ cm} - 7,5 \text{ cm} - 1,91 \text{ cm}/2 = 41,55 \text{ cm}$

Cálculo del corte actuante:

$$V_{\text{act}} = \text{área ashurada} * q_{\text{dis } u}$$

$$V_{\text{act}} = (2,25\text{m} * 0,46\text{m}) * 25,70 \text{ ton/ m}^2$$

$$V_{\text{act}} = 26,60 \text{ ton}$$

Cálculo de corte simple resistente:

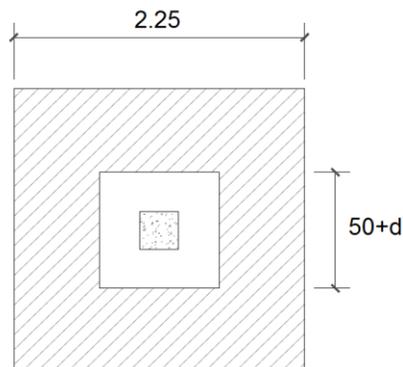
$$VR = 0,85 * 0,53 \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$VR = 0,85 * 0,53 \sqrt{210} * 225 * 41,55 = 61\,032,05 \text{ kg} = 61,03 \text{ ton}$$

Chequeo $\gg V_r > V_{\text{act}} \gg \text{Ok}$

Revisión por corte punzonante:

Figura 9. **Área de corte punzonante de zapata**



Fuente: elaboración propia

Área ashurada = Área de punzonamiento

$$d = 41,55 \text{ cm}$$

$$\text{Donde: } 40 + d = 40 + 41,55 \text{ cm} = 81,55 \text{ cm}$$

Cálculo de corte punzonante actuante:

$$V_{act} = \text{área ashurada} * q_{dis} u$$

$$V_{act} = ((2,25\text{m})^2 - (0,8155)^2) * 25,70 \text{ ton/ m}^2 = 113,01 \text{ ton}$$

Cálculo de corte punzonante resistente:

$$VR = 0,90 * 1,06 * \sqrt{f'_c} * b_o * d$$

Donde:

b_o = Perímetro de sección crítica de punzonamiento

$$b_o = 4 (50 + d) = 4 (50 + 41,55) = 366,20 \text{ cm}$$

$$VR = 0,90 * 1,06 * \sqrt{210} * 366,2 * 41,55 = 210\,352,36 \text{ kg} = 210,35 \text{ ton}$$

$$VR = 210,35 \text{ ton} > V_{act}$$

Lo que quiere decir que el espesor asumido resiste un corte punzonante (VR) mayor que el corte punzonante actuante (V_{act}).

Diseño de refuerzo por flexión:

El empuje del suelo sobre la zapata produce un momento flector sobre la misma, por lo que es necesaria diseñarla a flexión.

Utilizando varilla No.6

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1 * b * d}{F_y} = \frac{14,1 * 225 * 41,55}{2\,810} = 46,91 \text{ cm}^2,$$

que equivale a $S = 13,6 \text{ cm} \cong 13 \text{ cm}$

Sentido X:

Utilizando varilla No.6

$$M_u = \frac{q_{dis} * L^2}{2} = \frac{25,70 * 0,87^2}{2} = 9\ 838,28 \text{ kg} - \text{m}$$

Donde:

M_u = momento último

q_{dis} = carga de diseño

L = luz del elemento

$$A_s = \left[225 * 41,55 - \sqrt{(225 * 41,55)^2 - \frac{9\ 838,28 * 225}{0,003825 * 210}} \right] \left[\frac{0,85 * 210}{2\ 810} \right] = 9,43 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 9,43 \text{ cm}^2$$

Como $A_s < A_{s_{min}}$, se utiliza $A_{s_{min}}$ colocar varilla no. 6 @ 13 cm en el sentido X

Sentido Y:

Utilizando varilla No.6

$$M_u = \frac{q_{dis} * L^2}{2} = \frac{25,70 * 0,87^2}{2} = 9\ 838,28 \text{ kg} - \text{m}$$

$$A_s = \left[225 * 41,55 - \sqrt{(225 * 41,55)^2 - \frac{9\ 838,28 * 225}{0,003825 * 210}} \right] \left[\frac{0,85 * 210}{2\ 810} \right] = 9,43 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 9,43 \text{ cm}^2$$

Como $A_s < A_{s_{min}}$, se utiliza $A_{s_{min}}$ colocar varilla no. 6 @ 13 cm en el sentido Y

2.8. Instalaciones eléctricas

La iluminación se distribuyó en cinco circuitos en todo el salón. Los circuitos A y D cuentan con 7 y 4 unidades, respectivamente; los circuitos B y C son los que alimentan las lámparas centrales del salón y cuentan con 8 unidades cada uno y el circuito E cuenta con 9 unidades distribuidas en todo el escenario y los vestidores. Ver detalle en planos en los apéndices.

La instalación de fuerza se distribuye en cuatro circuitos, los circuitos A y B de 6 y 4 unidades respectivamente alimentan las oficinas y toda la parte este del edificio; el circuito C cuenta con 6 unidades y alimenta los vestidores y la parte norte del edificio y el circuito D cuenta con 7 unidades de las cuales 4 serán trifásicos, y trabajarán con 220 V y los tres restantes tomacorrientes simples de 110 V.

El diseño eléctrico se presenta en los apéndices.

2.9. Instalaciones hidráulicas

Todo el sistema de agua potable será con tubería de $\Phi = 3/4"$, $1 \frac{1}{2}"$, $2 \frac{1}{2}"$ y los abastos a los artefactos sanitarios de $\Phi = 1/2"$. Las instalaciones de aguas negras y aguas pluviales se trabajaron en sistemas separativos, por medio de tubería PVC de $\Phi = 8", 6", 4"$ y $3"$. En la descarga final se utilizará tubería de $\Phi = 8"$ y $6"$, respectivamente. Las pendientes de trabajo son mayores o iguales al 2%.

El diseño hidráulico se encuentra tabulado en los apéndices del presente trabajo.

2.10. Planos constructivos

Para este proyecto se desarrolló un juego de planos que contienen los detalles y especificaciones necesarias para la construcción del Salón de Usos Múltiples. El juego contiene los siguientes planos:

- Planta baja arquitectónica
- Planta alta arquitectónica
- Planta baja acotada
- Planta alta acotada
- Plano de secciones
- Plano de elevaciones
- Planta de cimientos y columnas
- Detalles de cimentación y muros
- Detalles de columnas
- Planta de losa
- Detalles de vigas
- Detalle de graderío y gradas
- Planta de techos
- Planta de instalación drenaje y pluvial
- Planta de instalación hidráulica
- Detalles artefactos sanitarios
- Planta de fuerza
- Planta de iluminación
- Detalle de puertas y ventanas
- Planta de acabados

2.11. Elaboración de presupuesto

El presupuesto se elaboró con base en los precios unitarios, basándose para el efecto en los precios de materiales que se manejan en el área urbana de El Tejar; en lo concerniente a mano de obra tanto calificada como no calificada, se tomaron los que maneja la municipalidad de El Tejar.

Tabla II. Presupuesto del salón municipal

PRESUPUESTO DESGLOSADO

SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES "ELVIDIO SULECIO"

FEBRERO DE 2012

REGLONES DE TRABAJO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	Unidad	CANT.	PU	SUBTOTAL
1	Trabajos Preliminares				
1.1	Demolición	Global	1,00	Q 41 035,00	Q 41 035,00
1.2	Trazo y Nivelación	m ²	895,00	Q 5,18	Q 4 632,97
2	Excavación				Q -
2.1	Excavación CC	ml	147,35	Q 63,08	Q 9 294,10
2.2	Excavación Zapata	Unidad	40,00	Q 295,60	Q 11 823,88
3	Cimentación				Q -
3.1	Zapata Z-1	Unidad	2,00	Q 7 163,28	Q 14 326,56
3.2	Zapata Z-2	Unidad	38,00	Q 5 850,87	Q 222 333,17
3.3	CC-1	ml	86,00	Q 274,17	Q 23 578,91
3.4	CC-2	ml	61,35	Q 238,67	Q 14 642,49
4	Columnas				Q -
4.1	C-1	Unidad	24,00	Q 7 314,13	Q 175 539,02
4.2	C-2	Unidad	2,00	Q 5 970,65	Q 11 941,30
4.3	C-3	Unidad	6,00	Q 5 418,74	Q 32 512,45
4.4	C-4	Unidad	8,00	Q 5 804,88	Q 46 439,01

Continuación de tabla II.

4.5	C-5	ml	220,00	Q	209,25	Q	46 034,92
4.6	C-6	ml	44,00	Q	165,45	Q	7 279,79
4.7	C-7	ml	102,00	Q	154,80	Q	15 789,50
5	Vigas					Q	-
5.1	Viga V-1	Unidad	1,00	Q	18 121,47	Q	18 121,47
5.2	Viga V-2	Unidad	3,00	Q	15 344,34	Q	46 033,02
5.3	Viga V-3	Unidad	7,00	Q	9 869,64	Q	69 087,46
5.4	Viga canal	ml	69,35	Q	355,53	Q	24 656,25
6	Soleras					Q	-
6.1	Solera de humedad	ml	184,18	Q	159,67	Q	29 407,18
6.2	Solera intermedia	ml	461,54	Q	138,78	Q	64 052,12
6.3	Solera de remate	ml	184,18	Q	172,38	Q	31 748,52
7	Losas					Q	-
7.1	Losa	m ²	266,00	Q	558,58	Q	148 582,77
8	Muros					Q	-
8.1	Muro de cimentación	m ²	221,02	Q	138,76	Q	30 669,06
8.2	Muro expuesto	m ²	661,94	Q	138,76	Q	91 853,43
9	Instalaciones eléctricas					Q	-
9.1	Instalaciones eléctricas	Global	1,00	Q	51 941,84	Q	51 941,84
10	Instalaciones sanitarias y drenaje pluvial					Q	-
10.1	Inst. sanitarias y drenaje pluvial	Global	1,00	Q	22 750,00	Q	22 750,00
11	Agua potable					Q	-
11.1	Instalaciones hidráulicas		1,00	Q	17 500,00	Q	17 500,00
12	Puertas					Q	-
12.1	P-1	Unidad	3,00	Q	772,85	Q	2 318,55
12.2	P-2	Unidad	2,00	Q	772,85	Q	1 545,70
12.3	P-3	Unidad	10,00	Q	736,60	Q	7 366,00
12.4	P-4	Unidad	1,00	Q	1 352,85	Q	1 352,85
12.5	P-5	Unidad	2,00	Q	772,85	Q	1 545,70
12.6	P-6	Unidad	2,00	Q	736,60	Q	1 473,20
12.7	P-7	Unidad	2,00	Q	772,85	Q	1 545,70

Continuación de tabla II.

12.8	P-8	Unidad	1,00	Q 3 813,50	Q 3 813,50
13	Ventanas				Q -
13.1	Ventana - 1	Unidad	2,00	Q 651,78	Q 1 303,55
13.2	Ventana - 2	Unidad	2,00	Q 724,28	Q 1 448,55
13.3	Ventana - 3	Unidad	1,00	Q 869,28	Q 869,28
13.4	Ventana - 4	Unidad	1,00	Q 1 014,28	Q 1 014,28
14	Acabados				Q -
14.1	Repello de muros	m ²	1323,88	Q 82,08	Q 108 662,35
14.2	Cernido de muros	m ²	1323,88	Q 92,40	Q 122 332,77
14.3	Repello losa	m ²	266,00	Q 82,08	Q 21 832,93
14.4	Cernido losa	m ²	266,00	Q 92,40	Q 24 579,66
14.5	Pintura	m ²	441,29	Q 52,93	Q 23 358,56
14.6	Piso	m ²	850,00	Q 165,11	Q 140 341,08
14.7	Azulejo	m ²	80,00	Q 174,47	Q 13 957,24
15	Gradas				Q -
15.1	Modulo de gradas	Global	1,00	Q 22 369,15	Q 22 369,15
15.2	Graderío	Global	1,00	Q 216 206,87	Q 216 206,87
16	Techo curvo				Q -
16.1	Techo termoacústico de aluzinc	Global	1,00	Q 427 216,92	Q 427 216,92
17	Butacas				Q -
17.1	Butacas	Global	1,00	Q 36 366,00	Q 36 366,00
PRECIO TOTAL DE PROYECTO					Q 2 506 426,55

EL PRECIO DEL PROYECTO ASCIENDE A LA CANTIDAD DE:
DOS MILLONES QUINIENTOS SEIS MIL CUATROCIENTOS VEINTISEIS QUETZALES CON 55/100.

ÁREA TOTAL DEL PROYECTO	894 metros cuadrados
PRECIO UNITARIO POR METRO CUADRADO	Q2 803,61
UNIT PRICE PER SQUARE METER (Dated march 30, 2012)	\$364,58

Fuente: elaboración propia.

2.12. Estudio de Impacto Ambiental Inicial (EIA)

Para el proyecto del salón municipal se consideran los siguientes aspectos: marco legal, impactos ambientales, plan de gestión ambiental y las medidas de mitigación en construcción y en operación.

2.12.1. Marco legal

El marco legal de cualquier estudio de impacto ambiental, se basa en el Decreto número 68-86, del Congreso de la República de Guatemala, específicamente en:

- Artículo 8.- (Reformado por el Decreto del Congreso Número 1-93). “Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo, un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente”.

El funcionario que omitiere exigir el Estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este artículo será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa de Q.5 000,00 a Q.100 000,00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.

2.12.2. Impactos ambientales

- Componente social: habitantes del área donde se ubicará el proyecto, recibirán directamente el impacto de acarreo de materiales y construcción durante el tiempo que dure la misma.
- Estética: ruido, movimiento de tierras, paisaje dañado, degradación visual.

2.12.3. Plan de gestión ambiental

Un adecuado plan de gestión ambiental debe contener lineamientos claros y específicos sobre los desechos y residuos causados por un proyecto; dentro de los impactos potenciales considerados a tener presente para un proyecto de este tipo es importante mencionar aspectos como:

- Perturbación de la población en el proceso de acarreo de materiales y en la ejecución misma del proyecto
- Impacto adverso al paisaje
- Degradación de vecindades en las cercanías de la ejecución del proyecto

2.12.4. Medidas de mitigación

Estas medidas se consideran en el proceso de construcción y de operación del proyecto.

2.12.4.1. En construcción

- Diseñar tratando de adecuarse al entorno existente
- En el momento de iniciar la construcción, señalar el área
- Repoblar con árboles nativos de la región, las áreas libres
- Restringir uso de maquinaria pesada a horas diurnas
- Utilizar rutas alternas al centro de la población
- Enterrar las bolsas (envases de cemento y cal) en vez de quemarlas
- Fundir y trasladar materiales de construcción en días no festivos o días de plaza
- Después de cada jornada de trabajo, limpiar el área (recoger: estacas de madera, tablas con clavos, restos de mezcla, pedazos de hierro etc.)
- Cuando sea posible, limitar el mover tierra solo durante la estación seca
- Compactar la tierra removida
- Establecer letrinas temporales para la cuadrilla de trabajadores
- Garantizar uso de equipo adecuado de trabajo (guantes, botas, mascarillas, cascos)
- Incluir botiquín de primeros auxilios

2.12.4.2. En operación

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

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL SECTOR MONTERREY MÉNDEZ

3.1. Topografía

Es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas, según los tres elementos del espacio y estos pueden ser: dos distancias y una elevación o una distancia, una dirección y una elevación.

El conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de los puntos, y posteriormente su representación en un plano, es lo que comúnmente se llama levantamiento.

La mayor parte de los levantamientos, tienen por objeto el cálculo de distancias, ángulos, direcciones, coordenadas, elevaciones, áreas, etc. A partir de datos obtenidos de campo.

Para efectuar un trabajo de topografía se deben de seguir los siguientes pasos:

- Reconocimiento: es donde se recorre el área de trabajo para tener un panorama de las actividades a desarrollar.
- Toma de decisiones: con base en el reconocimiento y criterio técnico, se selecciona el método de levantamiento a efectuar.

- Trabajo de campo: en él se obtienen los datos que son de importancia para el desarrollo del trabajo como: mediciones, niveles, etc.
- Procesamiento de datos: consiste en traducir o interpretar los datos que se han tomado en campo, para determinar la información requerida.
- Elaboración de planos: aquí se representan gráficamente los datos de campo con base en: distancias, cotas, direcciones, etc.
- Replanteo: ya con los planos debidamente elaborados, en campo se procede a colocar las señales (estacas, mojones, cotas etc.), para marcar los puntos que interesan, en función del trabajo a realizar.

3.1.1. Planimetría

Consiste en los procedimientos utilizados, para fijar las posiciones de puntos proyectados en un plano horizontal, sin importar sus elevaciones, con las distancias y direcciones obtenidas de campo.

Los levantamientos planimétricos se hacen por el método de conservación de azimut, por deflexiones, por rumbo y distancia u otro de los usados generalmente. Este levantamiento debe incluir todas las calles de la población, parques, áreas deportivas, escuelas y todos aquellos monumentos que puedan servir de referencia.

El levantamiento de planimetría se realizó por el método de conservación de azimut, con vuelta de campana.

3.1.2. Altimetría

Tiene por objeto determinar la diferencia de altura entre puntos del terreno. La altura de los puntos se tiene sobre un plano de comparación, siendo el más común el nivel del mar. El instrumento utilizado para el desarrollo del trabajo depende de la precisión que se desee. Con los datos de campo, se obtienen las cotas y/o perfil del terreno.

La nivelación debe desarrollarse con un nivel de precisión, hecha sobre el eje de las calles y se tomarán elevaciones:

- En todos los cruces de calles.
- A distancias no mayores de 20 metros.
- De todos los puntos en que haya cambio de pendiente del terreno.
- De todos los lechos de quebradas, puntos salientes del terreno y depresiones.
- De las alturas máximas y mínimas del agua en el caudal o cuerpo de agua en el que se proyecta efectuar la descarga.

Para efectuar la topografía del proyecto de drenaje sanitario, se siguieron los pasos descritos anteriormente:

- Reconocimiento: en este punto se efectuó la visita correspondiente al sector Monterrey Méndez, se recorrió el lugar donde se desarrollará el proyecto, donde se observaron pendientes, alturas, población y su ubicación, etc.

- Toma de decisiones: después de realizar el recorrido a la comunidad, se tomó la decisión que el tipo de levantamiento topográfico a realizar era el de conservación del azimut y nivelación.
- Trabajo de campo: consistió en efectuar el trabajo de planimetría por medio del método de conservación del azimut. Para la ejecución de la altimetría, se utilizó un nivel de precisión, nivelando a cada 20 metros; se tomaron bancos de nivel en puntos específicos. Los datos de campo se consignaron en libretas con sus respectivos croquis. Para el proyecto se realizó la planimetría y altimetría.
- Procesamiento de datos: este trabajo se realizó en gabinete, con los datos de campo se calcularon coordenadas, rumbos, cotas y distancias para cada estación.
- Elaboración de planos: con los datos tabulados para cada estación se elaboraron planos planta-perfil para el proyecto.
- Replanteo: con base en los planos debidamente elaborados, se procede al campo a efectuar el replanteo.

3.2. Normas de diseño

Se utilizaron las normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

3.2.1. Período de diseño

Los sistemas de drenaje serán proyectados para llevar adecuadamente su función durante períodos no muy largos de tiempo, ya que esto podría

incrementar los costos a tal punto que sea mejor económicamente construir otro dispositivo durante este período; así se invertiría menos en dos dispositivos cuyos períodos de diseño sumen el período del primer dispositivo. La municipalidad de El Tejar adoptó para todos sus proyectos de infraestructura un período de diseño de 20 años más 2 años de trámites, por lo cual se utilizó ese dato en el presente trabajo.

3.2.2. Diseño de secciones y pendientes

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendiente se hará aplicando la fórmula de Manning, transformada al sistema métrico para secciones circulares así:

$$V = \frac{0,003429 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde:

- V = velocidad del flujo a sección llena (m/s)
- D = diámetro de la sección circular (pulg.)
- S = pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)
- n = coeficiente de rugosidad de Manning o Kutter

Cada tramo se calculará con el caudal que tenga en sus extremos más bajos.

3.2.3. Diámetros mínimos

En el diseño del drenaje; es uno de los elementos que hay que calcular, para lo cual se deben seguir ciertas normas, para evitar que la tubería se

obstruya. Según las normas del Instituto de Fomento Municipal, se debe utilizar para sistemas de drenaje sanitario un diámetro mínimo de 8", cuando se utiliza tubería de cemento y de 6", cuando la tubería sea de CPVC; para las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo con tubería de cemento es de 6" y de 4" para CPVC; en este caso se utiliza tubería de polietileno de alta densidad la cual tiene las mismas propiedades que la de CPVC.

3.2.4. Pendientes

Se recomienda que la pendiente utilizada en el diseño sea la misma del terreno, para evitar sobre costo por excavación excesiva, siempre cuando cumpla con las relaciones hidráulicas y las velocidades permisibles. Generalmente dentro de las viviendas se sugiere utilizar una pendiente mínima del 2%, lo que asegura un arrastre de las excretas. En las áreas donde la pendiente del terreno es muy poca, se recomienda, en la medida de lo posible, acumular la mayor cantidad de caudales, para que generen una mayor velocidad.

3.2.5. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad del flujo está determinada por la pendiente del terreno, el diámetro de la tubería y el tipo de tubería que se utiliza. La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas v/V , donde v es la velocidad del flujo y V es la velocidad a sección llena; v por norma debe ser mayor de 0,60 m/s, para que no exista sedimentación, y menor o igual que 3,00 m/s, para que no exista erosión o desgaste.

El diseño de este proyecto se hizo con tubería para drenajes de polietileno de alta densidad, que permite una velocidad mínima de 0,60 m/s, una máxima de 5 m/s, a sección llena.

3.2.6. Profundidad de tubería

La determinación de la profundidad de la tubería, se hace mediante el cálculo de las cotas invert; en todo caso debe chequearse que la tubería tenga un recubrimiento adecuado para no dañarse con el paso de vehículos y peatones, o que se quiebre por la caída o golpe de algún objeto pesado. El recubrimiento mínimo es 1,20 metros para áreas de circulación de vehículos; en algunos casos, puede utilizarse un recubrimiento menor, pero se debe estar seguro sobre el tipo de circulación que habrá en el futuro en esa área.

3.2.7. Obras complementarias

Las estructuras complementarias que se construyeron en las redes de saneamiento repercuten en su funcionamiento. Para limpiar e inspeccionar las alcantarillas, se les provee de pozos de visita. Para que el flujo de aguas residuales caiga verticalmente de una a otra cota con una mínima perturbación, se utilizan pozos de registro con caída incorporada.

3.2.8. Pozos de visita

Se diseñarán pozos de visita para localizarlos en los siguientes casos:

- En cambios de diámetros
- En cambios de pendiente
- En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24”

- En las intersecciones de 2 o más tuberías
- En los extremos superiores de ramales iniciales
- A distancias no mayores de 120 metros en línea recta en diámetro hasta de 24”
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24”

La diferencia de cotas invert entre las tuberías que entran y la que sale de un pozo de visita será como mínimo de 0,03 metros.

Cuando el diámetro interior de la tubería que entra a un pozo de visita sea menor que el diámetro interior de la que sale, la diferencia de cotas invert, será como mínimo, la diferencia de dichos diámetros.

Siempre que la diferencia de cotas invert entre la tubería que entra y la que sale de un pozo de visita sea mayor de 0,70 metros, deberá diseñarse un accesorio especial que encause el caudal con un mínimo de turbulencia.

3.2.9. Conexiones domiciliarias

Las conexiones de las casas, edificios también denominadas acometidas domiciliarias, son tuberías de pequeños diámetros que van desde aquellos a la alcantarilla pública de la calle; regularmente se dejan previstos al hacer la alcantarilla y su conexión se realiza por fontaneros.

Están formados por una caja de registro con uno o varios tubos de 16 pulgadas de diámetro, instalados en forma vertical y de un tramo de tubería de 6 pulgadas de diámetro que comunica el registro con la tubería central.

3.2.10. Tragantes

Para el sistema de alcantarillado pluvial, se diseñarán tragantes para localizarlos en los siguientes casos:

- En las partes bajas, al final de cada cuadra a 3,00 metros antes de la esquina.
- En puntos intermedios de las cuadras cuando el caudal acumulado provoque un tirante de agua superior a 0,10 metros.
- Únicamente en aquellas calles que cuenten con pavimento o hayan recibido o vayan a recibir algún tipo de tratamiento para estabilizar su superficie.
- Únicamente cuando las calles cuenten con bordillo o que se conozcan las cotas definitivas de la rasante.

3.2.11. Desfogue

Para la localización de los puntos de desfogue se eligen las partes más bajas del sistema, tratando de encauzarlos hacia un cuerpo de agua en movimiento.

Para el sistema de drenaje sanitario, se conectará a un pozo de visita de drenaje sanitario existente que pasa por el tramo en la parte más baja, siendo este el único punto de desfogue.

3.3. Estudio de la población

Un sistema de drenaje debe diseñarse para trabajar hidráulicamente bien, desde que se pone en funcionamiento hasta el final del período de diseño. Por lo tanto, se hace necesario conocer la población a servir, al inicio y al final de su período de vida. Se necesita primero conocer la población del lugar según los censos realizados con anterioridad y luego calcular la población para la fecha requerida.

Para el cálculo de la población, existen varios métodos, pero el más utilizado por los diseñadores es el método de crecimiento geométrico; este proporciona un dato más aproximado.

3.3.1. Método de crecimiento geométrico

Fórmula general:

$$Pf = Pa * (1 + R)^T$$

Donde:

Pf = población futura

Pa = población actual

R = razón de incremento geométrica

T = período de diseño

3.3.2. Población adoptada para el diseño

Del censo hecho por la municipalidad de El Tejar a través de la Oficina Municipal de Planificación, indica que para el año 2012, actualmente existen 90 familias con un promedio de 6 habitantes por familia.

Los datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística del 2008, revelan una tasa de crecimiento poblacional de 4,52 % anual.

Tomando un período de diseño de 22 años, se calculará la población existente para el año 2034.

$$Pa = 75 \text{ familias} * (6 \text{ habitantes/familia}) = 450 \text{ habitantes}$$

$$R = 0,0452$$

$$T = 22$$

Población para el año 2034:

$$Pf_{2034} = 450 * (1 + 0,0452)^{22} = 1\,190,14 \cong 1\,200 \text{ habitantes.}$$

3.4. Diseño del sistema de drenaje sanitario

Se diseñará un sistema separativo de alcantarillado sanitario y pluvial, en esta sección se describe el alcantarillado sanitario.

3.4.1. Trazo del sistema

El trazo de la red se basó en orientar la tubería a favor de la pendiente natural del terreno, evitando en lo posible una mayor profundidad del drenaje. Cuando existan dos o más tramos con pendiente positiva para conducir un caudal considerablemente grande, se tomó el tramo de menor pendiente, dejando los tramos de mayor pendiente como iniciales; excepto cuando la profundidad de llegada era grande y se tenía que recuperar.

3.4.2. Localización de la descarga

La cabecera municipal cuenta con dos lugares de descarga de aguas negras, una ubicada en la parte norte y la otra ubicada en la parte sur del municipio, debido a que el pozo de visita existente de drenaje sanitario y el pozo de visita pluvial, descargan sus aguas hacia la descarga ubicada en la parte sur del municipio exactamente en el barranco municipal que empieza en el sector Monterrey Méndez.

3.4.3. Cálculo e integración de los caudales

El diseño del sistema de drenaje sanitario requiere el cálculo del caudal máximo total, el cual está integrado de los caudales siguientes:

3.4.4. Caudal domiciliar

Es el agua que ha sido utilizada para limpieza o producción de alimentos, es desecha y conducida a la red de alcantarillado; el agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación y suministro de agua potable.

Como se indicó anteriormente, una parte de esta no será llevada al alcantarillado como la de los jardines y lavado de vehículos, de tal manera que el vapor del caudal domiciliar está afectado por un factor que varía entre 0,70 a 0,80, el cual queda integrado de la siguiente manera:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{dot} * \# \text{hab} * \text{factor de retorno}}{86\ 400}$$

Donde:

dot = dotación (lts/hab/día)

hab = número de habitantes.

Q dom = caudal domiciliar (lts/seg)

3.4.5. Factor de retorno

El factor de retorno, como ya se mencionó, es el porcentaje de agua, que después de ser usada, vuelve al drenaje, en este caso se considera un 80% de factor de retorno.

3.4.6. Caudal de infiltración

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

Puede calcularse de dos formas: en litros diarios por hectárea o litros diarios por kilómetro de tubería, se incluye la longitud de la tubería de las conexiones domiciliarias, asumiendo un valor de 6,00 metros por cada casa; la dotación de filtración varía entre 12 000 y 18 000 lts/km/día.

$$Q_{inf} = \frac{\text{dot} * (\text{L tubo} + \#\text{casas} * 6\text{m}) * \left(\frac{1}{1\ 000}\right)}{86\ 400}$$

Donde:

dot = dotación (lts/kilómetro/día)

Ltubo = longitud total de la tubería

casas = número de casas

3.4.7. Caudal de conexiones ilícitas

Este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema del agua pluvial al alcantarillado sanitario. Para efecto de diseño se puede considerar estimar que un porcentaje de las viviendas del sector puede hacer conexiones ilícitas o que puede variar entre 0,5 a 2,5 %.

Como el caudal de conexiones ilícitas va directamente relacionado con el caudal producido por las lluvias, se calculó por el método racional.

$$Q_{\text{con.ilic.}} = \frac{CIA}{360} = \frac{CI * (A\%) * 1\ 000}{360}$$

Donde:

$Q_{\text{con.ilic.}}$ = caudal de conexiones ilícitas (m³/seg)

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia (mm/hora)

A= área que es factible de conectar (hectáreas)

La Municipalidad de Guatemala dice que al caudal de diseño se le debe agregar 100 lts/hab/día. Debido a posibles conexiones ilícitas.

$$Q_{\text{con.ilic.}} = 100 + \text{Caudal de diseño}$$

3.4.8. Caudal comercial

Es el agua que se desecha de los comercios, restaurantes, hoteles, etc. La dotación comercial varía según el establecimiento a considerarse y puede estimarse entre 600 a 3 000 lts/comercio/día.

$$Q_{\text{com}} = \frac{\# \text{ comercios} * \text{dotación}}{86\ 400}$$

Para este proyecto no se tomará en cuenta el caudal comercial ya que no existen comercios.

3.4.9. Caudal industrial

Es el agua negra proveniente de las industrias, como fábricas de textiles, licoreras, alimentos, etc. Si no se cuenta con el dato de dotación de agua suministrada se puede estimar entre 1 000 a 1 800 lts/industria/día, el cual dependerá del tipo de industria.

$$Q_{\text{ind}} = \frac{\# \text{ industrias} * \text{dotación}}{86\ 400}$$

Para este proyecto no se tomará en cuenta el caudal industrial, ya que no existen comercios.

3.4.10. Factor de caudal medio

Este factor se determina por medio de la sumatoria de los caudales que construyen al sistema, dividido por el tiempo total en un día, y se expresa en lts/habitante/segundo; estos caudales son:

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

Al realizar el cálculo de cada uno de los caudales anteriormente descritos se procede a obtener el valor del caudal medio que está dado de la siguiente expresión:

$$Q_{\text{medio}} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{com}} + Q_{\text{ind}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{ci}}$$

En el caso del sector Monterrey Méndez, no se tomó en cuenta el caudal industrial ni el comercial, ya que al sistema no se conectará industria ni comercio alguno; el valor del factor de caudal medio se calculó de la siguiente manera:

$$f_{\text{qm}} = \frac{Q_{\text{med}}}{\# \text{ hab}}$$

Donde:

Q_{med} = caudal medio

f_{qm} = factor de caudal medio

$\# \text{ hab}$ = número de habitantes

Para facilitar la obtención del factor de caudal medio, las instituciones que se dedican al diseño de sistemas de alcantarillado sanitario han establecido valores de este factor con base en la experiencia.

$f_{\text{qm}} = 0,0046$ según el INFOM

$f_{\text{qm}} = 0,0030$ según la Municipalidad de Guatemala

3.4.11. Factor de flujo

El factor de Harmond o factor de flujo instantáneo, es un factor de seguridad que involucra al número de habitantes a servir en un tramo determinado. Este factor actúa principalmente en la hora pico, es decir, en las horas que más se utiliza el sistema de drenaje. Se debe calcular para cada tramo de la red. Su fórmula es:

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

Donde:

FH = factor de Harmond

P = número de habitantes a servir expresado en miles de habitantes

El valor de Harmond se encuentra entre 1,5 y 4,6, de acuerdo con el tamaño de la población.

3.4.12. Caudal de diseño

Para realizar la estimación de la cantidad de agua negra que transportará el alcantarillado en los diferentes puntos donde esta fluya, primero se tendrá que integrar los valores que se describen en la fórmula siguiente:

$$Q_{dis} = \# \text{ hab} * fqm * FH$$

Donde:

Q_{dis} = caudal de diseño

hab = número de habitantes futuros

FH = factor de Harmond

fqm = factor de caudal medio

3.4.13. Cálculo de un tramo del sistema de drenaje sanitario

Se diseñará un tramo intermedio, este pertenece al ramal 2, que va del PV-26 al PV-29.

Cálculo del tramo 26-29

Cota inicial (CI) = 9 997,08 m

Cota final (CF) = 9 997,44 m

Distancia horizontal (DH) = 52,13 m

Cálculo de la pendiente del terreno

$$S \% = \left(\frac{CI - CF}{DH} \right) * 100 = \left(\frac{9\ 997,08 - 9\ 997,44}{52,13} \right) * 100 = -0,69 \%$$

Población de diseño

$$Pf = Pa * (1 + R)^T$$

Pa = 125 hab

R = 0,0452

T = 22 años

Población futura = 331 hab

En relación con el caudal de diseño, este se integró de la siguiente manera:

- Caudal domiciliar: la dotación en este caso fue de 120 litros/habitante/día, esta a vez es afectada por factor de retorno de 80%.

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{dot} * \text{factor de retorno} * \# \text{ habitantes}}{86\ 400}$$

Dotación = 120 lts/hab/día

Factor de retorno = 0,80

hab = 331

$Q_{\text{dom}} = 0,368$ lts/hab/seg

- Caudal por infiltración: tomando como factor de infiltración el valor más alto del intervalo 12 000 - 18 000, debido a que en esta región se registra uno de los valores más altos de intensidad de lluvia; entonces se tiene:

$$Q_{\text{inf}} = \frac{18\ 000 * (52,13 + 25 * 6) * (1/1\ 000)}{86\ 400} = 0,04211$$

$Q_{\text{inf}} = 0,04211$ lts/hab/seg

- Caudal de conexiones ilícitas: se calculó por el método racional:

$$Q_{\text{conex. ilícitas}} = \frac{CIA}{360}$$

C = 0,70

I = 117,53 mm/hr

A = 0,18 Ha

$Q_{\text{conex. ilícitas}} = 0,041$ lts/seg

- Caudal comercial: es nulo debido a que no se conecta ningún tipo de comercio al sistema.
- Caudal industrial: también es nulo porque no se conecta ningún tipo de industria al sistema.
- Caudal medio: se toma de la sumatoria de todos los caudales calculados.

$$Q_{\text{medio}} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{com}} + Q_{\text{ind}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{ci}}$$

$$Q_{\text{medio}} = 0,368 + 0,0421 + 0,041 = 0,4511$$

$$Q_{\text{med}} = 0,4511 \text{ lts/hab/seg}$$

También se tomaron en cuenta los elementos siguientes:

- Factor de Harmond

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

$$P = 331 \text{ hab}$$

$$FH = 4,06$$

- Caudal de diseño

$$Q_{\text{dis}} = \# \text{ hab} * f_{\text{qm}} * FH$$

$$\# \text{ hab} = 331$$

$$FH = 4,06$$

$$f_{\text{qm}} = 0,005 \text{ lts/hab/seg}$$

$$Q_{\text{dis}} = 6,72 \text{ lt/seg}$$

- Diseño hidráulico

Diámetro del tubo: 8" CPVC

Pendiente del tubo: 0,50 %

- Velocidad a sección llena

$$V = \left(\frac{0,03429}{0,01} \right) * D^{2/3} * S^{1/2}$$

D = 8 pulg

S = 0,005

V = 1,08 m/seg

- Capacidad a sección llena

$$A = \frac{3,14 * D^2}{4}$$

D = 0,203 m

A = 0,032 m²

Q = A * V

Q = 34,95 lts/seg

- Relaciones hidráulicas

$$\frac{q}{Q} = \frac{6,72}{34,95} = 0,19227$$

$$\frac{q}{Q} = 0,19227$$

Cumple con la condición $q < Q$; de la tabla de relaciones hidráulicas se obtienen los siguientes valores:

$$\frac{d}{D} = 0,29663 \quad ; \quad \frac{v}{V} = 0,77134$$

$$v = 0,77134 * 1,08 = 0,833 \text{ m/seg}$$

Este valor sí se encuentra entre los rangos establecidos de $0,60 \leq v \leq 3,00$ m/seg, pero hay instituciones como la Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala (EMPAGUA) que para drenaje sanitario permite velocidades de hasta 0,30 m/seg, siempre y cuando el caudal no corra a sección llena; por lo que se considera correcto este dato. (Ver página 17 de Reglamento diseño y construcción de drenajes, Dirección de Aguas y Drenajes, Municipalidad de Guatemala. EMPAGUA, Guatemala).

- Altura de tirante

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

$$d = 0,060$$

$$\text{Donde: } 0,10 \leq d/D \leq 0,90$$

- Profundidad del pozo de visita

Pozo 26

Cota invert salida = 9 992,94 m

Cota de terreno al principio = 9 997,08 m

Altura del pozo = 9 997,08 – 9 992,94 = 4,14 m

Pozo 29

Cota invert entrada = 9 992,70 m

Cota de terreno al principio = 9 997,44 m

Altura del pozo = 9 997,44 – 9 992,70 = 4,74 m

3.4.14. Resumen de valores adoptados

- Período de diseño: 22 años
- Población actual: 450 habitantes
- Población futura: 1 200 habitantes
- Número de habitantes por casa: 5 habitantes
- Dotación: 120 lts/hab/día
- Factor de retorno: 0,80
- Velocidad mínima: 0,30 m/seg
- Velocidad máxima: 3,00 m/seg
- Diámetro mínimo: 6 pulgadas
- Profundidad mínima sobre corona de tubo: 1,00 metros

3.4.15. Planos constructivos

Para este proyecto se desarrolló un juego de planos que contienen los detalles y especificaciones necesarias para la construcción del sistema de drenaje sanitario. El juego incluye los siguientes planos:

- Planta topográfica
- Planta perfil ramal 1
- Planta perfil ramal 2
- Perfiles varios 1
- Perfiles varios 2

- Planta perfil ramal 3 y 4
- Detalles de pozo de visita

3.4.16. Elaboración de presupuesto

El presupuesto se elaboró con base en los precios unitarios, tomando para el efecto los precios de materiales que se manejan en el área rural de El Tejar; en lo concerniente a mano de obra tanto calificada como no calificada, se tomaron los que maneja la municipalidad de El Tejar.

Tabla III. **Presupuesto del drenaje sanitario**

PRESUPUESTO DESGLOSADO

DRENAJE SANITARIO DE AGUAS RESIDUALES

EL TEJAR, CHIMALTENANGO

ENERO DE 2012

No.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	SUBTOTAL
1.0	REPLANTEO TOPOGRAFICO Y TRAZO	M L	3 256,60	Q7,35	Q23 934,69
2.0	EXCAVACIÓN	M3	5 482,80	Q65,00	Q356 382,00
3.0	POZOS DE VISITA	Unidad	58,00		
3.1	POZO DE VISITA DE 0,60 m	Unidad	4,00	Q1 478,96	Q5 915,85
3.2	POZO DE VISITA DE 1,00 a 1,50 m	Unidad	20,00	Q2 428,28	Q48 565,61
3.3	POZO DE VISITA DE 1,50 A 2,00 m	Unidad	6,00	Q3 158,52	Q18 951,15
3.4	POZO DE VISITA DE 2,00 A 2,50 m	Unidad	2,00	Q3 888,77	Q7 777,54
3.5	POZO DE VISITA DE 2,50 a 3,00 m	Unidad	9,00	Q4 619,01	Q41 571,11
3.6	POZO DE VISITA DE 3,00 a 3,50 m	Unidad	2,00	Q5 349,26	Q10 698,51
3.7	POZO DE VISITA DE 3,50 a 4,00 m	Unidad	3,00	Q6 079,50	Q18 238,50
3.8	POZO DE VISITA DE 4,00 a 4,50 m	Unidad	3,00	Q6 809,74	Q20 429,23
3.9	POZO DE VISITA DE 4,50 a 5,00 m	Unidad	3,00	Q7 539,99	Q22 619,97
3.10	POZO DE VISITA DE 6,50 a 7,00 m	Unidad	2,00	Q10 460,97	Q20 921,93
3.11	POZO DE VISITA DE 7,40 a 7,50 m	Unidad	2,00	Q11 483,31	Q22 966,61
3.12	POZO DE VISITA DE 8,00 a 8,15 m	Unidad	2,00	Q12 432,62	Q24 865,25
4.0	COLECTOR PRINCIPAL	M L	3 256,56		

Continuación de la tabla III.

4.1	COLECTOR ADS DIÁMETRO 6"	ML	1 906,49	Q66,77	Q127 288,64
4.2	COLECTOR ADS DIÁMETRO 8"	ML	1 094,55	Q112,95	Q123 629,52
4.4	COLECTOR ADS DIÁMETRO 12"	ML	255,53	Q224,98	Q57 488,27
5.0	RELLENO Y COMPACTACIÓN	M3	5 207,80	Q78,00	Q406 208,40
PRECIO TOTAL DEL PROYECTO				Q1 358 452,79	

EL PRECIO DEL PROYECTO ASCIENDE A LA CANTIDAD DE:

UN MILLON TRESCIENTOS CINCUENTA Y OCHO MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y DOS CON 79/100.

LONGITUD TOTAL DEL PROYECTO	3 256,6 metros
PRECIO UNITARIO POR METRO LINEAL	Q417,14
UNIT PRICE PER LINEAL METER (Dated January 5, 2012)	\$52,80

Fuente: elaboración propia.

3.4.17. Estudio de Impacto Ambiental Inicial (EIA)

Para el proyecto del sistema de alcantarillado sanitario del sector Monterrey Méndez se consideran los siguientes aspectos: marco legal, impactos ambientales, plan de gestión ambiental y las medidas de mitigación en construcción y en operación.

3.4.17.1. Marco legal

El marco legal de cualquier estudio de impacto ambiental, se basa en el Decreto número 68-86, del Congreso de la República de Guatemala, específicamente en:

- Artículo 8.- (Reformado por el Decreto del Congreso Número 1-93). "Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o

notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo, un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente”.

El funcionario que omitiere exigir el Estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este artículo será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa de Q.5 000,00 a Q.100 000,00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.

3.4.17.2. Impactos ambientales

- Impacto negativo en la ejecución: en el momento de la ejecución del drenaje sanitario para el sector Monterrey Méndez, se verán repercusiones por efectos negativos en contra del medio ambiente, dentro de los que se pueden citar:
 - La degradación de la calidad del agua superficial debida a erosión durante la construcción o a la descarga excesiva de contaminantes.
 - La alteración de las características de las aguas subterráneas debido a la construcción.
 - El aumento en la generación de concentraciones de contaminantes visuales y ruidos en el ambiente.

- Impacto positivo en la ejecución: dentro de los impactos de mayor relevancia en la ejecución del drenaje sanitario para el sector Monterrey Méndez se tiene:
 - El reacomodamiento del terreno en el camino bajo el cual se encontrará la tubería del drenaje sanitario.
 - El tratamiento de focos de contaminación, mediante la eliminación sustancial de aguas superficiales y estancamientos producidos en el sector; que a su vez provocan criaderos de zancudos y enfermedades de tipo gastrointestinal.

Existe gran diferencia entre los impactos positivos y negativos que se verán influenciados en la ejecución de los proyectos, siendo los primeros los predominantes, brindando beneficio común que conllevan los mismos. De manera que el enfoque ambiental debe brindarse con el fin de obtener un equilibrio entre el desarrollo y el medio ambiente que nos rodea.

3.4.17.3. Plan de gestión ambiental

Los impactos potenciales que las directrices del Banco Mundial consideran tener presente para una evaluación del sistema de drenaje, tratamiento, reúso y disposición de aguas servidas, son los siguientes:

- Perturbación del curso de canales, hábitat de plantas y animales acuáticos
- Alteraciones en el balance de las aguas superficiales
- Degradación de vecindades por donde atraviesan las aguas servidas o que reciben el flujo
- Deterioro de aguas blancas que reciben el efluente de aguas servidas

- Riesgos a la salud en la vecindad del curso de las aguas servidas
- Contaminación del suelo en los sitios de aplicación
- Suelos y cultivos: contaminación por agentes patógenos y sustancias químicas
- Aguas subterráneas: contaminación por patógenos y nitrógeno
- Falla en la conducción y recepción de las aguas residuales
- Malos olores
- Criaderos de fauna nociva (ratas, cucarachas, zancudos)
- Molestias y riesgos a la salud pública

3.4.17.4. Medidas de mitigación

Es de vital importancia considerar medidas en construcción y en operación.

3.4.17.4.1. En construcción

- Diseñar tratando de adecuarse al entorno existente
- En el momento de iniciar la construcción, señalizar el área
- Repoblar con árboles nativos de la región, las áreas libres
- Restringir uso de maquinaria pesada a horas diurnas
- Utilizar rutas alternas al centro de la población
- Enterrar las bolsas (envases de cemento y cal) en vez de quemarlas
- Fundir y trasladar materiales de construcción en días no festivos o días de plaza
- Después de cada jornada de trabajo, limpiar el área (recoger: estacas de madera, tablas con clavos, restos de mezcla, pedazos de hierro etc.)
- Cuando sea posible, limitar el mover tierra solo durante la estación seca

- Compactar la tierra removida
- Establecer letrinas temporales para la cuadrilla de trabajadores
- Garantizar uso de equipo adecuado de trabajo (guantes, botas, mascarillas, cascos)
- Diseñar drenaje para la evacuación de las aguas servidas con materiales compatibles con el medio ambiente
- Incluir botiquín de primeros auxilios

3.4.17.4.2. En operación

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

3.4.18. Análisis económico

Es muy importante realizar un análisis económico a cada proyecto que se pretende desarrollar, porque este definirá la viabilidad del mismo; entre estos análisis se tiene el método del Valor Presente Neto (VPN) y el método de la Tasa Interna de Retorno (TIR).

3.4.18.1. Valor Presente Neto (VPN)

El VPN designa una cantidad presente o actual de dinero; este valor se encuentra al comienzo del período inicial. El concepto del valor presente al igual que el de valor futuro, se basan en la creencia de que el valor del dinero se ve afectado por el tiempo en que se recibe.

Sobre la escala de tiempo ocurre en el punto cero o en cualquier otro punto desde el cual se escoge medir el tiempo.

El Valor Presente Neto despliega tres posibles respuestas, las cuales pueden ser:

$$VPN < 0$$

$$VPN = 0$$

$$VPN > 0$$

Cuando el $VPN < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, está alertando o previniendo que el proyecto no es rentable. Cuando el $VPN = 0$ está indicando que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el $VPN > 0$, está indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el % de utilidad. Las fórmulas del VPN son:

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

Donde:

P = valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente

F = valor de pago único al final del periodo de la operación, o valor de pago futuro

A = valor de pago uniforme en un periodo determinado o valor de pago constante o renta de ingreso

i = tasa de interés de cobro por la operación, o tasa de unidad por la inversión a una solución

n = periodo de tiempo que se pretende dure la operación

Datos del proyecto:

Costo total del proyecto=	Q 1 358 452,79
Costo de mantenimiento =	Q 30 000,00 / anual
Vida útil =	22 años
Tasa de interés =	11% anual
Ingreso inicial por conexión=	Q 560,00 / vivienda 560*90= Q 50 400,00
Ingresos anuales =	Q 15 / vivienda / mes 15*90*12 = Q 16 200,00

Se utilizará signo positivo para los ingresos y negativo para los egresos:

$$VPN_1 = -1\,358\,452,79 + 50\,400 - 30\,000 \times \frac{(1 - 0,11)^{22} - 1}{0,1 \times (1 - 0,11)^{22}} + 16\,200 \times \frac{(1 - 0,11)^{22} - 1}{0,1 \times (1 - 0,11)^{22}}$$
$$VPN_1 = 195\,437,04$$

$$VPN_2 = -1\,358\,452,79 + 50\,400 - 30\,000 \times \frac{(1 + 0,11)^{22} - 1}{0,11 \times (1 + 0,11)^{22}} + 16\,200 \times \frac{(1 + 0,11)^{22} - 1}{0,11 \times (1 + 0,11)^{22}}$$
$$VPN_2 = -1\,306\,798,24$$

$$VPN = VPN_1 + VPN_2 = 195\,437,04 - 1\,306\,798,24 = -1\,111\,361,2$$

El VPN es negativo, debido a que no produce ganancia a ninguna institución. El proyecto se mide con base en que se diseñó para beneficiar a la comunidad del sector Monterrey Méndez.

3.4.18.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es el método más utilizado para comparar alternativas de inversión. Se define como la tasa de descuento que iguala al valor presente de los flujos de

efectivo con la inversión inicial en un proyecto. La TIR es la tasa de descuento que hace que el valor presente de una oportunidad de inversión sea igual a cero, o sea el interés que hace que los costos sean equivalentes a los ingresos.

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

$$\text{TIR} = \text{VPB Beneficio} - \text{VPN Gastos} = 0$$

Lo que se busca es un dato que sea menor al dato buscado y otro que sea mayor y así poder interpolar de la manera siguiente:

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

$$\text{TIR} = \left(\frac{(i1 - i2)(0 - \text{VPN}(-))}{\text{VPN}(+) - \text{VPN}(-)} \right) + i2$$

$$\text{TIR} = \left(\frac{(-11 - 11) \times (0 - (-1\,306\,798,24))}{195\,437,04 - (-1\,306\,798,24)} \right) + 11 = -8,13\%$$

La tasa interna de retorno es -8,13 %; lo cual indica que el proyecto no es rentable, debido a que es menor a la tasa.

El proyecto se considera de tipo social, razón por la cual se contempla la relación costo contra beneficiarios.

3.5. Diseño del sistema de drenaje pluvial

Se diseñará un sistema separativo de alcantarillado sanitario y pluvial, en esta sección se describe el alcantarillado pluvial.

3.5.1. Tipo de sistema a utilizar

Cuando las pendientes son pronunciadas, las aguas de lluvia que corren a través de las calles, adquieren grandes velocidades y por lo tanto fuerzas de erosión, lo que combinado a la suavidad de la capa superficial del suelo, provoca el deterioro de las calles.

Estas aguas, al llegar a lugares planos, provocan la acumulación, produciendo inundaciones y estancamientos, los que a su vez obstruyen el paso de peatones y vehículos.

Estos problemas, son los que se tienen que solucionar, contando para ello con dos alternativas:

- La evacuación del agua pluvial por medio de un sistema superficial (cunetas)
- Uso de alcantarillado

A continuación se presentan los aspectos más importantes de cada uno de los anteriores.

- Sistema superficial: tiene la ventaja de un menor costo y mantenimiento fácil, puesto que cada vecino podría limpiar la parte que le corresponde. La desventaja consiste en la dificultad y riesgo de accidente que causa a

los vecinos al cruzar la cuneta y la destrucción de banquetas y paredes al no haber mantenimiento; además, se pueden obtener anchos de cunetas muy grandes, ya que el área está dentro de las zonas con alto grado de precipitación y esto obstaculizaría tanto el paso de las personas como el de vehículos.

- Alcantarillado: esta alternativa ofrece el problema de un costo elevado, pero se optó por diseñar este sistema, sabiendo que la municipalidad está pavimentando las pocas calles que no cuentan con algún revestimiento y que es necesario proteger esas y las que ya están revestidas. Además este sistema conduce las aguas pluviales hasta los puntos de desfogue dentro de tubería, en donde el agua no erosiona las calles ni obstruye el paso de los peatones ni el de los vehículos.

3.5.2. Áreas de influencia

La localización topográfica del sector tiene la mayor área de influencia en el sector sur, cuyas aguas escurren hasta depositarse en lugares de desfogue en la parte norte.

En cuanto a los sectores este y oeste; la situación es favorable, porque el agua caída en el sector, escurre con pendiente natural a desfogues de esta misma área.

Las áreas de influencia se calcularon en el plano de curvas de nivel de la región, obteniendo el siguiente resultado:

Área de influencia total: 4,28 Ha.

3.5.3. Puntos de desfogue

Para el sistema de drenaje pluvial, se conectará a un pozo de visita existente de aguas pluviales que pasa por el tramo en la parte más baja, siendo este punto de desfogue más viable a utilizar.

3.5.4. Determinación del caudal pluvial

Para la determinación del caudal pluvial se utilizó el método racional, cuya fórmula general es la siguiente:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = caudal en m³/seg

C = relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída

I = intensidad de lluvia en mm/hr

A = área en hectáreas

3.5.4.1. Intensidad de lluvia

Intensidad de lluvia es el espesor de lámina de agua caída por unidad de tiempo; suponiendo que el agua permanece en el sitio donde cayó. Se mide en mm/hr.

Para el presente trabajo se utilizará la intensidad de lluvia correspondiente a la estación Alameda Icta, Chimaltenango.

La intensidad de lluvia, con una probabilidad de ocurrencia de 2 años es:

$$I = \frac{550}{(t + 5)^{0,813}}$$

Donde:

I = intensidad de lluvia

t = tiempo de concentración

3.5.4.2. Tiempo de concentración

Es el tiempo que emplea el agua superficial para descender desde el punto más remoto de la cuenca hasta la sección en estudio.

El tiempo de concentración en minutos se calculará de la siguiente manera:

- Para tramos iniciales, será igual al tiempo de entrada y se estimará en 12 minutos
- En tramos consecutivos, se estimará con la siguiente fórmula:

$$t_n = (t_{n-1}) + \frac{L}{60(V_{n-1})}$$

Donde:

t_n = tiempo de concentración hasta el tramo considerado

t_{n-1} = tiempo de concentración hasta el tramo anterior

L = longitud del tramo anterior

V_{n-1} = velocidad a sección llena en el tramo anterior

Cuando en un punto son concurrentes dos o más ramales, t_{n-1} se tomará igual al del ramal que tenga mayor tiempo de concentración.

3.5.4.3. Área tributaria

El área tributaria de un tramo será la suma de su área más las áreas tributarias de los tramos anteriores.

3.5.4.4. Coeficiente de escorrentía

Es el porcentaje del agua total llovida tomada en consideración, puesto que no todo el volumen de precipitación pluvial drena por medio de la alcantarilla natural o artificial. Esto se debe a la evaporación, infiltración, detención en oquedades del suelo, etc; por lo que existirá diferente coeficiente para cada tipo de terreno, el cual será mayor cuando más impermeable sea la superficie. El coeficiente de escorrentía se calculará de la siguiente manera:

$$C = \frac{\sum(c * a)}{\sum a}$$

Donde:

c = coeficiente de escorrentía de cada una de las áreas parciales

a = áreas parciales

C = coeficiente de escorrentía promedio del área drenada

Valores de “c” para superficies	Min.	Máx.	adoptado
• Techos impermeables	0,70	0,95	0,75
• Pavimentos en buen estado	0,85	0,90	0,85
• Superficies sin pavimentos	0,10	0,30	0,17

Cálculo del coeficiente de escorrentía promedio

Áreas de diferentes superficies:

- Calles sin revestimiento 1,28 Ha.
- Área techada (150 m²/casa) 1,50 Ha.
- Áreas no cubiertas (150 m²/casa) 1,50 Ha.

Se tiene:

$$C = \frac{1,5 * 0,75 + 1,28 * 0,85 + 1,5 * 0,17}{1,28 + 1,5 + 1,5} = 0,577$$

3.5.5. Cálculo de un tramo del sistema de drenaje pluvial

Se diseñará un tramo intermedio; este pertenece al ramal 3, que va del PV-46 al PV-9.

Cálculo del tramo 46-9

Cota inicial (CI) = 9 999,43 m

Cota final (CF) = 9 999,71 m

Distancia horizontal (DH) = 66,69 m

Cálculo de la pendiente del terreno:

$$S \% = \left(\frac{CI - CF}{DH} \right) * 100 = \left(\frac{9\ 999,43 - 9\ 999,71}{66,69} \right) * 100 = -0,41 \%$$

Cálculo del área tributaria:

Área tributaria = 0,10 Ha.

Área tributaria acumulada = 0,27 Ha.

Tiempo de concentración:

Tiempo de concentración anterior = 13,81 min

Longitud del tramo anterior = 66,69 m

Velocidad del tramo anterior = 0,61 m/seg

$$t_n = (t_n - 1) + \frac{L}{60(V_n - 1)}$$

Tc = 15,62 min

Intensidad de lluvia:

$$I = \frac{550}{(t + 5)^{0,813}}$$

I = 46,97 mm/hr

Caudal de diseño:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Coefficiente de escorrentía = 0,577

Q = 0,02041 m³/seg

Q = 20,41 lts/seg

Diseño hidráulico:

Diámetro del tubo: 8" ADS

Pendiente del tubo: 0,20 %

Velocidad a sección llena:

$$V = \left(\frac{0,03429}{0,01} \right) * D^{2/3} * S^{1/2}$$

$$D = 0,203 \text{ m} ; S = 0,002$$

$$V = 0,61 \text{ m/seg}$$

Capacidad a sección llena:

$$A = \frac{\Pi * D^2}{4}$$

$$D = 0,203 \text{ m}$$

$$A = 0,032 \text{ m}^2$$

$$Q = A \times V$$

$$Q = 19,89 \text{ lts/seg}$$

Relaciones hidráulicas:

$$\frac{q}{Q} = \frac{18,16 \text{ lts/seg}}{19,89 \text{ lts/seg}}$$

$$q/Q = 0,91302161$$

Cumple con la condición $q < Q$, de la tabla de relaciones hidráulicas se obtienen los siguientes valores:

$$\frac{v}{V} = 1,133 \quad ; \quad \frac{d}{D} = 0,750$$

$$V = 1,133 \times 0,61$$

$$V = 0,695 \text{ m/seg}$$

Altura de tirante:

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

$$d = 0,1522$$

Donde: $0,10 \leq \frac{d}{D} \leq 0,90$

Profundidad del pozo de visita:

Pozo 46

Cota invert inicial = 9 996,87 m

Cota de terreno al principio = 9 999,43 m

Altura del pozo = 9 999,43 – 9 996,87 = 2,56 m

Pozo 9

Cota invert inicial = 9 996,75 m

Cota de terreno al principio = 9 999,71 m

Altura del pozo = 9 999,71 – 9 996,75 = 2,96 m

3.5.6. Resumen de valores adoptados

- Caudal de diseño: $Q = \frac{CIA}{360}$
- Coeficiente de escorrentía: 0,577
- Intensidad de lluvia: $I = \frac{550}{(t+5)^{0,813}}$
- Tiempo de concentración: $t_n = (t_n - 1) + \frac{L}{60(V_n - 1)}$
- Tramos iniciales: 12 minutos
- Velocidad mínima: 0,60 m/seg

- Velocidad máxima: 3,00 m/seg
- Diámetro mínimo: 6 pulgadas
- Profundidad mínima sobre corona de tubo: 0,80 metros

3.5.7. Planos constructivos

Para este proyecto se desarrolló un juego de planos que contienen los detalles y especificaciones necesarias para la construcción del sistema de drenaje pluvial. El juego contiene los siguientes planos:

- Planta topográfica
- Planta perfil ramal 1
- Planta perfil ramal 2
- Perfiles varios 1
- Perfiles varios 2
- Planta perfil ramal 3 y 4
- Detalles de pozo de visita

3.5.8. Elaboración de presupuesto

El presupuesto se elaboró tomando como base los precios unitarios, de acuerdo con los precios de materiales que se manejan en el área rural de El Tejar, en lo concerniente a mano de obra tanto calificada como no calificada, se tomaron los que maneja la municipalidad de El Tejar.

Tabla IV. Presupuesto del drenaje pluvial

PRESUPUESTO DESGLOSADO

DRENAJE PARA AGUAS PLUVIALES

SECTOR MONTERREY MÉNDEZ

EL TEJAR, CHIMALTENANGO

FEBRERO DE 2012

No.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	SUB-TOTAL
1.0	REPLANTEO TOPOGRAFICO Y TRAZO	M L	3 256,60	Q7,35	Q23 934,69
2.0	EXCAVACIÓN	M ³	4 957,02	Q65,00	Q322 206,30
3.0	POZOS DE VISITA	Unidad	58,00		
3.1	POZO DE VISITA DE 0,80 m	Unidad	5,00	Q1 771,06	Q8 855,31
3.2	POZO DE VISITA DE 1,00 a 1,50 m	Unidad	24,00	Q2 428,28	Q58 278,74
3.3	POZO DE VISITA DE 1,50 A 2,00 m	Unidad	7,00	Q3 158,52	Q22 109,67
3.4	POZO DE VISITA DE 2,00 A 2,50 m	Unidad	4,00	Q3 888,77	Q15 555,07
3.5	POZO DE VISITA DE 2,50 a 3,00 m	Unidad	7,00	Q4 619,01	Q32 333,09
3.6	POZO DE VISITA DE 3,00 a 3,50 m	Unidad	3,00	Q5 349,26	Q16 047,77
3.7	POZO DE VISITA DE 3,50 a 4,00 m	Unidad	1,00	Q6 079,50	Q6 079,50
3.8	POZO DE VISITA DE 4,00 a 4,50 m	Unidad	1,00	Q6 809,74	Q6 809,74
3.9	POZO DE VISITA DE 5,50 a 6,00 m	Unidad	2,00	Q9 000,48	Q18 000,95
4.0	POZO DE VISITA DE 6,00 a 6,50 m	Unidad	2,00	Q9 730,72	Q19 461,44
4.1	POZO DE VISITA DE 6,70 a 6,85 m	Unidad	2,00	Q10 460,97	Q20 921,93
4.0	COLECTOR PRINCIPAL	M L	3 256,57		
4.1	COLECTOR ADS DIÁMETRO 6"	ML	1 701,55	Q74,81	Q127 288,64
4.2	COLECTOR ADS DIÁMETRO 8"	ML	1 299,49	Q95,14	Q123 629,52
4.4	COLECTOR ADS DIÁMETRO 12"	ML	255,53	Q224,98	Q57 488,27
5.0	RELLENO Y COMPACTACIÓN	M ³	4 687,02	Q86,67	Q406 208,40
	PRECIO TOTAL DEL PROYECTO			Q1 285 209,04	

EL PRECIO DEL PROYECTO ASCIENDE A LA CANTIDAD DE:

UN MILLON DOSCIENTOS OCHENTA Y CINCO MIL DOSCIENTOS NUEVE CON 04/100.

LONGITUD TOTAL DEL PROYECTO	3 256,6 metros
PRECIO UNITARIO POR METRO LINEAL	Q394,65
UNIT PRICE PER LINEAL METER (Dated january 5, 2012)	\$49,96

Fuente: elaboración propia.

3.5.9. Estudio de Impacto Ambiental Inicial (EIA)

Para el proyecto del sistema de alcantarillado pluvial del sector Monterrey Méndez se consideran los siguientes aspectos: marco legal, impactos negativos y positivos en la construcción del proyecto y las medidas de mitigación en construcción y en operación.

3.5.9.1. Marco legal

El marco legal de cualquier estudio de impacto ambiental, se basa en el Decreto número 68-86, del Congreso de la República de Guatemala, específicamente en:

- Artículo 8.- (Reformado por el Decreto del Congreso Número 1-93). “Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo, un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente”.

El funcionario que omitiere exigir el Estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este artículo será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa de Q.5 000,00 a Q.100 000,00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.

3.5.9.2. Impactos ambientales

- Impacto negativo en la ejecución: en el momento de la ejecución del drenaje pluvial para en el sector Monterrey Méndez, se verán repercusiones por efectos negativos en contra del medio ambiente, dentro de los que se pueden citar:
 - La degradación de la calidad del agua superficial debida a erosión durante la construcción o a la descarga excesiva de contaminantes.
 - La alteración de las características de las aguas subterráneas debido a la construcción.
 - El aumento en la generación de concentraciones de contaminantes visuales y ruidos en el ambiente.

- Impacto positivo en la ejecución: dentro de los impactos de mayor relevancia en la ejecución del drenaje pluvial para el sector Monterrey Méndez se tiene:
 - El reacomodamiento del terreno en el camino bajo el cual se encontrará la tubería del drenaje sanitario.
 - El tratamiento de focos de contaminación, mediante la eliminación sustancial de aguas superficiales y estancamientos producidos en el sector; que a su vez provocan criaderos de zancudos y enfermedades de tipo gastrointestinal.

Existe gran diferencia entre los impactos positivos y negativos que se verán influenciados en la ejecución de los proyectos, siendo los primeros los predominantes brindando beneficio común que conllevan los mismos. De manera que el enfoque ambiental debe brindarse con el fin de obtener un equilibrio entre el desarrollo y el medio ambiente que nos rodea.

3.5.9.3. Medidas de mitigación

Es de vital importancia considerar medidas en construcción y en operación.

3.5.9.3.1. En construcción

- Diseñar tratando de adecuarse al entorno existente
- En el momento de iniciar la construcción, señalar el área
- Repoblar con árboles nativos de la región, las áreas libres
- Restringir uso de maquinaria pesada a horas diurnas
- Utilizar rutas alternas al centro de la población
- Enterrar las bolsas (envases de cemento y cal) en vez de quemarlas
- Fundir y trasladar materiales de construcción en días no festivos o días de plaza
- Después de cada jornada de trabajo, limpiar el área (recoger: estacas de madera, tablas con clavos, restos de mezcla, pedazos de hierro etc.)
- Cuando sea posible, limitar el mover tierra solo durante la estación seca
- Diseñar drenaje para la evacuación de las aguas servidas con materiales compatibles con el medio ambiente
- Garantizar uso de equipo adecuado de trabajo (guantes, botas, mascarillas, cascos)
- Compactar la tierra removida

- Establecer letrinas temporales para la cuadrilla de trabajadores
- Incluir botiquín de primeros auxilios

3.5.9.3.2. En operación

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

3.5.10. Análisis económico

Es muy importante realizar un análisis económico a cada proyecto que se pretende desarrollar, porque este definirá la viabilidad del mismo; entre estos análisis se tiene el método del Valor Presente Neto (VPN) y el método de la Tasa Interna de Retorno (TIR).

3.5.10.1. Valor Presente Neto (VPN)

El VPN designa una cantidad presente o actual de dinero; este valor se encuentra al comienzo del período inicial. El concepto del valor presente al igual que el de valor futuro, se basan en la creencia de que el valor del dinero se ve afectado por el tiempo en que se recibe. Sobre la escala de tiempo ocurre en el punto cero o en cualquier otro punto desde el cual se escoge medir el tiempo. El valor presente neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales pueden ser:

VPN<0

VPN=0

VPN>0

Cuando el VPN<0, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, está alertando o previniendo que el proyecto no es rentable. Cuando el VPN=0 indica que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el VPN>0, está indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el % de utilidad. Las fórmulas del VPN son:

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

Donde:

P = valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente

F = valor de pago único al final del periodo de la operación, o valor de pago futuro

A = valor de pago uniforme en un periodo determinado o valor de pago constante o renta de ingreso

i = tasa de interés de cobro por la operación, o tasa de unidad por la inversión a una solución

n = periodo de tiempo que se pretende dure la operación

Datos del proyecto:

Costo total del proyecto=	Q 1 285 209,04
Costo de mantenimiento =	Q 35 000,00 / anual
Vida útil =	22 años
Tasa de interés =	8% anual
Ingreso inicial por conexión=	Q 550,00 / vivienda
	560*90= Q 49 500,00
Ingresos anuales =	Q 15 / vivienda / mes
	15*90*12 = Q 16 200,00

Se utilizará signo positivo para los ingresos y negativo para los egresos:

$$VPN_1 = -1\,285\,209,04 + 49\,500 - 35\,000 \times \frac{(1 - 0,08)^{22} - 1}{0,08 \times (1 - 0,08)^{22}} + 16\,200 \times \frac{(1 - 0,08)^{22} - 1}{0,08 \times (1 - 0,08)^{22}}$$
$$VPN_1 = 707,59$$

$$VPN_2 = -1\,285\,209,04 + 49\,500 - 35\,000 \times \frac{(1 + 0,08)^{22} - 1}{0,08 \times (1 + 0,08)^{22}} + 16\,200 \times \frac{(1 + 0,08)^{22} - 1}{0,08 \times (1 + 0,08)^{22}}$$
$$VPN_2 = -1\,043\,935,06$$

$$VPN = VPN_1 + VPN_2 = 707,59 - 1\,043\,935,06 = -1\,043\,227,47$$

El VPN es negativo, debido a que no produce ganancia a ninguna institución. El proyecto se mide con base en que se diseñó para beneficiar a la comunidad del sector Monterrey Méndez.

3.5.10.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es el método más utilizado para comparar alternativas de inversión. Se define como la tasa de descuento que iguala al valor presente de los flujos de efectivo con la inversión inicial en un proyecto. La TIR es la tasa de descuento que hace que el valor presente de una oportunidad de inversión sea igual a cero, o sea el interés que hace que los costos sean equivalentes a los ingresos.

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

$$TIR = VPB \text{ beneficio} - VPN \text{ gastos} = 0$$

Lo que se busca es un dato que sea menor al buscado y otro que sea mayor y así poder interpolar de la manera siguiente:

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

$$TIR = \left(\frac{(i1 - i2)(0 - VPN(-))}{VPN(+) - VPN(-)} \right) + i2$$

$$TIR = \left(\frac{(-8 - 8) \times (0 - (-1\ 043\ 935,06))}{707,59 - (-1\ 043\ 935,06)} \right) + 8 = -7,98\%$$

La tasa interna de retorno es -7,98 %; lo cual indica que el proyecto no es rentable, debido a que es menor a la tasa.

El proyecto se considera de tipo social, razón por la cual se contempla la relación costo-beneficiarios.

CONCLUSIONES

1. El sistema constructivo utilizado en el salón municipal, es de mampostería reforzada; este diseño realiza un análisis de techos, muros, columnas y cimentación, todos estos elementos son afectados directamente por las cargas aplicadas a la estructura. Con la realización del proyecto del salón municipal se podrán desarrollar de una manera más digna y agradable las actividades sociales y culturales del municipio. También cabe mencionar que el precio unitario de este proyecto es de Q 2 803,61/m² y beneficiará a 4 500 personas, es un proyecto viable porque se va a realizar un gasto que a la vez va a cubrir las necesidades de todo el municipio. En conclusión, el beneficio va a ser mayor que el costo de la obra.
2. El diseño estructural para el salón municipal se analizó bajo las condiciones de carga de acuerdo con la utilización de la misma, considerando efectos de sismo y características del suelo. Para el análisis, se determinaron las fuerzas inducidas por sismo por medio del método SEAOC y el diseño estructural se realizó con base en el código ACI 318.
3. El proyecto de alcantarillado sanitario tiene una longitud lineal de 3 252 m, se decidió la utilización de tubería de polietileno de alta densidad, según Norma ASTM D2412-2002, por las razones siguientes: facilidad y rapidez en su instalación, la ejecución del proyecto se realiza en un menor tiempo, el transporte y manipulación de la tubería no requiere de equipo especial, por lo que el costo es más barato respecto de la manipulación de la tubería de concreto y la tradicional de PVC.

4. El diseño de drenaje pluvial es un proyecto que al realizarse va a solventar los problemas que tienen los vecinos de la comunidad, respecto de sanear y evitar contaminaciones y tener un lugar dónde descargar sus aguas pluviales.
5. El proyecto de drenaje sanitario será un avance muy grande para el sector Monterrey Méndez, ya que con esto, todas las familias del sector contarán con un sistema funcional y digno para poder disponer sus aguas negras y evitar la contaminación ambiental.
6. Se establecieron los impactos negativos, tales como: la degradación de la calidad del agua superficial, la alteración de las características de las aguas subterráneas y el aumento en la generación de contaminantes; asimismo, los impactos positivos, como el crecimiento económico y la eliminación de focos de contaminación, con el fin de ejecutar los proyectos del salón municipal y los drenajes sanitario y pluvial para el sector Monterrey Méndez, El Tejar, Chimaltenango.

RECOMENDACIONES

1. Que la comunidad beneficiada con el proyecto de drenaje sanitario conforme un comité encargado de aplicar técnicas que permitan conservar el alcantarillado en buenas condiciones físicas y de funcionamiento, con el propósito de alcanzar la duración esperada de acuerdo con la vida útil para la cual fue diseñado.
2. Utilizar mano de obra local para la construcción de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, como un aporte de la comunidad; de esta forma se reducirán los costos, y los pobladores del sector tomarán conciencia sobre el buen uso y mantenimiento del sistema de alcantarillado.
3. Se sugiere capacitar a los trabajadores municipales, sobre aspectos de mantenimiento y conservación de edificios, y garantizar de esta forma el período de vida útil de los mismos, logrando de esta manera proveer al municipio de El Tejar un salón municipal digno y funcional.
4. Es de vital importancia que al momento de ejecutar los proyectos, se considere una supervisión adecuada, calificada y sobre todo constante, para evitar errores y que la calidad de la obra no sea menor de lo que las especificaciones del proyecto indiquen. La supervisión permite entonces un ahorro en tiempo de ejecución y evita pérdidas por errores que conllevan a realizar gastos no considerados en el presupuesto.

5. Actualizar los presupuestos realizados al momento de llevar a cabo los proyectos, ya que, debe tomarse en cuenta el tipo de cambio y las circunstancias bajo las cuales se vaya a proceder con el proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE COMMITTEE. *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318SR-05)*. Farmington Hills, Michigan: ACI. 2005. 495 p.
2. ASOCIACIÓN GUATEMALTECA DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL Y SÍSMICA. *Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la república de Guatemala*. Guatemala: AGIES. 2002. 80 p.
3. DAS, Braja M. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. 4a ed. México: International Thomson, 2001. 880 p.
4. GÁLVEZ ÁLVAREZ, Hugo Alejandro. *Planificación y diseño de los sistemas de drenaje sanitario y pluvial de la cabecera municipal de Pasaco, Jutiapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 103 p.
5. GONZÁLEZ DONADO, Roberto Mario. *Diseño del edificio para la escuela de la aldea Paso Bueno, cantón Valencia y sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Las Minas, cabecera municipal de Jutiapa, departamento de Jutiapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 160 p.

6. INSTITUTO DE FOMENTO DE HIPOTECAS ASEGURADAS. *Normas de planificación y construcción para casos proyectados*. Guatemala: FHA, 2008. 179 p.
7. INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL. *Normas generales para diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2001. 24 p.
8. MILEAF, Harry. *Instalaciones eléctricas*. 2a ed. México: Limusa, 2007. 211 p.
9. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill, 2001. 722 p.
10. RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 157 p.
11. RUIZ CASTILLO, Kibonge Higuard Dan. *Diseño y Planificación para gimnasio y salón de usos múltiples, y ampliación de sistema de agua potable, de la cabecera municipal de Santa Cruz Balanyá, Departamento de Chimaltenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 115 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Libreta topográfica drenaje Monterrey Méndez

PROYECTO: DRENAJE MONTERREY MÉNDEZ
UBICACIÓN: EL TEJAR, CHIMALTENANGO
FECHA: OCTUBRE DE 2011

EST.	P.O.	AZIMUT			DH	ELEVACIÓN
		°	'	"		
BM	1	180	0	0	9,81	10 000,00
1	2	161	29	0	52,96	9 999,30
2	3	161	3	30	34,97	9 999,26
3	4	161	13	0	51,99	9 999,39
4	5	159	48	30	24,99	9 999,57
5	6	152	2	0	42,97	9 999,47
6	7	162	12	0	55,99	9 999,89
7	8	178	54	30	17,17	10 000,11
8	9	208	46	0	25,97	10 000,24
9	10	86	26	30	61,96	9 999,49
9	11	205	46	30	39,98	9 999,85
11	12	206	53	30	46,98	9 999,71
12	13	90	32	0	23,91	9 998,97
13	14	205	17	30	45,00	9 999,70
13	17	89	41	0	23,06	9 997,08
17	18	91	59	0	25,65	9 994,22
18	19	86	23	30	11,02	9 993,03
19	20	69	5	0	19,47	9 992,40
20	21	59	43	30	19,62	9 991,18
21	22	56	43	30	53,95	9 990,35
22	23	61	18	30	37,95	9 989,94
24	25	71	11	30	39,95	9 989,72
25	PV-Exis	76	44	0	3,95	9 989,77
25	26	76	44	0	82,00	9 990,72

Continuación del apéndice 1.

26	27	342	22	30	19,98	9 992,19
26	28	342	39	0	61,92	9 993,89
26	32	90	2	0	48,00	9 992,09
26	30	193	13	0	35,82	9 989,11
28	29	353	14	0	56,00	9 994,61
32	33	75	33	0	22,00	9 993,29
32	34	72	32	0	65,96	9 994,52
12	35	265	32	0	15,96	9 999,85
12	36	266	9	0	85,98	9 999,42
12	37	266	31	0	137,98	9 999,07
12	38	266	17	30	151,98	9 998,95
35	35A	349	35	0	99,99	9 999,97
36	36A	349	42	0	87,99	9 999,58
37	37A	162	15	0	88,00	9 998,91
38	38B	349	20	30	54,93	9 998,24
38	38A	349	20	30	109,94	9 997,53
38	39B	158	55	0	55,98	9 997,44
39	39A	158	55	0	115,98	9 997,28
38	39	266	34	30	54,90	9 997,59
39	40	267	47	0	10,84	9 997,44
39	41	265	43	0	62,95	9 997,08
39	42	265	48	0	71,96	9 997,06
40	40B	349	8	30	56,98	9 997,31
40	40A	349	8	30	111,98	9 997,17
41	41B	159	15	0	64,99	9 996,85
41	41A	159	15	0	130,00	9 996,61
42	42B	348	46	0	55,99	9 997,09
42	42A	348	46	0	116,00	9 997,12
42	43	264	54	30	31,95	9 996,82
43	44	255	59	0	12,88	9 996,77
43	45	254	40	0	63,97	9 996,48
44	44B	158	32	0	73,98	9 996,43
44	44A	158	32	0	143,99	9 996,12
45	45B	159	9	0	74,98	9 996,14
45	45A	159	9	0	149,98	9 995,80

Continuación del apéndice 1.

45	46	254	43	0	47,97	9 996,36
45	47	255	6	0	94,99	9 996,63
46	46B	159	45	0	76,96	9 995,79
46	46A	159	45	0	151,96	9 995,23
47	47B	159	51	0	67,95	9 995,98
47	47A	159	51	0	137,96	9 995,31
12	49	206	32	30	44,37	9 999,57
12	50A	206	52	30	66,69	9 999,43
12	50	206	52	30	93,98	9 999,27
12	51	206	21	30	109,98	9 999,10
51	52	207	5	0	23,34	9 998,71
51	53	209	37	30	41,94	9 998,30
14	15	206	43	0	49,00	9 999,93
14	15A	206	43	0	24,50	9 999,82
14	16	206	53	0	97,99	9 998,77
16	54	210	54	0	9,88	9 998,57

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Memoria de cálculo drenaje sanitario Monterrey Méndez

Estacion		Cotas Terreno		DH	St	Viviendas		Habitantes		F. Flujo		Fqm	q Diseño (lts/s)		φ	St: tubería	
De	A	Inicio	Final	[m]	%	Local	Acum	Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	Futuro	[in]	%	
PV-1	PV-2	10 000,00	9 999,26	87,92	0,84	7	7	35	93	4,34	4,25	0,005	0,760	1,977	8	1,25	
PV-2	PV-3	9 999,26	9 999,57	76,99	-0,40	3	10	50	133	4,31	4,21	0,005	1,079	2,798	8	0,95	
PV-3	PV-4	9 999,57	9 999,47	42,97	0,22	2	12	60	159	4,30	4,18	0,005	1,289	3,325	8	0,9	
PV-4	PV-5	9 999,47	9 999,89	55,99	-0,74	1	13	65	172	4,29	4,17	0,005	1,394	3,587	8	0,9	
PV-5	PV-6	9 999,89	10 000,11	17,17	-1,28	1	14	70	186	4,28	4,16	0,005	1,499	3,868	8	0,9	
PV-6	PV-7	10 000,11	10 000,24	25,97	-0,49	1	15	75	199	4,28	4,15	0,005	1,603	4,128	8	0,85	
PV-8	PV-7	9 999,49	10 000,24	61,96	-1,21	4	4	20	53	4,38	4,31	0,005	0,438	1,142	6	2,25	
PV-7	PV-9	10 000,24	9 999,71	86,96	0,61	4	23	115	305	4,23	4,08	0,005	2,430	6,215	8	0,6	
PV-10	PV-11	9 995,31	9 995,98	70,00	-0,96	2	2	14	38	4,40	4,34	0,005	0,308	0,824	6	0,4	
PV-11	PV-12	9 995,98	9 996,63	67,95	-0,96	1	3	21	56	4,38	4,30	0,005	0,460	1,205	6	0,4	
PV-12	PV-13	9 996,63	9 996,36	47,02	0,58	2	5	30	80	4,35	4,27	0,005	0,653	1,708	8	0,5	
PV-14	PV-15	9 995,23	9 995,79	75,00	-0,74	2	2	14	38	4,40	4,34	0,005	0,308	0,824	6	0,4	
PV-15	PV-13	9 995,79	9 996,36	76,96	-0,74	1	3	21	56	4,38	4,30	0,005	0,460	1,205	6	0,4	
PV-13	PV-16	9 996,36	9 996,48	47,97	-0,25	2	10	60	159	4,30	4,18	0,005	1,289	3,325	8	0,5	
PV-17	PV-18	9 995,80	9 996,14	75,00	-0,45	2	2	14	38	4,40	4,34	0,005	0,308	0,824	6	0,5	
PV-18	PV-16	9 996,14	9 996,48	74,98	-0,45	1	3	21	56	4,38	4,30	0,005	0,460	1,205	6	0,5	
PV-16	PV-19	9 996,48	9 996,77	51,10	-0,57	1	14	70	186	4,28	4,16	0,005	1,499	3,868	8	0,5	
PV-20	PV-21	9 996,12	9 996,43	70,00	-0,45	2	2	14	38	4,40	4,34	0,005	0,308	0,824	6	1,25	
PV-21	PV-19	9 996,43	9 996,77	73,98	-0,45	1	3	21	56	4,38	4,30	0,005	0,460	1,205	6	1,25	
PV-19	PV-22	9 996,77	9 996,82	12,88	-0,36	0	17	85	225	4,26	4,13	0,005	1,811	4,645	8	0,6	
PV-22	PV-23	9 996,82	9 997,06	31,95	-0,77	0	17	85	225	4,26	4,13	0,005	1,811	4,645	8	0,6	
PV-24	PV-25	9 997,12	9 997,09	60,00	0,05	2	2	14	38	4,40	4,34	0,005	0,308	0,824	6	2,5	
PV-25	PV-23	9 997,09	9 997,06	55,99	0,05	1	3	21	56	4,38	4,30	0,005	0,460	1,205	6	1,75	
PV-23	PV-26	9 997,06	9 997,08	9,00	-0,23	0	20	100	265	4,24	4,10	0,005	2,122	5,434	8	0,55	
PV-27	PV-28	9 996,61	9 996,85	65,00	-0,36	3	3	21	56	4,38	4,30	0,005	0,460	1,205	6	1,75	
PV-28	PV-26	9 996,85	9 997,08	64,99	-0,36	0	3	21	56	4,38	4,30	0,005	0,460	1,205	6	1,75	
PV-26	PV-29	9 997,08	9 997,44	52,13	-0,69	2	25	125	331	4,22	4,06	0,005	2,635	6,719	8	0,5	
PV-30	PV-31	9 997,18	9 997,31	55,00	-0,24	3	3	21	56	4,38	4,30	0,005	0,460	1,205	6	1,8	
PV-31	PV-29	9 997,31	9 997,44	56,98	-0,24	0	3	21	56	4,38	4,30	0,005	0,460	1,205	6	1,8	
PV-29	PV-32	9 997,44	9 997,59	10,84	-1,33	0	28	140	371	4,20	4,04	0,005	2,940	7,490	8	0,5	
PV-33	PV-34	9 997,28	9 997,44	60,00	-0,26	3	3	21	56	4,38	4,30	0,005	0,460	1,205	6	1,8	
PV-34	PV-32	9 997,44	9 997,59	55,98	-0,26	0	3	21	56	4,38	4,30	0,005	0,460	1,205	6	1,8	
PV-32	PV-35	9 997,59	9 998,95	54,90	-2,48	2	33	165	437	4,18	4,00	0,005	3,446	8,748	8	0,5	
PV-36	PV-37	9 997,53	9 998,24	55,00	-1,29	3	3	21	56	4,38	4,30	0,005	0,460	1,205	6	1,8	
PV-37	PV-35	9 998,24	9 998,95	54,93	-1,29	0	3	21	56	4,38	4,30	0,005	0,460	1,205	6	1,8	
PV-35	PV-38	9 998,95	9 999,07	14,01	-0,83	0	36	180	477	4,16	3,98	0,005	3,748	9,503	8	0,5	
PV-39	PV-38	9 998,91	9 999,07	88,00	-0,17	3	3	21	56	4,38	4,30	0,005	0,460	1,205	6	1,75	
PV-38	PV-40	9 999,07	9 999,42	52,00	-0,68	2	41	205	543	4,14	3,96	0,005	4,248	10,739	8	0,4	
PV-41	PV-40	9 999,58	9 999,42	87,99	0,18	3	3	21	56	4,38	4,30	0,005	0,460	1,205	6	1,75	
PV-40	PV-42	9 999,42	9 999,85	70,03	-0,61	3	47	235	622	4,12	3,92	0,005	4,843	12,202	8	0,35	
PV-43	PV-42	9 999,97	9 999,85	90,00	0,13	3	3	21	56	4,38	4,30	0,005	0,460	1,205	6	1,75	
PV-42	PV-9	9 999,85	9 999,71	16,72	0,85	0	50	250	662	4,11	3,91	0,005	5,139	12,937	8	0,35	
PV-44	PV-45	9 998,30	9 998,71	18,65	-2,25	2	2	14	38	4,40	4,34	0,005	0,308	0,824	6	1	
PV-45	PV-46	9 998,71	9 999,43	66,65	-1,08	2	4	28	75	4,36	4,28	0,005	0,610	1,603	8	1,55	
PV-46	PV-9	9 999,43	9 999,71	66,69	-0,41	2	6	42	112	4,33	4,23	0,005	0,909	2,369	8	1,35	
PV-47	PV-48	9 998,77	9 999,82	73,48	-1,43	2	2	14	38	4,40	4,34	0,005	0,308	0,824	6	1	
PV-48	PV-49	9 999,82	9 998,97	69,50	1,23	2	4	28	75	4,36	4,28	0,005	0,610	1,603	6	1	
PV-9	PV-49	9 999,71	9 998,97	20,91	3,55	1	57	285	754	4,09	3,88	0,005	5,825	14,611	12	0,3	
PV-49	PV-50	9 998,97	9 993,03	59,73	9,95	2	63	315	834	4,07	3,85	0,005	6,409	16,052	12	0,38	
PV-50	PV-51	9 993,03	9 991,18	39,09	4,72	1	64	320	847	4,07	3,85	0,005	6,506	16,285	12	3,2	
PV-51	PV-52	9 991,18	9 989,94	91,90	1,35	2	66	330	873	4,06	3,84	0,005	6,700	16,750	12	1,35	
PV-52	PV-Exis	9 989,94	9 989,77	43,90	0,40	0	66	330	873	4,06	3,84	0,005	6,700	16,750	12	1	
PV-53	PV-54	9 994,61	9 993,89	56,00	1,28	2	2	14	38	4,40	4,34	0,005	0,308	0,824	6	2,5	
PV-54	PV-55	9 993,89	9 990,72	62,00	5,12	2	4	28	75	4,36	4,28	0,005	0,610	1,603	6	4,05	
PV-56	PV-57	9 994,52	9 992,09	66,00	3,68	2	2	14	38	4,40	4,34	0,005	0,308	0,824	6	3,75	
PV-57	PV-55	9 992,09	9 990,72	48,00	2,86	2	4	28	75	4,36	4,28	0,005	0,610	1,603	6	2,8	
PV-58	PV-55	9 989,11	9 990,72	35,82	-4,50	2	2	14	38	4,40	4,34	0,005	0,308	0,824	6	0,5	
PV-55	PV-Exis	9 990,72	9 989,77	78,06	1,22	1	11	55	146	4,31	4,19	0,005	1,184	3,062	8	0,5	

Continuación del apéndice 2.

S. Llena	S. Llena	q/Q		d/D		v/V		v diseño		Cotas Invert		Altura Pozos		Obs.
		V	Q	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	CIS	CIE	
1,70	55,255	0,014	0,036	0,082	0,129	0,353	0,471	0,602	0,803	9 998,80	9 997,71	1,20	1,55	
1,49	48,170	0,022	0,058	0,103	0,163	0,410	0,544	0,608	0,808	9 997,68	9 996,96	1,58	2,60	
1,45	46,885	0,028	0,071	0,113	0,180	0,435	0,578	0,628	0,836	9 996,93	9 996,56	2,63	2,91	
1,45	46,885	0,030	0,077	0,118	0,187	0,446	0,591	0,645	0,854	9 996,53	9 996,04	2,94	3,85	
1,45	46,885	0,032	0,083	0,122	0,194	0,454	0,604	0,657	0,873	9 996,01	9 995,86	3,88	4,24	
1,26	41,008	0,039	0,101	0,134	0,214	0,483	0,640	0,610	0,810	9 995,83	9 995,63	4,27	4,61	
1,70	30,980	0,014	0,037	0,083	0,131	0,356	0,474	0,605	0,806	9 998,29	9 996,90	1,20	3,33	
1,06	34,454	0,071	0,180	0,179	0,287	0,576	0,757	0,612	0,804	9 995,60	9 995,09	4,64	4,62	
0,80	14,514	0,021	0,057	0,101	0,161	0,403	0,541	0,321	0,430	9 994,71	9 994,44	0,60	1,54	
0,80	14,514	0,032	0,083	0,122	0,195	0,454	0,605	0,362	0,482	9 994,41	9 994,15	1,57	2,48	
1,08	34,946	0,019	0,049	0,095	0,150	0,388	0,517	0,418	0,558	9 994,10	9 993,88	2,53	2,48	
0,80	14,514	0,021	0,057	0,101	0,161	0,403	0,541	0,321	0,430	9 994,63	9 994,35	0,60	1,44	
0,80	14,514	0,032	0,083	0,122	0,195	0,454	0,605	0,362	0,482	9 994,32	9 994,02	1,47	2,34	
1,08	34,946	0,037	0,095	0,131	0,208	0,474	0,629	0,511	0,678	9 993,85	9 993,62	2,51	2,86	
0,89	16,227	0,019	0,051	0,095	0,153	0,390	0,522	0,347	0,465	9 995,20	9 994,83	0,60	1,30	
0,89	16,227	0,028	0,074	0,116	0,184	0,440	0,584	0,391	0,520	9 994,80	9 994,44	1,33	2,04	
1,08	34,946	0,043	0,111	0,141	0,224	0,498	0,658	0,536	0,709	9 993,59	9 993,35	2,89	3,42	
1,41	25,657	0,012	0,032	0,077	0,123	0,338	0,456	0,476	0,642	9 995,52	9 994,65	0,60	1,78	
1,41	25,657	0,018	0,047	0,093	0,147	0,383	0,511	0,539	0,719	9 994,62	9 993,71	1,81	3,06	
1,18	38,282	0,047	0,121	0,148	0,235	0,513	0,676	0,605	0,798	9 993,32	9 993,25	3,45	3,56	
1,18	38,282	0,047	0,121	0,148	0,235	0,513	0,676	0,605	0,798	9 993,22	9 993,04	3,59	4,02	
1,99	36,284	0,008	0,023	0,065	0,104	0,304	0,411	0,605	0,818	9 995,92	9 994,43	1,20	2,66	
1,66	30,357	0,015	0,040	0,085	0,136	0,363	0,486	0,604	0,809	9 994,40	9 993,44	2,69	3,62	
1,13	36,652	0,058	0,148	0,163	0,260	0,544	0,716	0,615	0,809	9 993,01	9 992,97	4,05	4,11	
1,66	30,357	0,015	0,040	0,085	0,136	0,363	0,486	0,604	0,809	9 995,41	9 994,29	1,20	2,56	
1,66	30,357	0,015	0,040	0,085	0,136	0,363	0,486	0,604	0,809	9 994,26	9 993,13	2,59	3,95	
1,08	34,946	0,075	0,192	0,185	0,297	0,588	0,771	0,633	0,831	9 992,94	9 992,70	4,14	4,75	
1,69	30,788	0,015	0,039	0,085	0,135	0,361	0,484	0,610	0,818	9 995,98	9 995,00	1,20	2,31	
1,69	30,788	0,015	0,039	0,085	0,135	0,361	0,484	0,610	0,818	9 994,97	9 993,95	2,34	3,49	
0,97	31,452	0,093	0,238	0,206	0,332	0,626	0,820	0,607	0,795	9 992,67	9 992,62	4,78	4,96	
1,69	30,788	0,015	0,039	0,085	0,135	0,361	0,484	0,610	0,818	9 996,08	9 995,02	1,20	2,43	
1,69	30,788	0,015	0,039	0,085	0,135	0,361	0,484	0,610	0,818	9 994,99	9 993,99	2,46	3,60	
0,97	31,452	0,110	0,278	0,223	0,360	0,656	0,856	0,636	0,830	9 992,59	9 992,33	4,99	6,62	
1,69	30,788	0,015	0,039	0,085	0,135	0,361	0,484	0,610	0,818	9 996,33	9 995,35	1,20	2,89	
1,69	30,788	0,015	0,039	0,085	0,135	0,361	0,484	0,610	0,818	9 995,32	9 994,35	2,92	4,60	
0,97	31,452	0,119	0,302	0,232	0,377	0,672	0,876	0,651	0,849	9 992,30	9 992,24	6,65	6,82	
1,66	30,357	0,015	0,040	0,085	0,136	0,363	0,486	0,604	0,809	9 997,71	9 996,19	1,20	2,88	
0,87	28,131	0,151	0,382	0,262	0,428	0,720	0,932	0,625	0,809	9 992,21	9 992,02	6,85	7,40	
1,66	30,357	0,015	0,040	0,085	0,136	0,363	0,486	0,604	0,809	9 998,38	9 996,85	1,20	2,57	
0,81	26,314	0,184	0,464	0,290	0,478	0,761	0,981	0,618	0,796	9 991,99	9 991,75	7,43	8,10	
1,66	30,357	0,015	0,040	0,085	0,136	0,363	0,486	0,604	0,809	9 998,77	9 997,21	1,20	2,64	
0,81	26,314	0,195	0,492	0,299	0,495	0,774	0,995	0,628	0,808	9 991,72	9 991,68	8,13	8,03	
1,52	49,421	0,006	0,017	0,056	0,090	0,278	0,375	0,424	0,571	9 997,10	9 996,92	1,20	1,79	
1,90	61,529	0,010	0,026	0,070	0,111	0,320	0,428	0,608	0,812	9 996,89	9 995,87	1,82	3,56	
1,59	51,680	0,018	0,046	0,092	0,146	0,380	0,508	0,605	0,809	9 995,84	9 994,95	3,59	4,76	
1,26	22,948	0,013	0,036	0,081	0,129	0,350	0,471	0,440	0,593	9 997,57	9 996,84	1,20	2,97	
1,26	22,948	0,027	0,070	0,112	0,179	0,431	0,575	0,542	0,723	9 996,81	9 996,13	3,00	2,84	
1,09	79,809	0,073	0,183	0,183	0,290	0,583	0,761	0,638	0,833	9 991,58	9 991,53	8,13	7,44	
1,11	81,264	0,079	0,198	0,190	0,301	0,596	0,777	0,664	0,865	9 991,48	9 991,26	7,49	1,77	
3,22	234,590	0,028	0,069	0,114	0,178	0,436	0,573	1,402	1,843	9 991,23	9 989,99	1,80	1,19	
2,09	152,371	0,044	0,110	0,143	0,223	0,501	0,656	1,046	1,370	9 989,96	9 988,73	1,22	1,21	
1,80	131,140	0,051	0,128	0,153	0,241	0,524	0,685	0,942	1,232	9 988,70	9 988,27	1,24	1,49	
1,99	36,284	0,008	0,023	0,065	0,104	0,304	0,411	0,605	0,818	9 993,41	9 992,02	1,20	1,87	
2,53	46,182	0,013	0,035	0,080	0,127	0,348	0,466	0,882	1,180	9 991,99	9 989,49	1,90	1,23	
2,44	44,439	0,007	0,019	0,059	0,094	0,266	0,386	0,697	0,941	9 993,32	9 990,86	1,20	1,23	
2,11	38,399	0,016	0,042	0,087	0,139	0,368	0,493	0,775	1,037	9 990,83	9 989,50	1,26	1,22	
0,89	16,227	0,019	0,051	0,095	0,153	0,390	0,522	0,347	0,465	9 988,11	9 987,94	1,00	2,78	
1,08	34,946	0,034	0,088	0,126	0,200	0,463	0,615	0,499	0,663	9 987,89	9 987,51	2,83	2,26	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Memoria de cálculo drenaje pluvial Monterrey Méndez

Estacion		Cotas Terreno [m]		DH	St	Área [Ha]			tc	Intensidad	C	q Diseño		φ	St:tubería	n	Seccion Llena		
De	A	Inicio	Final	[m]	%	Ant	Local	Acumm	[min]	[mm/h]		[m3/s]	[lt/s]	[in]	%		v	Q	
																		[m/s]	[l/s]
PV-1	PV-2	10 000,00	9 999,26	87,92	0,84	0,0000	0,2628	0,2628	12,00	54,96	0,577	0,023	23,14	8	0,75	0,01	1,19	38,52	
PV-2	PV-3	9 999,26	9 999,57	76,99	-0,40	0,2628	0,1362	0,3989	13,39	51,54	0,577	0,033	32,96	8	0,45	0,01	0,92	29,84	
PV-3	PV-4	9 999,57	9 999,47	42,97	0,22	0,3989	0,0858	0,4847	14,56	49,03	0,577	0,038	38,09	8	0,20	0,01	0,61	19,89	
PV-4	PV-5	9 999,47	9 999,89	55,99	-0,74	0,4847	0,0636	0,5483	16,08	46,13	0,577	0,041	40,54	8	0,20	0,01	0,61	19,89	
PV-5	PV-6	9 999,89	10 000,11	17,17	-1,28	0,5483	0,0403	0,5886	16,50	45,40	0,577	0,043	42,83	8	0,25	0,01	0,69	22,24	
PV-6	PV-7	10 000,11	10 000,24	25,97	-0,49	0,5886	0,0456	0,6342	17,13	44,35	0,577	0,045	45,08	8	0,25	0,01	0,69	22,24	
PV-8	PV-7	9 999,49	10 000,24	61,96	-1,21	0,0000	0,1386	0,1386	12,00	54,96	0,577	0,012	12,21	8	0,20	0,01	0,61	19,89	
PV-7	PV-9	10 000,24	9 999,71	86,96	0,61	0,7728	0,1722	0,9450	19,25	41,18	0,577	0,062	62,37	8	0,25	0,01	0,69	22,24	
PV-10	PV-11	9 995,31	9 995,98	70,00	-0,96	0,0000	0,0810	0,0810	12,00	54,96	0,577	0,007	7,13	6	0,25	0,01	0,57	10,33	
PV-11	PV-12	9 995,98	9 996,63	67,95	-0,96	0,0810	0,0504	0,1314	14,00	50,20	0,577	0,011	10,57	6	0,25	0,01	0,57	10,33	
PV-12	PV-13	9 996,63	9 996,36	47,02	0,58	0,1314	0,0882	0,2196	15,48	47,24	0,577	0,017	16,63	8	0,15	0,01	0,53	17,23	
PV-14	PV-15	9 995,23	9 995,79	75,00	-0,74	0,0000	0,0825	0,0825	12,00	54,96	0,577	0,007	7,27	6	0,24	0,01	0,55	10,12	
PV-15	PV-13	9 995,79	9 996,36	76,96	-0,74	0,0825	0,0531	0,1356	14,31	49,54	0,577	0,011	10,77	6	0,24	0,01	0,55	10,12	
PV-13	PV-16	9 996,36	9 996,48	47,97	-0,25	0,3552	0,0888	0,4440	16,78	44,93	0,577	0,032	31,97	8	0,20	0,01	0,61	19,89	
PV-17	PV-18	9 995,80	9 996,14	75,00	-0,45	0,0000	0,0825	0,0825	12,00	54,96	0,577	0,007	7,27	6	0,24	0,01	0,55	10,12	
PV-18	PV-16	9 996,14	9 996,48	74,98	-0,45	0,0825	0,0525	0,1350	14,25	49,67	0,577	0,011	10,75	6	0,24	0,01	0,55	10,12	
PV-16	PV-19	9 996,48	9 996,77	51,10	-0,57	0,5790	0,0607	0,6396	18,17	42,73	0,577	0,044	43,80	8	0,20	0,01	0,61	19,89	
PV-20	PV-21	9 996,12	9 996,43	70,00	-0,45	0,0000	0,0810	0,0810	12,00	54,96	0,577	0,007	7,13	6	0,24	0,01	0,55	10,12	
PV-21	PV-19	9 996,43	9 996,77	73,98	-0,45	0,0810	0,0522	0,1332	14,22	49,73	0,577	0,011	10,62	6	0,24	0,01	0,55	10,12	
PV-19	PV-22	9 996,77	9 996,82	12,88	-0,36	0,7728	0,0077	0,7805	18,52	42,21	0,577	0,053	52,81	8	0,20	0,01	0,61	19,89	
PV-22	PV-23	9 996,82	9 997,06	31,95	-0,77	0,7805	0,0192	0,7997	19,39	40,99	0,577	0,053	52,53	8	0,20	0,01	0,61	19,89	
PV-24	PV-25	9 997,12	9 997,09	60,00	0,05	0,0000	0,0780	0,0780	12,00	54,96	0,577	0,007	6,87	6	0,25	0,01	0,57	10,33	
PV-25	PV-23	9 997,09	9 997,06	55,99	0,05	0,0780	0,0468	0,1248	13,68	50,90	0,577	0,010	10,18	6	0,24	0,01	0,55	10,12	
PV-23	PV-26	9 997,06	9 997,08	9,00	-0,23	0,9245	0,0054	0,9299	19,63	40,65	0,577	0,061	60,59	8	0,20	0,01	0,61	19,89	
PV-27	PV-28	9 996,61	9 996,85	65,00	-0,36	0,0000	0,1095	0,1095	12,00	54,96	0,577	0,010	9,64	6	0,23	0,01	0,54	9,90	
PV-28	PV-26	9 996,85	9 997,08	64,99	-0,36	0,1095	0,0195	0,1290	13,95	50,31	0,577	0,010	10,40	6	0,24	0,01	0,55	10,12	
PV-26	PV-29	9 997,08	9 997,44	52,13	-0,69	1,0589	0,0913	1,1502	21,05	38,85	0,577	0,072	71,61	8	0,20	0,01	0,61	19,89	
PV-30	PV-31	9 997,18	9 997,31	55,00	-0,24	0,0000	0,1065	0,1065	12,00	54,96	0,577	0,009	9,38	6	0,23	0,01	0,54	9,90	
PV-31	PV-29	9 997,31	9 997,44	56,98	-0,24	0,1065	0,0171	0,1236	13,71	50,83	0,577	0,010	10,07	6	0,24	0,01	0,55	10,12	
PV-29	PV-32	9 997,44	9 997,59	10,84	-1,33	1,2738	0,0065	1,2803	21,34	38,49	0,577	0,079	78,99	8	0,20	0,01	0,61	19,89	
PV-33	PV-34	9 997,28	9 997,44	60,00	-0,26	0,0000	0,1080	0,1080	12,00	54,96	0,577	0,010	9,51	6	0,23	0,01	0,54	9,90	
PV-34	PV-32	9 997,44	9 997,59	55,98	-0,26	0,1080	0,0168	0,1248	13,68	50,90	0,577	0,010	10,18	6	0,24	0,01	0,55	10,12	
PV-32	PV-35	9 997,59	9 998,95	54,90	-2,48	1,4051	0,0929	1,4980	22,83	36,81	0,577	0,088	88,38	8	0,20	0,01	0,61	19,89	
PV-36	PV-37	9 997,53	9 998,24	55,00	-1,29	0,0000	0,1065	0,1065	12,00	54,96	0,577	0,009	9,38	6	0,23	0,01	0,54	9,90	
PV-37	PV-35	9 998,24	9 998,95	54,93	-1,29	0,1065	0,0165	0,1230	13,65	50,97	0,577	0,010	10,05	6	0,24	0,01	0,55	10,12	
PV-35	PV-38	9 998,95	9 999,07	14,01	-0,83	1,6210	0,0084	1,6294	23,21	36,40	0,577	0,095	95,07	8	0,20	0,01	0,61	19,89	
PV-39	PV-38	9 998,91	9 999,07	88,00	-0,17	0,0000	0,1164	0,1164	12,00	54,96	0,577	0,010	10,25	6	0,23	0,01	0,54	9,90	
PV-38	PV-40	9 999,07	9 999,42	52,00	-0,68	1,7458	0,0912	1,8370	24,63	34,99	0,577	0,103	103,01	8	0,20	0,01	0,61	19,89	
PV-41	PV-40	9 999,58	9 999,42	87,99	0,18	0,0000	0,1164	0,1164	12,00	54,96	0,577	0,010	10,25	6	0,23	0,01	0,54	9,90	
PV-40	PV-42	9 999,42	9 999,85	70,03	-0,61	1,9534	0,1320	2,0854	26,53	33,26	0,577	0,111	111,17	8	0,20	0,01	0,61	19,89	
PV-43	PV-42	9 999,97	9 999,85	90,00	0,13	0,0000	0,1170	0,1170	12,00	54,96	0,577	0,010	10,31	6	0,23	0,01	0,54	9,90	
PV-42	PV-9	9 999,85	9 999,71	16,72	0,85	2,2024	0,0100	2,2124	26,98	32,87	0,577	0,117	116,58	8	0,20	0,01	0,61	19,89	
PV-44	PV-45	9 998,30	9 998,71	18,65	-2,25	0,0000	0,0712	0,0712	12,00	54,96	0,577	0,006	6,27	8	0,30	0,01	0,75	24,36	
PV-45	PV-46	9 998,71	9 999,43	66,65	-1,08	0,0712	0,1000	0,1712	13,81	50,61	0,577	0,014	13,89	8	0,20	0,01	0,61	19,89	
PV-46	PV-9	9 999,43	9 999,71	66,69	-0,41	0,1712	0,0700	0,2412	15,62	46,97	0,577	0,018	18,16	8	0,20	0,01	0,61	19,89	
PV-47	PV-48	9 998,77	9 999,82	73,48	-1,43	0,0000	0,0820	0,0820	12,00	54,96	0,577	0,007	7,23	8	0,25	0,01	0,69	22,24	
PV-48	PV-49	9 999,82	9 998,97	69,50	1,23	0,0820	0,0809	0,1629	13,89	50,44	0,577	0,013	13,17	8	0,20	0,01	0,61	19,89	
PV-9	PV-49	9 999,71	9 998,97	20,91	3,55	3,3986	0,0363	3,4349	27,42	32,52	0,577	0,179	179,02	12	0,20	0,01	0,80	58,65	
PV-49	PV-50	9 998,97	9 993,03	59,73	9,95	3,5978	0,0779	3,6757	27,82	32,19	0,577	0,190	189,63	12	1,85	0,01	2,44	178,37	
PV-50	PV-51	9 993,03	9 991,18	39,09	4,72	3,6757	0,0417	3,7174	28,08	31,98	0,577	0,191	190,56	12	4,72	0,01	2,50	182,41	
PV-51	PV-52	9 991,18	9 989,94	91,90	1,35	3,7174	0,0876	3,8050	28,82	31,42	0,577	0,192	191,60	12	1,35	0,01	2,09	152,37	
PV-52	PV-Exis	9 989,94	9 989,77	43,90	0,40	3,8050	0,0132	3,8182	29,56	30,87	0,577	0,189	188,89	12	0,30	0,01	0,98	71,83	
PV-53	PV-54	9 994,61	9 993,89	56,00	1,28	0,0000	0,0768	0,0768	12,00	54,96	0,577	0,007	6,76	6	1,35	0,01	1,32	24,00	
PV-54	PV-55	9 993,89	9 990,72	62,00	5,12	0,0768	0,0786	0,1554	12,41	53,91	0,577	0,013	13,43	6	5,05	0,01	2,54	46,41	
PV-56	PV-57	9 994,52	9 992,09	66,00	3,68	0,0000	0,0798	0,0798	12,00	54,96	0,577	0,007	7,03	6	3,71	0,01	2,18	39,78	
PV-57	PV-55	9 992,09	9 990,72	48,00	2,86	0,0798	0,0744	0,1542	12,42	53,87	0,577	0,013	13,31	6	2,82	0,01	1,90	34,68	
PV-58	PV-55	9 989,11	9 990,72	35,82	-4,50	0,0000	0,0707	0,0707	12,00	54,96	0,577	0,006	6,23	6	0,50	0,01	0,80	14,60	
PV-55	PV-Exis	9 990,72	9 989,77	78,06	1,22	0,3803	0,0534	0,4338	14,15	49,88	0,577	0,035	34,68	8	0,30	0,01	0,75	24,36	

Continuación del apéndice 3.

q/Q	d/D	v/V	V diseño	Cotas Invert [m]		Altura Pozos [m]		Obs.
			[m/s]	CIS	CIE	Inicio	Final	
0,6008	0,5577	1,0448	1,241	9 998,80	9 998,15	1,20	1,11	
1,1046	1,0000	1,0000	0,920	9 998,12	9 997,78	1,14	1,78	
1,9149	1,0000	1,0000	0,613	9 997,75	9 997,68	1,81	1,79	
2,0381	1,0000	1,0000	0,613	9 997,65	9 997,55	1,82	2,33	
1,9260	1,0000	1,0000	0,686	9 997,52	9 997,49	2,36	2,62	
2,0269	1,0000	1,0000	0,686	9 997,46	9 997,41	2,65	2,83	
0,6137	0,5653	1,0501	0,644	9 998,28	9 998,17	1,20	2,06	
2,8043	1,0000	1,0000	0,686	9 997,38	9 997,17	2,86	2,53	
0,6909	0,6103	1,0785	0,611	9 994,50	9 994,34	0,80	1,63	
1,0237	0,8426	1,1384	0,644	9 994,31	9 994,15	1,66	2,48	
0,9652	0,7895	1,1391	0,605	9 994,12	9 994,06	2,51	2,29	
0,7182	0,6262	1,0873	0,603	9 994,43	9 994,26	0,80	1,52	
1,0641	0,8960	1,1258	0,624	9 994,23	9 994,06	1,55	2,30	
1,6073	1,0000	1,0000	0,613	9 994,03	9 993,95	2,32	2,52	
0,7182	0,6262	1,0873	0,603	9 994,99	9 994,82	0,80	1,31	
1,0621	0,8927	1,1271	0,625	9 994,79	9 994,63	1,34	1,85	
2,2021	1,0000	1,0000	0,613	9 993,92	9 993,83	2,55	2,93	
0,7051	0,6188	1,0833	0,601	9 995,31	9 995,16	0,80	1,27	
1,0493	0,8723	1,1331	0,629	9 995,13	9 994,96	1,30	1,80	
2,6547	1,0000	1,0000	0,613	9 993,80	9 993,79	2,96	3,02	
2,6409	1,0000	1,0000	0,613	9 993,76	9 993,70	3,05	3,35	
0,6653	0,5954	1,0696	0,606	9 995,92	9 995,78	1,20	1,31	
1,0062	0,8247	1,1398	0,632	9 995,75	9 995,63	1,34	1,43	
3,0461	1,0000	1,0000	0,613	9 993,67	9 993,67	3,38	3,41	
0,9737	0,7965	1,1396	0,619	9 995,41	9 995,27	1,20	1,57	
1,0280	0,8465	1,1379	0,631	9 995,24	9 995,10	1,60	1,98	
3,6002	1,0000	1,0000	0,613	9 993,64	9 993,55	3,44	3,89	
0,9471	0,7751	1,1376	0,618	9 995,97	9 995,86	1,20	1,45	
0,9952	0,8147	1,1400	0,632	9 995,83	9 995,70	1,48	1,74	
3,9710	1,0000	1,0000	0,613	9 993,52	9 993,51	3,92	4,08	
0,9604	0,7859	1,1388	0,618	9 996,08	9 995,95	1,20	1,48	
1,0062	0,8247	1,1398	0,632	9 995,92	9 995,80	1,51	1,78	
4,4428	1,0000	1,0000	0,613	9 993,48	9 993,38	4,11	5,56	
0,9471	0,7751	1,1376	0,618	9 996,33	9 996,21	1,20	2,02	
0,9929	0,8130	1,1400	0,632	9 996,18	9 996,06	2,05	2,88	
4,7794	1,0000	1,0000	0,613	9 993,35	9 993,33	5,59	5,73	
1,0351	0,8551	1,1366	0,617	9 997,71	9 997,52	1,20	1,54	
5,1785	1,0000	1,0000	0,613	9 993,30	9 993,21	5,76	6,21	
1,0351	0,8551	1,1366	0,617	9 998,37	9 998,18	1,20	1,23	
5,5886	1,0000	1,0000	0,613	9 993,18	9 993,05	6,24	6,79	
1,0404	0,8612	1,1355	0,617	9 998,77	9 998,57	1,20	1,27	
5,8605	1,0000	1,0000	0,613	9 993,02	9 993,00	6,82	6,70	
0,2574	0,3455	0,8373	0,629	9 997,09	9 997,05	1,20	1,66	
0,6981	0,6146	1,0809	0,663	9 997,02	9 996,90	1,69	2,53	
0,9128	0,7500	1,1335	0,695	9 996,87	9 996,74	2,56	2,96	
0,3249	0,3918	0,8929	0,612	9 997,56	9 997,39	1,20	2,42	
0,6621	0,5933	1,0683	0,655	9 997,36	9 997,23	2,45	1,73	
3,0524	1,0000	1,0000	0,804	9 992,97	9 992,94	6,73	6,02	
1,0631	0,8947	1,1263	2,753	9 992,91	9 991,82	6,05	1,20	
1,0446	0,8664	1,1345	2,836	9 991,79	9 989,96	1,23	1,22	
1,2575	1,0000	1,0000	2,088	9 989,93	9 988,70	1,25	1,24	
2,6298	1,0000	1,0000	0,984	9 988,67	9 988,55	1,27	1,21	
0,2819	0,3622	0,8581	1,129	9 993,40	9 992,66	1,20	1,23	
0,2893	0,3674	0,8644	2,199	9 992,63	9 989,51	1,26	1,20	
0,1767	0,2838	0,7526	1,641	9 993,32	9 990,88	1,20	1,20	
0,3839	0,4293	0,9336	1,775	9 990,85	9 989,51	1,23	1,20	
0,4267	0,4553	0,9595	0,768	9 988,30	9 988,13	0,80	2,58	
1,4234	1,0000	1,0000	0,751	9 988,08	9 987,86	2,63	1,90	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Ensayo de compresión triaxial



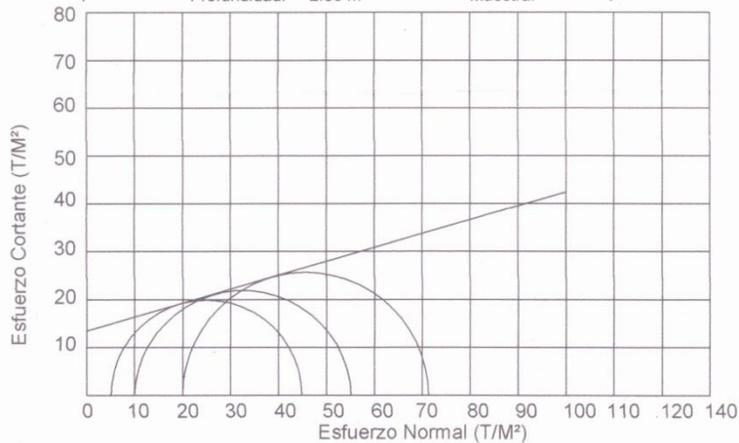
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 145 S.S. O.T.: 29,617

INTERESADO: Esvin Rafael Avila Pernillo
PROYECTO: EPS- Diseño y Planificación del Salón Municipal de Usos Múltiples
Ubicación: El Tejar, Chimaltenango
Fecha: 16 de abril del 2012
pozo: 1 Profundidad: 2.00 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 16.12$ COHESIÓN: $C_u = 13.48$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
DESCRIPCION DEL SUELO: Arcilla limosa color café
DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	40.04	45.17	51.31
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	6.5	8.5	10.5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.63	1.63	1.63
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.83	1.83	1.83
HUMEDAD (%H)	12.8	12.8	12.8

Atentamente,
Vo. Bo. 
Inga. Telma Marcela Cano Morales, DIRECTORA CII/USAC
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez, Jefe Sección Mecánica de Suelos

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Calle de la Universidad zona 12
Teléfono directo: 2418-9115; Planía: 2418-8600 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: elaboración propia. Ensayo realizado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

Apéndice 5. Ensayo de límites de Atterberg



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No. 146 S. S. O.T.: 29,617

Interesado: Esvin Rafael Avila Pernillo
Proyecto: EPS- Diseño y Planificación del Salón Municipal de Usos Múltiples

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: El Tejar, Chimaltenango

FECHA: 17 de mayo del 2012

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	25.4	7.2	CL	Arcilla Limosa Color Café

(*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones:

Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115. Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: elaboración propia. Ensayo realizado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería,
USAC.

Apéndice 6. Ensayo de Análisis Granulométrico



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



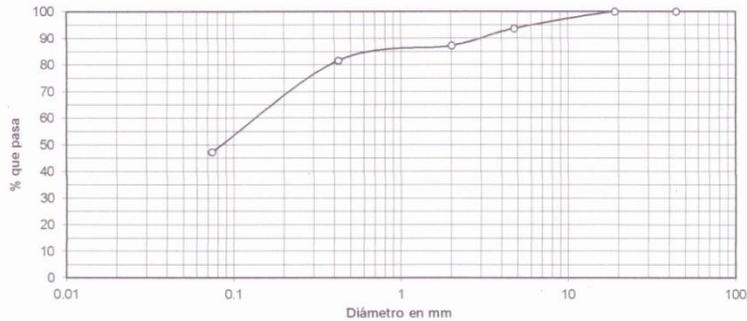
INFORME No.: 147 S.S.

O.T.: 29,617

Interesado: Esvin Rafael Avila Pernillo
Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices.
Norma: A.A.S.H.T.O. T-27,
Proyecto: EPS- Diseño y Planificación del Salón Municipal de Usos Múltiples
Fecha: 17 de mayo del 2012

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	44.1	100.00
3/4"	19.00	100.00
4	4.76	93.69
10	2.00	87.25
40	0.42	81.64
200	0.074	47.31

% de Grava: 6.31
% de Arena: 46.38
% de Finos: 47.31



Descripción del suelo: Arcilla limosa color café
Clasificación: S.C.U.: SP-SM P.R.A.: A-3

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Vo. Bo.: 
Atentamente,
Inga. Telma Manicela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC


Ing. Omar Enrique Méndez Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: elaboración propia. Ensayo realizado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

Apéndice 7. Diseño de instalaciones eléctricas

CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SALÓN MUNICIPAL

CIRCUITO	TIPO	NO. UNIDADES	ELEMENTO	CONSUMO UNITARIO (KW)	COEF. DE SIMULTANEIDAD	CONSUMO UNITARIO TOTAL (KW)	HORAS DE USO AL DÍA	KW x H	DIAS AL MES	TOTAL (KW x H) AL MES
A	ILUMINACIÓN	7	LÁMPARA DE GAS NEON	0,04	1	0,28	12	3,36	24	80,64
B	ILUMINACIÓN	8	LÁMPARA COLGANTE	0,40	1	3,2	8	25,6	24	614,4
C	ILUMINACIÓN	8	LÁMPARA COLGANTE	4,00	1	32	8	256	24	6144
D	ILUMINACIÓN	4	LÁMPARA DE GAS NEON	0,04	1	0,16	10	1,6	24	38,4
E	ILUMINACIÓN	9	LÁMPARA DE GAS NEON	0,04	1	0,36	8	2,88	24	69,12
F (A)	FUERZA	6	TOMACORRIENTE	0,40	1	2,4	8	19,2	25	480
G (B)	FUERZA	4	TOMACORRIENTE	0,30	1	1,2	8	9,6	26	249,6
H (C)	FUERZA	6	TOMACORRIENTE	0,30	1	1,8	8	14,4	27	388,8
I (D)	FUERZA	7	TOMACORRIENTE	0,60	1	4,2	8	33,6	28	940,8

KW UNITARIOS CONSUMIDOS = 45,6

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. Consumo de corriente eléctrica

CONSUMO DE CORRIENTE PARA CÁLCULO DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS DEL SALÓN MUNICIPAL

CIRCUITO	TIPO	NO. UNIDADES	ELEMENTO	CONSUMO UNITARIO (AMP.)	CONSUMO UNITARIO TOTAL (AMP.)	CALIBRE AWG	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO (CORRIENTE AMP.)
A	ILUMINACIÓN	7	LÁMPARA DE GAS NEON	0,36	2,52	12	15
B	ILUMINACIÓN	8	LÁMPARA COLGANTE	2,50	20	12	30 B
C	ILUMINACIÓN	8	LÁMPARA COLGANTE	2,50	20	12	30 B
D	ILUMINACIÓN	4	LÁMPARA DE GAS NEON	0,36	1,44	12	15
E	ILUMINACIÓN	9	LÁMPARA DE GAS NEON	0,36	3,24	12	15
F (A)	FUERZA	6	TOMACORRIENTE	1,25	7,5	10	20
G (B)	FUERZA	4	TOMACORRIENTE	1,25	5	10	20
H (C)	FUERZA	6	TOMACORRIENTE	1,25	7,5	10	20
I (D)	FUERZA	7	TOMACORRIENTE	5,00	35	10	40 B

AMP, TOTAL= 205

NOTA 1: SE COLOCARÁ UN INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO PRINCIPAL DE 250 AMPERIOS.

NOTA 2: 30 B SIGNIFICA INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO BIPOLAR DE 30 AMPERIOS.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. Cálculo de instalaciones hidráulicas

Cálculo de ramales: utilizando el anexo 17 y dependiendo del aparato sanitario, se le asigna un diámetro en pulgadas a cada subramal; en este caso se asignaron de la siguiente manera:

Lavamanos: ½ " ; Inodoro: ½" ; Mijitorio: ½"

Cálculo de subramales: utilizando el anexo 18, se le asigna un número (equivalencia) a cada subramal en función de su diámetro obtenido anteriormente, quedando de la siguiente manera:

$$\Phi \frac{1}{2}'' = 1 , \Phi \frac{3}{4}'' = 2,9 , \Phi 1'' = 6,2$$

Luego, empezando desde el punto más alejado respecto del alimentador principal, se analiza ramal por ramal y en función de los números anteriores, se calcula el diámetro por medio de la siguiente tabla, quedando de la siguiente manera:

Cálculo de la tubería

TRAMO	EQUIV.	DIAMETRO	TRAMO	EQUIV.	DIAMETRO
1-2	53,40	2 1/2"	12-16	1,00	1/2"
2-3	50,50	2 1/2"	13-19	1,00	1/2"
3-4	47,10	2 1/2"	7-20	12,60	1 1/2"
4-5	44,70	2 1/2"	20-21	1,00	1/2"
5-6	2,90	3/4 "	20-22	8,70	3/4"
5-7	38,90	2 1/2"	22-23	2,90	3/4"
7-8	23,40	3/4 "	22-24	2,90	3/4"
8-9	19,50	3/4 "	1-25	17,50	1 1/2"
9-10	15,60	3/4 "	25-26	14,60	1 1/2"
10-11	11,70	3/4 "	26-27	4,90	3/4"
11-12	7,80	3/4 "	27-28	1,00	1/2"
12-13	3,90	3/4 "	27-29	1,00	1/2"
8-14	1,00	1/2"	26-30	6,80	3/4 "
9-17	1,00	1/2"	30-31	3,90	3/4 "
10-15	1,00	1/2"	31-32	1,00	1/2 "
11-18	1,00	1/2"			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. Cálculo de tubería para sistema pluvial

Se dispondrán diecinueve bajadas de agua pluvial para drenar el techo del edificio y el diámetro de cada una de ellas se calcula de la siguiente manera: por ser una superficie impermeable de techos se estimará una C (relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída en el área) de 1, debido a que se quiere 0% de infiltración.

Estimando una frecuencia de ocurrencia de 20 años, un tiempo de concentración de $t = 5$ minutos y como el edificio está ubicado a 2 km de estación meteorológica ICTA Chimaltenango, se utilizará la siguiente fórmula:

Se calculó por el método racional:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

$$C = 1$$

$$I = 117,53 \text{ mm/hr}$$

$$A = 0,0051 \text{ Ha}$$

$$Q = 0,0017 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = 1,7 \text{ lts/seg}$$

Luego, se calcula el diámetro de la tubería, por medio de la fórmula de Manning, de la siguiente manera:

$$D = \left(\frac{691\,000 * Q * n}{S^{0,5}} \right)^{3/8}$$

Como se utilizará tubería de PVC, se estima un coeficiente de rugosidad $n=0,009$. Se estimará una pendiente de 1%, quedando:

$$D = \left(\frac{691\,000 * 0,0017 * 0,009}{0,01^{0,5}} \right)^{3/8} = 5,74 \text{ cm} = 2,5 \text{ pulg.} \cong 4 \text{ pulg.}$$

Para las 16 bajadas de agua pluvial se utilizará tubería de PVC de 4" de diámetro el colector principal será de 6" de diámetro.

ANEXOS

Anexo 1. Ensayos de laboratorio de la tubería ADS



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



TUBERIA

O.T. No. 27168

INFORME No. 475-M

INTERESADO: SADASA.
 PROYECTO: CONTROL DE CALIDAD
 ASUNTO: PRUEBA DE RIGIDEZ Y APLASTAMIENTO EN MUESTRAS DE TUBO PARA ELECTRICIDAD Y DRENAJE
 PROVEEDOR: *****
 FECHA: GUATEMALA, 02 DE JULIO DE 2010.

Antecedentes
 El interesado refirió a este Centro de Investigaciones de Ingeniería muestras de tubería de color rojo para electricidad y de color negro para drenaje, con el objeto de aplicarle prueba de rigidez y aplastamiento, según Norma 3034.

Resultados

Rigidez en Tubos de color rojo para electricidad

No.	Long. cm	Diámetro interno cm	Diámetro externo cm	Diámetro total cm	5% cm	Carga rigidez kg	Esfuerzo rigidez kg/cm ²	Aplastamiento
01	14.70	10.451	10.673	12.000	0.52	40	5.23	Paso
02	14.70	10.502	10.666	12.000	0.51	40	5.34	Paso
03	15.00	10.476	10.661	12.200	0.53	37.50	4.72	Paso
04	15.10	10.478	10.658	12.200	0.53	35.00	4.37	Paso
05	14.80	10.485	10.660	12.000	0.52	40.00	5.20	Paso
06	15.20	10.663	10.656	12.200	0.52	40.00	5.06	Paso

Rigidez en Tubos de color negro para drenaje

No.	Long. cm	Diámetro interno cm	Diámetro externo cm	Diámetro total cm	5% cm	Carga rigidez kg	Esfuerzo rigidez kg/cm ²	Aplastamiento
01	52.20	45.70	46.70	55.40	2.30	650	3.42	Paso
02	62.6	60.70	62.10	72.20	3.04	650	3.42	Paso
03	167.0	150.00	153.20	169.0	7.50	1153	0.92	Paso

Nota: Por ser los resultados datos de carga última, se recomienda utilizar el factor de seguridad que recomienda el fabricante.

Atentamente,



Ing. Pablo Christian León Rodríguez
Jefe de Oficina de Productos Manufacturados

Vo.Bo.



Ing. César Alfonso Caldera Guevara
Director G.I. C.I.I.




Centro de Investigaciones de Ingeniería, CII
 Ciudad Universitaria, Zona T2, Edificio T5, Nivel 2
 Tel. (502) 24189100. Extensión: 1995

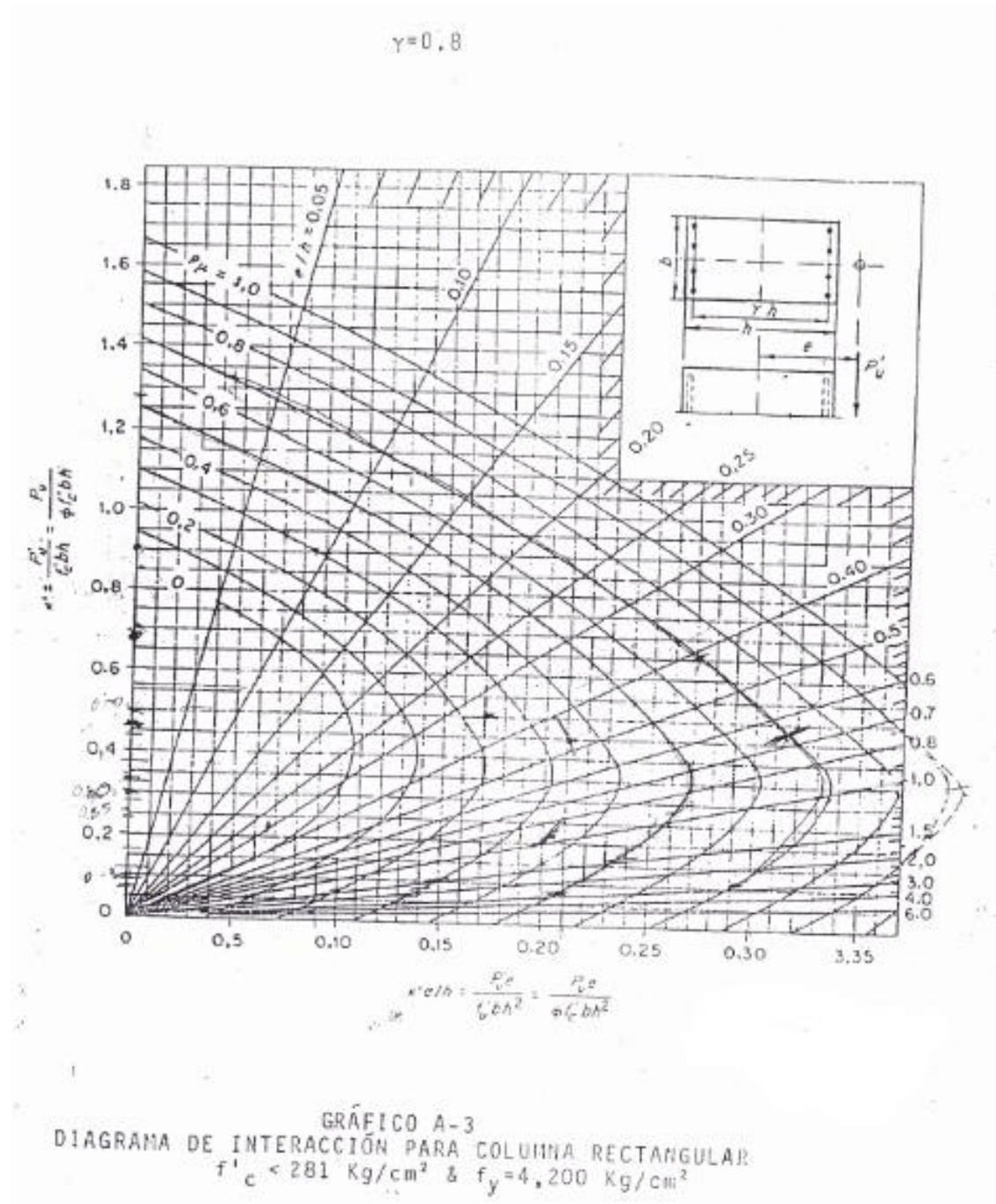
Fuente: <http://www.sadasaguatemala.com/certificaciones.html>. Consulta: 18 de julio de 2012.

Anexo 2. **Certificado de calidad de la tubería ADS**



Fuente: <http://www.sadasaguatemala.com/certificaciones.html>. Consulta: 18 de julio de 2012.

Anexo 3. Diagrama de interacción de columna rectangular



Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. P. 650

Anexo 4. Reacciones techo curvo de ALUZINC

PARA RELACIONES DE FLECHA LUZ 1/6
Reacciones por cada arco de 1 pie de ancho (lbs.)

Luz (m)	Flecha (m)	Carga Muerta (lbs/pie2)	Reacción		Carga Viva (lbs/pie2)	Reacción		Carga Viento (lbs/pie2)	Reacción		Reacción	
			Horizontal	Vertical		Horizontal	Vertical		vertical (IZQ.)	Horizontal (IZQ.)	vertical (DEP.)	Horizontal (DEP.)
9.00	1.50	2.64	60.35	41.76	8.00	174.22	118.11	10.00	-6.15	-51.89	6.15	21.91
10.00	1.67	2.64	67.05	46.40	8.00	193.58	131.23	10.00	-6.83	-57.66	6.83	24.34
11.00	1.83	2.64	73.76	51.04	8.00	212.94	144.35	10.00	-7.51	-63.43	7.52	26.78
12.00	2.00	2.64	80.46	55.68	8.00	232.30	157.47	10.00	-8.19	-69.20	8.21	29.22
13.00	2.17	2.64	87.17	60.32	8.00	251.66	170.59	10.00	-8.87	-74.97	8.90	31.66
14.00	2.33	2.64	93.87	64.97	8.00	271.02	183.71	10.00	-9.55	-80.74	9.59	34.10
15.00	2.50	2.64	100.58	69.61	8.00	290.38	196.83	10.00	-10.23	-86.51	10.28	36.54
16.00	2.67	2.64	107.28	74.25	8.00	309.74	209.95	10.00	-10.91	-92.28	10.97	38.98
17.00	2.83	2.64	113.93	78.89	8.00	329.10	223.07	10.00	-11.59	-98.05	11.66	41.42
18.00	3.00	2.64	120.69	83.53	8.00	348.46	236.19	10.00	-12.27	-103.82	12.35	43.86
19.00	3.17	2.64	127.40	88.17	8.00	367.82	249.31	10.00	-12.95	-109.59	13.04	46.30
20.00	3.33	2.64	134.10	92.81	8.00	387.18	262.43	10.00	-13.63	-115.36	13.73	48.74
20.45	3.41	2.64	137.12	94.90	8.00	395.89	268.33	10.00	-13.94	-117.96	14.04	49.84
21.00	3.50	2.64	140.81	97.45	8.00	406.54	275.55	10.00	-14.31	-121.13	14.42	51.18
22.00	3.67	2.64	147.51	102.09	8.00	425.90	288.67	10.00	-14.99	-126.90	15.11	53.62
23.00	3.83	2.64	154.22	106.73	8.00	445.26	301.79	10.00	-15.67	-132.67	15.80	56.06
24.00	4.00	2.64	160.92	111.37	8.00	464.62	314.91	10.00	-16.35	-138.44	16.49	58.50

Fuente: [http:// www.emco.com.gt](http://www.emco.com.gt). Consulta: 18 de julio de 2012.

Anexo 5. Promedios mensuales y anuales de temperatura media

ANO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	TMEDIA	°C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.7	19.7	19.7
2001	TMEDIA	°C	15.7	15.5	15.9	19.0	18.1	18.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.2
2002	TMEDIA	°C	14.2	14.0	14.5	15.8	16.5	16.4	15.4	14.6	0.0	0.0	12.8	12.8	14.7
2003	TMEDIA	°C	12.0	13.1	14.3	15.2	16.2	15.6	15.6	15.6	15.5	11.3	14.4	11.2	14.2
2004	TMEDIA	°C	12.7	13.7	15.7	15.9	16.2	17.9	17.8	18.7	18.7	19.2	17.3	17.0	16.7
2005	TMEDIA	°C	15.8	18.5	20.2	0.0	18.6	17.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2
2006	TMEDIA	°C	15.6	14.6	15.4	19.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.2
2007	TMEDIA	°C	****	****	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
2008	TMEDIA	°C	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	**	***	***
2009	TMEDIA	°C	16.1	16.4	17.0	19.6	19.5	19.2	0.0	19.6	19.6	19.6	18.3	17.7	18.5
2010	TMEDIA	°C	16.9	19.1	20.0	20.8	21.1	19.8	19.4	19.3	19.1	18.3	17.6	15.8	18.9
2011	TMEDIA	°C	17.4	18.0	17.9	20.1	20.3	18.7	18.7	18.8	18.5	17.4	17.1	16.4	18.3
2012	TMEDIA	°C	16.1												16.1

Fuente: Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).
Estación experimental Alameda ICTA, Chimaltenango.

Anexo 6. Promedios mensuales y anuales de temperatura máxima promedio

ANO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	TMAXPR	°C	***	***	23.3	24.7	24.9	***	***	***	***	***	***	***	24.3
1991	TMAXPR	°C	22.9	23.9	27.2	**	25.0	24.9	23.4	23.5	23.4	23.0	21.9	22.1	24.1
1992	TMAXPR	°C	22.9	23.9	25.7	26.0	25.1	25.1	23.1	23.4	22.8	22.6	22.9	22.0	24.1
1993	TMAXPR	°C	23.4	24.2	24.9	26.1	26.1	23.5	24.4	22.5	23.1	22.9	22.0	22.5	24.1
1994	TMAXPR	°C	22.3	23.5	25.0	26.4	25.7	21.5	23.4	23.6	23.0	23.2	22.8	20.9	23.8
1995	TMAXPR	°C	23.4	25.5	25.8	25.0	25.1	23.9	23.1	24.1	22.7	22.3	21.5	21.9	24.1
1996	TMAXPR	°C	21.5	22.9	24.2	23.9	23.4	23.3	21.5	21.7	23.2	23.5	21.2	20.2	22.9
1997	TMAXPR	°C	22.4	22.9	25.0	26.0	25.2	23.0	23.4	24.0	23.5	22.4	22.3	22.6	23.8
1998	TMAXPR	°C	23.3	24.0	25.5	26.7	27.4	24.8	***	***	***	***	***	***	25.3
1999	TMAXPR	°C	21.5	22.7	24.7	25.9	25.0	24.0	23.0	24.1	22.7	***	20.7	21.4	23.7
2000	TMAXPR	°C	22.2	21.7	***	***	***	***	***	21.7	22.8	21.7	23.7	21.8	22.0
2001	TMAXPR	°C	22.8	24.8	25.2	26.9	25.3	25.0	25.6	25.1	24.6	22.8	22.9	22.2	24.8
2002	TMAXPR	°C	22.4	22.5	23.8	25.5	26.1	24.4	24.3	24.5	***	22.3	23.2	22.9	24.0
2003	TMAXPR	°C	22.4	***	***	27.5	23.8	22.1	24.7	23.7	21.7	22.0	21.7	20.4	23.5
2004	TMAXPR	°C	20.9	22.3	22.2	22.1	22.3	22.7	22.1	22.1	21.7	21.5	***	***	22.0
2005	TMAXPR	°C	***	21.9	22	21.5	19.0	18.3	19.6	19.6	18.7	17.5	15.9	16.6	19.8
2006	TMAXPR	°C	16.7	16.8	18.2	20.3	20.7	20.4	20.4	19.2	18.0	17.7	16.1	16.9	18.8
2007	TMAXPR	°C	16.7	18.5	19.3	18.9	19.0	18.3	18.3	18.6	19.4	18.1	16.4	17.1	18.5
2008	TMAXPR	°C	16.3	17.9	18.8	19.7	20.0	***	***	***	***	***	***	***	18.5
2009	TMAXPR	°C	***	23.1	24.1	26.3	25.3	24.8	24.3	24.3	24.9	24.7	23.2	23.1	24.6
2010	TMAXPR	°C	22.1	25.2	26.9	26.6	24.3	24.1	23.9	23.8	23.1	22.6	22.2	22.2	24.3
2011	TMAXPR	°C	24.3	23.5	23.9	26.2	20.3	24.0	23.1	23.9	23.5	22.3	22.9	22.2	23.5
2012	TMAXPR	°C	22.3												22.3

Fuente: Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).
Estación experimental Alameda ICTA, Chimaltenango.

Anexo 7. **Promedios mensuales y anuales de temperatura mínima promedio**

ANO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1996	TMINPR	°C	7.2	6.8	8.3	11.0	14.1	14.0	14.7	12.9	14.4	13.0	11.4	9.1	7.6
1997	TMINPR	°C	8.1	9.5	9.5	10.8	12.3	14.0	14.5	13.2	14.4	13.0	13.4	9.6	9.5
1998	TMINPR	°C	9.7	7.2	9.6	10.9	11.6	14.5	***	***	***	***	***	***	8.4
1999	TMINPR	°C	6.2	8.0	8.6	10.6	12.0	13.2	13.5	13.2	14.0		8.6	6.5	8.3
2000	TMINPR	°C	7.0	9.7	***	***	***	***	***	21.7	22.8	21.7	23.7	21.8	9.7
2001	TMINPR	°C	8.3	6.2	6.7	11.1	11.0	12.6	12.6	12.1	12.3	12.5	8.6	8.2	9.7
2002	TMINPR	°C	8.8	8.0	8.6	9.3	12.3	13.2	12.5	11.7	***	8.3	11.6	8.0	10.2
2003	TMINPR	°C	8.1	***	***	14.8	14.2	17.5	13.8	13.2	13.2	15.5	7.0	7.6	12.5
2004	TMINPR	°C	8.1	7.7	10.6	11.1	13.4	15.3	14.2	13.9	14.9	15.2	12.9	***	12.5
2005	TMINPR	°C	9.8	11.4	13.3	13.3	15.9	15.1	13.9	14.1	14.5	14.0	12.3	11.3	13.2
2006	TMINPR	°C	10.4	8.8	10.3	13.5	15.7	16.6	15.5	14.9	14.8	13.9	11.9	12.6	13.2
2007	TMINPR	°C	16.1	8.4	10.7	11.4	11.5	12.6	12.5	12.1	14.1	13.0	11.8	10.4	12.1
2008	TMINPR	°C	10.2	10.7	12.1	12.5	13.0	***	***	***	***	***	***	***	11.7
2009	TMINPR	°C	***	9.0	7.5	10.3	13.6	13.6	13.8	13.2	13.5	12.7	11.1	9.1	11.6
2010	TMINPR	°C	8.4	10.7	10.3	12.3	14.6	14.0	13.3	14.0	13.4	9.6	9.4	5.7	11.3
2011	TMINPR	°C	7.5	9.1	8.3	10.5	12.3	13.6	13.6	13.3	13.4	12.3	9.5	8.5	11.0
2012	TMINPR	°C	8.8												8.8

Fuente: Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).
Estación experimental Alameda ICTA, Chimaltenango.

Anexo 8. **Promedios mensuales y anuales de temperatura máxima absoluta**

ANO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1994	TMAXAB	°C	25.5	25.5	28.6	29.4	29.1	24.8	24.7	27.5	25.5	24.5	26.0	24.5	29.4
1995	TMAXAB	°C	26.2	29.5	28.7	29.5	27.5	26.4	24.5	25.6	24.5	25.0	26.2	25.0	29.5
1996	TMAXAB	°C	25.0	27.0	28.0	29.0	26.9	26.0	25.0	25.0	26.0	25.0	24.0	25.0	29.0
1997	TMAXAB	°C	25.0	25.5	27.3	28.4	30.0	27.0	26.5	25.0	25.0	25.0	26.0	27.3	30.0
1998	TMAXAB	°C	26.2	28.0	28.0	29.5	30.0	27.0	***	***	***	***	***	***	30.0
1999	TMAXAB	°C	24.5	25.5	28.0	29.5	29.0	27.0	29.0	25.5	25.0	0.0	23.0	25.0	29.5
2000	TMAXAB	°C	22.2	21.7	***	***	***	***	***	21.7	22.8	21.7	23.7	21.8	23.7
2001	TMAXAB	°C	22.8	24.8	25.2	26.9	27.0	29.5	26.5	26.5	26.5	25.5	25.0	24.0	29.5
2002	TMAXAB	°C	26.5	29.5	30.0	28.0	28.5	25.0	25.5	25.5	***	25.0	14.7	25.0	30.0
2003	TMAXAB	°C	26.0	***	***	39.5	30.0	26.0	27.0	26.0	24.5	24.5	24.0	25.5	39.5
2004	TMAXAB	°C	23.0	23.5	23.0	24.0	23.5	24.0	23.5	23.5	21.7	22.0	22.0	***	24.0
2005	TMAXAB	°C	22.0	22.5	29.0	25.0	22.0	21.0	***	22.0	21.0	20.0	18.0	20.0	29.0
2006	TMAXAB	°C	19.0	20.0	22.0	22.0	24.0	26.0	24.0	22.0	20.0	22.0	20.0	19.0	26.0
2007	TMAXAB	°C	26.0	22.0	22.0	23.0	21.0	22.0	22.0	21.0	23.0	21.0	20.0	19.0	26.0
2008	TMAXAB	°C	19.0	22.0	22.0	22.0	22.0	***	***	***	***	***	***	***	22.0
2009	TMAXAB	°C	***	28.2	26.0	29.8	28.2	27.6	26.2	25.8	27.6	26.6	26.4	26.2	29.8
2010	TMAXAB	°C	28.6	28.2	29.6	28.8	28.2	26.8	26.6	27.0	25.8	24.6	25.8	25.2	29.6
2011	TMAXAB	°C	27.2	26.2	26.2	29.0	28.8	25.6	26.0	26.6	25.4	25.4	25.4	24.8	29.0
2012	TMAXAB	°C	24.8												24.8

Fuente: Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).
Estación experimental Alameda ICTA, Chimaltenango.

Anexo 9. Promedios mensuales y anuales de temperatura mínima absoluta

ANO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1994	TMINAB	°C	1.5	3.0	10.3	6.5	0.6	9.2	7.5	8.0	10.0	7.0	4.5	5.7	0.6
1995	TMINAB	°C	1.8	1.3	3.5	6.3	8.4	9.8	10.2	12.0	9.0	8.4	5.1	5.1	1.3
1996	TMINAB	°C	0.9	0.4	2.3	6.0	10.5	11.0	11.0	5.5	12.0	11.0	5.0	5.0	0.4
1997	TMINAB	°C	5.0	5.0	5.0	4.2	8.0	11.0	11.2	10.0	12.1	9.5	9.0	5.0	4.2
1998	TMINAB	°C	4.5	0.5	5.0	7.3	6.2	10.0	***	***	***	***	***	***	0.5
1999	TMINAB	°C	2.5	3.0	2.0	4.0	8.0	10.0	10.5	10.5	11.0	***	2.0	0.0	0.0
2000	TMINAB	°C	1.5	8.0	***	***	***	***	***	8.0	14.0	12.0	13.5	13.5	1.5
2001	TMINAB	°C	2.5	1.5	2.5	5.5	3.0	8.0	9.5	3.5	8.5	8.5	3.0	3.5	1.5
2002	TMINAB	°C	-2.0	4.0	5.0	5.0	5.0	10.0	9.5	9.5	***	8.0	2.0	3.0	-2.0
2003	TMINAB	°C	1.0	***	***	3.0	10.5	10.0	10.0	9.0	11.0	8.0	4.4	2.0	1.0
2004	TMINAB	°C	4.0	3.0	6.0	5.0	10.0	13.0	11.0	11.0	12.0	11.0	4.0	***	3.0
2005	TMINAB	°C	4.5	6.0	9.0	8.0	11.0	14.0	***	12.0	10.0	10.0	4.0	6.0	4.0
2006	TMINAB	°C	4.0	4.0	4.0	5.0	12.0	14.0	9.0	11.0	13.0	9.0	-1.0	7.0	-1.0
2007	TMINAB	°C	5.0	1.0	6.0	6.0	8.0	8.0	9.0	9.0	10.5	10.0	7.0	6.0	1.0
2008	TMINAB	°C	3.0	5.0	7.0	8.4	10.0	***	***	***	***	***	***	***	3.0
2009	TMINAB	°C	***	0.8	2.0	7.2	10.6	10.6	8.8	8.8	10.2	7.2	5.6	1.8	0.8
2010	TMINAB	°C	2.4	8.2	3.6	7.2	8.4	11.2	10.4	12.0	10.6	5.6	5.0	-0.4	-0.4
2011	TMINAB	°C	2.6	4.0	3.0	4.8	7.6	9.4	11.0	10.4	11.4	5.4	4.6	4.2	2.6
2012	TMINAB	°C	5.4												5.4

Fuente: Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).
Estación experimental Alameda ICTA, Chimaltenango.

Anexo 10. Promedios mensuales y anuales de lluvia

ANO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1994	LLUVIA	MM	9.7	2.4	4.8	23.5	171.1	165.0	95.4	213.6	117.8	77.6	9.6	6.1	896.6
1995	LLUVIA	MM	0.0	0.0	23.5	46.5	94.6	267.6	149.2	149.3	232.9	126.1	3.5	30.6	1123.8
1996	LLUVIA	MM	6.7	0.0	0.0	91.9	143.9	211.2	286.1	139.2	227.2	81.6	23.9	27.0	1238.7
1997	LLUVIA	MM	0.0	5.0	0.0	17.0	79.5	210.5	88.0	80.2	288.9	98.1	49.5	8.0	924.7
1998	LLUVIA	MM	0.0	0.0	2.0	0.0	116.0	206.5	***	***	***	***	***	***	324.5
1999	LLUVIA	MM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	320.4	277.7	119.0	285.3	***	14.7	16.3	1033.4
2000	LLUVIA	MM	0.3	***	***	***	***	***	***	115.0	136.9	39.3	0.0	38.2	329.7
2001	LLUVIA	MM	0.0	4.9	0.0	17.9	232.8	66.9	209.4	172.9	225.3	90.7	12.2	1.0	1034.0
2002	LLUVIA	MM	25.5	2.8	1.0	0.0	92.9	220.9	176.4	68.1	***	90.9	51.1	0.4	730.0
2003	LLUVIA	MM	3.6	***	***	35.5	157.8	280.9	162.0	99.1	385.3	97.9	36.6	0.5	1259.2
2004	LLUVIA	MM	3.9	0.0	29.7	33.1	177.5	159.4	685.0	89.6	279.5	156.7	6.9	***	1621.3
2005	LLUVIA	MM	2.3	0.0	4.4	6.1	127.6	363.1	248.0	183.9	684.2	190.6	14.7	7.6	1832.5
2006	LLUVIA	MM	4.8	***	***	0.0	131.0	438.7	234.5	148.5	231.8	221.9	13.7	9.0	1433.9
2007	LLUVIA	MM	14.7	0.0	6.2	56.3	81.5	186.9	142.8	175.4	215.4	133.1	14.9	1.6	1028.8
2008	LLUVIA	MM	0.0	0.0	0.0	12.4	56.0	***	***	***	***	***	***	***	68.4
2009	LLUVIA	MM	***	4.6	0.0	10.8	130.8	186.6	103.9	111.4	155.6	59.5	144.2	44.4	951.8
2010	LLUVIA	MM	2.4	1.3	1.4	54.8	507.1	315.6	284.9	377.3	284.1	46.4	26.0	2.6	1903.9
2011	LLUVIA	MM	0.5	5.3	3.9	11.9	152.0	177.2	176.8	204.0	214.4	325.7	18.5	0.3	1290.5
2012	LLUVIA	MM	3.3												3.3

Fuente: Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).
Estación experimental Alameda ICTA, Chimaltenango.

Anexo 11. Promedios mensuales y anuales de días de lluvia

ANO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1992	DIAS	DIAS	1	0	2	3	4	20	14	12	15	14	4	5	94
1993	DIAS	DIAS	0	0	1	5	12	19	13	23	14	10	2	0	99
1994	DIAS	DIAS	2	2	13	4	15	***	12	16	14	11	3	3	95
1995	DIAS	DIAS	0	0	2	9	11	19	14	17	23	13	1	3	112
1996	DIAS	DIAS	1	0	0	8	15	22	17	9	14	6	6	1	99
1997	DIAS	DIAS	1	0	0	8	15	22	17	9	14	6	6	1	99
1998	DIAS	DIAS	0	2	0	1	6	17	***	***	***	***	***	***	26
1999	DIAS	DIAS	0	0	1	0	12	13	19	16	30	***	4	3	98
2000	DIAS	DIAS	1	***	***	***	***	***	***	5	13	11	0	1	31
2001	DIAS	DIAS	0	3	0	2	18	10	20	13	18	11	4	1	100
2002	DIAS	DIAS	2	2	2	0	6	20	17	11	***	14	5	2	81
2003	DIAS	DIAS	2	***	***	1	17	23	13	13	25	7	19	1	121
2004	DIAS	DIAS	4	0	3	3	5	20	16	14	21	14	4	***	104
2005	DIAS	DIAS	3	0	2	2	13	22		18	13	12	4	1	90
2006	DIAS	DIAS	3	0	2	5	8	***	17	15	18	15	3	4	90
2007	DIAS	DIAS	1	***	***	0	6	19	15	16	24	16	5	2	104
2008	DIAS	DIAS	0	0	0	3	8	***	***	***	***	***	***	***	11
2009	DIAS	DIAS	***	1	0	3	16	20	13	15	17	9	10	4	108
2010	DIAS	DIAS	2	2	2	10	15	6	23	29	23	7	5	2	126
2011	DIAS	DIAS	2	2	4	4	15	20	20	16	19	18	6	3	129
2012	DIAS	DIAS	4												4

Fuente: Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).
Estación experimental Alameda ICTA, Chimaltenango.

Anexo 12. Promedios mensuales y anuales de dirección del viento

ANO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1995	DIRVIE	GRADOC	N	S	S	S	S	S	N	N	S	N	N	N	N
1996	DIRVIE	GRADOC	N	N	N	S	N	S	S	VAR	VAR	N	S	VAR	VAR
1997	DIRVIE	GRADOC	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	N	N	VAR
1998	DIRVIE	GRADOC	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	***	***	***	***	***	***	VAR
1999	DIRVIE	GRADOC	VAR	VAR	S	N	S	S	S	S	S	***	S	VAR	S
2000	DIRVIE	GRADOC	S	***	***	***	***	***	***	***	***	S	S	S	S
2001	DIRVIE	GRADOC	S	S	N	S	S	S	S	S	E	E	SE	S	S
2002	DIRVIE	GRADOC	E	E	E	E	E	E	E	E	***	E	E	E	E
2003	DIRVIE	GRADOC	E	***	***	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
2004	DIRVIE	GRADOC	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	***	E
2005	DIRVIE	GRADOC	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
2006	DIRVIE	GRADOC	E	C	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
2007	DIRVIE	GRADOC	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
2008	DIRVIE	GRADOC	E	E	VAR	E	E	***	***	***	***	***	***	***	E
2009	DIRVIE	GRADOC	***	N	N	S	S	S	N	N	N	N	N	N	N
2010	DIRVIE	GRADOC	N	S	S	S	N	S	S	S	S	N	N	N	S
2011	DIRVIE	GRADOC	N	S	N	*****	S	N	N	N	S	N	N	N	N
2012	DIRVIE	GRADOC	E												

Fuente: Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).
Estación experimental Alameda ICTA, Chimaltenango.

Anexo 13. Promedios mensuales y anuales de velocidad del viento

ANO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1994	VVIENT	KM/HRA	4.8	5.2	***	5.1	5.5	4.0	4.3	3.3	3.8	3.8	4.3	4.3	4.4
1995	VVIENT	KM/HRA	4.6	5.0	5.9	5.8	6.0	3.9	3.4	3.9	2.9	6.1	2.0	5.0	4.8
1996	VVIENT	KM/HRA	4.9	5.6	6.0	5.9	4.3	3.2	3.6	3.8	3.2	3.8	4.2	4.1	4.4
1997	VVIENT	KM/HRA	***	***	***	6.0	4.5	***	4.2	4.0	3.3	3.8	4.0	3.8	4.3
1998	VVIENT	KM/HRA	4.5	8.1	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	6.3
1999	VVIENT	KM/HRA	4.4	4.5	5.6	6.4	5.1	6.0	3.7	3.5	3.9	**	3.8	3.9	4.8
2000	VVIENT	KM/HRA	4.7	3.3	***	***	***	***	***	3.3	3.5	3.8	3.9	3.6	3.7
2001	VVIENT	KM/HRA	4.3	5.1	6.1	5.0	4.0	4.2	3.2	3.3	3.4	2.8	3.3	3.5	4.0
2002	VVIENT	KM/HRA	4.1	4.5	5.8	4.9	4.0	3.7	3.3	3.0	***	3.0	3.3	3.2	3.9
2003	VVIENT	KM/HRA	4.4	***	***	5.9	4.4	3.8	3.9	3.8	3.1	3.8	4.1	4.4	4.2
2004	VVIENT	KM/HRA	4.8	5.7	5.8	5.8	4.1	4.3	3.7	3.7	3.4	3.5	4.2	***	4.5
2005	VVIENT	KM/HRA	***	***	***	***	***	4.4	***	***	***	4.5	4.5	4.3	4.4
2006	VVIENT	KM/HRA	0	0	5.9	5.6	3	3.1	3.7	3.1	3.5	3.9	4.1	4	3.3
2007	VVIENT	KM/HRA	5.3	5	5.7	5.4	4.3	3.6	4.2	3.9	3.4	3.4	9	4.1	4.8
2008	VVIENT	KM/HRA	5	4.8	5.8	3.4	5	***	***	***	***	***	***	***	4.8
2009	VVIENT	KM/HRA	***	16.6	17.5	9.9	7.2	5.2	6.2	4.9	4.2	4.7	4.4	4.2	7.7
2010	VVIENT	KM/HRA	5.5	6.1	6.6	7.1	5.1	4.7	5.0	4	5	5	6.4	6	5.5
2011	VVIENT	KM/HRA	7.5	7	8	7	8	4	4.0	4	6	4.3	4	3.9	5.6
2012	VVIENT	KM/HRA	4.2												4.2

Fuente: Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).
Estación experimental Alameda ICTA, Chimaltenango.

Anexo 14. Promedios mensuales y anuales de nubosidad

ANO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1993	NUBOSI	OCTAS	***	4	5	6	6	7	6	7	7		5	4	6
1994	NUBOSI	OCTAS	5	4		5	4	6	6	6	6	5	5	6	6
1995	NUBOSI	OCTAS	4	4	4	6	5	6	6	6	6	6	5	5	6
1996	NUBOSI	OCTAS	4	4	4	6	7	6	6	5	6	6	5	4	6
1997	NUBOSI	OCTAS	4	3	3	3	4	4	4	4	5	4	5	3	4
1998	NUBOSI	OCTAS	3	2	3	2	3	4	***	***	***	***	***	***	3
1999	NUBOSI	OCTAS	3	4	3	3	4	5	8	6	6		4	5	3
2000	NUBOSI	OCTAS	2	5	***	***	***	***	***	5	7	7	7	7	7
2001	NUBOSI	OCTAS	6	7	6	7	7	7	6	7	7	8	7	7	7
2002	NUBOSI	OCTAS	7	5	5	7	8	8	8	7	***	7	7	6	7
2003	NUBOSI	OCTAS	7	***	***	8	7	8	7	8	7	7	7	7	7
2004	NUBOSI	OCTAS	7	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	***	7
2005	NUBOSI	OCTAS	8	6	7	7	8	8	8	7	7	8	7	7	7
2006	NUBOSI	OCTAS	7	6	6	6	8	7	6	7	8	7	7	7	7
2007	NUBOSI	OCTAS	7	7	7	7	7	7	7	8	7	7	6	6	7
2008	NUBOSI	OCTAS	6	6	6	6	6	***	***	***	***	***	***	***	6
2009	NUBOSI	OCTAS	***	4	3	4	6	6	5	6	6	5	4	4	4
2010	NUBOSI	OCTAS	4	5	4	5	6	6	6	7	7	5	5	3	5
2011	NUBOSI	OCTAS	3	5	4	5	5	7	6	6	6	7	4	7	5
2012	NUBOSI	OCTAS	7												#N/A

Fuente: Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).
Estación experimental Alameda ICTA, Chimaltenango.

Anexo 15. Promedios mensuales y anuales de insolación

ANO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1991	INSOLA	HORAS	***	***	171.3	***	***	173.5	238.9	206.4	177.5	164.6	187.7	***	188.7
1992	INSOLA	HORAS	***	94.8	205.8	233.8	154.8	92.2	***	35.1	***	196.4	166.0	***	144.7
1993	INSOLA	HORAS	***	***	86.3	125.4	***	***	141.4	***	119.3	186.5	210.3	129.5	131.8
1994	INSOLA	HORAS	50.4	124.1	133.2	109.3	136.5	120.7	103.8	124.4	99.4	112.4	106.9	120.1	111.4
1995	INSOLA	HORAS	136.1	130.5	131.7	99.6	***	58.8	128.4	118.4	121.9	173.5	130.0	176.0	122.1
1996	INSOLA	HORAS	241.5	230.7	250.0	187.3	157.9	165.8	154.0	212.7	168.7	174.6	178.0	313.3	194.3
1997	INSOLA	HORAS	***	196.7	233.4	180.9	207.1	147.9	205.8	***	125.9	120.6	***	***	177.3
1998	INSOLA	HORAS	***	***	232.3	100.0	***	***	***	***	***	***	***	***	166.2
1999	INSOLA	HORAS	***	***	243.1	216.8	***	120.3	166.3	194.7	**	**	158.6	222.8	188.2
2000	INSOLA	HORAS	233.1	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	233.1
2001	INSOLA	HORAS	164.3	184.0	233.9	241.7	163.5	220.1	209.4	221.0	161.1	174.0	229.8	222.5	202.1
2002	INSOLA	HORAS	251.7	225.7	286.8	***	187.3	175.3	226.9	219.0	***	***	214.4	**	223.4
2003	INSOLA	HORAS	***	***	***	269.1	191.2	138.7	220.1	***	***	***	***	***	204.8
2004	INSOLA	HORAS	***	227.4	223.5	269.8	151.7	174.2	***	***	***	***	***	***	209.3
2005	INSOLA	HORAS	***	255.2	207.7	231.0									231.3

Fuente: Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).
Estación experimental Alameda ICTA, Chimaltenango.

Anexo 16. **Calibre y tamaño de tubería en función de la corriente eléctrica**

Tamaño del tubo			1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	3.1/2"	4"	4.1/2"	5"	6"
Letras del tipo	calibre	Amperes													
TW, T, RUH	14	15	6	11	19	33	45	75	106						
RUW	12	20	5	9	15	26	35	58	83	128					
XHHW (14 a 8)	10	30	4	7	11	20	27	44	64	99	132				
RHW Y RHH	14		6	10	16	29	40	65	93	143	192				
Sin cubierta	12		4	8	13	24	32	53	76	117	157				
externa	10		4	6	11	19	26	43	61	95	127	163			
THW	8		1	4	6	11	15	25	36	56	75	96	121	152	
TW	6	55	1	2	4	7	10	16	23	36	43	62	78	97	141
T	4	70	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47	58	73	106
THW	3	80	1	1	2	4	6	10	15	23	31	40	50	63	91
RUW (6 a 2)	2	95	1	1	2	4	5	9	13	20	27	34	43	54	73
RUW (6 a 2)	1	110		1	1	3	4	6	9	14	19	25	31	39	57
FEPH (6 a 2)	0	125		1	1	2	3	5	8	12	16	21	27	33	49
RHW y	00	145		1	1	1	3	5	7	10	14	18	23	29	41
RHH sin cubierta	000	163		1	1	1	2	4	6	9	12	15	19	24	35
externa	0000	195			1	1	1	3	5	7	10	13	16	20	29
	250	215			1	1	1	2	4	6	8	10	13	16	23
	300	240			1	1	1	2	3	5	7	9	11	14	20
	350	260				1	1	1	3	4	6	8	10	12	13
	400	280				1	1	1	2	4	5	7	9	11	16
	500	320				1	1	1	1	3	4	6	7	9	14
	600	355					1	1	1	3	4	5	6	7	11
	700	385					1	1	1	2	3	4	5	7	10
	750	400					1	1	1	2	3	4	5	6	9

Fuente: MILEAF, Harry. *Instalaciones eléctricas*. P. 76.

Anexo 17. Diámetro de los subramales

Tipo de aparato sanitario	Diámetro del sub-ramal en pulgadas		
	Presiones hasta 10m	Presiones mayores de 10m	Diámetro mínimo
Lavatorio	½	½	½
Bidet	½	½	½
Tina	¾ - ½	¾	½
Ducha	¾	½	½
Grifo de cocina	¾	½	½
Inodoro con Tanque	½	½	½
Inodoro con Válvula	1 ½ - 2	1	1 ¼
Urinario con Tanque	½	½	½
Urinario con Válvula	1 - ½ - 2	1	1

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. P. 54.

Anexo 18. Equivalencias de gastos en tuberías de agua, tomando como unidad la tubería de ½" de diámetro, para las mismas condiciones de pérdida de presión y para una presión dada

Diámetro del tubo en pulgadas	Número de tubos de ½" con la misma capacidad
½	1
¾	2.9
1	6.2
1 ¼	10.9
1 ½	17.4
2	37.8
2 ½	65.5
3	110.5
4	189
6	527
8	1250
10	2090

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. P. 58.

Anexo 19. **Cálculo del diámetro de las derivaciones simples para drenaje**

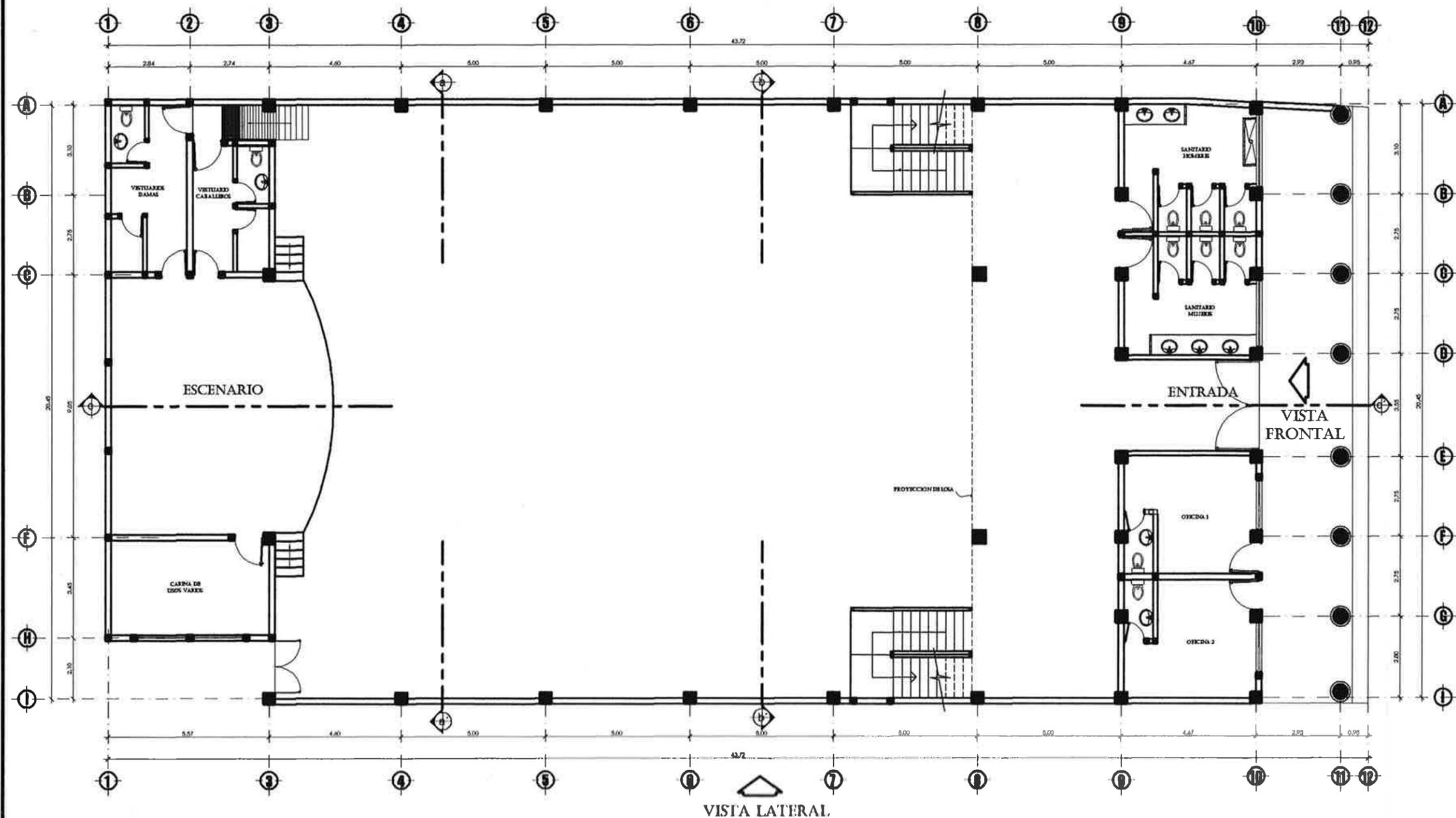
Tipo de mueble o aparato	Número de unidades mueble (um)	Diámetro (plg)
Lavamanos	1	1 ¼"
Inodoro con tanque	4	3"
Ducha	2	1 ¼"
Tina	3	1 ¼"
Lavadero de cocina	3	1 ¼"
Lavadero de ropa	3	1 ¼"
Drenaje de piso	3	3"

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. P. 105.

Anexo 20. **Caudales base de los aparatos sanitarios**

Designación de los aparatos	Caudal base l/seg
Bidé, lavapies	0,50
Lavabo	0,75
Fregadero, lavadero	0,75
Ducha	0,50
Bañera	1,50
Urinario	1,00
Inodoro no sifónico	1,50
Inodoro sifónico	2,00

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. P. 73.



SIMBOLOGÍA

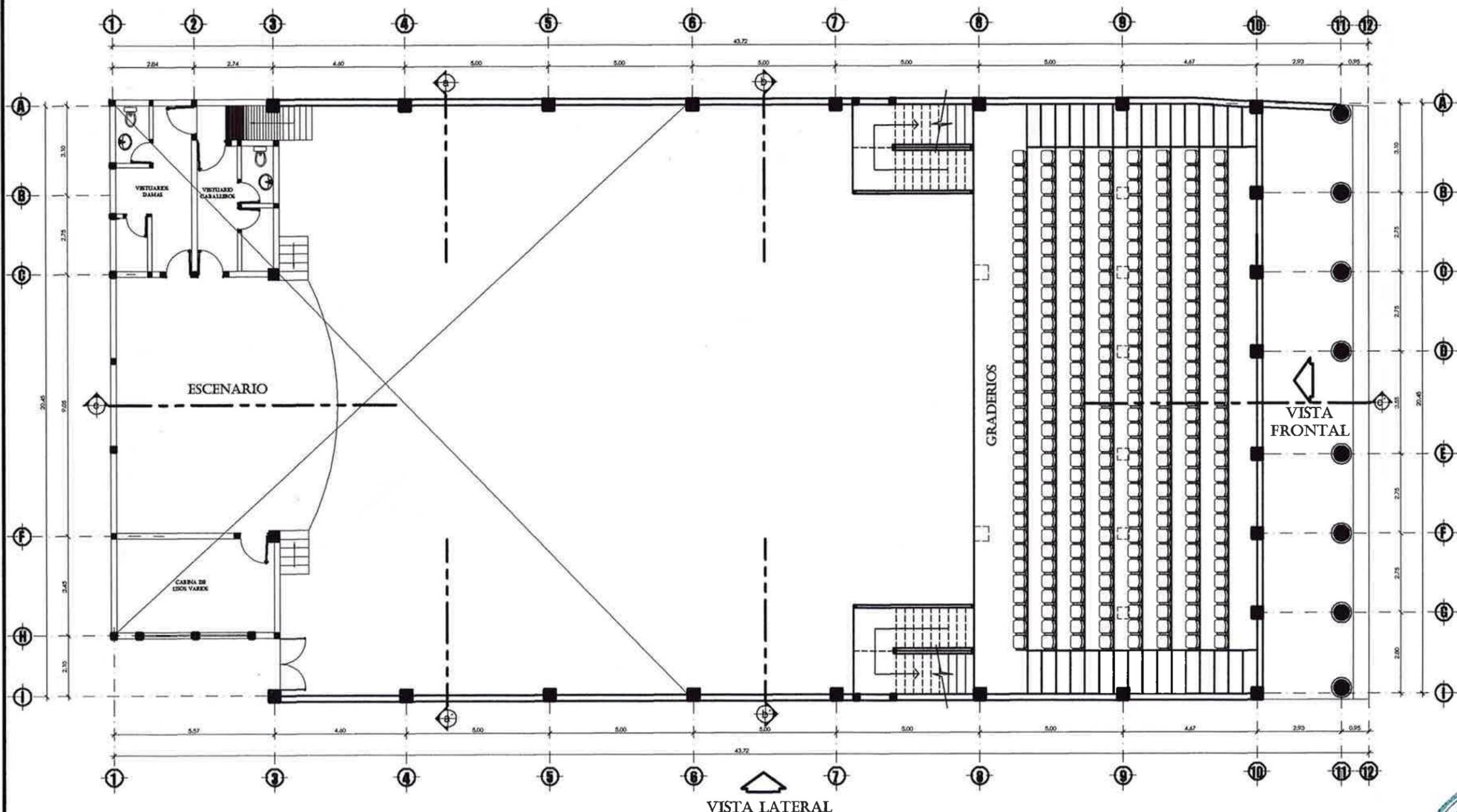
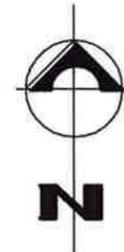
SIMBOLO	SIGNIFICADO
ⓐ	INDICA NOMBRE O NUMERO DE EJE
⊕	INDICA CORTE TRANSVERSAL O LONGITUDINAL
→	INDICA DIRECCIÓN
●	COLUMNA CIRCULAR TIPO A
■	COLUMNA RECTANGULAR
B.A.P.	BAJADA DE AGUA PLUVIAL, DIAMETRO INDICADO
1%	INDICA PENDIENTE Y DIRECCIÓN
□	SUTACA
⊕	NIVEL DE PISO TERMINADO



PLANTA BAJA
SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES

ESCALA: 1 / 75

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p> <p>DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN</p>		
<p>MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO</p>		
<p>PROYECTO: SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES</p> <p>LOCALIZACIÓN: 4TA AVENIDA 2-80 ZONA 1, EL TEJAR, CHIMALTENANGO</p> <p>CONTENIDO: PLANTA BAJA ARQUITECTÓNICA</p>	<p>DISEÑO: EDWIN RAFAEL GARCÍA</p> <p>CALCULO: EDWIN RAFAEL GARCÍA</p> <p>DESEO: EDWIN RAFAEL GARCÍA</p> <p>FECHA: FEBRERO DE 2013</p> <p>ESCALA: 1/75</p> <p>REVISO: ING. MARIBEL ARRIVALAGA</p>	<p>HOJA:</p> <p>01 / 20</p>



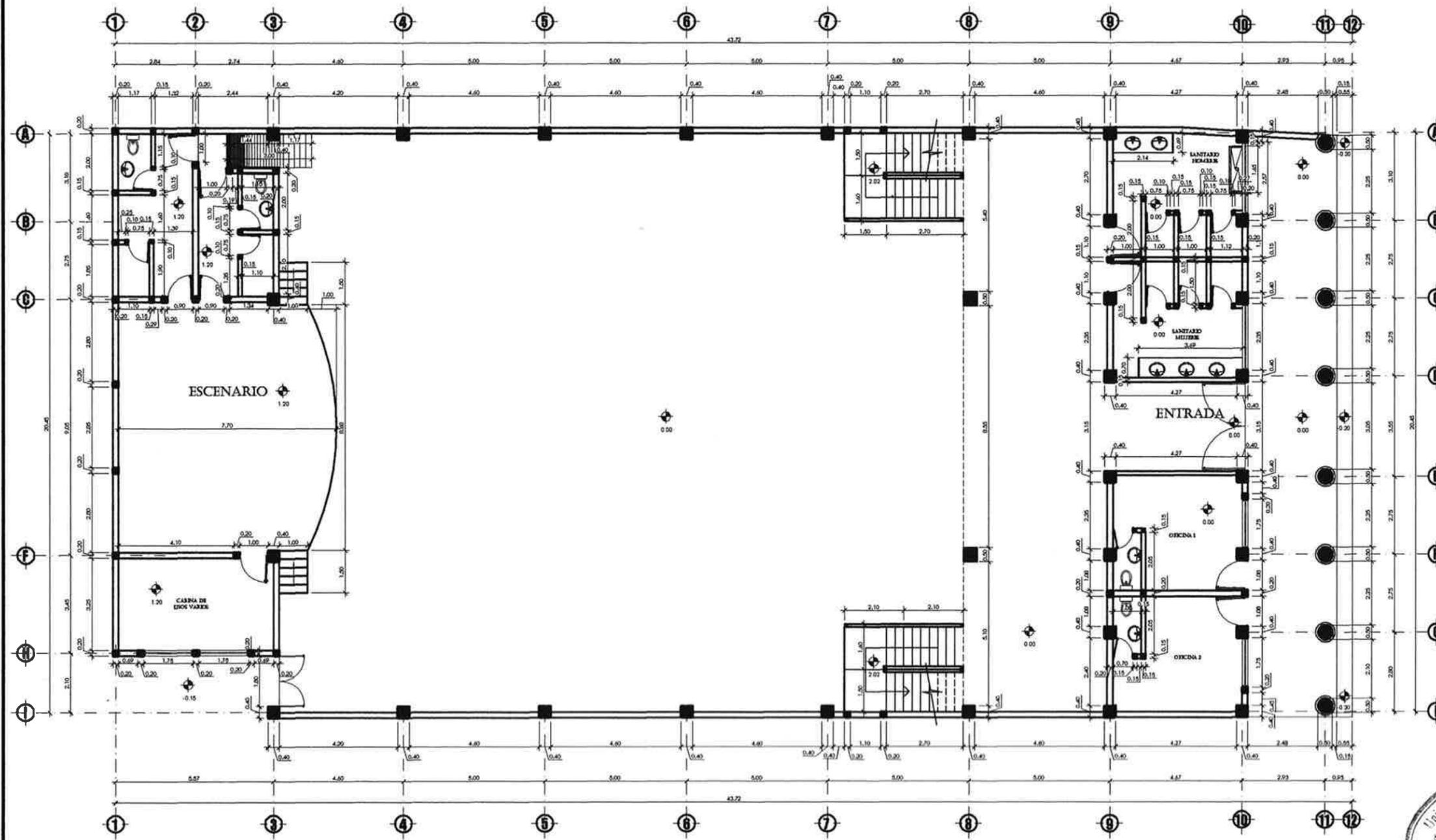
SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
ⓐ	INDICA NOMBRE O NÚMERO DE EJE
⊕	INDICA CORTE TRANSVERSAL O LONGITUDINAL
→	INDICA DIRECCIÓN
●	COLUMNA CIRCULAR TIPO A
■	COLUMNA RECTANGULAR
B.A.P.	BAJADA DE AGUA PLUVIAL, DIÁMETRO INDICADO
1%	INDICA PENDIENTE Y DIRECCIÓN
□	BUTACA
⊕	NIVEL DE PISO TERMINADO

Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

PLANTA ALTA
 SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES

ESCALA: 1 / 75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN		
MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO		DISEÑO: ESTIVANTEL MIA CALCULO: ESTIVANTEL MIA DIBUJO: ESTIVANTEL MIA
PROYECTO: SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES		FECHA: FEBRERO DE 2012 ESCALA: 1/75
LOCALIZACIÓN: 4TA AVENIDA 2-60 ZONA 1, EL TEJAR, CHIMALTENANGO		REVISÓ: ING. MARCEL ABRVALLADA
CONTENIDO: PLANTA ALTA ARQUITECTÓNICA		HOJA: 02 / 20



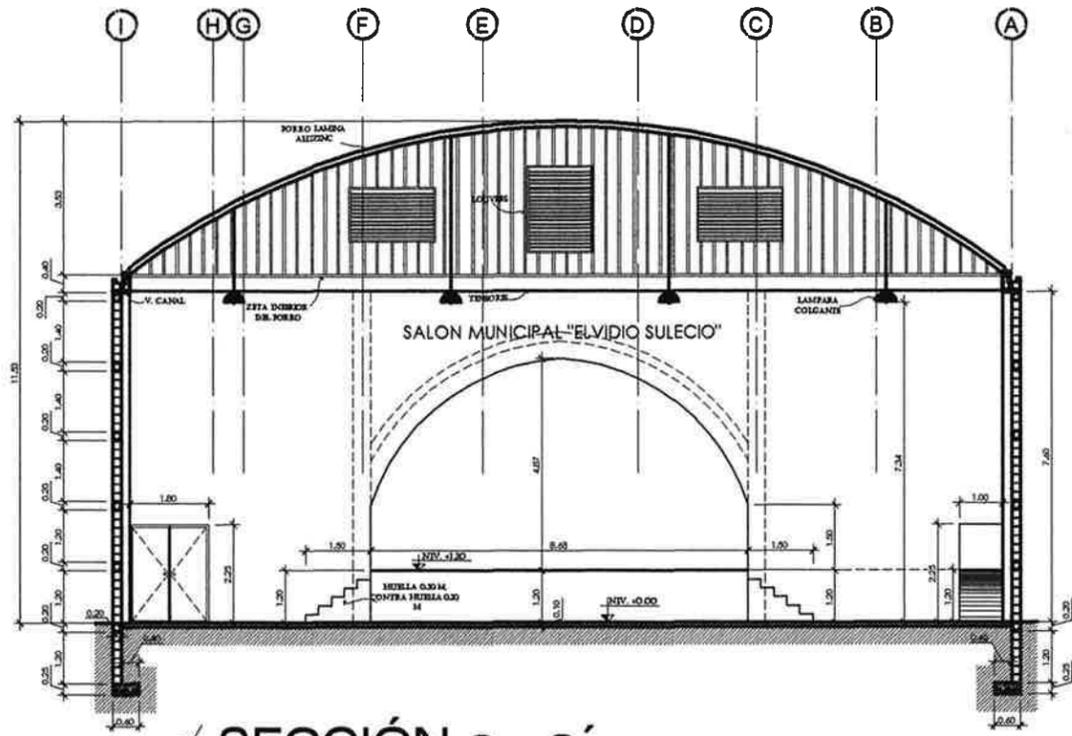
SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
Ⓐ	INDICA NOMBRE O NUMERO DE EJE
→	INDICA DIRECCIÓN
●	COLUMNA CIRCULAR TIPO A
■	COLUMNA RECTANGULAR
B.A.P.	BAJADA DE AGUA PLUVIAL, DIAMETRO INDICADO
1% →	INDICA PENDIENTE Y DIRECCIÓN
⌋	BUTACA
◆ 0.00	NIVEL DE PISO TERMINADO

PLANTA BAJA ACOTADA
 SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES

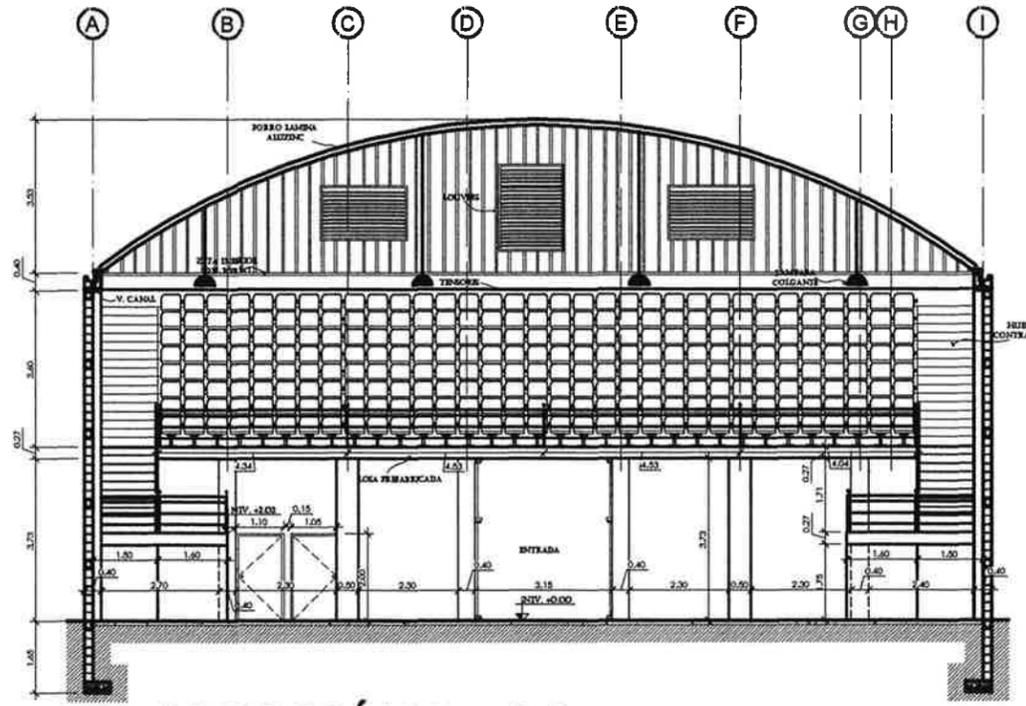
ESCALA: 1 / 75

Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

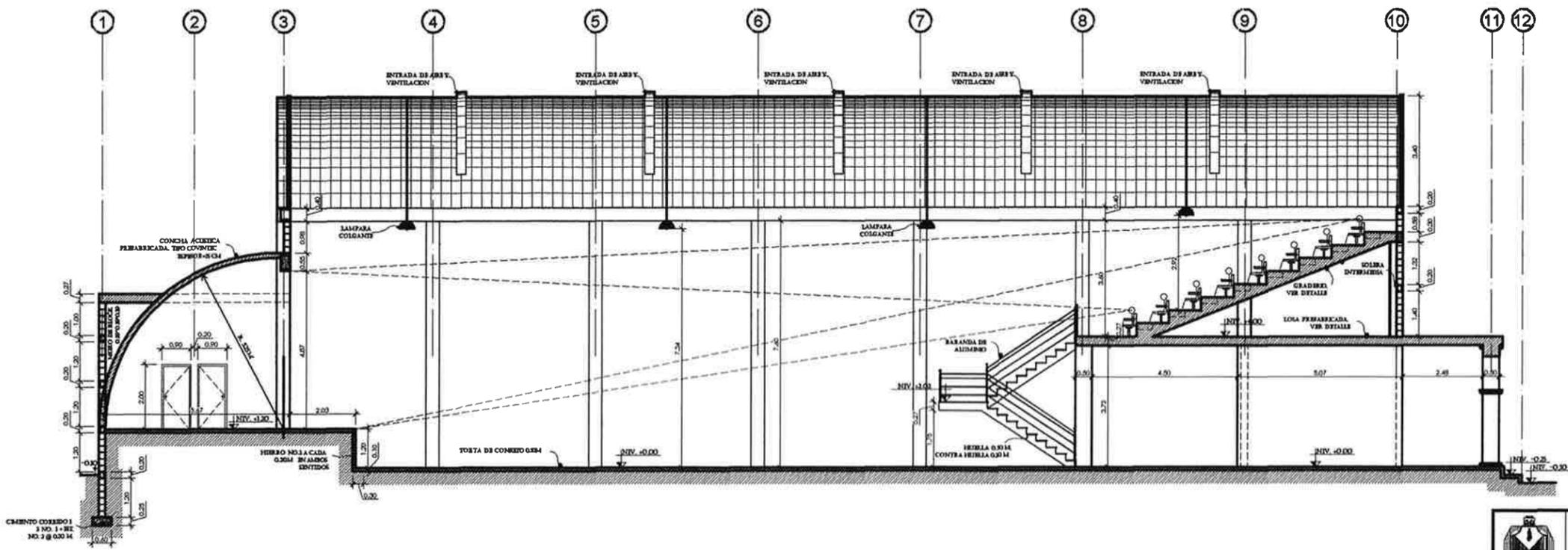
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN		
MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO		DISEÑO: ESTYNAFEL GILIA CALIDAD: ESTYNAFEL GILIA DIBUJO: ESTYNAFEL GILIA
PROYECTO: SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES		FECHA: FEBRERO DE 2012
LOCALIZACIÓN: 4TA. AVENIDA 2500 ZONA 1, EL TEJAR, CHIMALTENANGO		ESCALA: 1/75 REVISÓ: ING. MANUEL APOLLADA
CONTENIDO: PLANTA BAJA ACOTADA		HOJA: 03 / 20



SECCIÓN a - a'
SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES ESCALA: 1 / 75



SECCIÓN b - b'
SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES ESCALA: 1 / 75



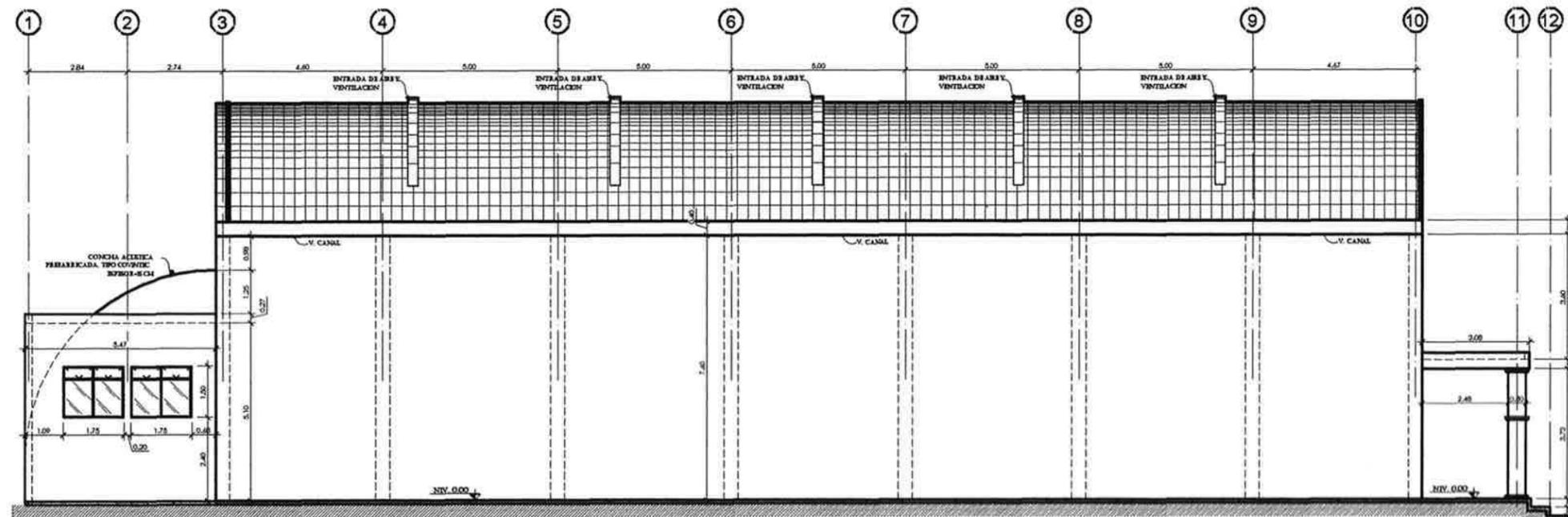
SECCIÓN c - c'
SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES ESCALA: 1 / 75

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN		
MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO		DISEÑO EDWIN RAFAEL ANILA CALCULO EDWIN RAFAEL ANILA DIBUJO EDWIN RAFAEL ANILA FECHA FEBRERO DE 2012 ESCALA 1/75 REVISO ING. MARCEL APOLLINAR
PROYECTO SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES LOCALIZACIÓN 4TA. AVENIDA 2-60 ZONA 1, EL TEJAR, CHIMALTENANGO		HOJA: 05 / 20



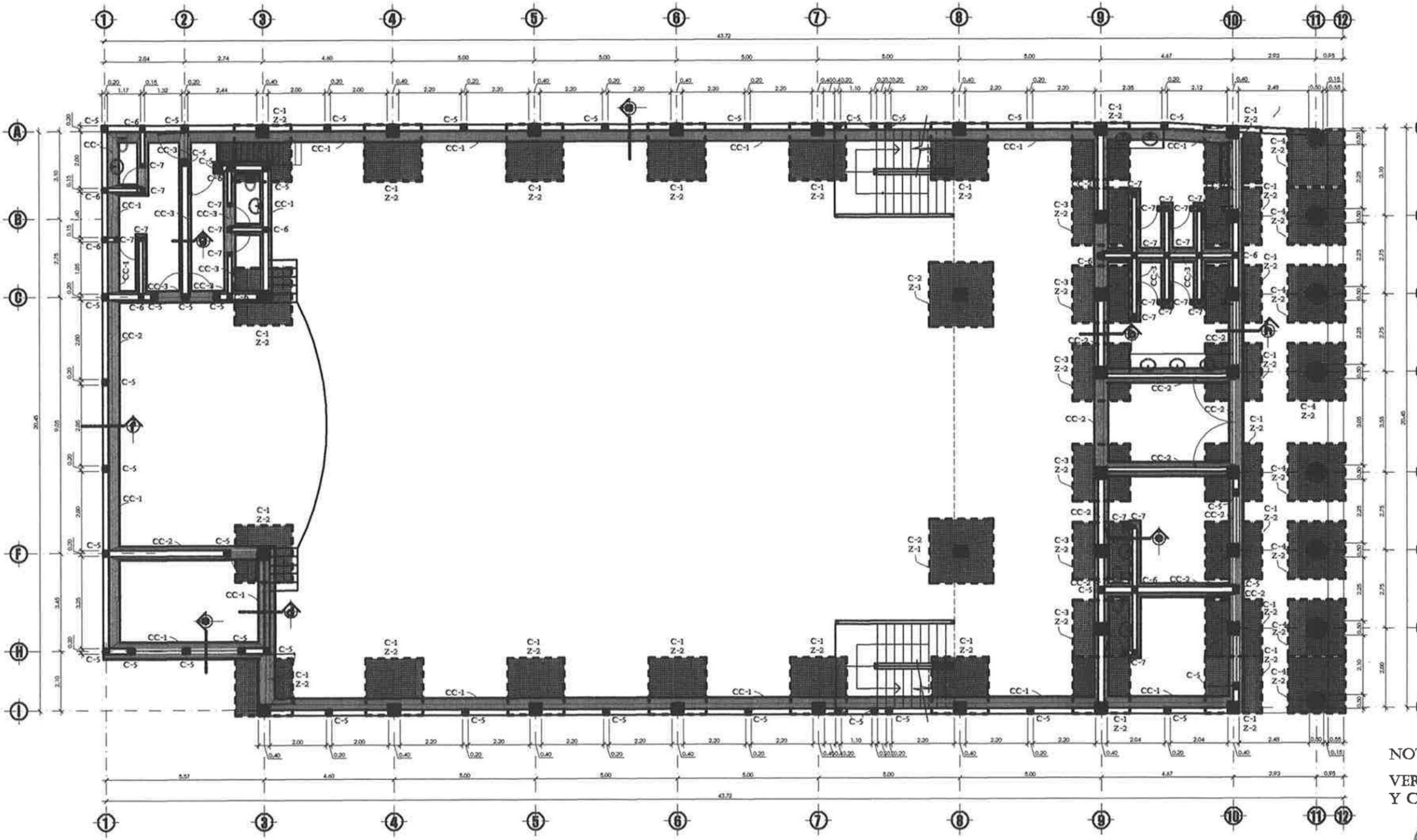
ELEVACIÓN FRONTAL
 SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES ESCALA: 1 / 75



ELEVACIÓN LATERAL
 SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES ESCALA: 1 / 75



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN			
MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO		DISEÑO: ESTERPAFELAJA	CALCO: ESTERPAFELAJA
PROYECTO: SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES		DIBUJO: ESTERPAFELAJA	FECHA: FEBRERO DE 2012
LOCALIZACIÓN: 4TA AVENIDA 2-80 ZONA 1. EL TEJAR, CHIMALTENANGO		ESCALA: 1/75	REVISÓ: ING. MANUEL ARROYUELA
CONTENIDO: ELEVACIONES			HOJA: 06 / 20



SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
CC-1	CIMENTO CORRIDO TIPO UNO 0.60m (ancho)
CC-2	CIMENTO CORRIDO TIPO DOS 0.50m (ancho)
CC-3	CIMENTO CORRIDO TIPO TRES 0.40m (ancho)
C-3	INDICA TIPO DE COLUMNA
●	COLUMNA CIRCULAR
■	COLUMNA RECTANGULAR
■ Z-2	ZAPATA TIPO 2, CON COLUMNA RECTANGULAR EXCÉNTRICA.
■ Z-2	ZAPATA TIPO 2, CON COLUMNA RECTANGULAR CONCÉNTRICA.
■ Z-2	ZAPATA TIPO 2, CON COLUMNA CIRCULAR CONCÉNTRICA.
■ Z-2	ZAPATA TIPO 2, CON COLUMNA CIRCULAR EXCÉNTRICA.
■ Z-1	ZAPATA TIPO 1, CON COLUMNA CONCÉNTRICA.
⊙	INDICA CORTE EN MURO, VER DETALLE DE MUROS

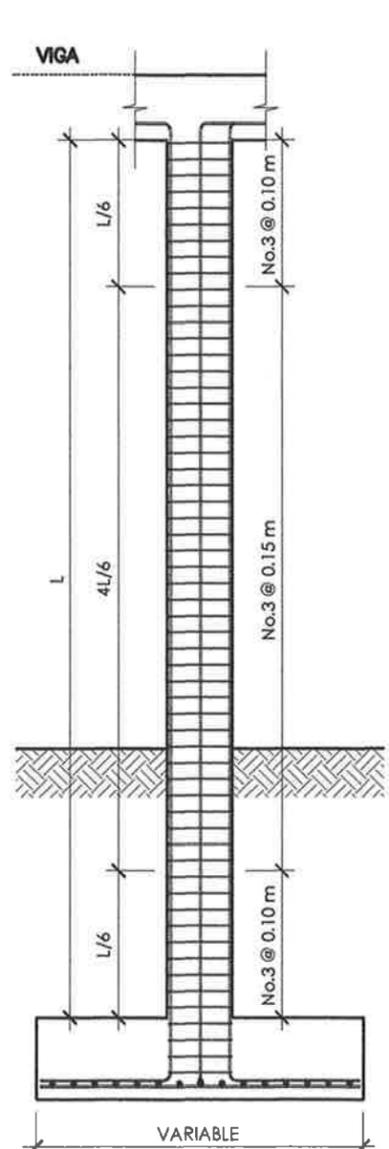
NOTA:
VER DETALLES DE CIMENTACION Y COLUMNAS EN HOJA NO. 15



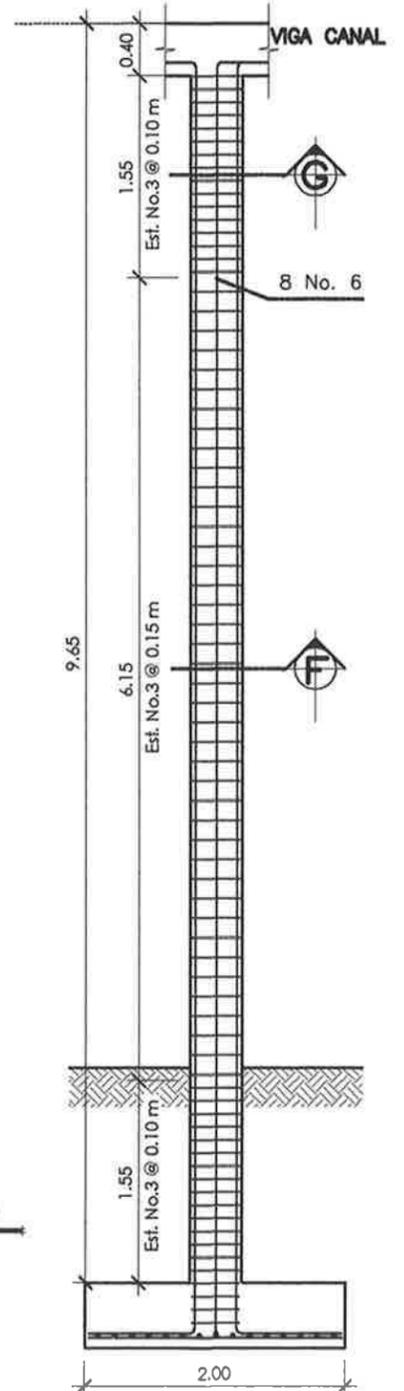
PLANTA DE CIMIENTOS Y COLUMNAS
SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES

ESCALA: 1 / 75

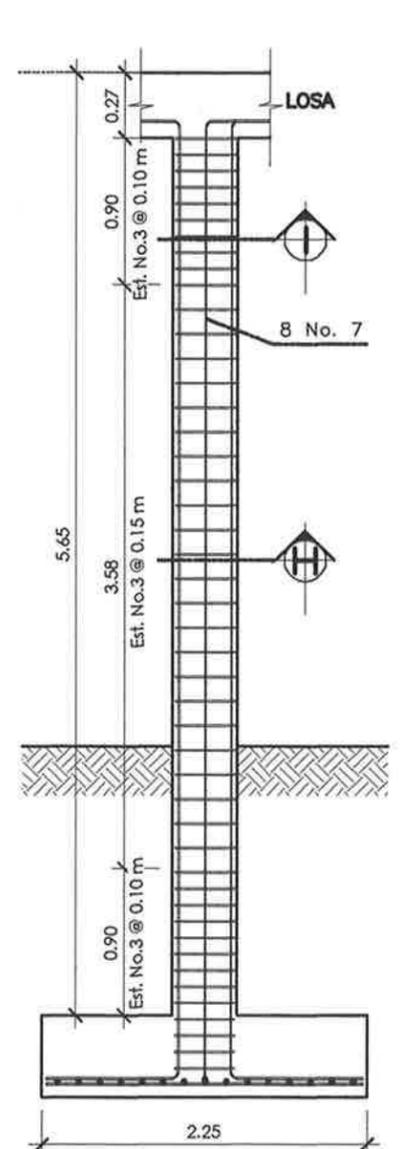
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN		
MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO		DISEÑO: EDWIN PAJALARA CÁLCULO: EDWIN PAJALARA DIBUJO: EDWIN PAJALARA
PROYECTO: SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES		FECHA: FEBRERO DE 2012
LOCALIZACIÓN: 4ta. AVENIDA 2-60 ZONA 1, EL TEJAR, CHIMALTENANGO		ESCALA: 1/75 REVISÓ: ING. MARCEL APOLLADA
CONTENIDO: PLANTA DE CIMIENTOS Y COLUMNAS		HOJA: 07 / 20



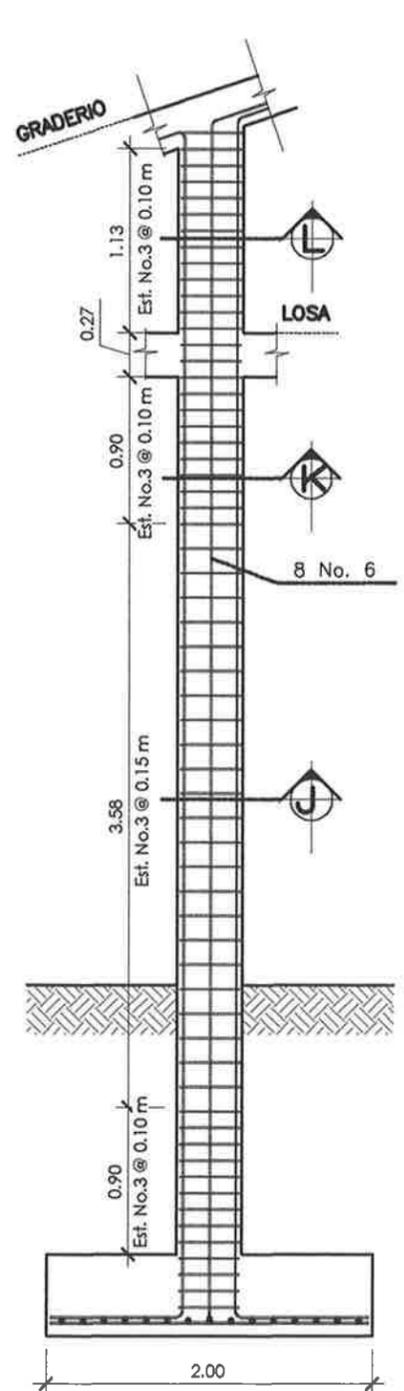
ELEVACIÓN DETALLE TÍPICO
DE DISTRIBUCIÓN DE ESTRIBOS No. 3, EN COLUMNAS



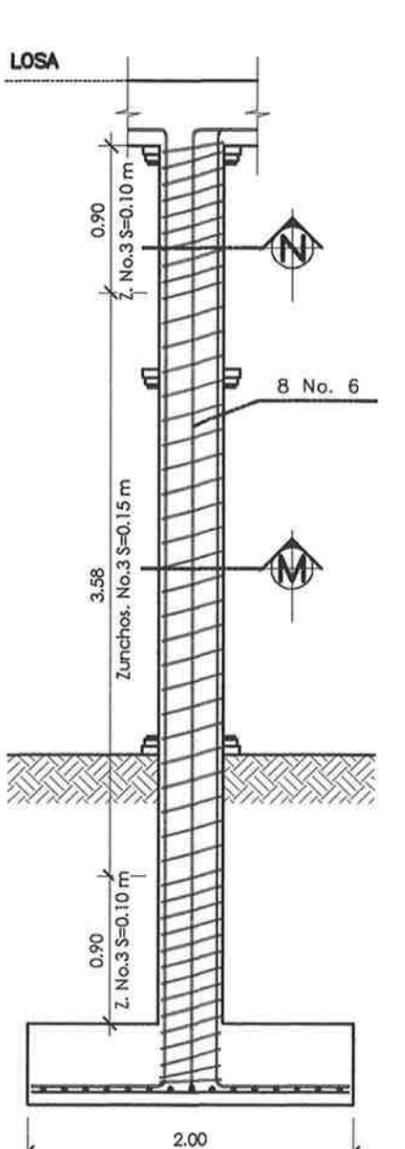
COLUMNNA TIPO 1
ARMADO TÍPICO ESCALA: 1 / 25



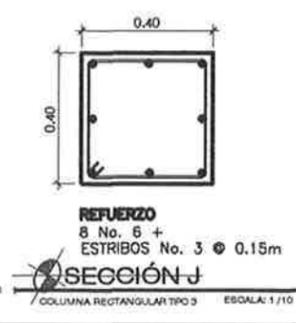
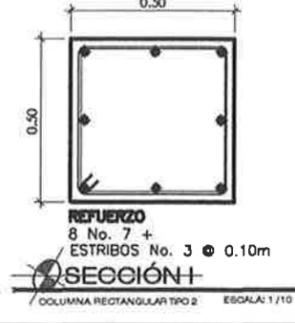
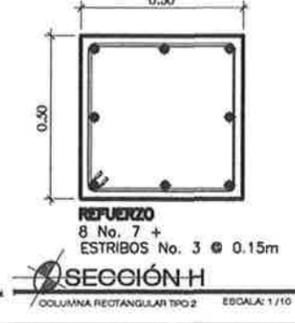
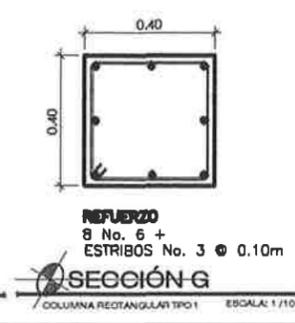
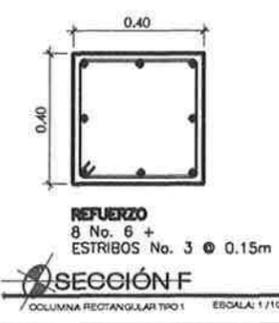
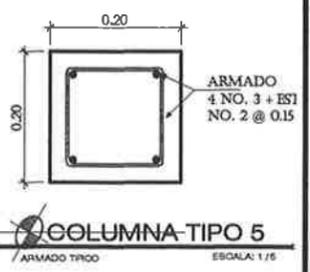
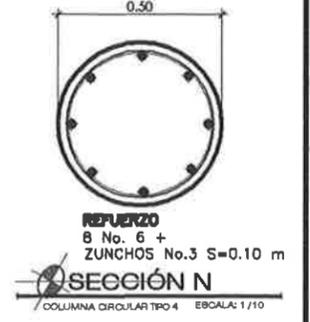
COLUMNNA TIPO 2
ARMADO TÍPICO ESCALA: 1 / 20



COLUMNNA TIPO 3
ARMADO TÍPICO ESCALA: 1 / 20

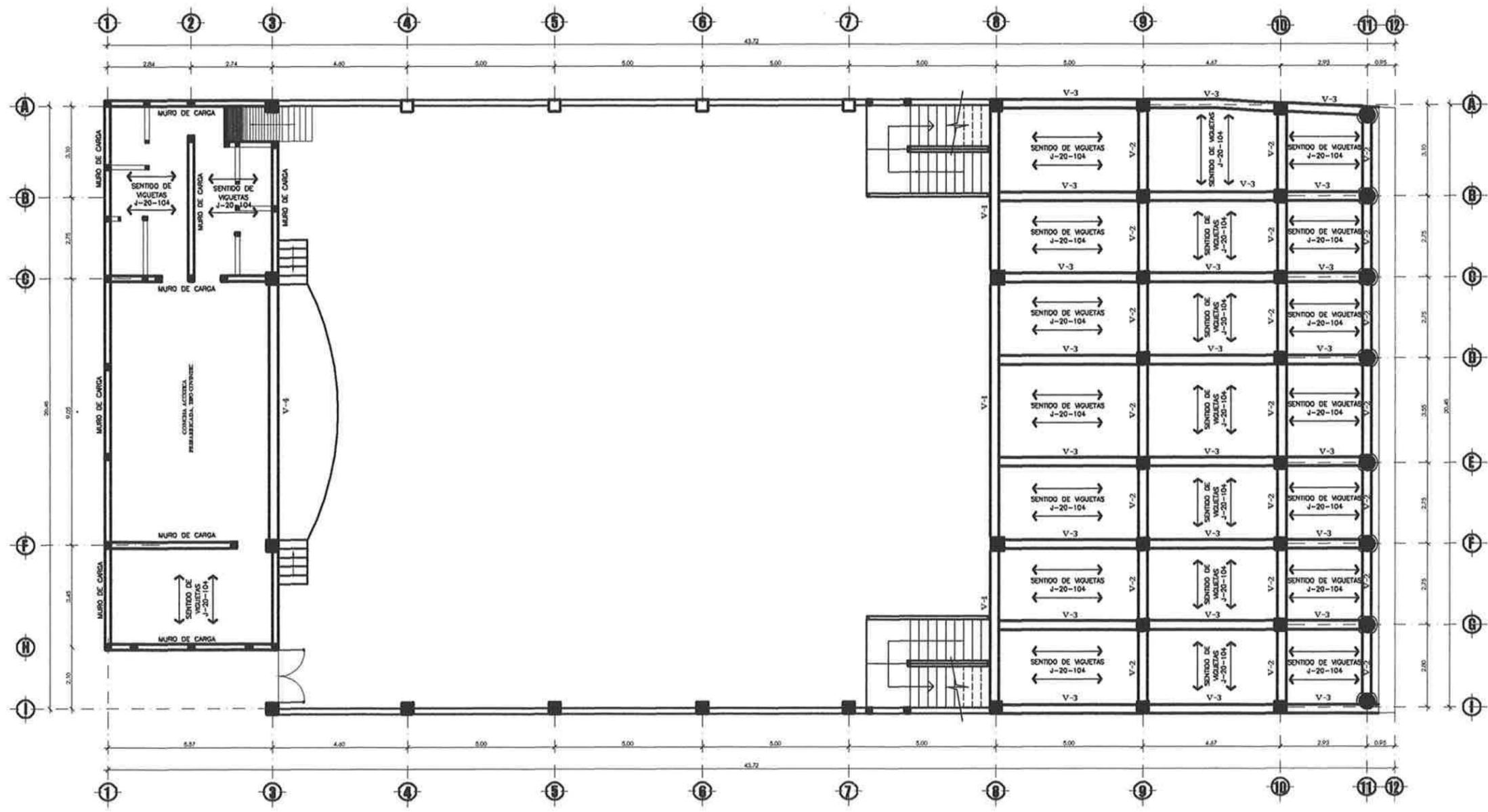


COLUMNNA TIPO 4
ARMADO TÍPICO ESCALA: 1 / 20



Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de EPS
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN		
MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO		
PROYECTO	SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES	
LOCALIZACIÓN	4TA. AVENIDA 260 ZONA 1, EL TEJAR, CHIMALTENANGO	
CONTENIDO	DETALLES DE COLUMNAS	
HOJA:	09/20	

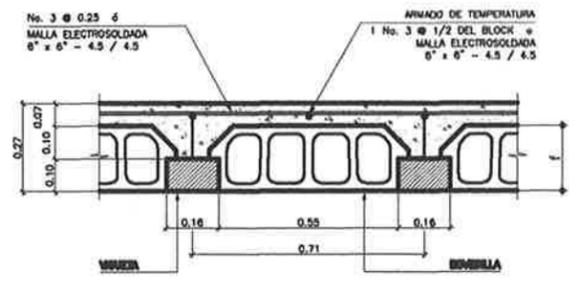


NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
V-1	INDICA TIPO DE VIGA
	INDICA SENTIDO DE VIGUETA TIPO PRECON O SIMILAR

NOTA:
VER DETALLE DE VIGAS
EN HOJA NO. 18/21

PLANTA DE LOSA
SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES

ESCALA: 1 / 75



SECCIÓN TÍPICA DE LOSA
CON VIGUETA J-20 DE PRECON O SIMILAR
ESCALA: 1/10

NOTAS PARA LOSAS:

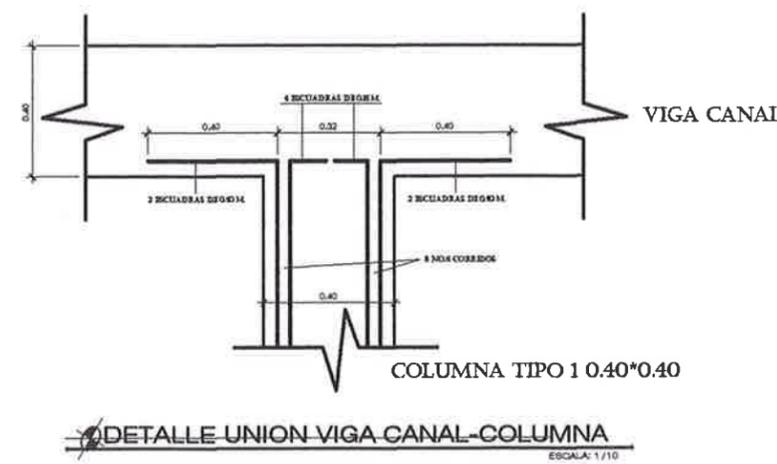
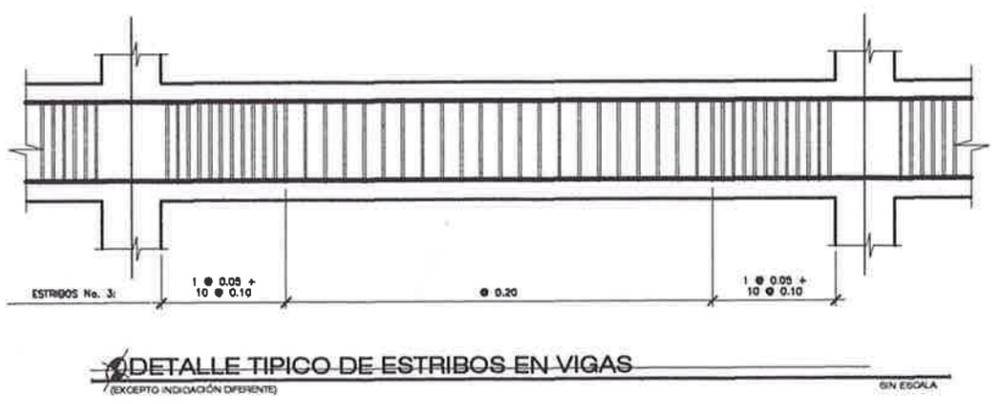
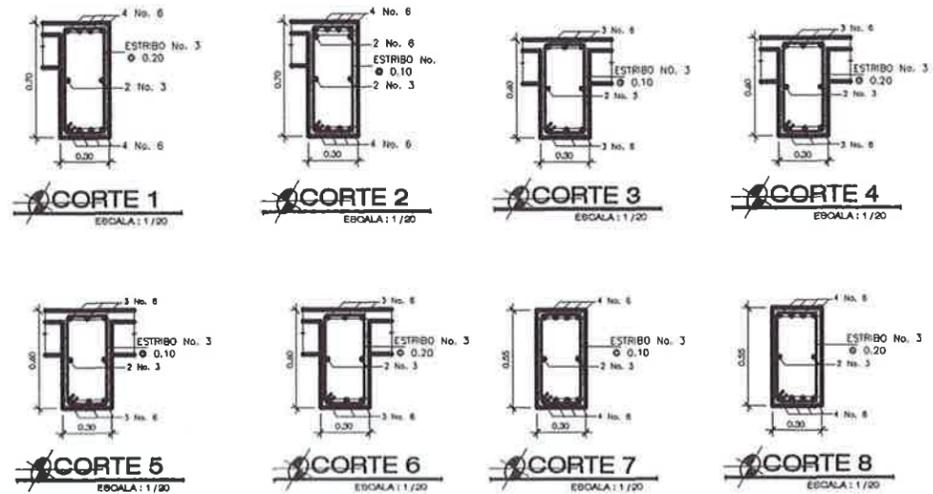
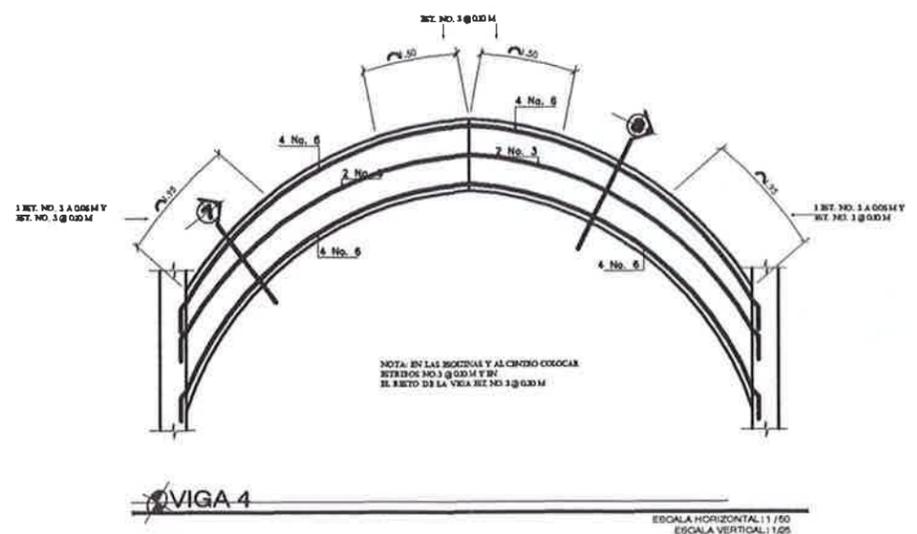
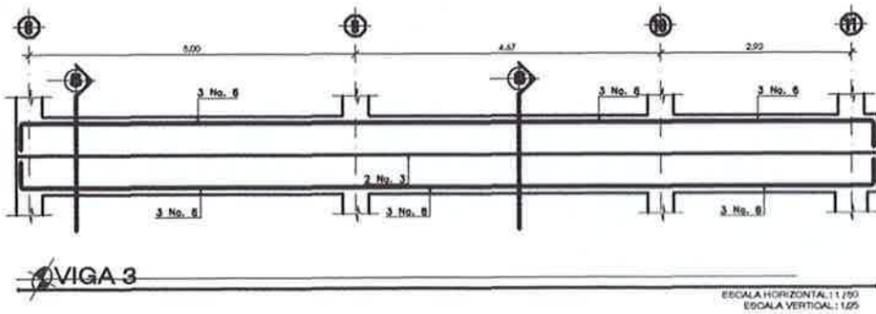
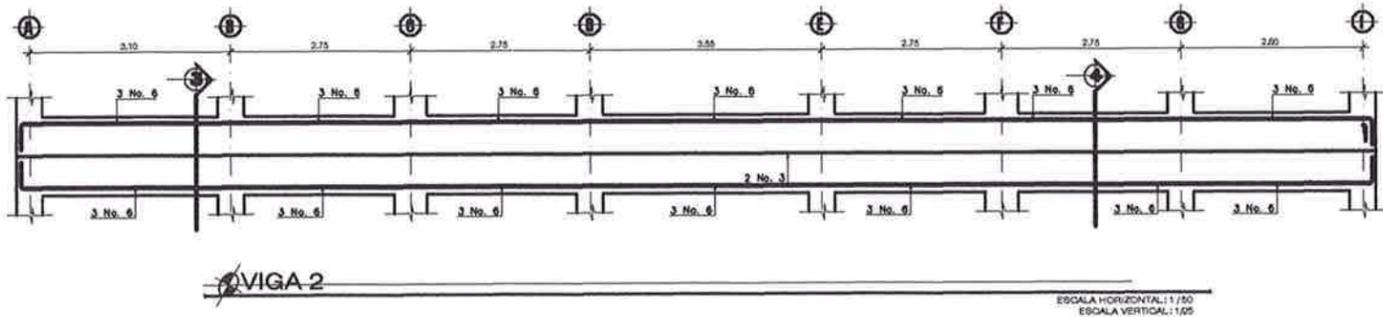
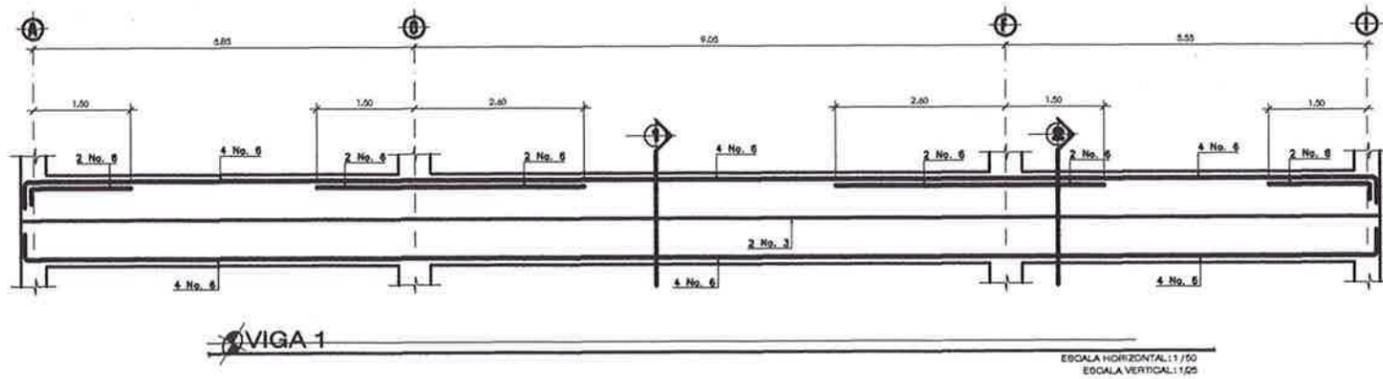
- EL TIPO DE VIGUETA SE INDICA EN LA PLANTA O USAR LA QUE RECOMIENDE EL FABRICANTE.
- USAR BASTONES EN LOS APOYOS SEGUN EL FABRICANTE.
- USAR FERRIS RODIZANTES DE UN ANCHO MÍNIMO DE 0.10, CON REFUERZO DE 2 No. 3 + ESL. No. 2 @ 0.20, ESPACIADOS A CADA 2.00 MTS. MÁXIMO.
- LAS DIMENSIONES DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS PUEDEN VARIAR, DEPENDIENDO DEL FABRICANTE.
- SOBRECARGA: ENTREGA: 325 Kg/M² (MUERTA + VVA)
TECHO: 325 Kg/M² (MUERTA + VVA)

ESPECIFICACIONES

- CONCRETO:** $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2 = 3,000 \text{ PSI}$ (VIGAS Y FUNDICIÓN SOBRE VIGUETAS)
- REFUERZO:** $f_y = 2,810 \text{ Kg/Cm}^2 = \text{GRADO 40}$ (VIGAS)

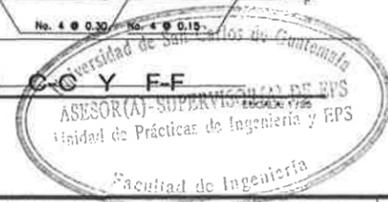
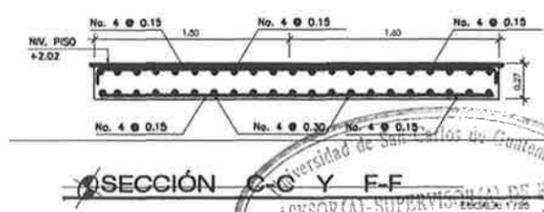
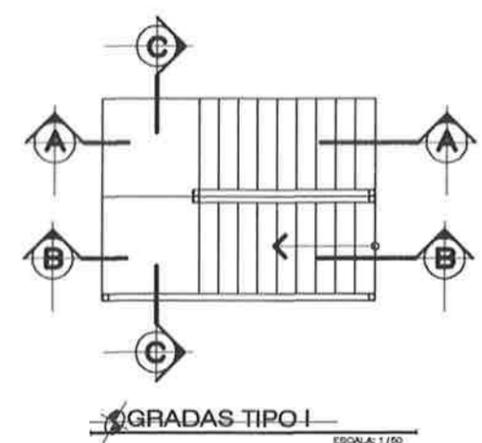
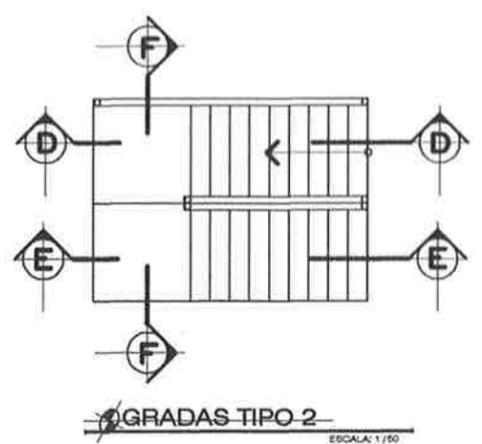
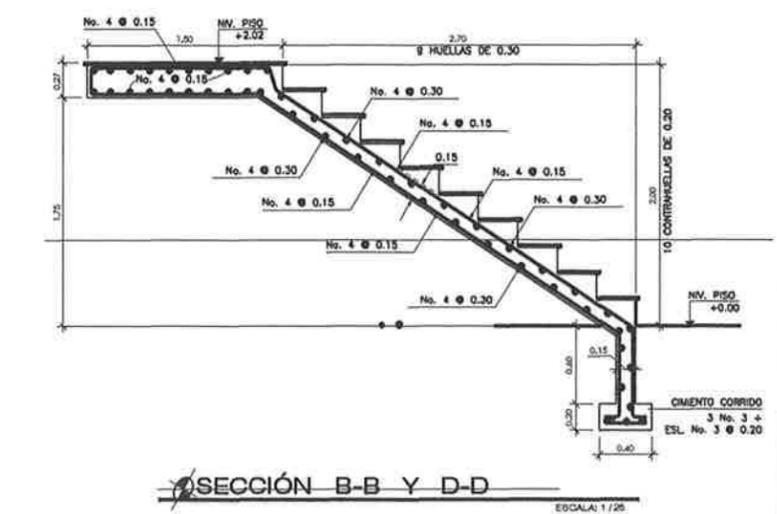
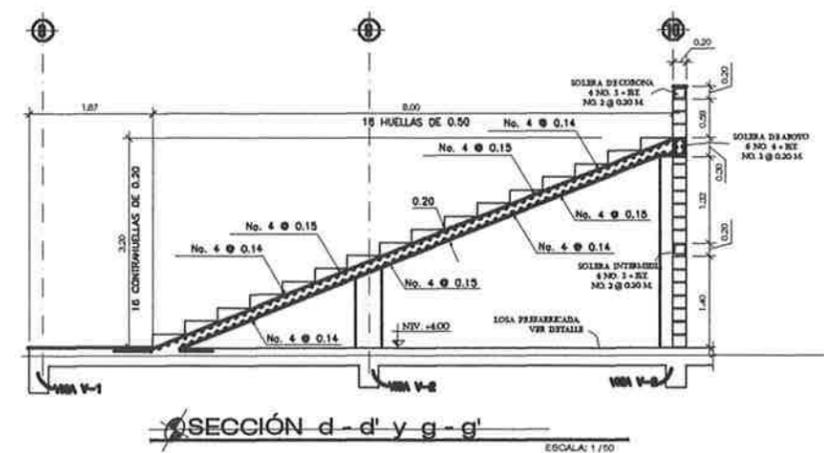
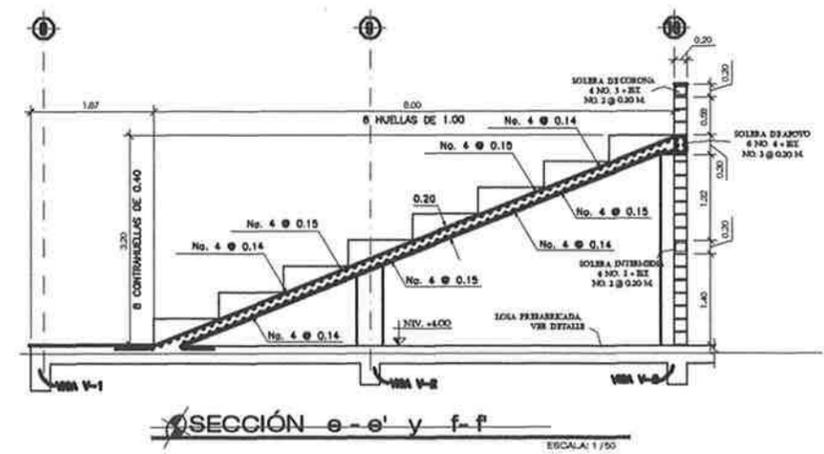
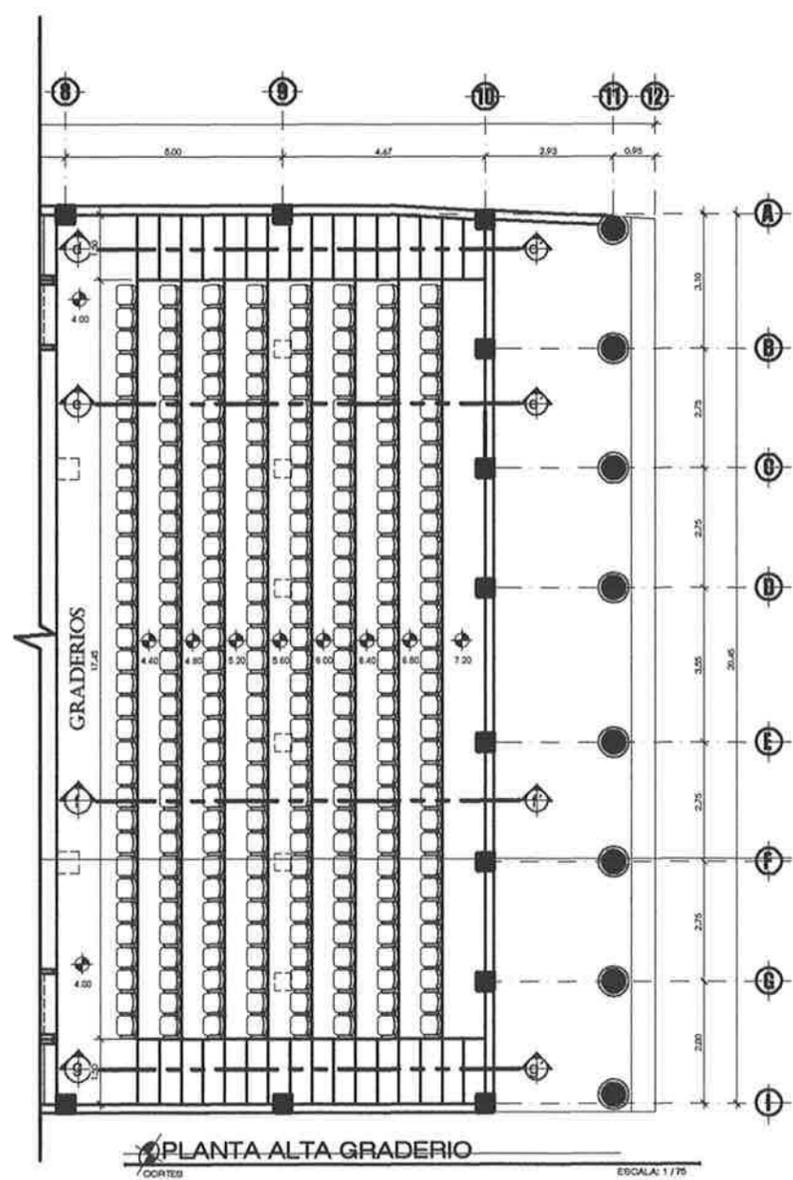


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN		
MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO		
PROYECTO	SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES	DISEÑO: EIVIN RAFAEL AKA
LOCALIZACIÓN	4TA. AVENIDA ZONO 1, EL TEJAR, CHIMALTENANGO	CALCULO: EIVIN RAFAEL AKA
CONTENIDO	PLANTA DE LOSA	DIBUJO: EIVIN RAFAEL AKA
		FECHA: FEBRERO DE 2022
		ESCALA: INDICIA
		REVISO: ING. MANUEL ARRIJOLA
		HOJA:
		10 / 20

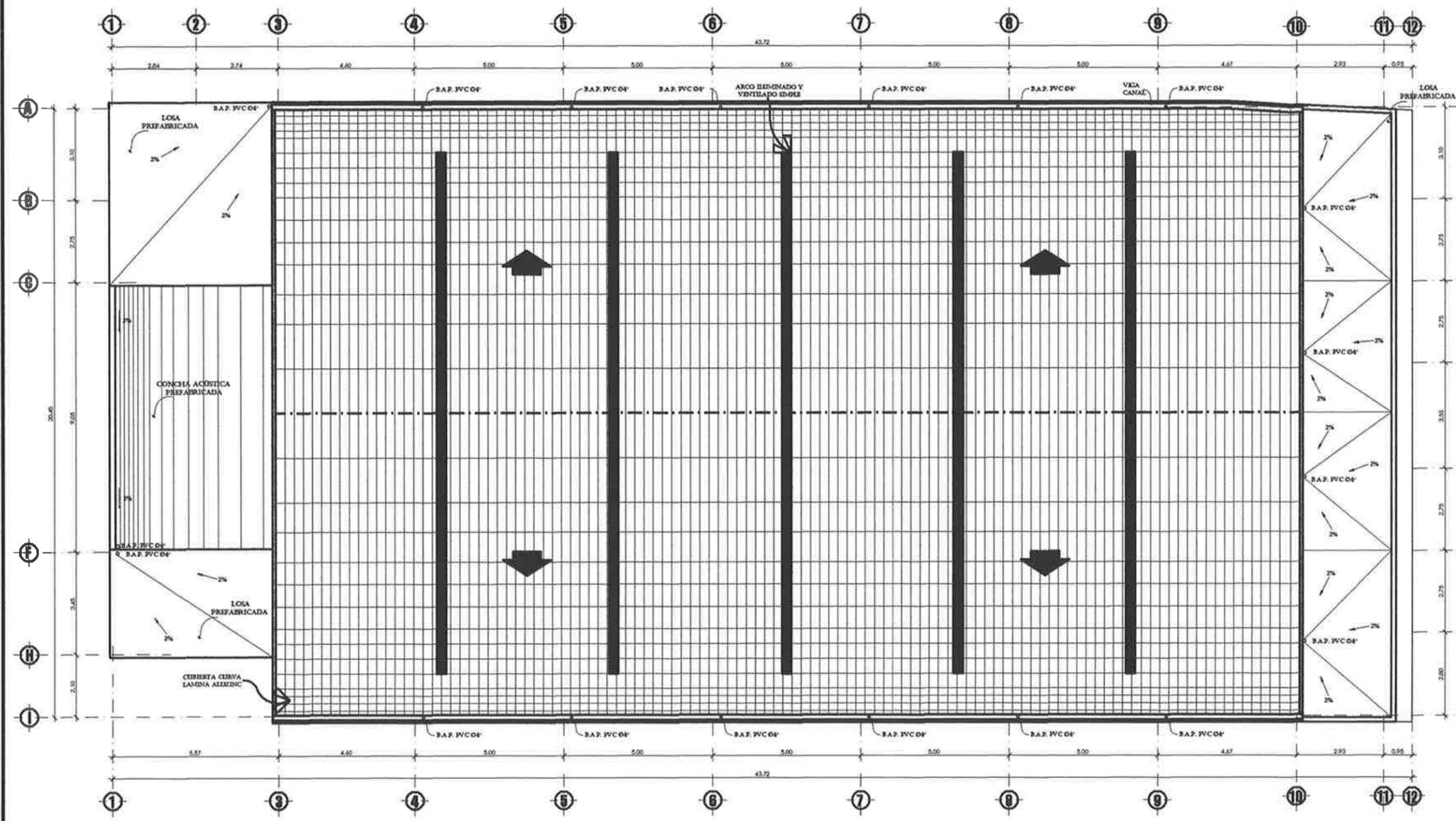


Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN	
		MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO	
PROYECTO: SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES	LOCALIZACIÓN: 1ª. AVENIDA 2-80 ZONA 1, EL TEJAR, CHIMALTENANGO	DISEÑO: ESTEFANÍA DEL PILA CÁLCULO: ESTEFANÍA DEL PILA DIBUJO: ESTEFANÍA DEL PILA	FECHA: FEBRERO DE 2012 ESCALA: INDICAR REVISÓ: (NO MANEJAR APUNTALES)
CONTENIDO: DETALLES DE VIGAS		HOJA: 11/20	



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN		
MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO		
PROYECTO	SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES	DISEÑO: EDUARDO A. HERRERA CALCULO: EDUARDO A. HERRERA DIBUJO: EDUARDO A. HERRERA
LOCALIZACIÓN	4TA. AVENIDA A-50 ZONA 1, EL TEJAR, CHIMALTENANGO	FECHA: FEBRERO DE 2012 ESCALA: INDICADA REVISÓ: ING. MARCELO ARRIVALAZA
CONTENIDO	DETALLE DE GRADERIO Y GRADAS	HOJA: 12/20



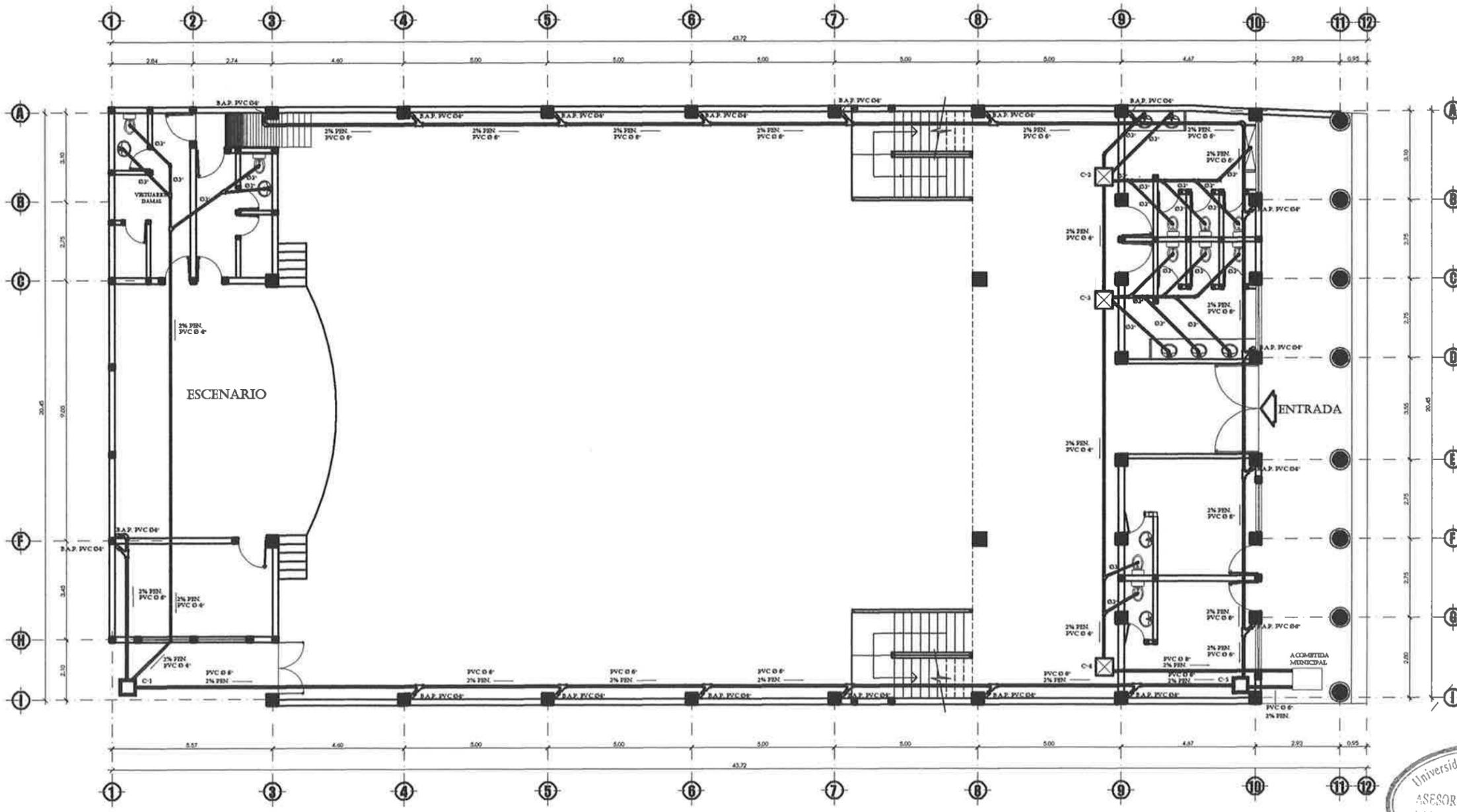
SIMBOLOGÍA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	INDICA NOMBRE O NUMERO DE EJE
	INDICA CORTE TRANSVERSAL O LONGITUDINAL
	INDICA DIRECCIÓN
	COLUMNA CIRCULAR TIPO A
	COLUMNA RECTANGULAR
B.A.P.	BAJADA DE AGUA PLUVIAL, DIAMETRO INDICADO
1%	INDICA PENDIENTE Y DIRECCIÓN
	PENDIENTE DE TECHO
	NIVEL DE PISO TERMINADO

PLANTA DE TECHOS
SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES

ESCALA: 1 / 75

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN	
MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO		DISEÑO	EDWIN RAFAEL AVALA
PROYECTO		CALCEO	EDWIN RAFAEL AVALA
SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES		DIBUJO	EDWIN RAFAEL AVALA
LOCALIZACIÓN		FECHA	FEBRERO DE 2012
4TA. AVENIDA 2-40 ZONA 1, EL TEJAR, CHIMALTENANGO		ESCALA	1/75
CONTENIDO		REVISÓ	ING. MANUEL APOLLONIA
<p>PLANTA DE TECHOS</p>			HOJA: 13/20



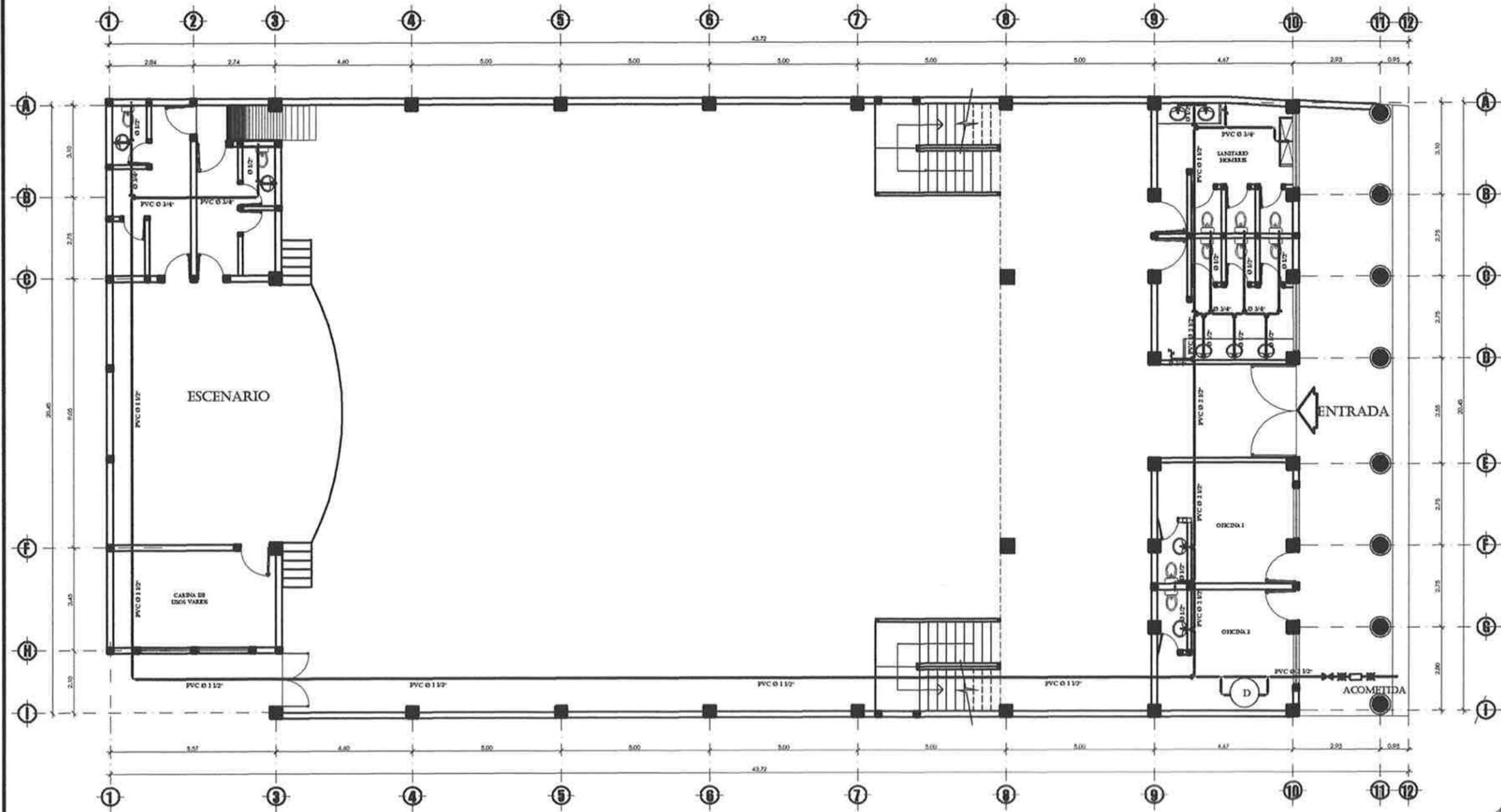
SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CAJA DE REGISTRO DE DRENAJE
	CAJA ATRAPA GRASA
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL
	PENDIENTE DE TUBERIA
C-5	INDICA NUMERO DE CAJA
B.A.P.	BADA DE AGUA PLUVIAL
PVC	TUBERIA PARA DRENAJE PVC
Ø3"	INDICA DIAMETRO TUBERIA
	YE
	CODO 90° PERFIL
	CODO 90° ELEVACIÓN
	CODO 45° PERFIL
	CODO 90° BAJA
	REDUCIDOR DE 4" A 3"
	BAJADA DE AGUA PLUVIAL
	INDICACION DE CONTINUIDAD DE LA TUBERIA
	TUBO DE DRENAJE AGUAS NEGRAS

PLANTA DE INSTALACIÓN DRENAJE Y PLUVIAL
 SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES

ESCALA: 1 / 75

Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN		 MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO
PROYECTO: SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES LOCALIZACIÓN: 1ª AVENIDA ZONA 1, EL TEJAR, CHIMALTENANGO		
DISEÑO: EDINER FALGALARA CALCULO: EDINER FALGALARA DISEÑO: EDINER FALGALARA FECHA: FEBRERO DE 2012 ESCALA: 1/75 REVISÓ: ING. MANUEL ARRIVALZA	CONTENIDO: PLANTA INST. DRENAJE Y PLUVIAL HOJA: 14 / 20	



SIMBOLOGÍA

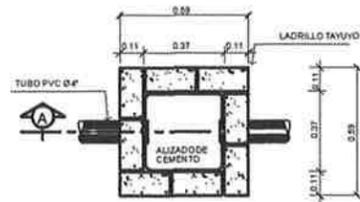
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CODO PVC 90° HORIZONTAL
	CODO PVC 90° VERTICAL
	TEE PVC HORIZONTAL
	TEE PVC VERTICAL
	GRIFO 3/4" (CHORRO)
	REDUCTOR PVC
	DEPOSITO ROTOPLAS, AMANCO CAPACIDAD 5,000 LITROS. COLOCADO EN EL SEGUNDO NIVEL.
	CHEQUE
	LLAVE DE COMPUERTA
	CONTADOR
	LLAVE DE PASO
	TUBO PVC 3/4" Ø INDICADO
	TUBO PVC 1/2" Ø INDICADO

PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRAÚLICA
SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES

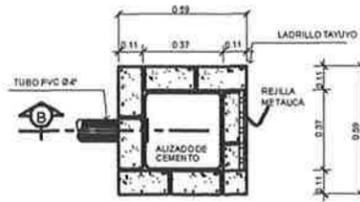
ESCALA: 1 / 75

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

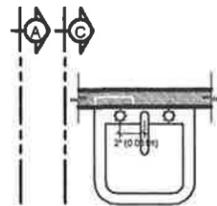
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN		
MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO		
PROYECTO	SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES	DISEÑO: EDWIN MELIJA CALCULO: EDWIN MELIJA DIBUJO: EDWIN MELIJA FECHA: FEBRERO DE 2012
LOCALIZACIÓN	47A. AVENIDA 2-50 ZONA 1, EL TEJAR, CHIMALTENANGO	ESCALA: 1/75 REVISO: ING. MANUEL AMORILLAGA
CONTENIDO	PLANTA INST. HIDRAÚLICA	HOJA: 15/20



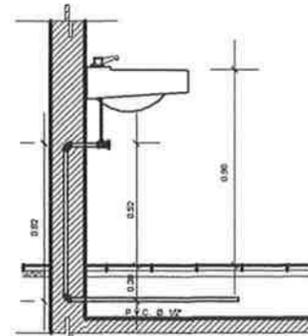
PLANTA
DETALLE CAJA DE REGISTRO ESCALA: 1/15



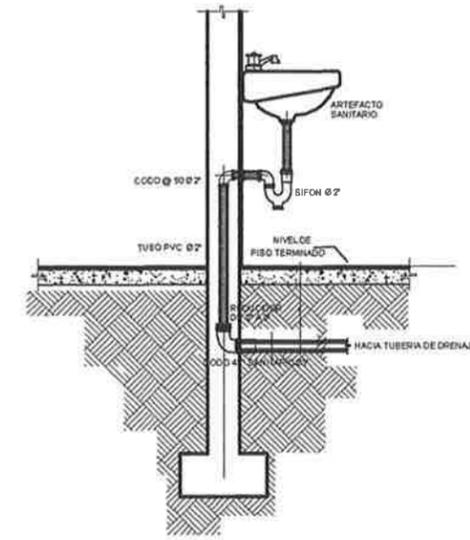
PLANTA
DETALLE CAJA DE REGISTRO ESCALA: 1/15



PLANTA
DETALLE LAVAMANOS SIN ESCALA



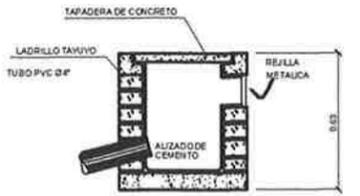
SECCIÓN A-A
DETALLE LAVAMANOS ESCALA: 1/15



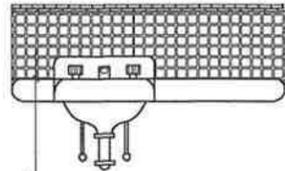
SECCIÓN C-C
DETALLE LAVAMANOS ESCALA: 1/15



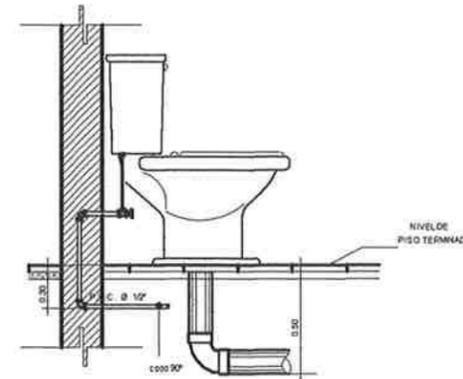
SECCIÓN A-A
DETALLE CAJA DE REGISTRO ESCALA: 1/15



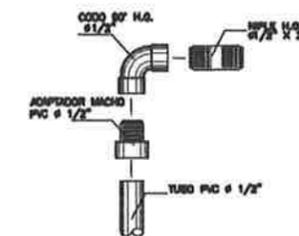
SECCIÓN B-B
DETALLE CAJA DE REGISTRO ESCALA: 1/15



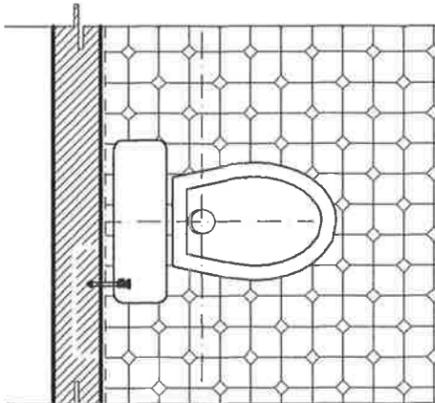
ELEVACIÓN
DETALLE LAVAMANOS ESCALA: 1/15



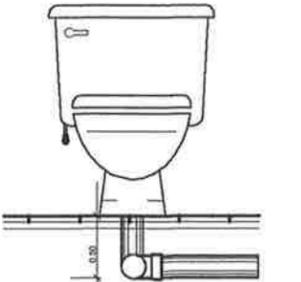
SECCIÓN
DETALLE DE INODORO ESCALA: 1/15



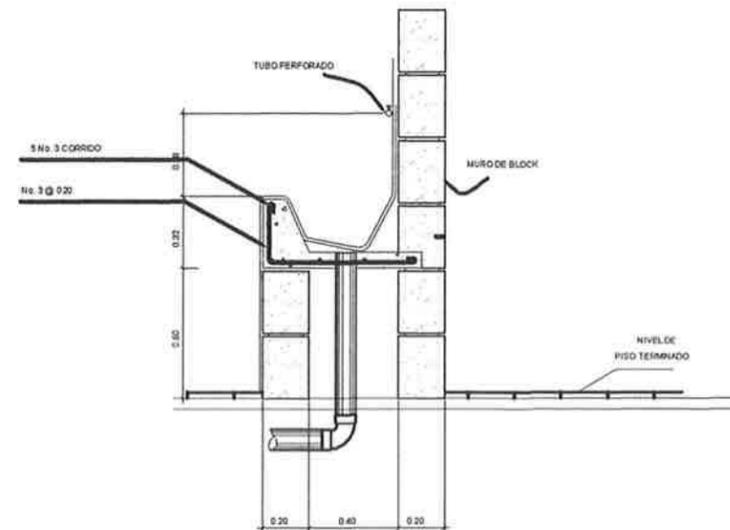
DETALLE ACOMETIDA ARTEFACTOS
DETALLES ARTEFACTOS SANITARIOS SIN ESCALA



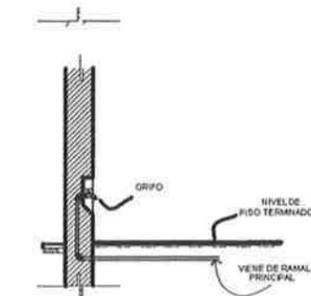
PLANTA
DETALLE DE INODORO ESCALA: 1/15



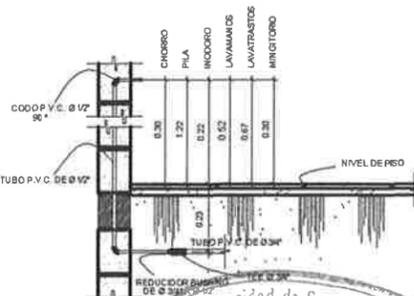
ELEVACIÓN
DETALLE DE INODORO ESCALA: 1/15



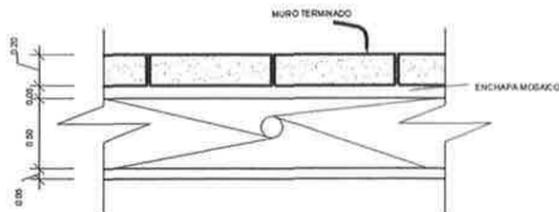
SECCIÓN
DETALLE DE URINAL ESCALA: 1/15



DETALLE DE GRIFO
DETALLES ARTEFACTOS SANITARIOS SIN ESCALA



DETALLE DE SALIDA DE TUBERÍA
DETALLES ARTEFACTOS SANITARIOS SIN ESCALA



PLANTA
DETALLE DE INODORO ESCALA: 1/15

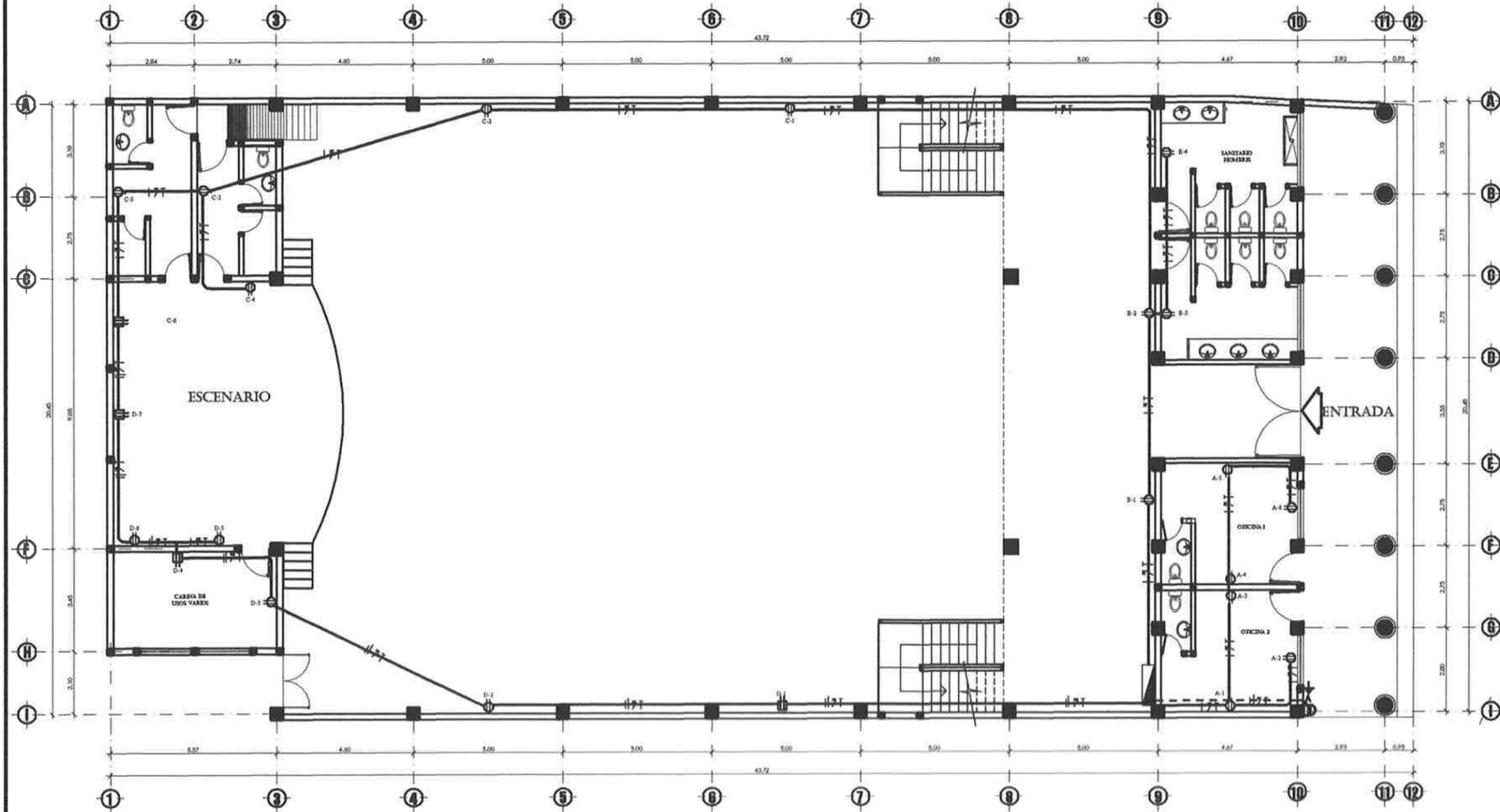
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO

PROYECTO: SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES
LOCALIZACIÓN: 4TA AVENIDA 2-60 ZONA 1, EL TEJAR, CHIMALTENANGO

CONTENIDO: DETALLES ARTEFACTOS SANITARIOS

HOJA: 16/20



SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	INDICA LINEAS VIVA, NEUTRAL Y TIERRA #12 THHN O INDICADO.
D-3	NUMERO DE TOMACORRIENTE + CIRCUITO
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V 20A. EN CAJA 4x2" EMPOTRADA EN PARED, H=0.30 m en PARTE SUPERIOR
	TOMACORRIENTE POLARIZADO 200V 50A. GRADO INDUSTRIAL EN CAJA 4"x4" H = 0.30 m ó SEGUN INDICACIONES
	VARILLA DE COBRE COPPERWELD 5/8 X 8 PIES
	INDICA TUBERIA TIPO PVC ELECTRICO EMPOTRADA EN PISO #3/4" O INDICADO.
	INDICA TUBERIA TIPO PVC ELECTRICO EN LOSA # 3/4" O INDICADO
	INDICA CAJA DE REGISTRO CUADRADA 4"x4" O INDICADO CON TAPADERA.
	TABLEROS DE DISTRIBUCION
	CONTADOR H=2.7 S.N.B.T.

CIRCUITO	NO. DE UNIDADES
A	6
B	4
C	6
D	7

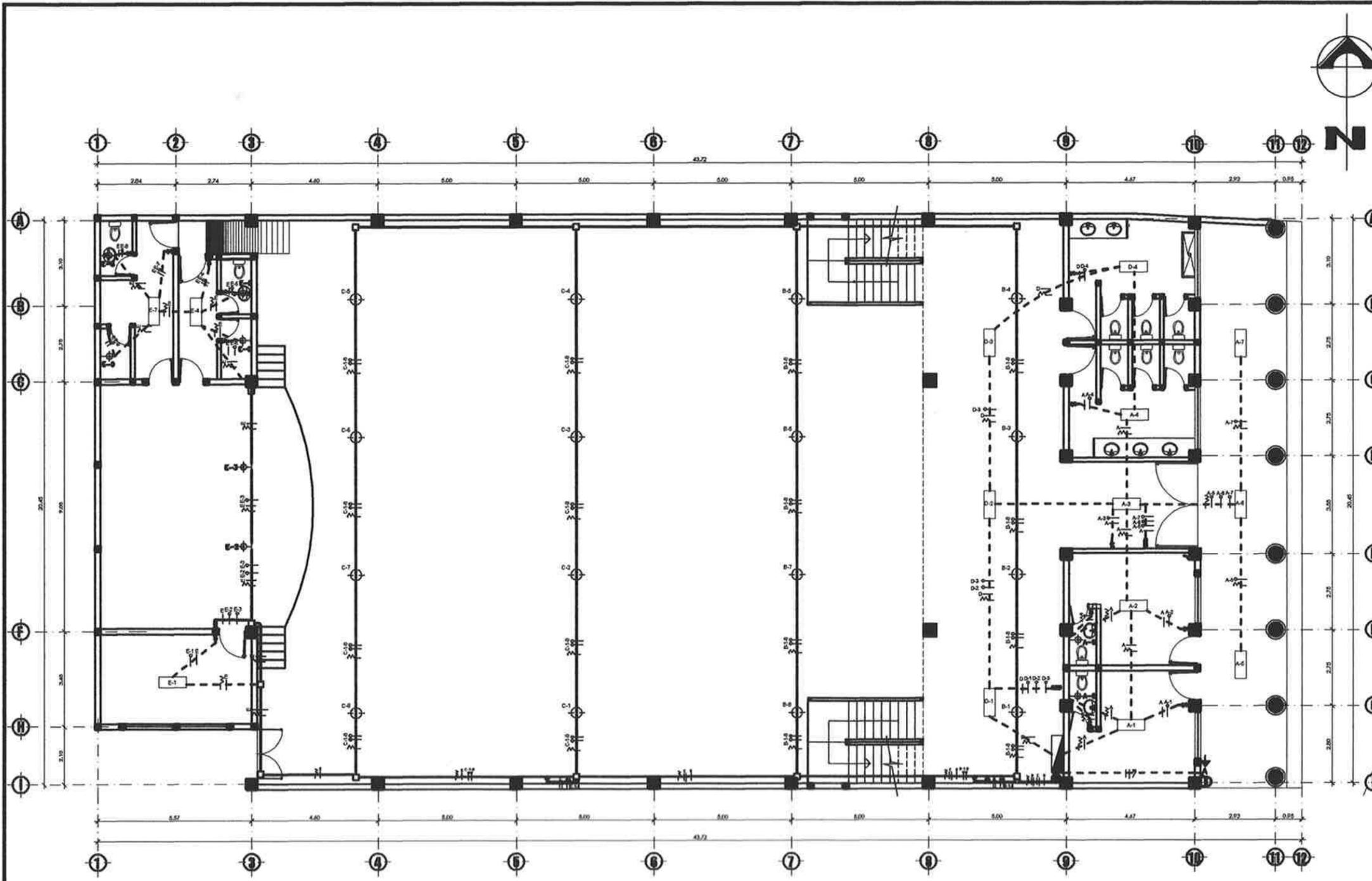
NOTA: PARA LOS TOMACORRIENTES DE 220 VOLTIOS - SE UTILIZARA CABLE DWG.# 8.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

PLANTA DE FUERZA
 SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES

ESCALA: 1 / 75

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p> <p>DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN</p>		
MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO		DISEÑO: EDWIN MELÉNDEZ CÁLCULO: EDWIN MELÉNDEZ DIBUJO: EDWIN MELÉNDEZ
PROYECTO: SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES		FECHA: FEBRERO DE 2012
LOCALIZACIÓN: 4TA. AVENIDA 2-60 ZONA 1, EL TEJAR, CHIMALTENANGO		ESCALA: 1/75 REVISÓ: ING. WAREL APRILAZA
CONTENIDO: PLANTA FUERZA		HOJA: 17/20



SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
B-1	ILUMINACIÓN EN CIELO LAMPARA COLGANTE, 400 WATTS.
I-2	ILUMINACIÓN EN PARED TIPO PLAFONERO H=1.80 S.N.P.T.
A-1	ILUMINACIÓN EN CIELO LAMPARA DE GAS NEÓN DE 40 WATTS
●	INDICA BAJADA DE TUBERIA ELECTRICA
⋮	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 AWG O INDICADO
⊕	LÍNEA DE PUENTE CALIBRE 12 AWG O INDICADO
⊥	LÍNEA VMA CALIBRE 12 AWG O INDICADO
⊕	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE 12 AWG O INDICADO
—	INDICA TUBERIA TIPO PVC ELECTRICO #3/4" O INDICADO
- - -	INDICA TUBERIA TIPO PVC ELECTRICO EN LOSA # 3/4" O INDICADO
→	PVC ELÉCTRICO #3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PISO
\$	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.
\$	INTERRUPTOR DOBLE H=1.20 S.N.P.T.
\$	INTERRUPTOR TRIPLE H=1.20 S.N.P.T.
\$	INTERRUPTOR THREE WAY DOBLE H=1.20 S.N.P.T.
\$220v.	INTERRUPTOR DOBLE 220 VOLTIOS H=1.80 S.N.P.T.
□	INDICA CAJA DE REGISTRO CUADRADA 4"x4" O INDICADO CON TAPADERA.
▭	TABLEROS DE DISTRIBUCION
A	CONTADOR H=2.7 S.N.S.T.

CIRCUITO	NO. DE UNIDADES
A	7
B	8
C	8
D	4
E	9

PLANTA DE ULIMINACIÓN
SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES

ESCALA: 1 / 75

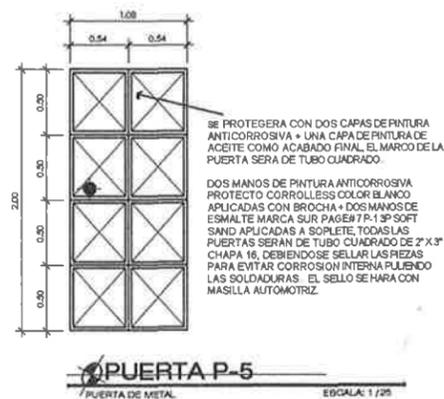
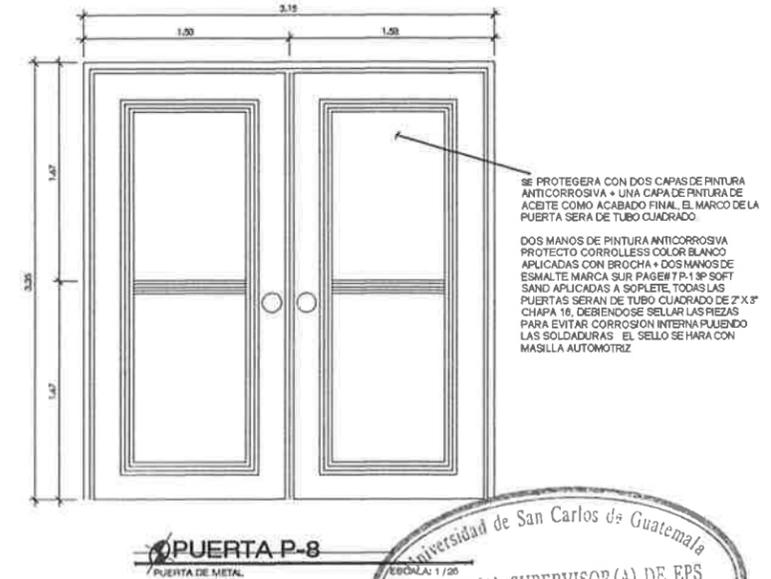
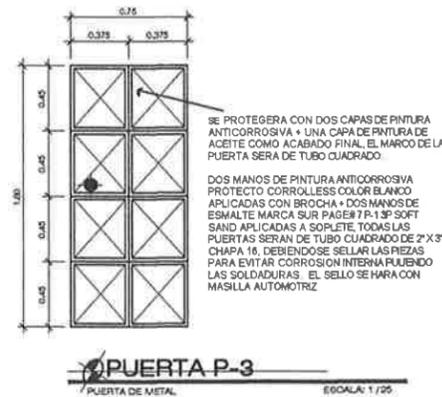
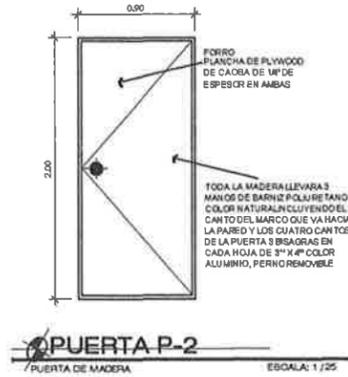
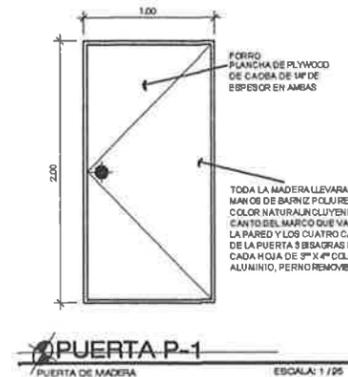
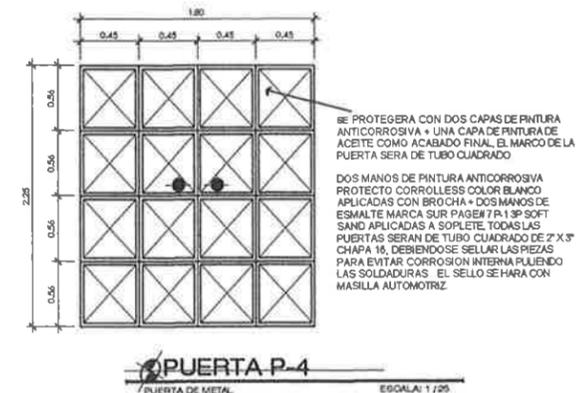
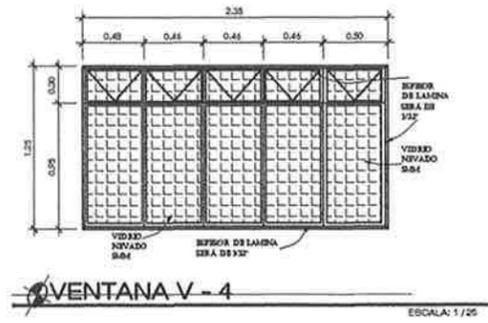
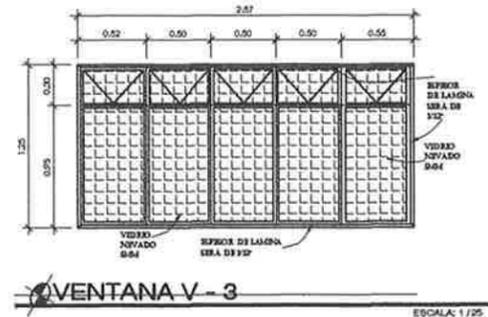
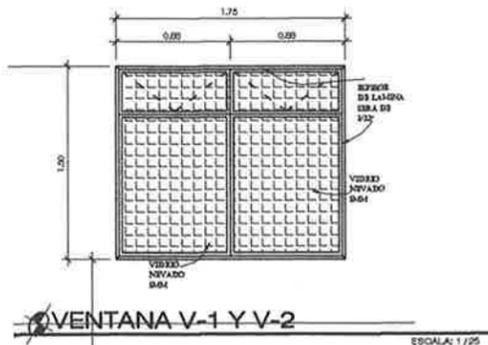
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO

PROYECTO: SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES
LOCALIZACIÓN: 4TA. AVENIDA 2-59 ZONA 1, EL TEJAR, CHIMALTENANGO

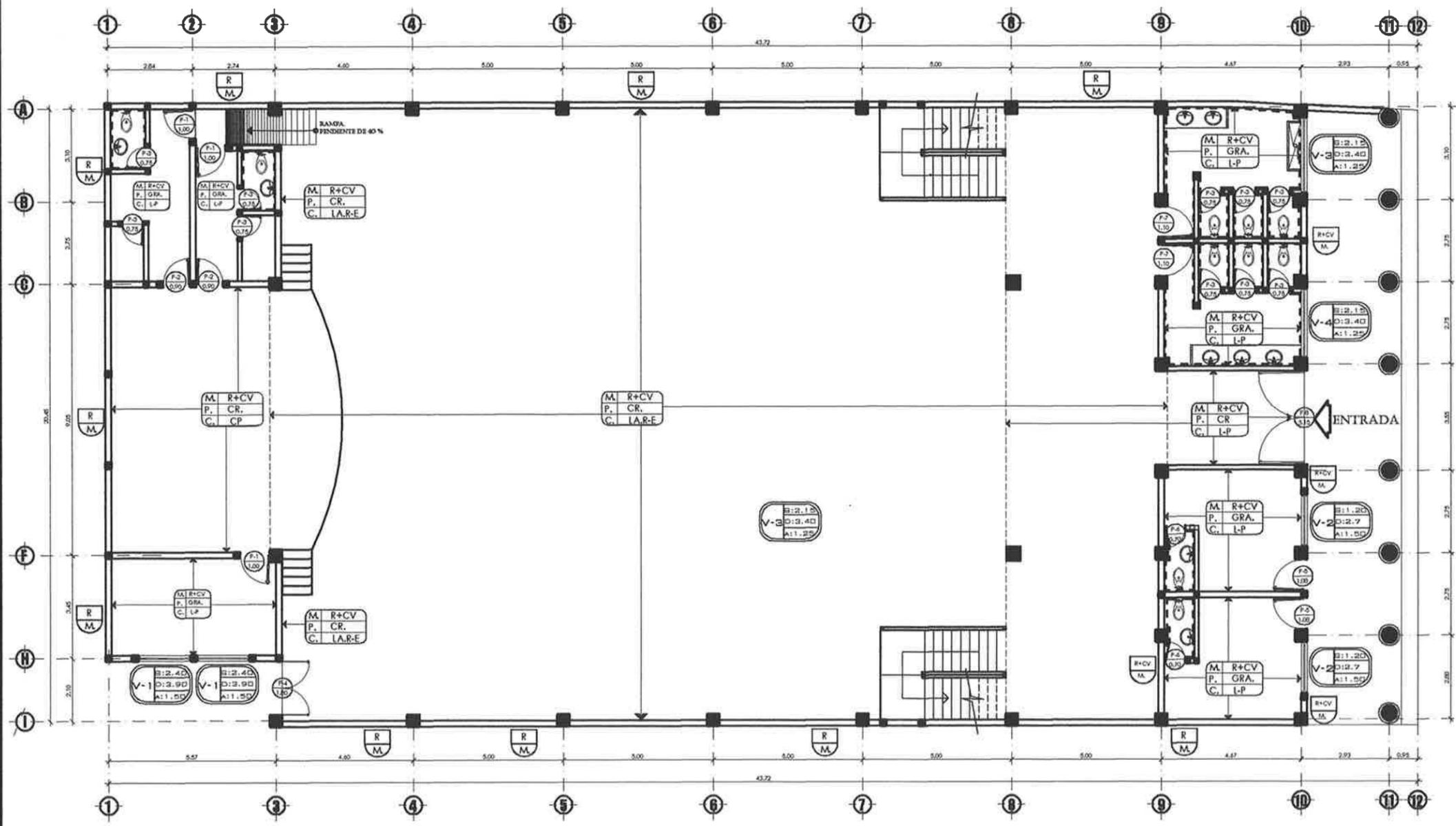
HOJA: 18 / 20

PLANTA ILUMINACIÓN



Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN	
MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO		PROYECTO: SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES	
LOCALIZACIÓN: 4TA. AVENIDA ZONA 1, EL TEJAR, CHIMALTENANGO		FECHA: FEBRERO DE 2012	
ESCALA: 1/25		FECHA: FEBRERO DE 2012	
REVISÓ: ING. MANUEL ARRIOLA		HOJA: 19/20	



NOMENCLATURA	
M. R+CV P. CR. C. L.A.R-E	MUROS+ REPELO + CERNO VERTICAL PISO+ CERAMICO DE 0.30 X 0.30 MTS. CUBIERTA+ LAMINA RED ONDA TIPO BACO
A.	AZULEJO+ EN MUROS H+ 1.00 Y H.F. DECORACION MTS.
P.1 TC	PISO+ TORTA DE CONCRETO DE 0.10 MTS.
P.1 GRA	PISO+ GRANITO
C.1 L-P	CUBIERTA+ LOSA PREFABRICADA
C.1 CP	CUBIERTA+ CONCHA PREFABRICADA
R+CV M.	MUROS (CARA EXTERIOR)+ REPELO + CERNO VERTICAL
P-2 2.00	INDICA TIPO DE PUERTA
---	INDICA AZULEJO EN MUROS
INDICA TIPO DE VENTANA	INDICA DILATADOR DE VENTANA INDICA DIBEL DE VENTANA INDICA LA ALTURA DE VENTANA

PLANILLA DE VENTANAS						
TIPO	ANCHO	DILAT.	DIBEL	ALTO	DESCRIPCION	CANT.
V-1	1.75 mts.	2.40 mts.	3.90 mts.	1.80 mts.	ESTRUCTURA DE METAL + VIDRIO	2
V-2	1.75 mts.	1.20 mts.	2.70 mts.	1.80 mts.	ESTRUCTURA DE METAL + VIDRIO	2
V-3	2.37 mts.	2.15 mts.	3.40 mts.	1.25 mts.	ESTRUCTURA DE METAL + VIDRIO	1
V-4	2.39 mts.	2.15 mts.	3.40 mts.	1.25 mts.	ESTRUCTURA DE METAL + VIDRIO	1

PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	DESCRIPCION	CANT.
P-1	1.00 mts.	2.00 mts.	ABATIBLE DE MADERA TRATADA	03
P-2	0.90 mts.	2.00 mts.	ABATIBLE DE MADERA TRATADA	02
P-3	0.75 mts.	1.80 mts.	ABATIBLE DE ESTRUCTURA METALICA + PINTURA ANTI-CORROSIVA	10
P-4	1.80 mts.	2.25 mts.	ABATIBLE DOBLE DE ESTRUCTURA METALICA + PINTURA ANTI-CORROSIVA	01
P-5	1.00 mts.	2.00 mts.	ABATIBLE DE ESTRUCTURA METALICA + PINTURA ANTI-CORROSIVA	02
P-6	0.70 mts.	1.80 mts.	ABATIBLE DE ESTRUCTURA METALICA + PINTURA ANTI-CORROSIVA	02
P-7	1.10 mts.	2.00 mts.	ABATIBLE DE ESTRUCTURA METALICA + PINTURA ANTI-CORROSIVA	02
P-8	5.15 mts.	3.35 mts.	ABATIBLE DOBLE DE ESTRUCTURA METALICA + PINTURA ANTI-CORROSIVA	01

PLANTA DE ACABADOS
SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES

ESCALA: 1 / 75

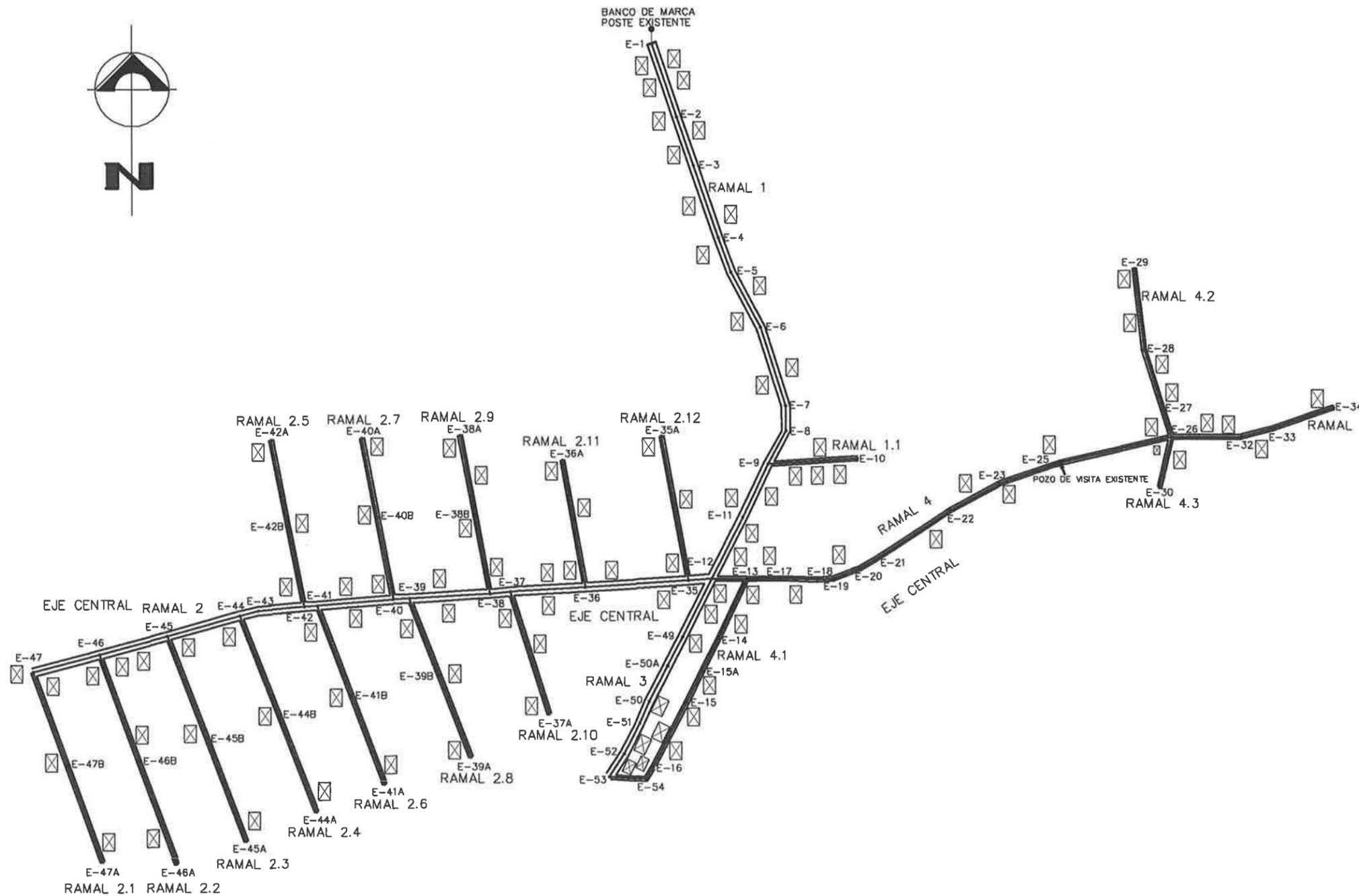
Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN		
MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO		
PROYECTO:	SALÓN MUNICIPAL DE USOS MÚLTIPLES	FECHA: FEBRERO DE 2013
LOCALIZACIÓN:	4TA. AVENIDA 2-00 ZONA 1, EL TEJAR, CHIMALTENANGO	ESCALA: 1/75
PLANTA DE ACABADOS		HOJA: 20/20

LIBRETA TOPOGRÁFICA

PROYECTO: DRENAJE MONTERREY MÉNDEZ
 UBICACIÓN: EL TEJAR, CHIMALTENANGO
 FECHA: OCTUBRE DE 2011

EST.	P.O.	AZIMUT		DH	ELEVACION	
		+	-			
BM	1	180	0	0	9.81	10000.00
1	2	181	29	0	82.92	9999.30
2	3	181	3	30	34.87	9999.25
3	4	181	13	0	51.99	9999.30
4	5	159	48	30	24.99	9999.57
5	6	182	2	0	42.87	9999.47
6	7	182	12	0	65.99	9999.80
7	8	178	54	30	17.17	10000.11
8	9	208	45	0	25.87	10000.24
9	10	88	28	30	81.99	9999.40
9	11	205	48	30	30.99	9999.85
11	12	208	53	30	45.99	9999.71
12	13	90	32	0	23.81	9999.97
13	14	205	17	30	45.00	9999.70
13	17	88	41	0	23.00	9999.88
17	18	91	60	0	25.85	9994.22
18	19	88	23	30	11.82	9999.83
19	20	89	5	0	19.47	9999.40
20	21	59	40	30	19.82	9991.18
21	22	58	49	30	63.85	9990.25
22	23	81	18	30	37.95	9999.94
24	25	71	11	30	39.85	9999.72
25	P.V. Exis	78	44	0	3.95	9999.77
25	26	70	44	0	82.00	9999.72
26	27	342	22	30	19.99	9999.19
26	28	342	30	0	81.82	9999.89
26	32	60	2	0	45.00	9999.09
26	30	183	13	0	35.82	9999.11
28	29	353	14	0	69.99	9994.81
32	33	75	30	0	22.00	9999.29
32	34	72	32	0	65.99	9994.52
32	35	285	32	0	15.99	9999.85
32	36	288	0	0	65.99	9999.42
32	37	288	31	0	137.99	9999.87
32	38	289	17	30	151.99	9999.85
35	35A	349	35	0	99.99	9999.87
36	36A	349	42	0	87.99	9999.89
37	37A	182	15	0	88.00	9999.81
38	38B	349	20	30	54.82	9999.24
38	38A	349	20	30	109.94	9999.53
39	39B	152	55	0	65.99	9999.44
39	39A	159	55	0	115.99	9999.28
39	39	205	34	30	64.99	9999.59
39	40	207	47	0	10.84	9999.44
39	41	205	43	0	82.95	9999.88
39	42	205	49	0	71.95	9999.86
40	40B	349	5	30	68.99	9999.31
40	40A	349	5	30	111.99	9999.17
41	41B	159	15	0	64.99	9999.85
41	41A	159	15	0	130.00	9999.81
42	42B	349	48	0	65.99	9999.80
42	42A	349	48	0	115.00	9999.12
42	43	284	54	30	31.95	9999.82
43	44	255	59	0	12.88	9999.77
43	45	254	40	0	83.87	9999.48
44	44B	159	32	0	72.99	9999.45
44	44A	159	32	0	143.99	9999.12
45	45B	159	9	0	74.99	9999.14
45	45A	159	9	0	148.99	9999.30
45	46	254	40	0	47.87	9999.26
45	47	255	5	0	64.99	9999.83
46	46B	159	45	0	78.99	9999.79
46	46A	159	45	0	151.99	9999.23
47	47B	159	51	0	87.99	9999.88
47	47A	159	51	0	137.99	9999.21
12	48	205	32	30	44.37	9999.57
12	50A	205	82	30	88.00	9999.43
12	60	208	62	30	93.99	9999.27
12	51	208	21	30	109.99	9999.10
51	51B	307	5	0	32.24	9999.71
51	51A	307	5	0	41.84	9999.30
14	15	208	40	0	46.00	9999.93
14	16A	208	40	0	24.70	9999.82
14	16	208	39	0	87.99	9999.77
18	18	810	54	0	118.89	9999.87



PLANTA TOPOGRAFICA Y DENSIDAD DE VIVIENDA

DRENAJE MONTERREY MÉNDEZ

ESCALA: 1 / 1500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO MONTERREY MÉNDEZ

LOCALIZACIÓN: SECTOR MONTERREY MÉNDEZ, ZONA 2, EL TEJAR.

CONTENIDO:

BOLETO: EDWIN RAMÍREZ ARIAS

CALIDAD: EDWIN RAMÍREZ ARIAS

BOLETO: EDWIN RAMÍREZ ARIAS

FECHA: ENERO DE 2012

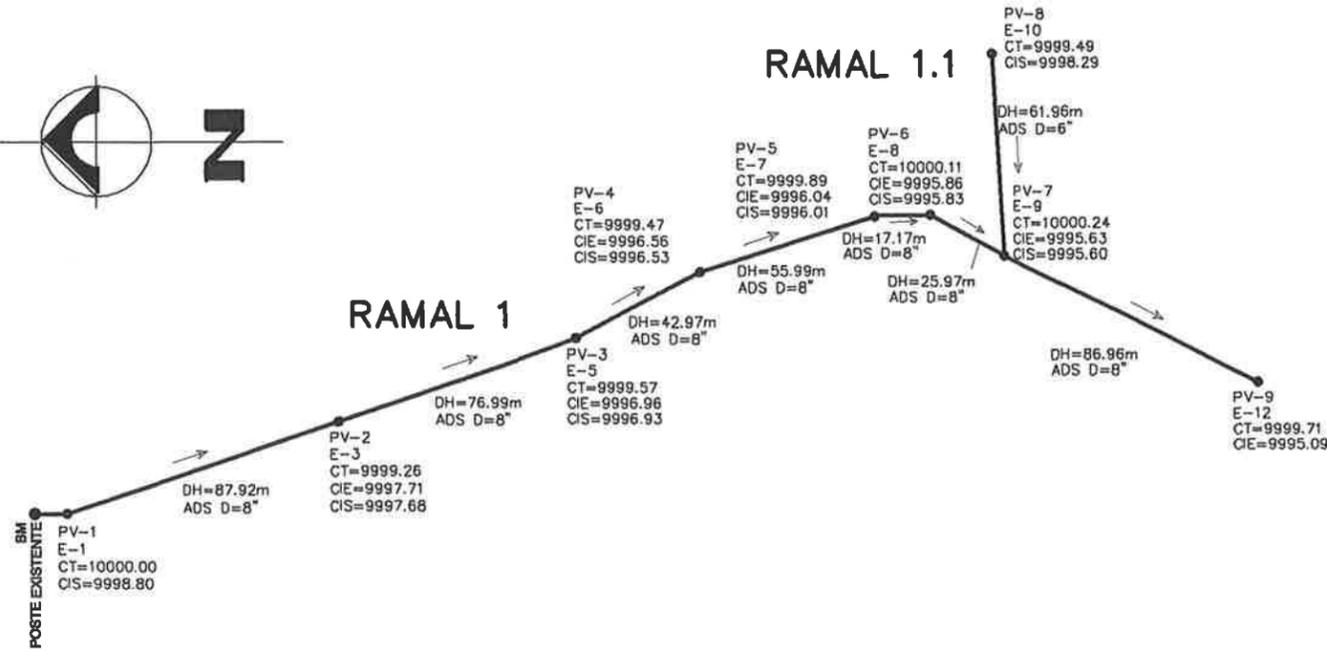
ESCALA: 1:10000

REVISÓ: ING. MARCEL ABBONDADO

HOJA:

01 / 07

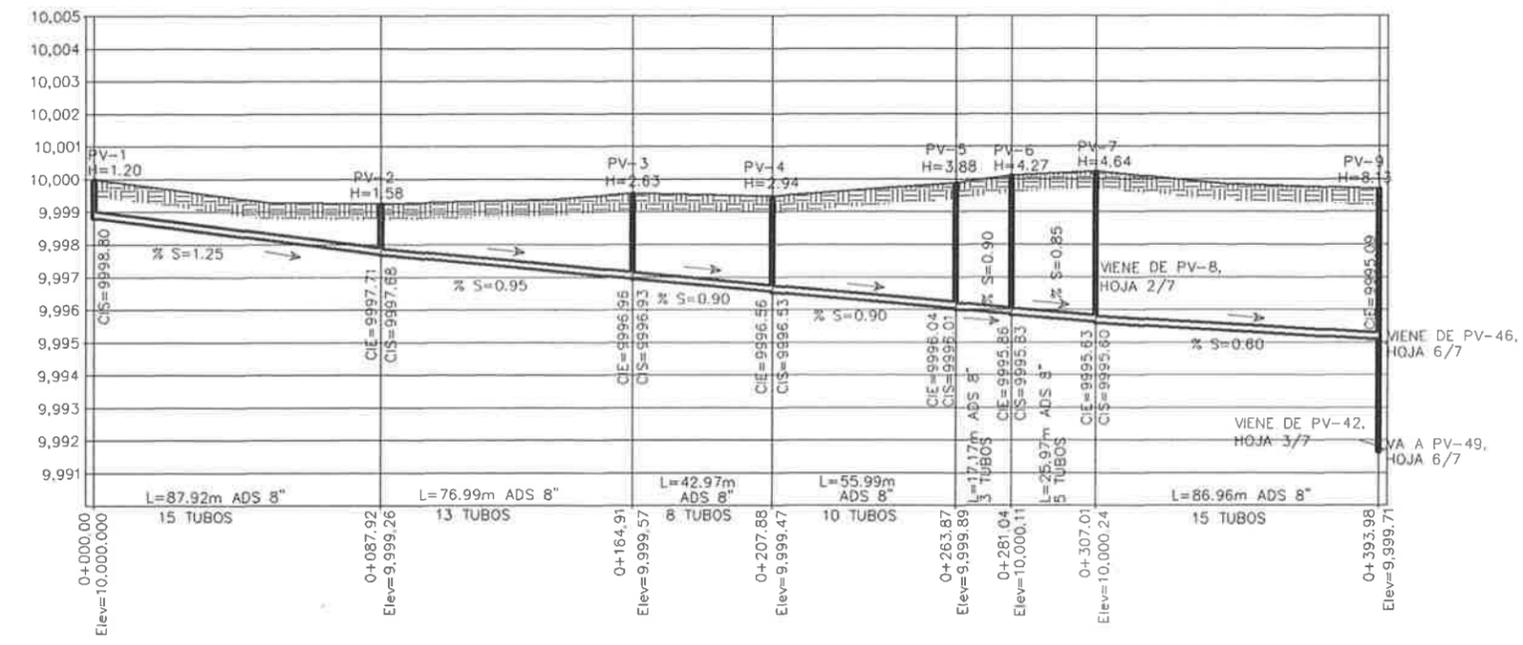
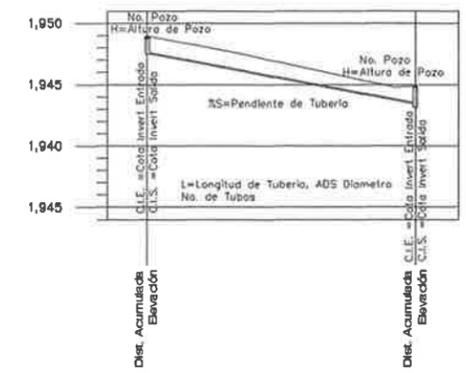
PLANTA TOPOGRAFICA 1



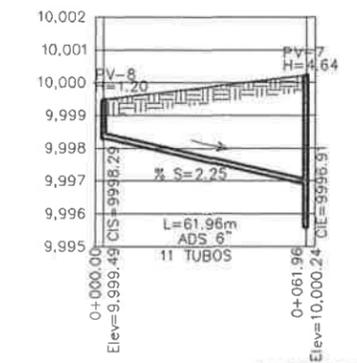
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS DE VISITA
DRENAJE MONTERREY MÉNDEZ ESCALA: 1 / 1000

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Pozo de visita
—○—	Ramal del drenaje
→	Dirección del flujo
E	Estación
D	Diámetro de tubería
PV-	Pozo de visita No.
CT	Cota del terreno
====	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS
——	Superficie del terreno
⊙	Tubería que entra a pozo de visita
⊗	Tubería que sale de pozo de visita



PERFIL RAMAL 1
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/100



PERFIL RAMAL 1.1
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO MONTERREY MÉNDEZ

LOCALIZACIÓN: SECTOR MONTERREY MÉNDEZ, ZONA 2, EL TEJAR.

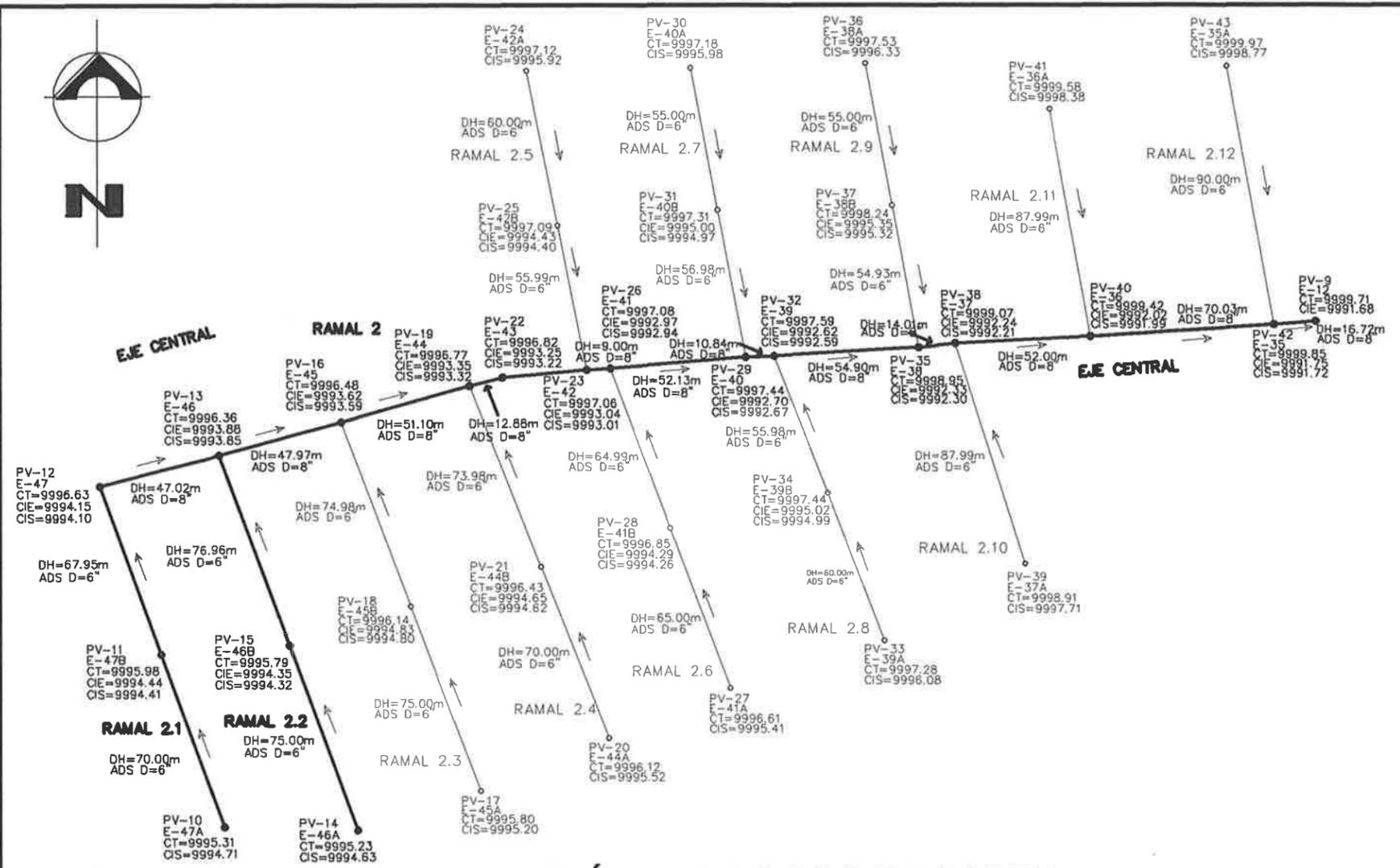
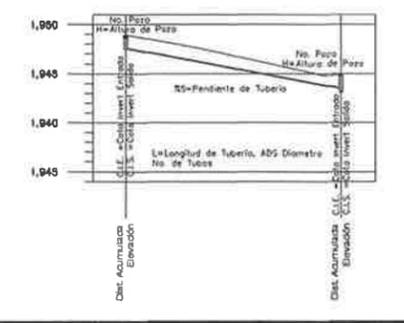
CONTENIDO: PLANTA PERFIL RAMAL 1

HOJA: 02/07

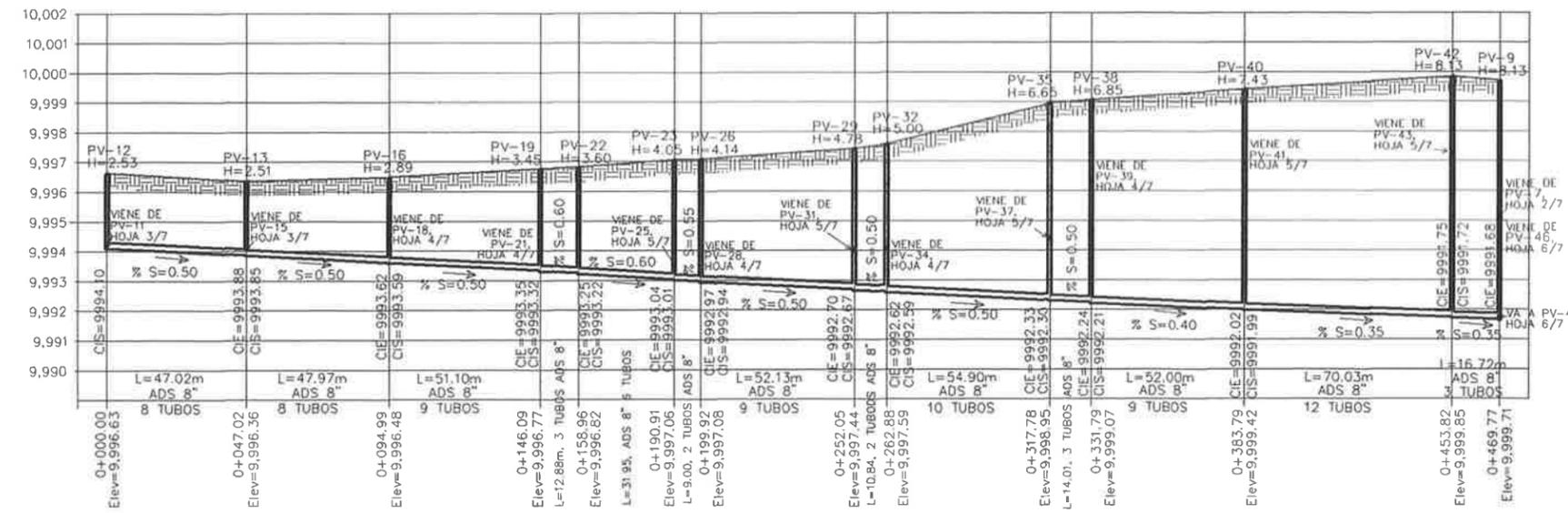
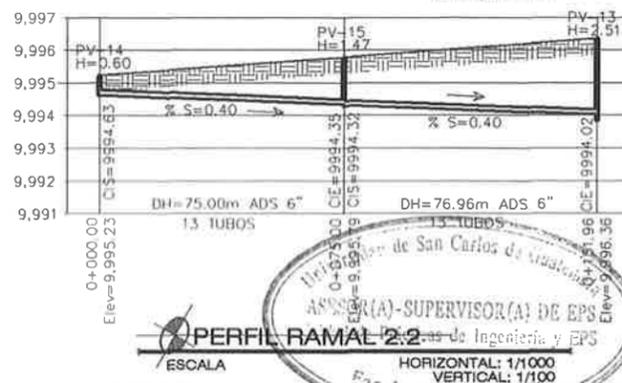
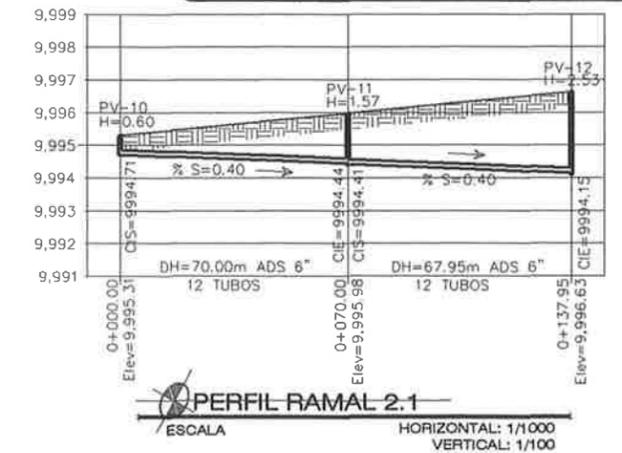


SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Pozo de visita
—	Ramal del drenaje
→	Dirección del flujo
—	Estación
D	Díametro de tubería
PV-	Pozo de visita No.
CT	Cota del terreno
—	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS
—	Superficie del terreno
○	Tubería que entra a pozo de visita
⊙	Tubería que sale de pozo de visita



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS DE VISITA
DRENAJE MONTERREY MÉNDEZ ESCALA: 1 / 1000

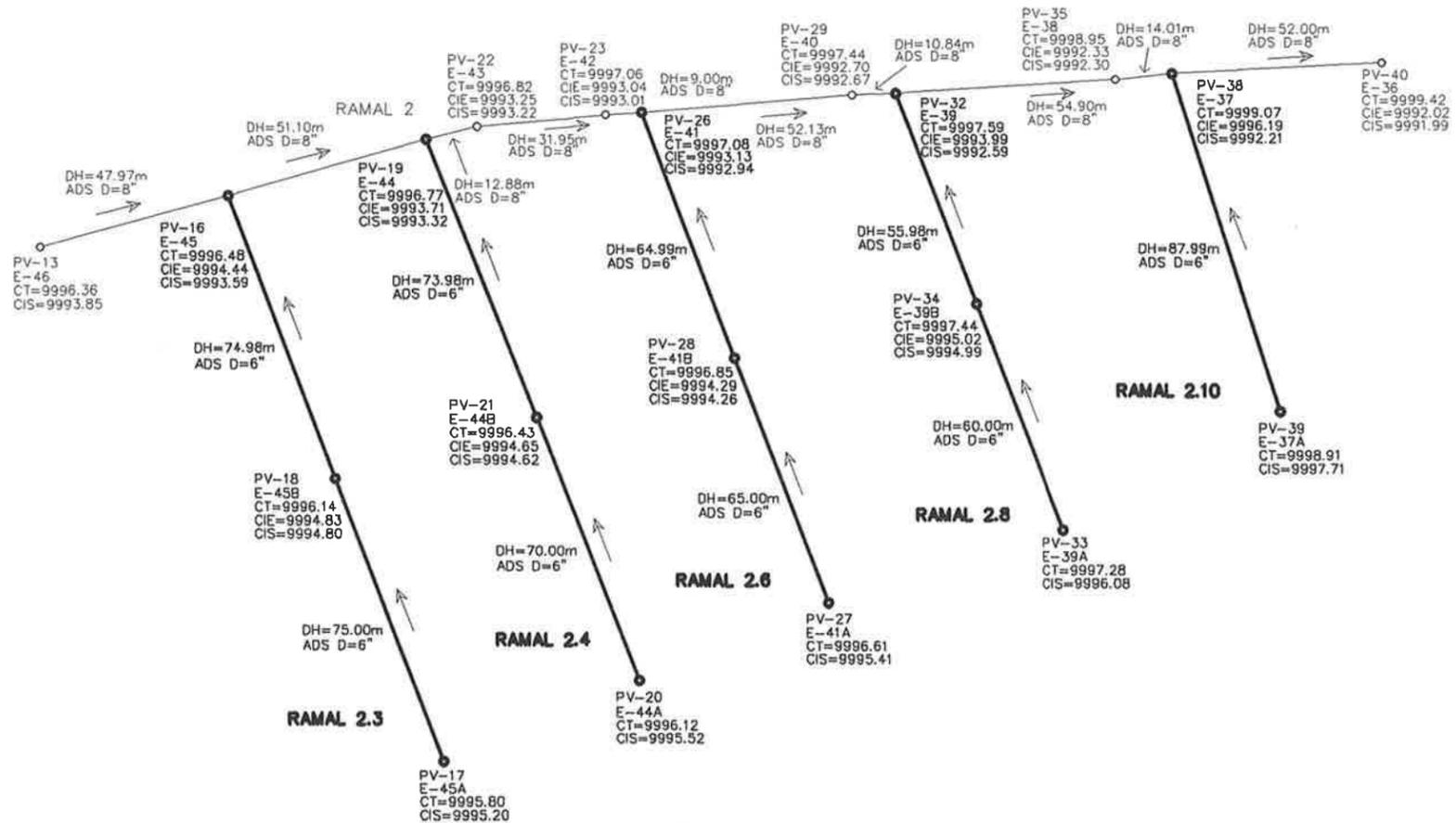


PERFIL RAMAL 2
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN
MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO

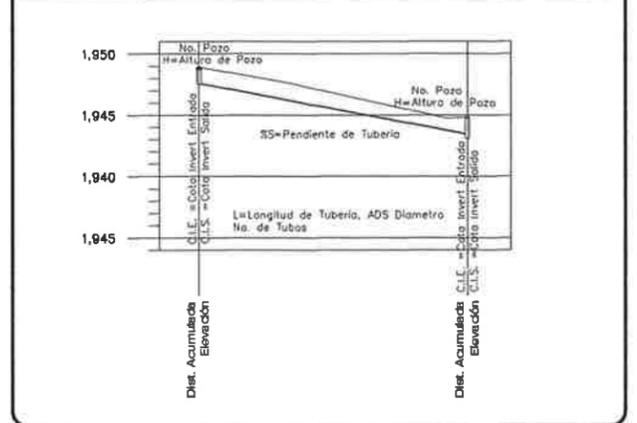
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO MONTERREY MÉNDEZ
LOCALIZACIÓN: SECTOR MONTERREY MÉNDEZ, ZONA 2, EL TEJAR

HOJA: 03/07
PLANTA PERFIL RAMAL 2



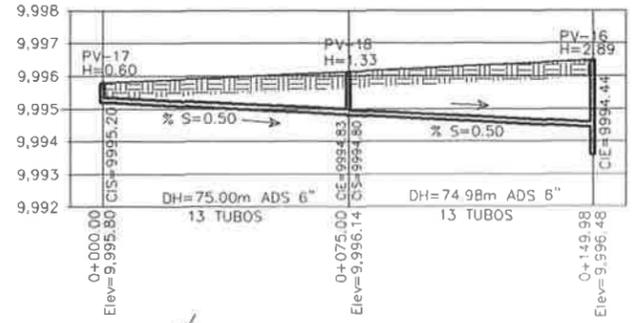
SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Pozo de visita
—○—	Ramal del drenaje
→	Dirección del flujo
—	Estación
D	Diametro de tubería
PV-	Pozo de visita No.
CT	Cota del terreno
—	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS
—	Superficie del terreno
○	Tubería que entra a pozo de visita
○	Tubería que sale de pozo de visita

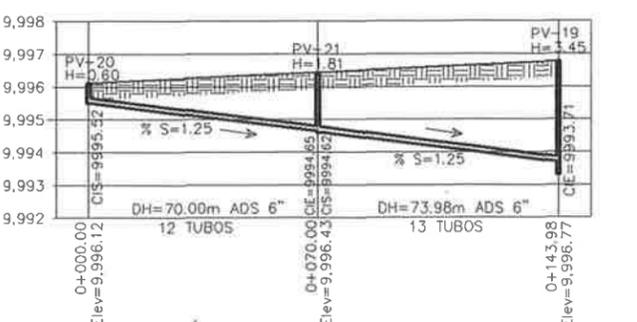


PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS DE VISITA

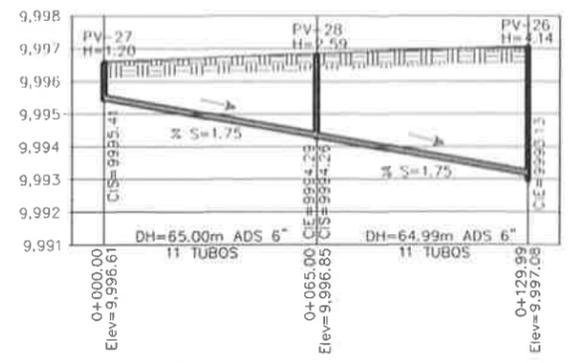
DRENAJE MONTERREY MÉNDEZ ESCALA: 1 / 750



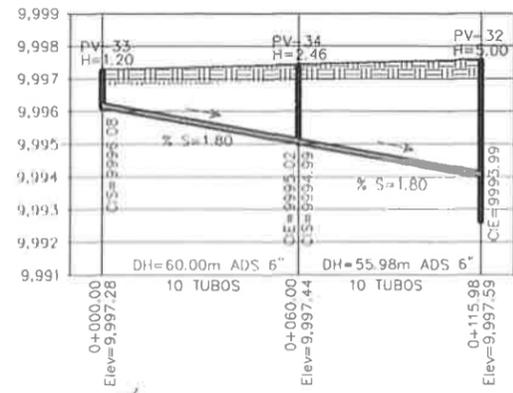
PERFIL RAMAL 2.3
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/100



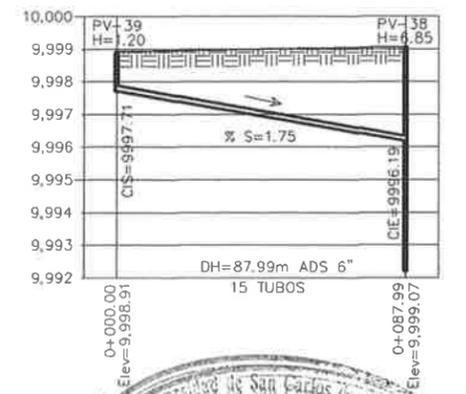
PERFIL RAMAL 2.4
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/100



PERFIL RAMAL 2.6
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/100



PERFIL RAMAL 2.8
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/100



PERFIL RAMAL 2.10
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

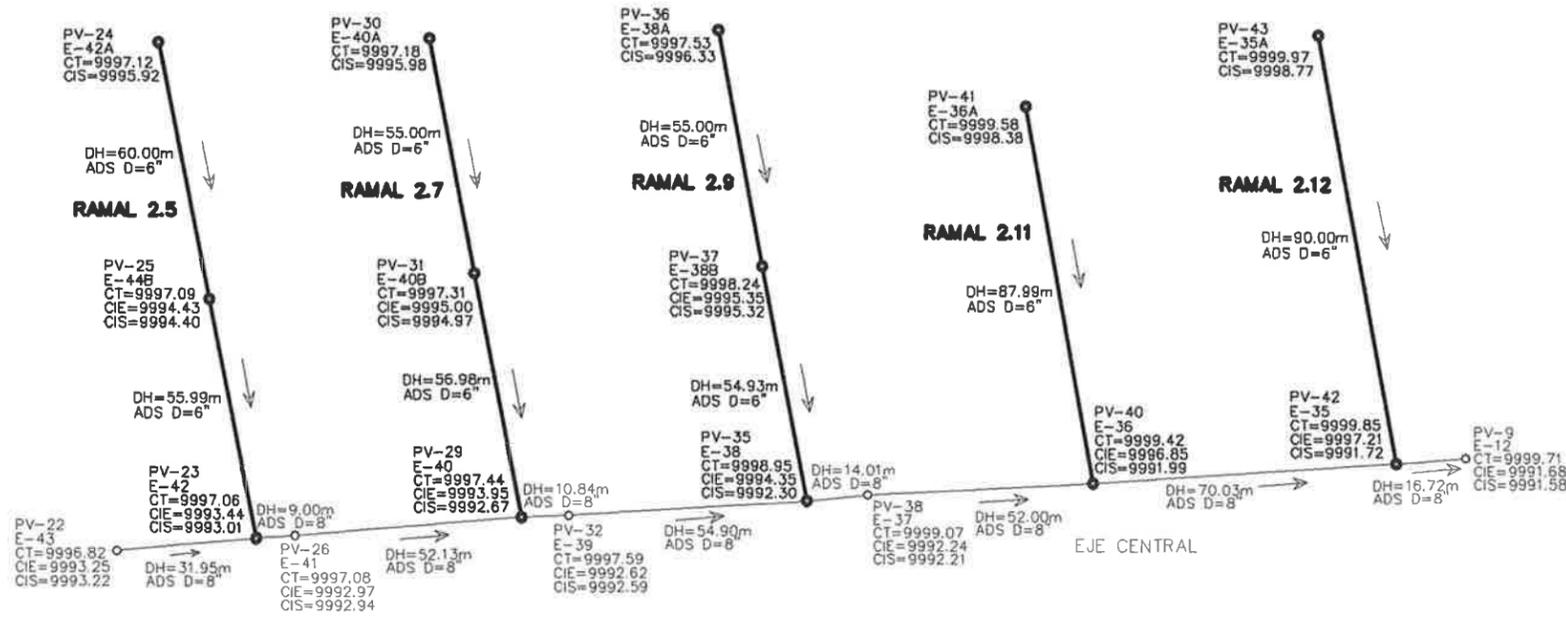
MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO MONTERREY MÉNDEZ

LOCALIZACIÓN: SECTOR MONTERREY MÉNDEZ, ZONA 2, EL TEJAR

CONTENIDO: **PERFILES VARIOS**

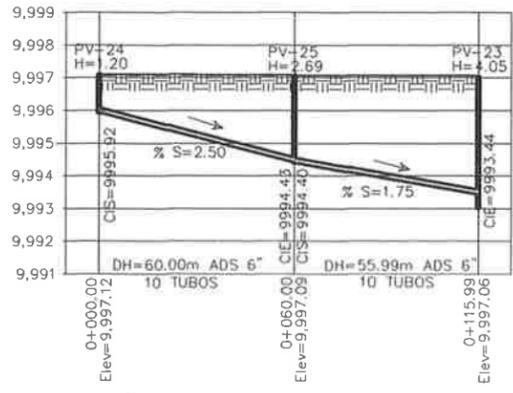
HOJA: **04 / 07**



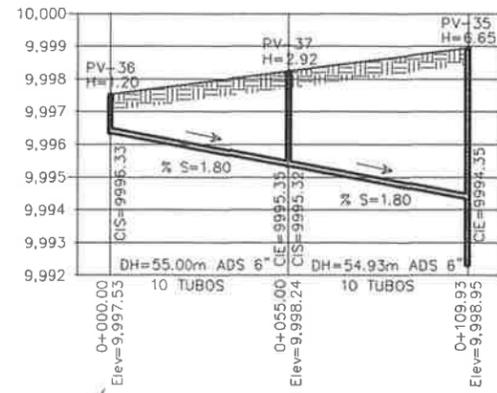
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS DE VISITA
DRENAJE MONTERREY MÉNDEZ ESCALA: 1 / 750

SIMBOLOGÍA

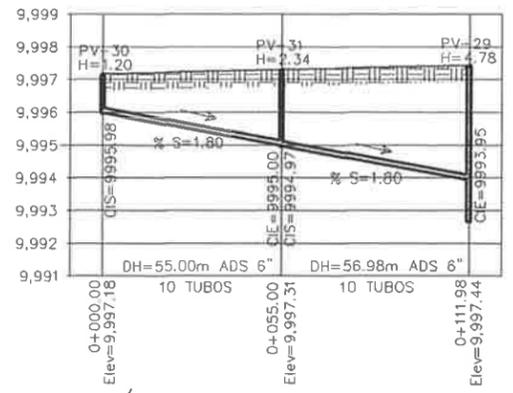
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Pozo de visita
—○—	Ramal del drenaje
→	Dirección del flujo
E	Estación
D	Diametro de tubería
PV-	Pozo de visita No.
CT	Cota del terreno
==	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS
---	Superficie del terreno
⊙	Tubería que entra a pozo de visita
⊗	Tubería que sale de pozo de visita



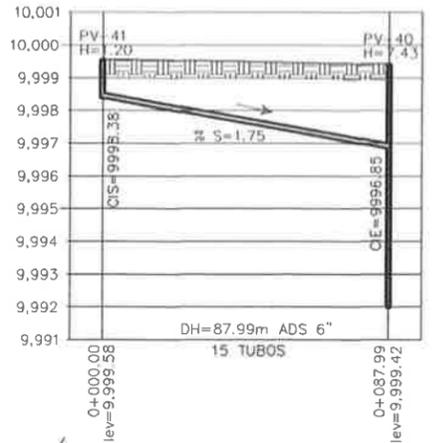
PERFIL RAMAL 2.5
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/100



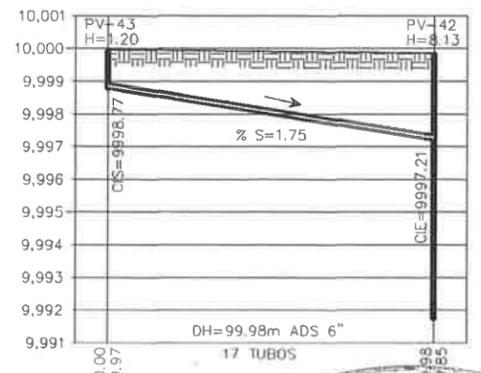
PERFIL RAMAL 2.9
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/100



PERFIL RAMAL 2.7
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/100



PERFIL RAMAL 2.11
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/100



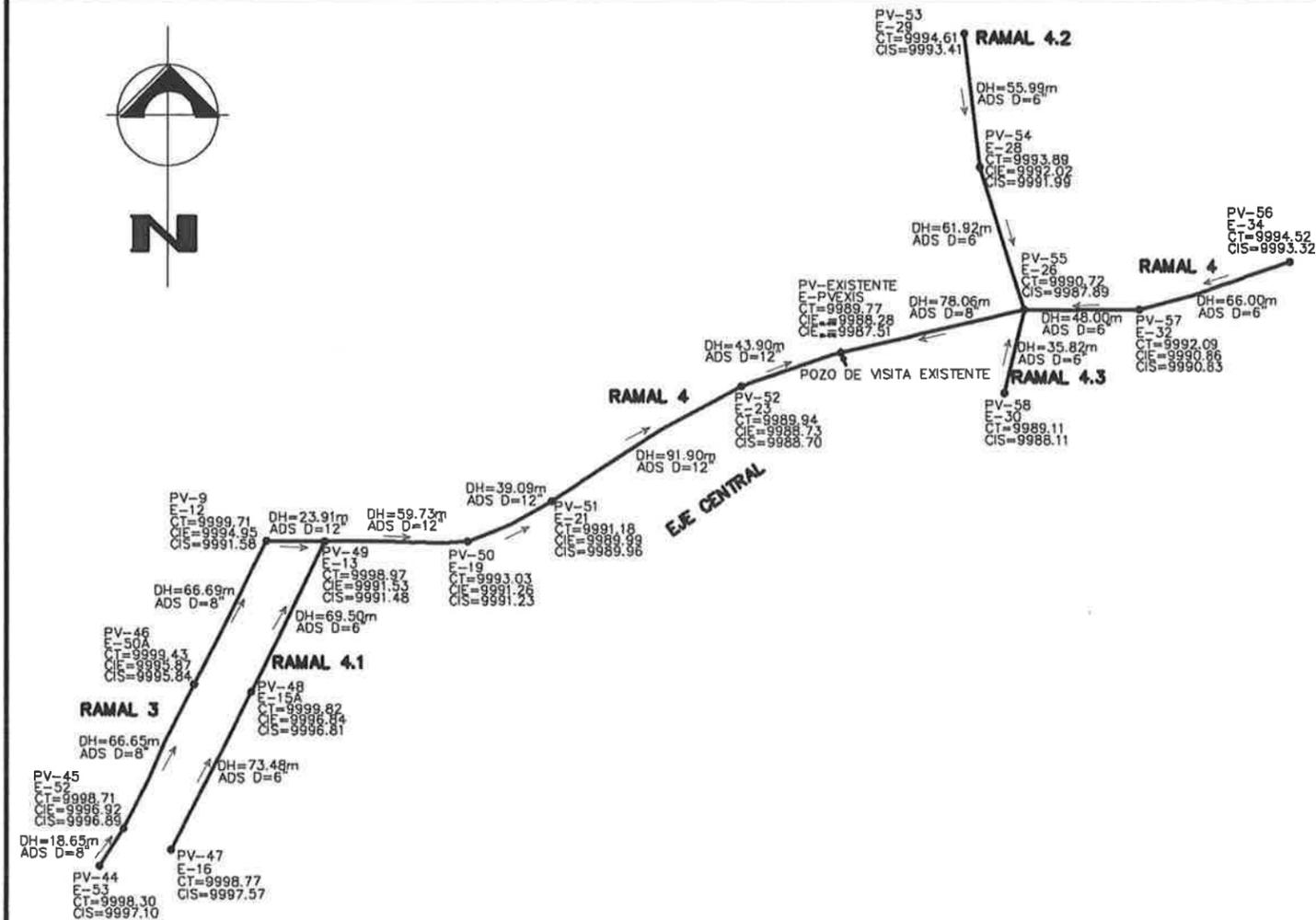
PERFIL RAMAL 2.12
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO

PROYECTO:	DRENAJE SANITARIO MONTERREY MÉNDEZ	DISEÑO:	ESTIVANIELA
LOCALIZACIÓN:	SECTOR MONTERREY MÉNDEZ, ZONA 2, EL TEJAR	CALCULO:	ESTIVANIELA
CONTENIDO:	PERFILES VARIOS	DIBUJO:	ESTIVANIELA
		FECHA:	ENERO DE 2012
		ESCALA:	INDICADA
		REVISÓ:	HO. MARIL APVALLANA

HOJA: **05 / 07**



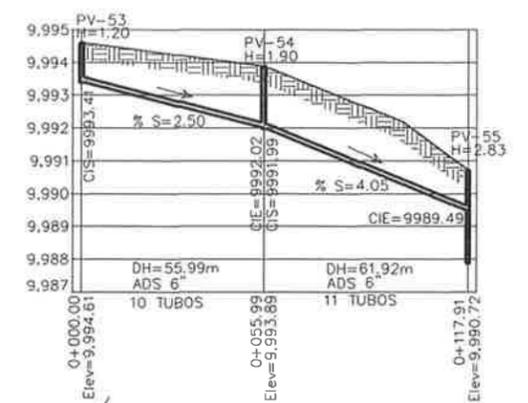
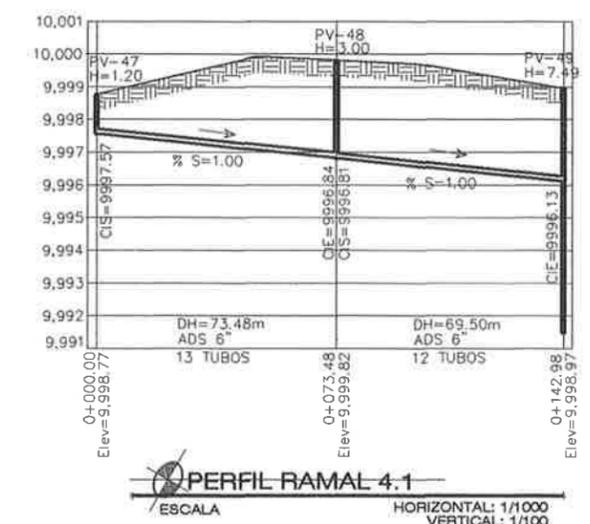
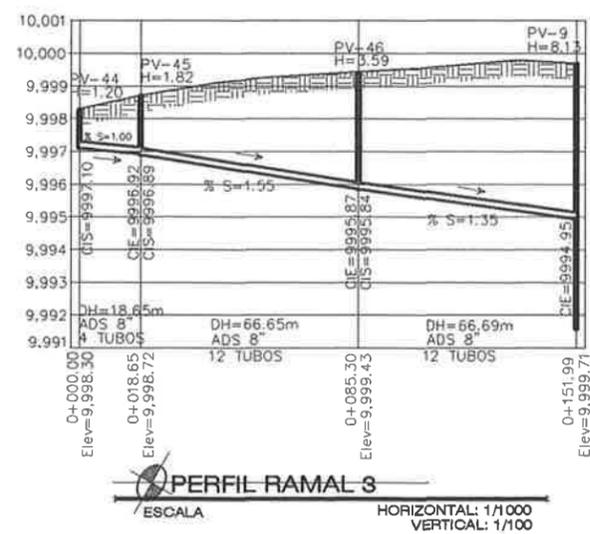
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS DE VISITA

DRENAJE MONTERREY MÉNDEZ

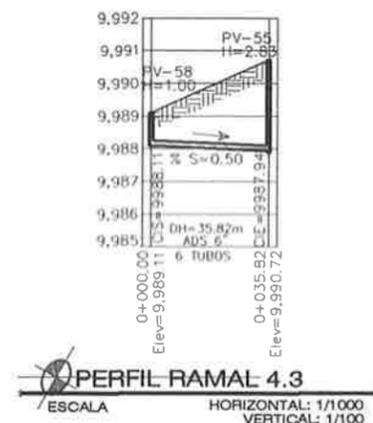
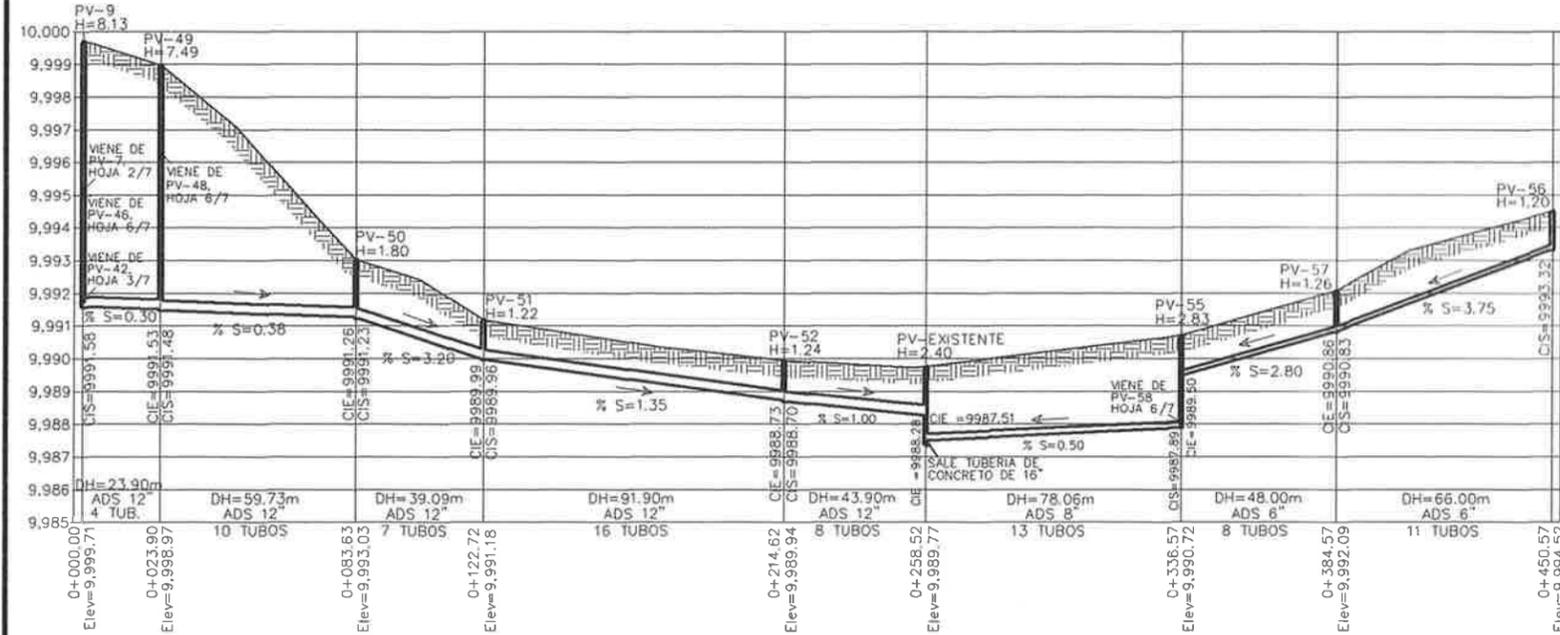
ESCALA: 1 / 1250

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Pozo de visita
—	Ramal del drenaje
→	Dirección del flujo
—	Estación
D	Diametro de tubería
PV-	Pozo de visita No.
CT	Cota del terreno
—	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS
—	Superficie del terreno
⊙	Tubería que entra a pozo de visita
⊗	Tubería que sale de pozo de visita



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



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO MONTERREY MÉNDEZ
LOCALIZACIÓN: SECTOR MONTERREY MÉNDEZ, ZONA 2, EL TEJAR

PLANTA PERFIL RAMAL 3 Y 4

HOJA 06/07

ESPECIFICACIONES

ACERO

- EL ACERO DEBERA TENER UN f_y : 2,800 Kg/cm² (Grado 40).

CONCRETO

- EL CONCRETO DEBERA TENER UN f'_c : 210 Kg/cm² (3000 Psi)
- EL AGREGADO GRUESO (PIEDRIN) DEBERA TENER UN DIAMETRO MINIMO 1/2"
- PROPORCIONAMIENTO POR m³ DE CONCRETO:
 - 6 SACOS DE CEMENTO PORTLAND TIPO I (UGC), 0.34 m³ DE ARENA DE RIO, 0.67 m³ DE PIEDRIN Y 150 Lts. DE AGUA POTABLE.
 - 6 SACOS DE CEMENTO PORTLAND TIPO I (UGC), 4 CARROSADAS DE ARENA DE RIO, 8 CARROSADAS DE PIEDRIN Y 8 CUBETAS DE AGUA POTABLE.
- EL RECUBRIMIENTO MINIMO PARA LA BASE SERA DE 7 cms EN BROCAL Y EN LA TAPADERA SERA DE 3 A 5 cms.

SABIETA

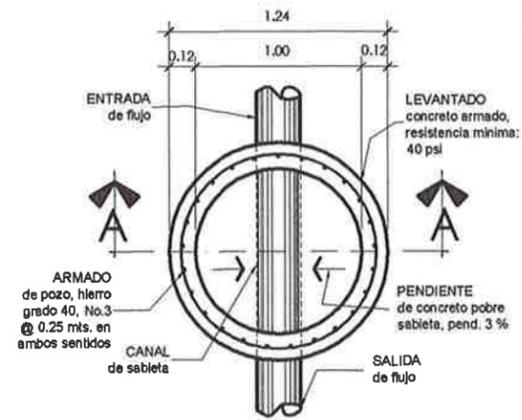
- PROPORCION 1:3 (1 SACO DE CEMENTO + 4.5 CUBETAS DE ARENA DE RIO)

TUBERIA

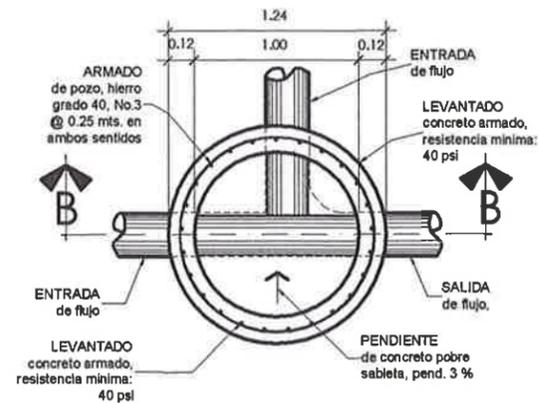
- UTILIZAR TUBERIA PARA DRENAJES DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD CORRUGADA ADS N-12, NORMA ASTM D2412-2002.

NOTAS

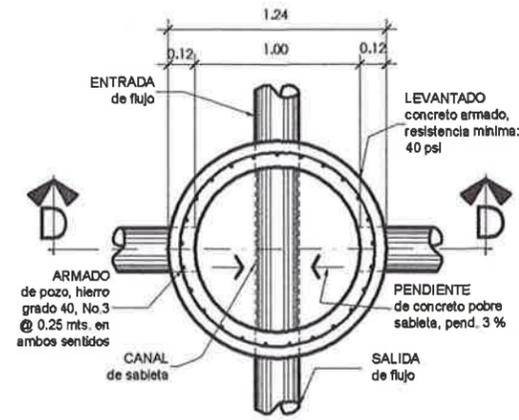
- EN LOS POZOS DE VISITA EN DONDE LA CAIDA DE AGUA DE LA TUBERIA ENTRANTE SEA MAYOR A 0.70 METROS, SE DEBERA INSTALAR DISIPADORES DE ENERGIA SEGUN LO INDICAN LOS DETALLES.
- LOS BROCALES Y TAPADERAS DE LOS POZOS, DEBERAN CURARSE SEGUN ESPECIFICACIONES ACI, ANTES DE LA COLOCACION.
- LA CUBIERTA MINIMA DE LA TUBERIA A NIVEL DE PISO TERMINADO ES DE 30 cm EN CONDICIONES DE TRAFICO H20.
- LA TUBERIA DEBERA ACUÑARSE A CADA LADO DEL TUBO CON PEGAMENTO PARA PVC.



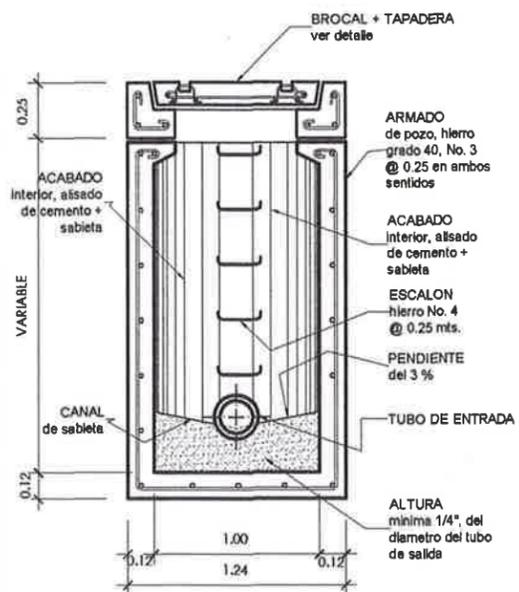
POZO DE VISITA
PLANTA, UNA ENTRADA ESCALA: 1/15



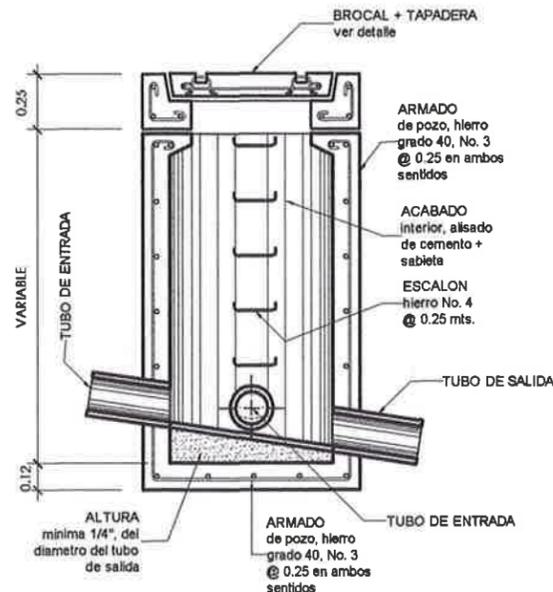
POZO DE VISITA
PLANTA, DOS ENTRADAS ESCALA: 1/15



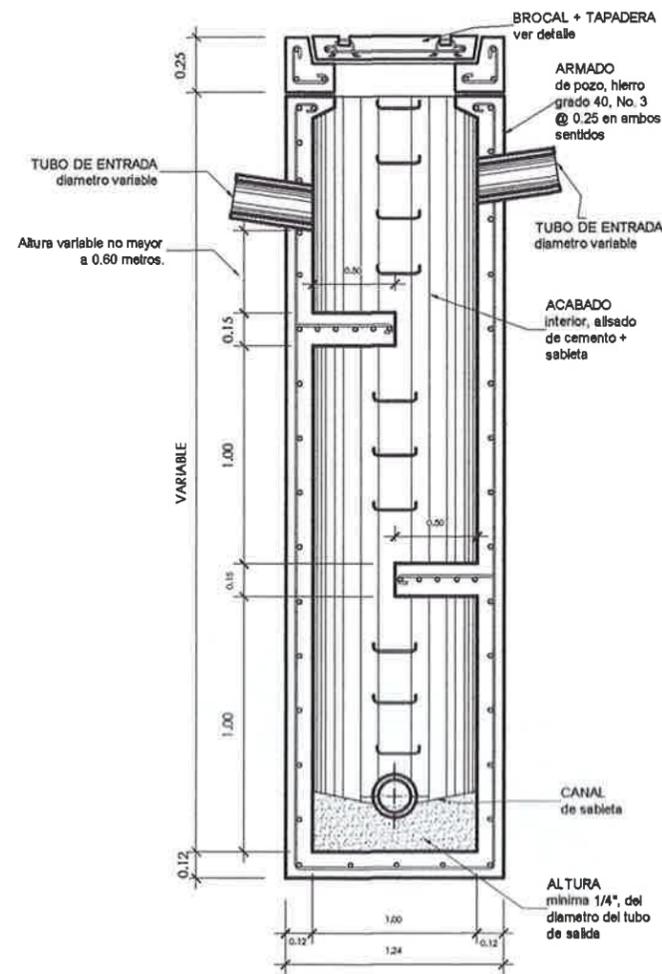
POZO DE VISITA
PLANTA, TRES ENTRADAS ESCALA: 1/15



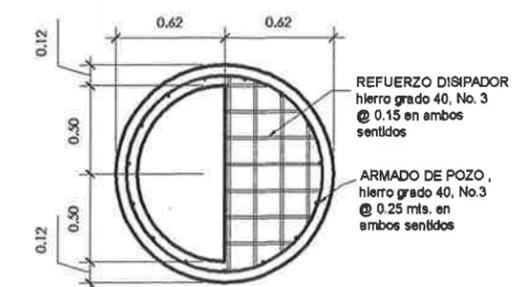
POZO DE VISITA
SECCION "A" ESCALA: 1/15



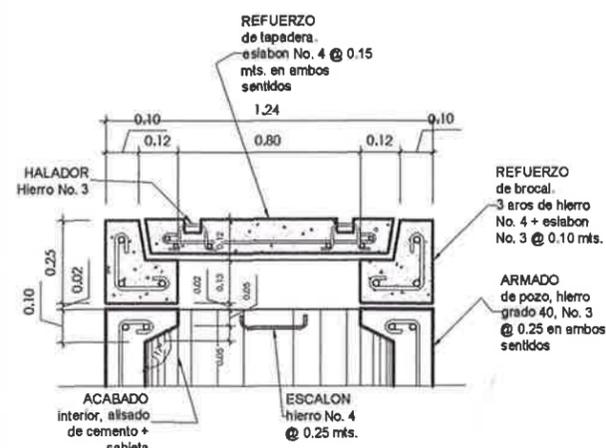
POZO DE VISITA
SECCION "B" ESCALA: 1/15



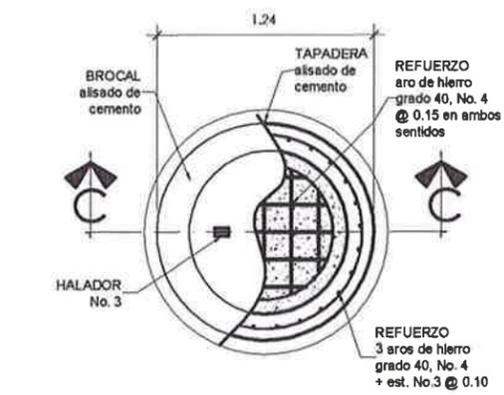
POZO DE VISITA
SECCION "D", CON DISIPADOR DE ENERGIA ESCALA: 1/15



ARMADO DE DISIPADOR
PLANTA ESCALA: 1/15



ARMADO DE BROCAL Y TAPADERA
SECCION "C" ESCALA: 1/10



ARMADO DE BROCAL Y TAPADERA
PLANTA ESCALA: 1/15

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN
MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO MONTERREY MÉNDEZ
LOCALIZACIÓN: SECTOR MONTERREY MÉNDEZ, ZONA 2, EL TEJAR
CONTENIDO: DETALLES DE POZO DE VISITA

PROYECTO	DRENAJE SANITARIO MONTERREY MÉNDEZ	FECHA	ENERO DE 2012
LOCALIZACIÓN	SECTOR MONTERREY MÉNDEZ, ZONA 2, EL TEJAR	ESCALA	1:100 CM
CONTENIDO	DETALLES DE POZO DE VISITA	HOJA	07/07



LIBRETA TOPOGRÁFICA

PROYECTO: DRENAJE PLUVIAL MONTERREY MÉNDEZ
 UBICACIÓN: EL TEJAR, CHIMALTENANGO
 FECHA: OCTUBRE DE 2011

EST.	P.O.	AZMUT		DH	ELEVACION	
		+	-			
BM	1	174	0	0	9.97	10000.00
1	2	161	29	0	52.98	0990.20
2	3	161	3	30	34.97	0990.20
3	4	161	13	0	51.99	0990.30
4	5	159	46	30	24.99	0990.67
5	6	162	2	0	42.97	0990.47
6	7	162	12	0	55.99	0990.89
7	8	178	54	30	17.17	10000.11
8	9	209	49	0	25.97	10000.24
9	10	89	26	30	61.98	0990.49
9	11	205	46	30	39.98	0990.85
11	12	206	53	30	49.99	0990.71
12	13	80	32	0	23.91	0990.97
13	14	205	17	30	45.00	0990.70
13	17	89	41	0	23.05	0997.08
17	18	91	59	0	25.85	0994.22
18	19	89	23	30	11.02	0993.03
19	20	89	5	0	19.47	0992.40
20	21	59	43	30	19.82	0991.18
21	22	56	43	30	52.95	0990.35
22	23	61	18	30	37.95	0989.94
24	25	71	11	30	39.95	0989.72
25	P.V. Exis	78	44	0	3.95	0989.77
25	28	78	44	0	52.00	0990.72
26	27	342	22	30	19.98	0992.19
26	28	342	39	0	61.92	0993.89
26	32	90	2	0	48.00	0992.09
26	30	193	13	0	35.82	0989.11
28	29	353	14	0	58.00	0994.81
32	33	75	33	0	22.00	0993.29
32	34	72	32	0	55.98	0994.52
32	35	285	32	0	15.98	0990.85
32	36	289	9	0	95.99	0990.42
32	37	289	31	0	137.98	0990.07
32	38	286	17	30	151.98	0990.95
35	35A	349	35	0	99.99	0990.97
36	36A	349	42	0	87.99	0990.59
37	37A	162	15	0	88.00	0999.91
38	38B	349	20	30	54.93	0998.24
38	38A	349	20	30	109.94	0997.53
38	38B	169	85	0	55.99	0997.44
39	39A	169	55	0	115.98	0997.28
38	39	286	34	30	54.00	0997.59
39	40	287	47	0	10.84	0997.44
39	41	285	43	0	52.95	0997.08
39	42	285	48	0	71.88	0997.06
40	40B	349	8	30	58.99	0997.31
40	40A	349	8	30	111.98	0997.17
41	41B	169	15	0	64.99	0998.85
41	41A	169	15	0	130.00	0998.81
42	42B	349	46	0	55.99	0997.09
42	42A	349	46	0	116.00	0997.12
42	43	284	54	30	31.95	0998.82
43	44	255	59	0	12.88	0998.77
43	45	254	40	0	63.97	0998.48
44	44B	169	32	0	73.98	0998.43
44	44A	169	32	0	143.99	0998.12
45	45B	169	9	0	74.98	0998.14
45	45A	169	9	0	149.98	0998.80
45	46	254	43	0	47.97	0998.38
45	47	255	8	0	94.99	0998.83
46	46B	169	45	0	78.98	0998.79
46	46A	169	45	0	151.98	0998.23
47	47B	169	51	0	67.95	0998.99
47	47A	169	51	0	137.98	0998.31
42	49	206	32	30	44.37	0990.57
42	50A	206	52	30	58.99	0990.43
42	50	206	52	30	93.99	0990.27
42	51	206	21	30	109.98	0990.10
51	52	207	5	0	23.34	0998.71
51	53	209	37	30	41.94	0998.30
14	15	205	343	0	49.99	0990.93
14	15A	205	43	0	24.50	0990.82
14	16	206	53	0	97.99	0998.77
16	54	210	64	0	9.88	0998.57

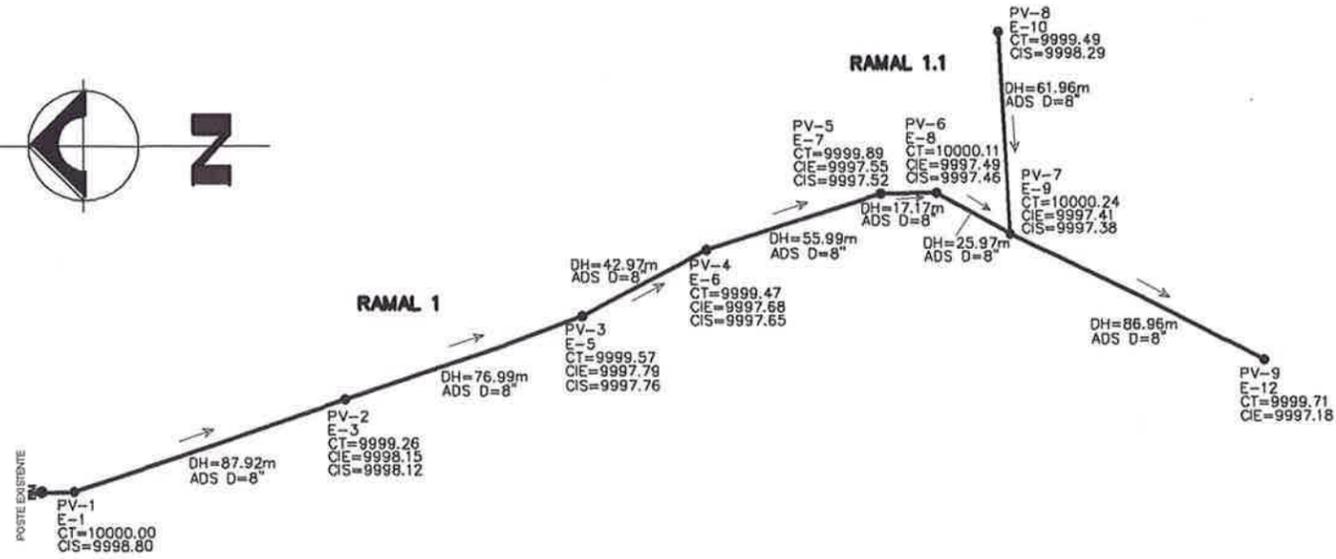
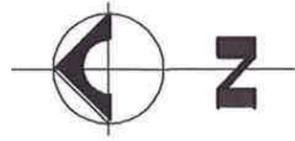


PLANTA TOPOGRAFICA Y DENSIDAD DE VIVIENDA
 DRENAJE PLUVIAL MONTERREY MÉNDEZ ESCALA: 1 / 1500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO		DISEÑO: EDVIN RAFAEL RALA CALCUO: EDVIN RAFAEL RALA DIBUJO: EDVIN RAFAEL RALA
PROYECTO: DRENAJE PLUVIAL MONTERREY MÉNDEZ		FECHA: ENERO DE 2011
LOCALIZACIÓN: SECTOR MONTERREY MÉNDEZ, ZONA 2, EL TEJAR		ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA TOPOGRAFICA		REVISÓ: DR. RAFAEL APOLLONIA

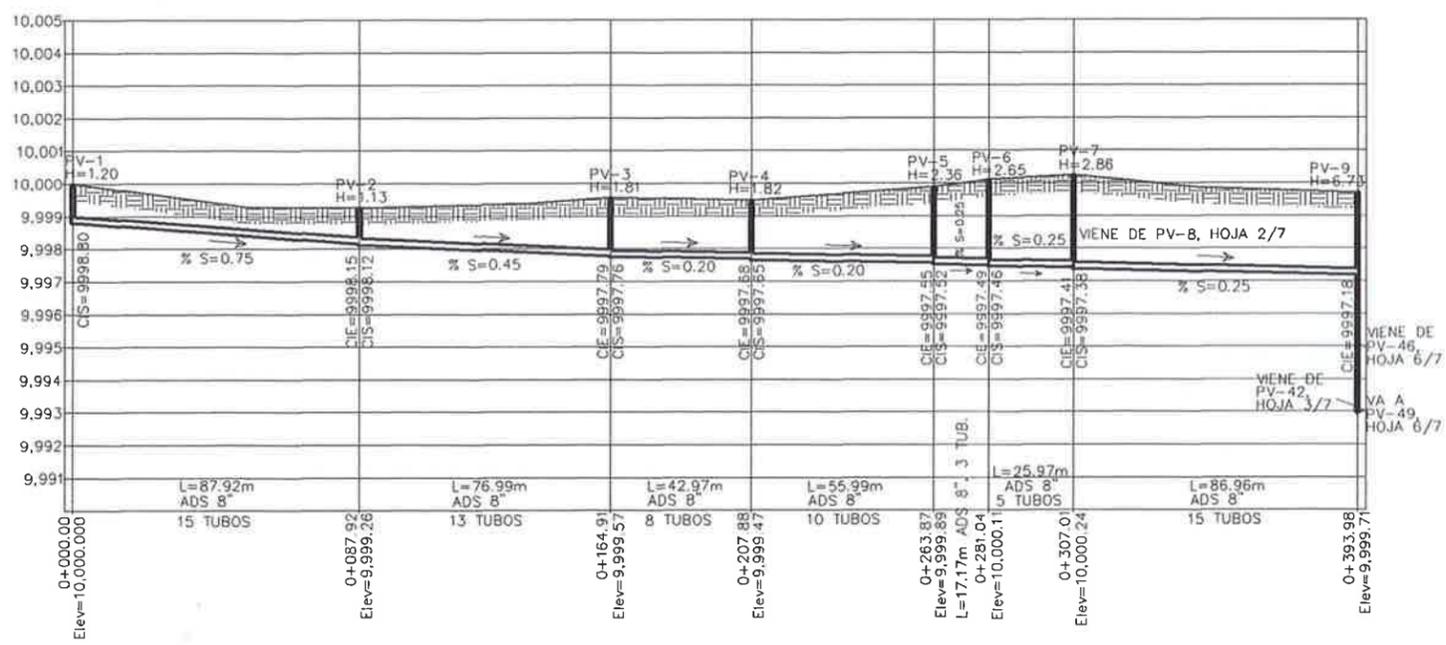
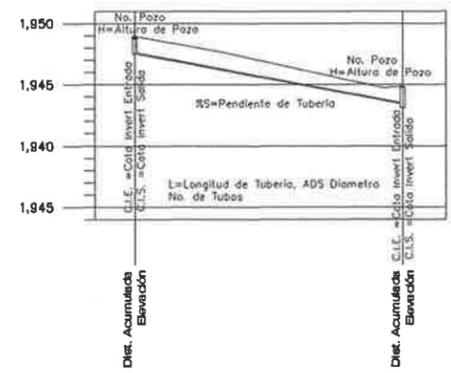
HOJA: **01 / 07**



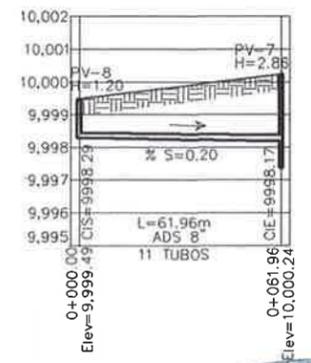
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS DE VISITA
DRENAJE MONTERREY MÉNDEZ ESCALA: 1 / 1000

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Pozo de visita
—○—	Ramal del drenaje
→	Dirección del flujo
E	Estación
D	Diametro de tubería
PV-	Pozo de visita No.
CT	Cota del terreno
====	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS
——	Superficie del terreno
○	Tubería que entra a pozo de visita
⊖	Tubería que sale de pozo de visita



PERFIL RAMAL 1
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
VERTICAL: 1/100



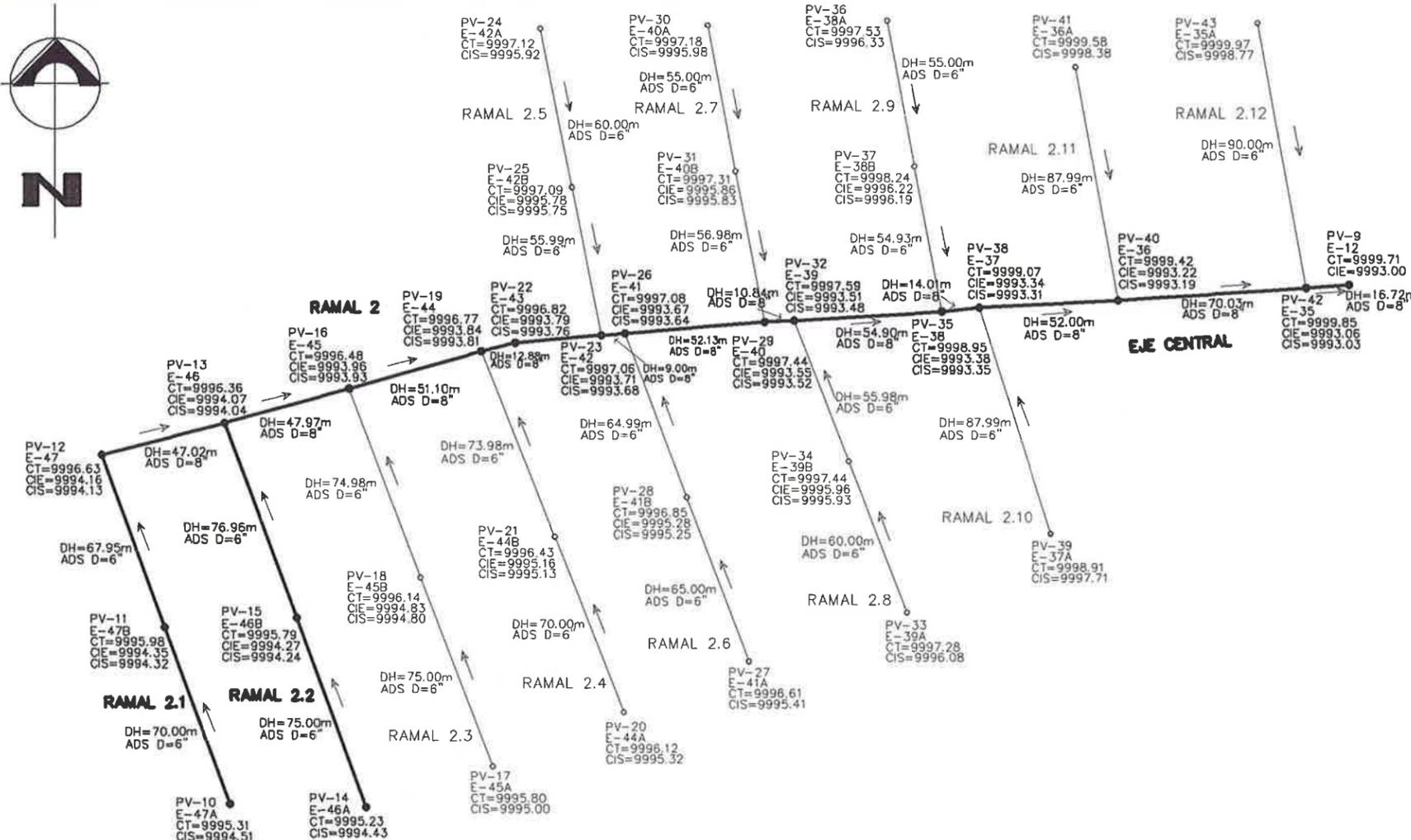
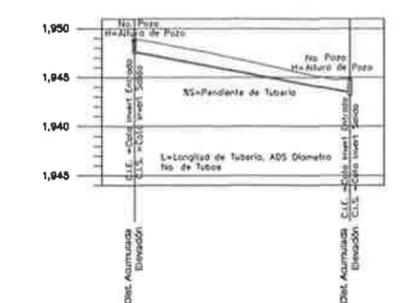
PERFIL RAMAL 1.1
 ESCALA
 ASESORIA HORIZONTAL 1/1000 DE EPS
 VERTICAL 1/100
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN		
MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO		DISEÑO: ESTYON RAFAEL BOLA CALCULO: ESTYON RAFAEL BOLA DIBUJO: ESTYON RAFAEL BOLA FECHA: ENERO DE 2014 ESCALA: INDICADA REVISÓ: ING. MARCEL ARDOLAGA
PROYECTO: DRENAJE PLUVIAL MONTERREY MÉNDEZ LOCALIZACIÓN: SECTOR MONTERREY MÉNDEZ, ZONA 2, EL TEJAR.		CONTENIDO: PLANTA PERFIL RAMAL 1
		HOJA: 02 / 07

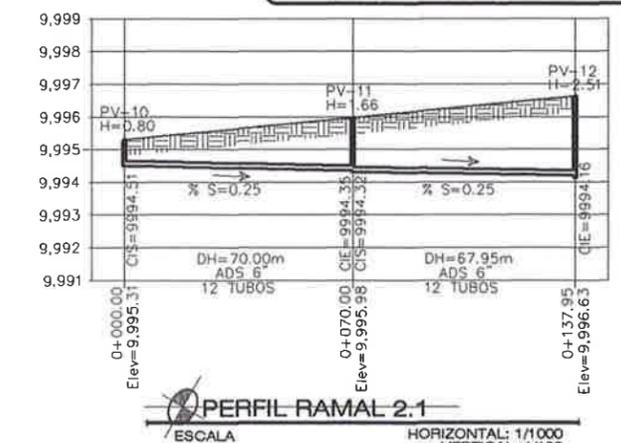


SIMBOLOGÍA

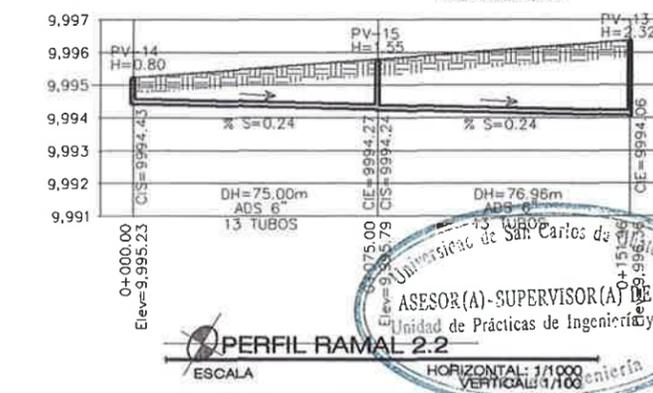
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Pozo de visita
—●—	Ramal del drenaje
→	Dirección del flujo
—	Estación
D	Diámetro de tubería
PV-	Pozo de visita No.
CT	Cota del terreno
—	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS
—	Superficie del terreno
○	Tubería que entra a pozo de visita
⊖	Tubería que sale de pozo de visita



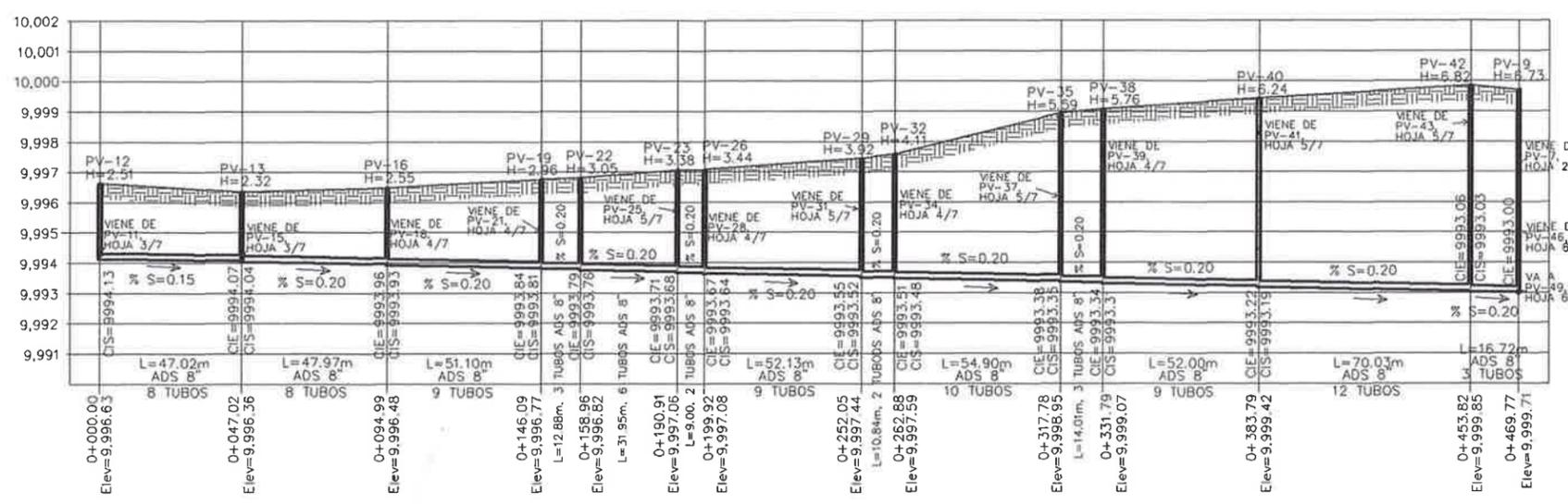
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS DE VISITA
DRENAJE MONTERREY MÉNDEZ ESCALA: 1 / 1000



PERFIL RAMAL 2.1
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/100



PERFIL RAMAL 2.2
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/100



PERFIL RAMAL 2
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/100

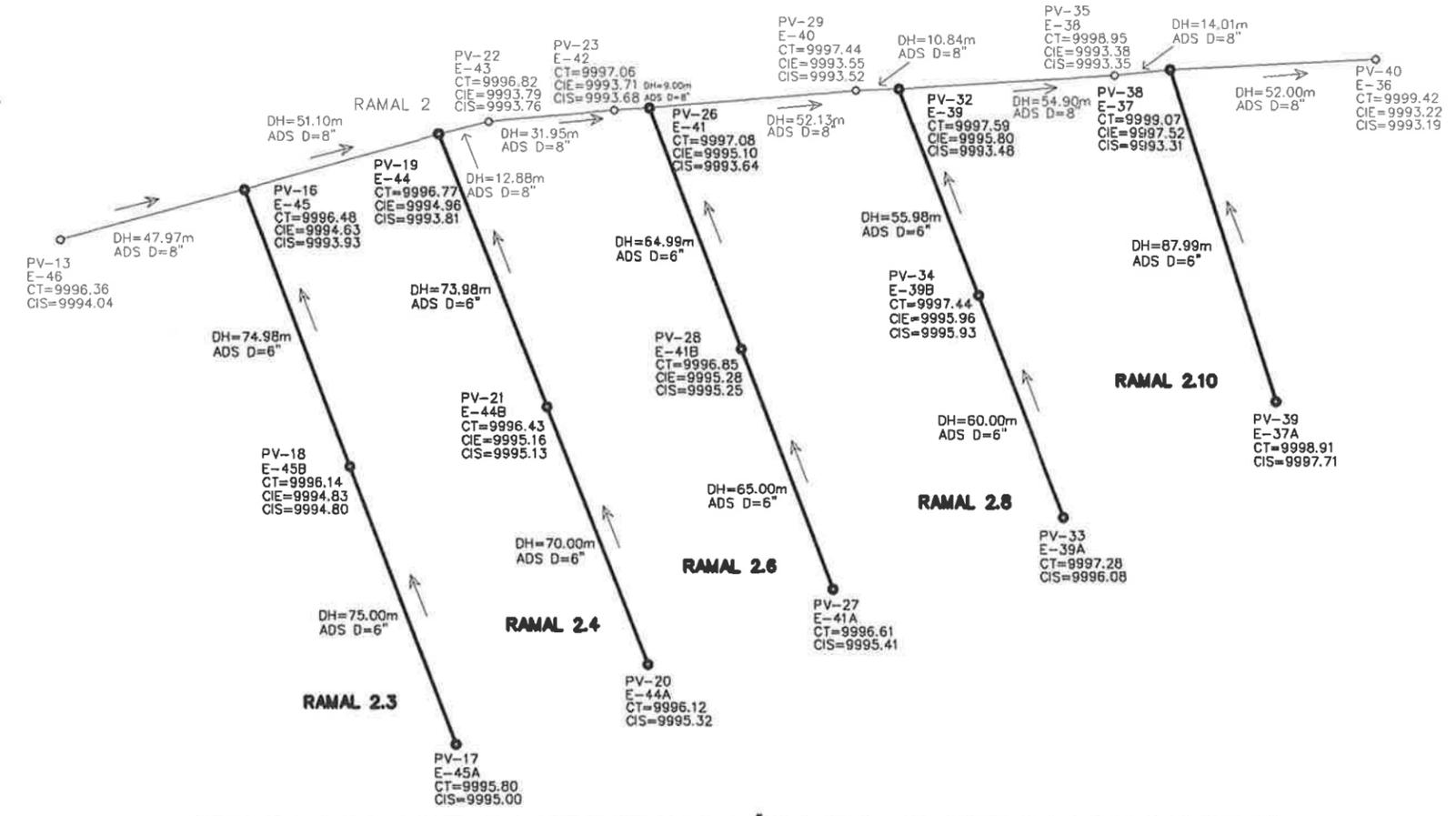
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN
MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO

PROYECTO: DRENAJE PLUVIAL MONTERREY MÉNDEZ
LOCALIZACIÓN: SECTOR MONTERREY MÉNDEZ, ZONA 2, EL TEJAR.

ASesor(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería EPS

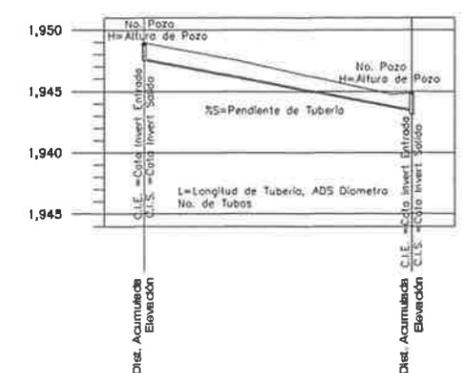
PLANTA PERFIL RAMAL 2

HOJA: 03/07



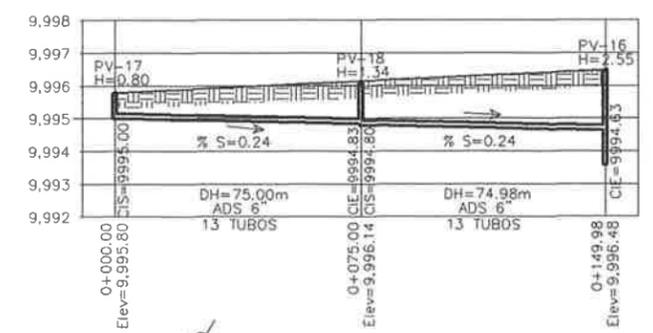
SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Pozo de visita
	Ramal del drenaje
	Dirección del flujo
	Estación
D	Diametro de tubería
PV-	Pozo de visita No.
CT	Cota del terreno
	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS
	Superficie del terreno
	Tubería que entra a pozo de visita
	Tubería que sale de pozo de visita

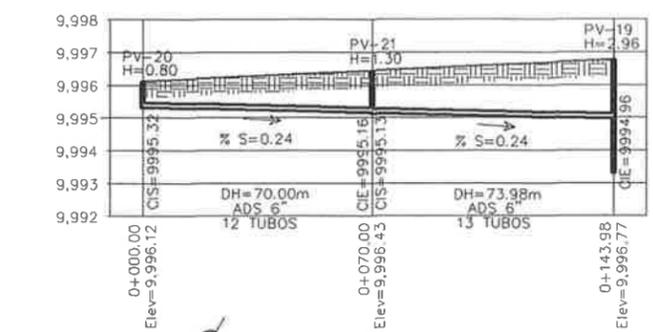


PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS DE VISITA DRENAJE MONTERREY MÉNDEZ

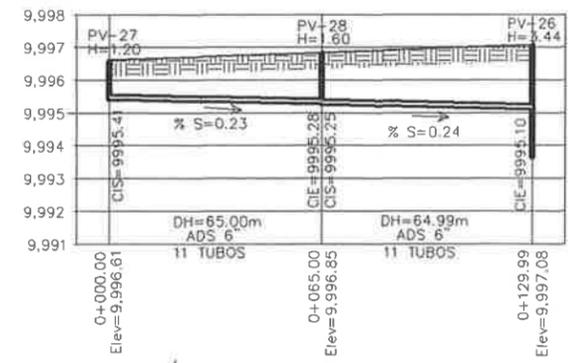
ESCALA: 1 / 750



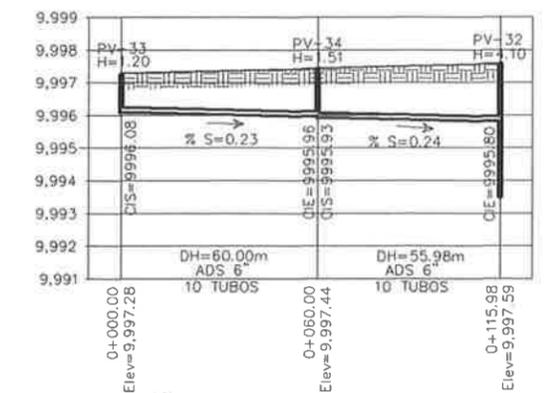
PERFIL RAMAL 2.3
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/100



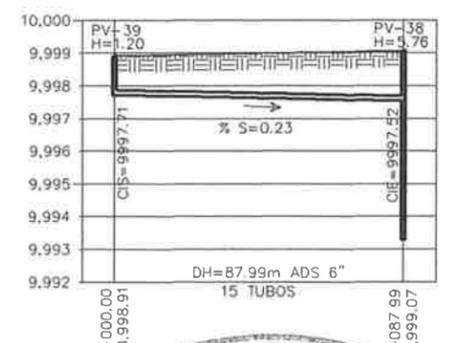
PERFIL RAMAL 2.4
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/100



PERFIL RAMAL 2.6
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/100



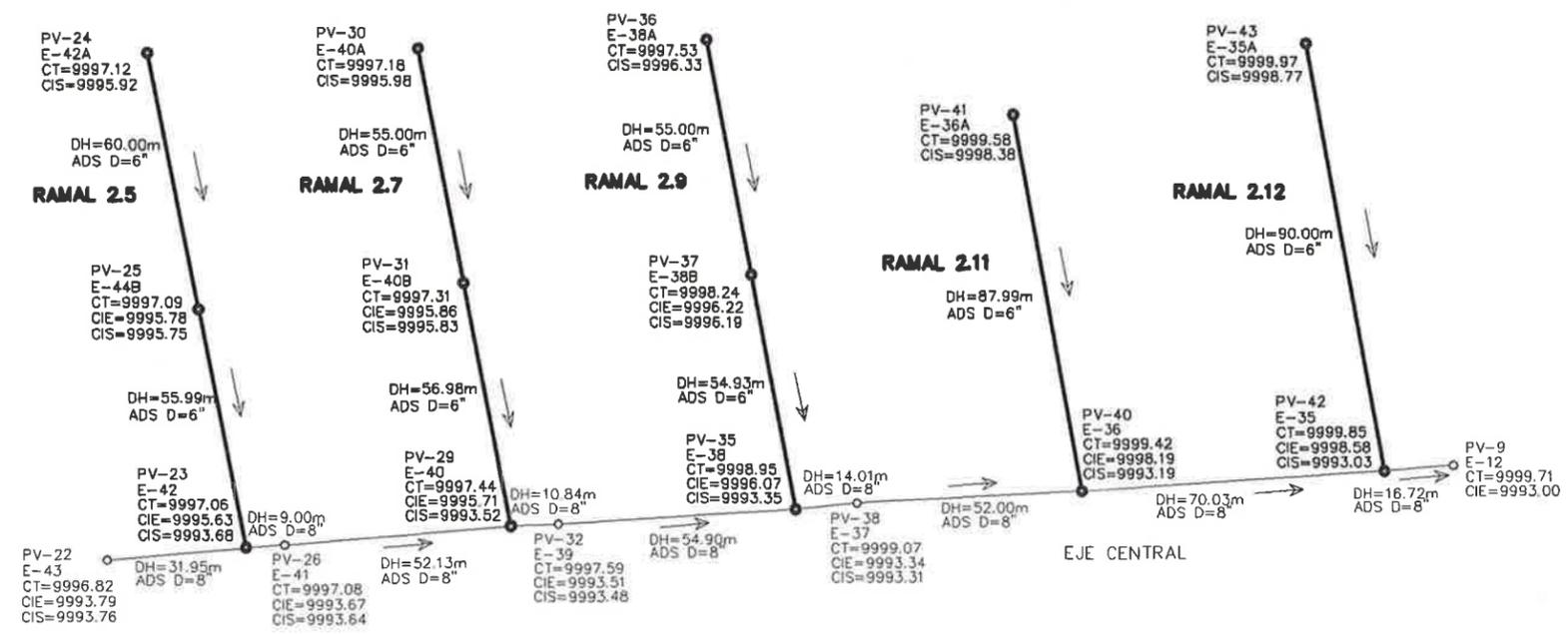
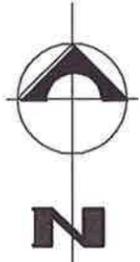
PERFIL RAMAL 2.8
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/100



PERFIL RAMAL 2.10
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/100



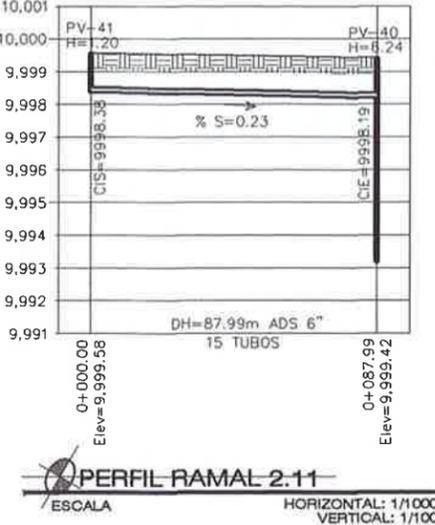
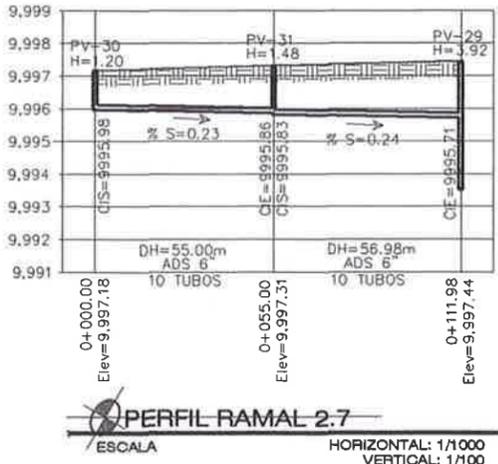
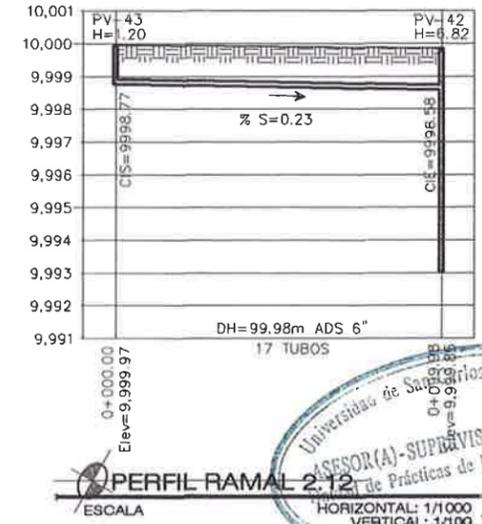
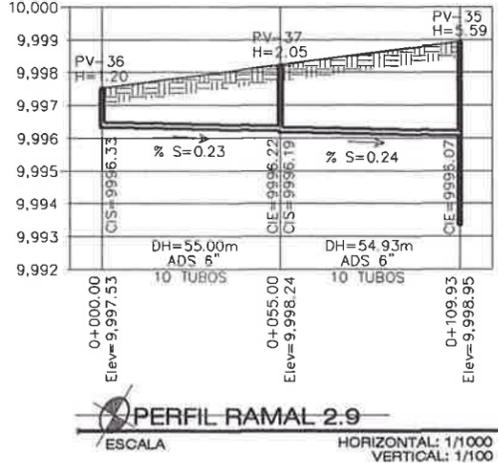
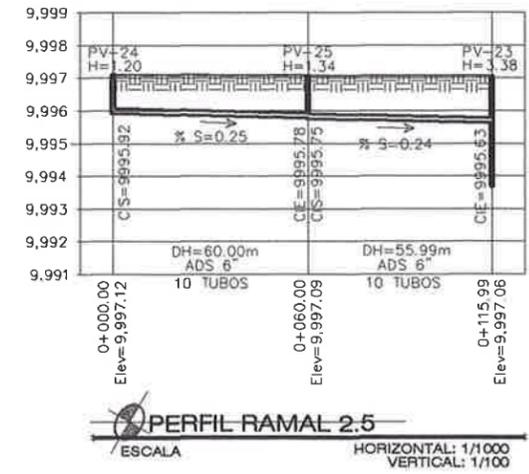
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN	
MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO	
PROYECTO: DRENAJE PLUVIAL MONTERREY MÉNDEZ	DISÑO: EDWIN RAFAEL AKA
LOCALIZACIÓN: SECTOR MONTERREY MÉNDEZ, ZONA 2, EL TEJAR	DESEÑO: EDWIN RAFAEL AKA
CONTENIDO: PERFILES VARIOS	FECHA: ENERO DE 2012
	ESCALA: INDICADA
	REVISÓ: ING. MARCELO ARRIVALLAGA
	HOJA: 04/07



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS DE VISITA
DRENAJE MONTERREY MÉNDEZ ESCALA: 1 / 750

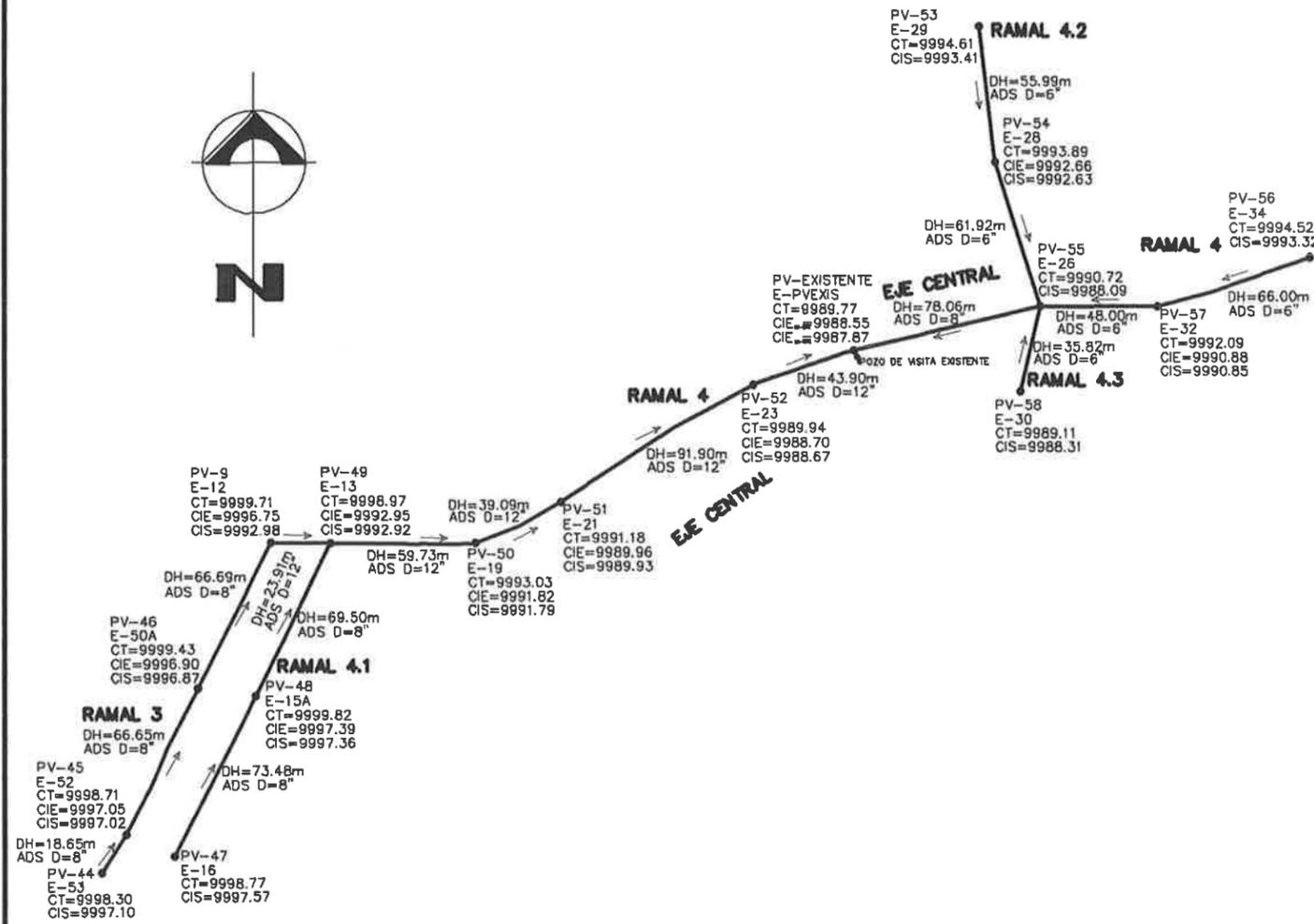
SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Pozo de visita
—○—	Ramal del drenaje
→	Dirección del flujo
E	Estación
D	Diámetro de tubería
PV-	Pozo de visita No.
CT	Cota del terreno
—	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS
—	Superficie del terreno
⊙	Tubería que entra a pozo de visita
⊗	Tubería que sale de pozo de visita



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ASesor(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

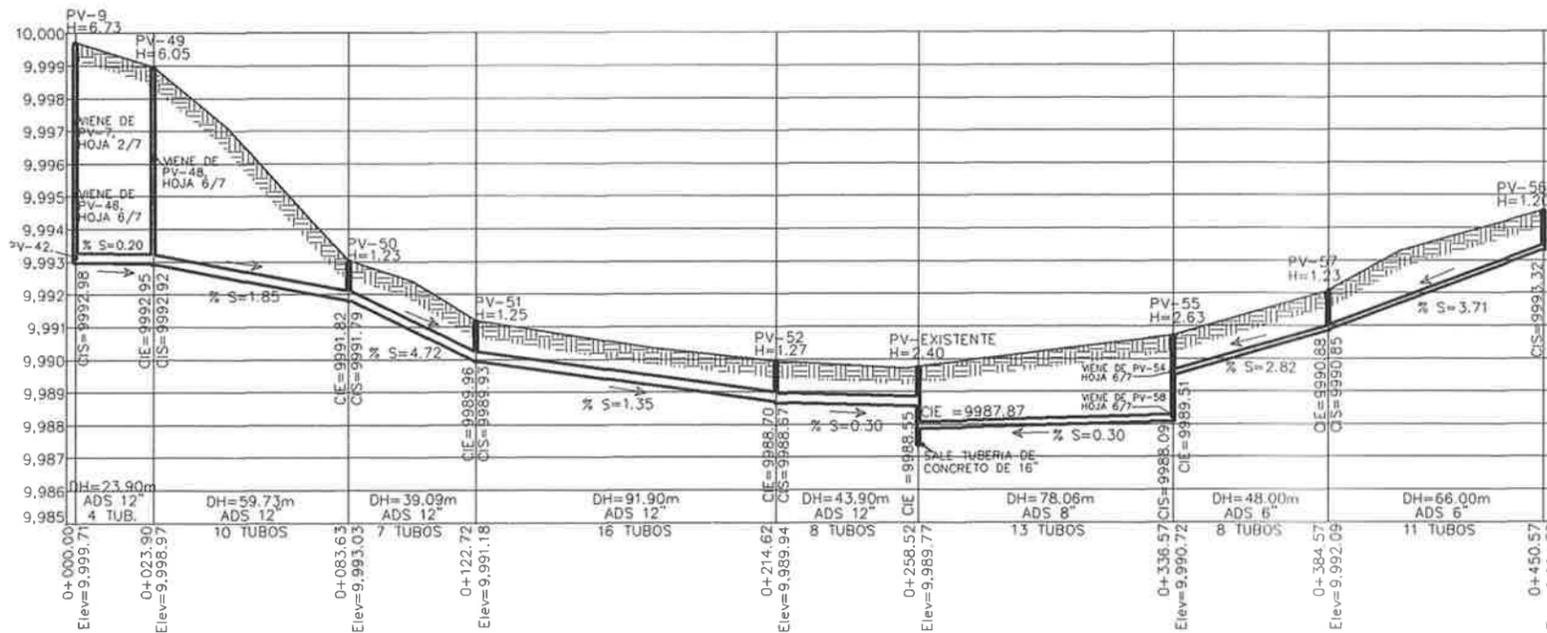
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN		
MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO		DISEÑO: ESTER PARELALANA CALCULO: ESTER PARELALANA DIBUJO: ESTER PARELALANA
PROYECTO: DRENAJE PLUVIAL MONTERREY MÉNDEZ		FECHA: ENERO DE 2013
LOCALIZACIÓN: SECTOR MONTERREY MÉNDEZ, ZONA 2, EL TEJAR		ESCALA: INDICADA REVISÓ: ING. RAQUEL ARROYABANA
CONTENIDO: PERFILES VARIOS		HOJA: 05 / 07



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS DE VISITA

DRENAJE MONTERREY MÉNDEZ

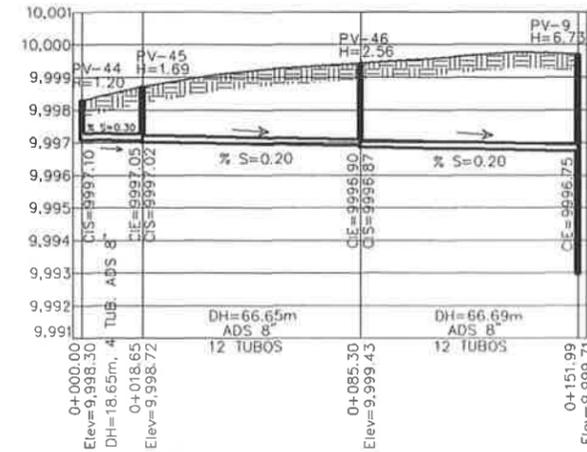
ESCALA: 1 / 1250



PERFIL RAMAL 4

ESCALA

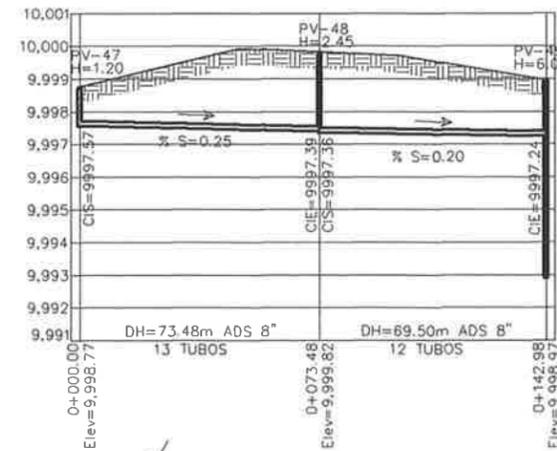
HORIZONTAL: 1/1000
VERTICAL: 1/100



PERFIL RAMAL 3

ESCALA

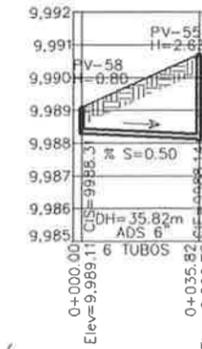
HORIZONTAL: 1/1000
VERTICAL: 1/100



PERFIL RAMAL 4.1

ESCALA

HORIZONTAL: 1/1000
VERTICAL: 1/100

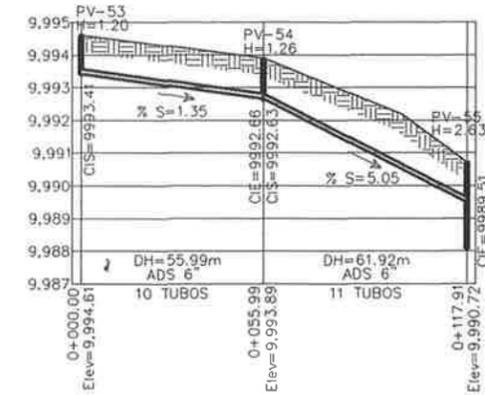


PERFIL RAMAL 4.3

ESCALA

HORIZONTAL: 1/1000
VERTICAL: 1/100

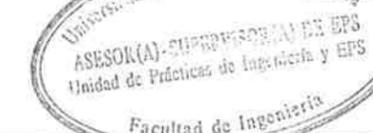
SIMBOLOGÍA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Pozo de visita
	Ramal del drenaje
	Dirección del flujo
	Estación
	Diametro de tubería
	Pozo de visita No.
	Octa del terreno
	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADE
	Superficie del terreno
	Tubería que entra a pozo de visita
	Tubería que sale de pozo de visita



PERFIL RAMAL 4.2

ESCALA

HORIZONTAL: 1/1000
VERTICAL: 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN		
MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMAL TENANGO		DISEÑO: ESTIVAR PARELHALLA CALCALO: ESTIVAR PARELHALLA DIBUJO: ESTIVAR PARELHALLA FECHA: ENERO DE 2012 ESCALA: PROYECTA REVISÓ: ING. MANUEL APARILLADA
PROYECTO: DRENAJE PLUVIAL MONTERREY MÉNDEZ LOCALIZACIÓN: SECTOR MONTERREY MÉNDEZ, ZONA 2, EL TEJAR.		HOJA: 06 / 07

ESPECIFICACIONES

ACERO

- EL ACERO DEBERA TENER UN f_y : 2,800 Kg/cm² (Grado 40).

CONCRETO

- EL CONCRETO DEBERA TENER UN $F'c$: 210 Kg/cm² (3000 Psi)

- EL AGREGADO GRUESO (PIEDRIN) DEBERA TENER UN DIAMETRO MINIMO 1/2'
- PROPORCIONAMIENTO POR m³ DE CONCRETO:
 - 6 SACOS DE CEMENTO PORTLAND TIPO I (UGC), 0.34 m³ DE ARENA DE RIO, 0.67 m³ DE PIEDRIN Y 150 Lts. DE AGUA POTABLE.
 - 6 SACOS DE CEMENTO PORTLAND TIPO I (UGC), 4 CARROSADAS DE ARENA DE RIO, 8 CARROSADAS DE PIEDRIN Y 8 CUBETAS DE AGUA POTABLE.
- EL RECUBRIMIENTO MINIMO PARA LA BASE SERA DE 7 cms EN BROCAL Y EN LA TAPADERA SERA DE 3 A 5 cms.

SABIETA

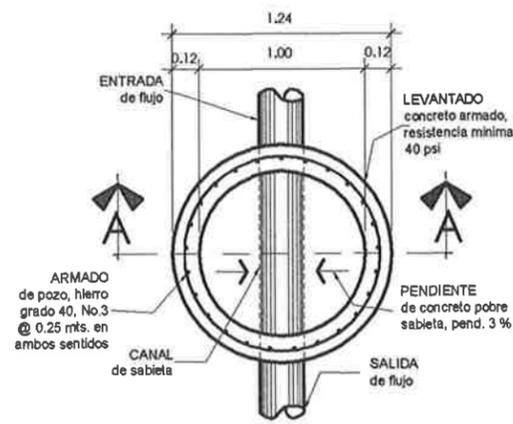
- PROPORCION 1:3 (1 SACO DE CEMENTO + 4.5 CUBETAS DE ARENA DE RIO)

TUBERIA

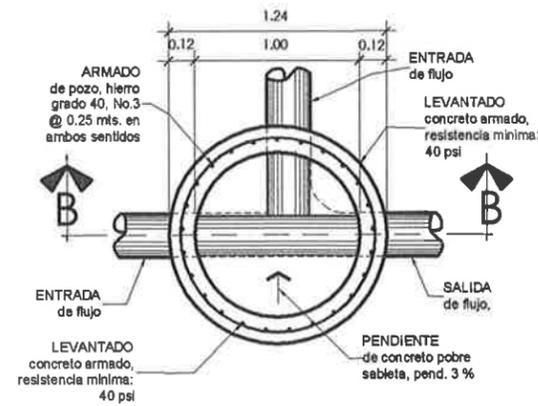
- UTILIZAR TUBERIA PARA DRENAJES DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD CORRUGADA ADS N-12, NORMA ASTM D2412-2002.

NOTAS

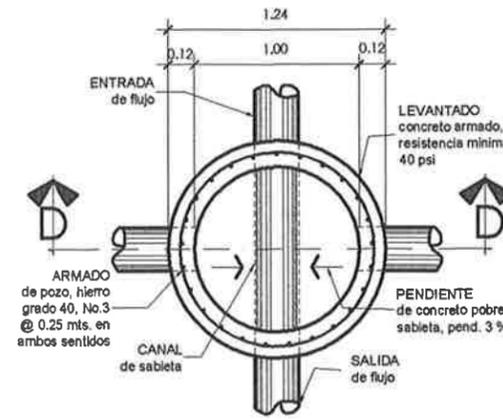
- EN LOS POZOS DE VISITA EN DONDE LA CAIDA DE AGUA DE LA TUBERIA ENTRANTE SEA MAYOR A 0.70 METROS, SE DEBERA INSTALAR DISIPADORES DE ENERGIA SEGUN LO INDICAN LOS DETALLES.
- LOS BROCALES Y TAPADERAS DE LOS POZOS, DEBERAN CURARSE SEGUN ESPECIFICACIONES ACI, ANTES DE LA COLOCACION.
- LA CUBIERTA MINIMA DE LA TUBERIA A NIVEL DE PISO TERMINADO ES DE 30 cm EN CONDICIONES DE TRAFICO H20.
- LA TUBERIA DEBERA ACUÑARSE A CADA LADO DEL TUBO CON PEGAMENTO PARA PVC.



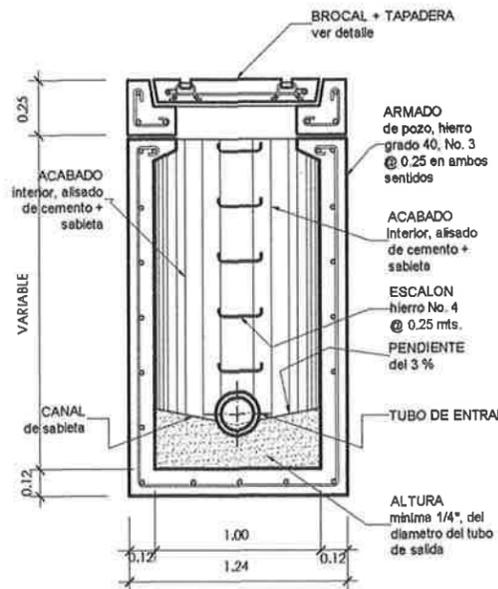
POZO DE VISITA
PLANTA, UNA ENTRADA ESCALA: 1/15



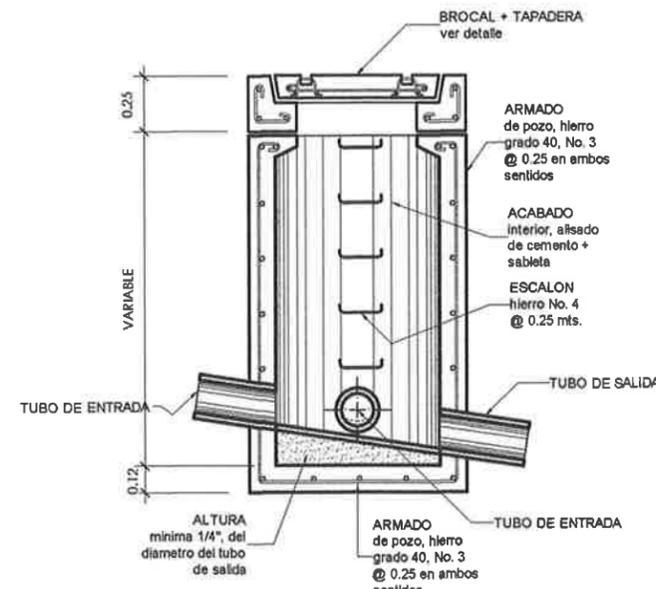
POZO DE VISITA
PLANTA, DOS ENTRADAS ESCALA: 1/15



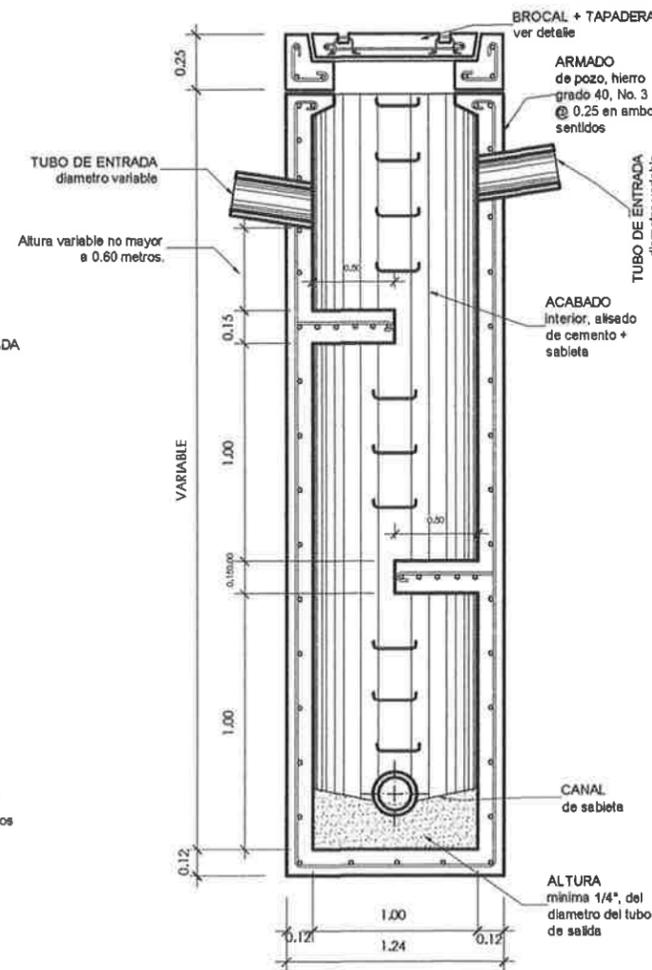
POZO DE VISITA
PLANTA, TRES ENTRADAS ESCALA: 1/15



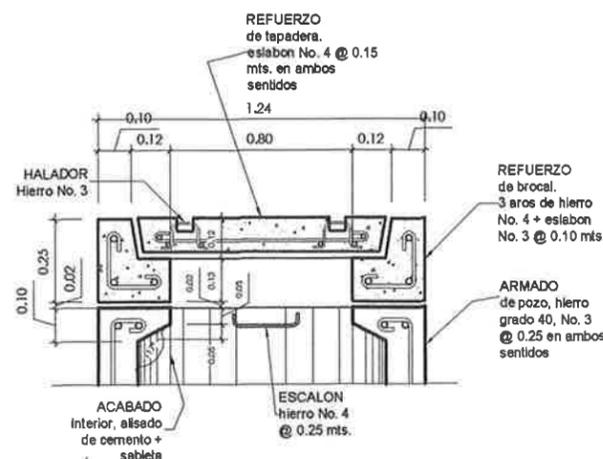
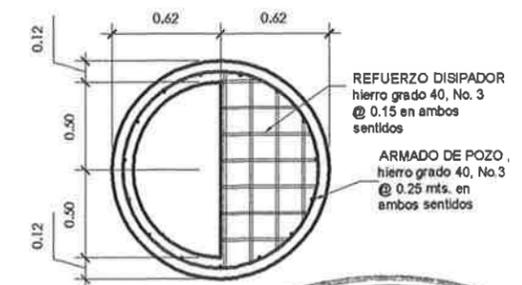
POZO DE VISITA
SECCION "A" ESCALA: 1/15



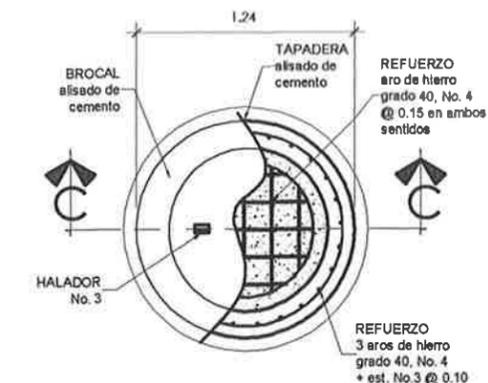
POZO DE VISITA
SECCION "B" ESCALA: 1/15



POZO DE VISITA
SECCION "D", CON DISIPADOR DE ENERGIA ESCALA: 1/15



ARMADO DE BROCAL Y TAPADERA
SECCION "C" ESCALA: 1/10



ARMADO DE BROCAL Y TAPADERA
PLANTA ESCALA: 1/15

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN	
		MUNICIPALIDAD DE EL TEJAR, CHIMALTENANGO	
PROYECTO: DRENAJE PLUVIAL, MONTERREY MÉNDEZ	INGENIERO: EDMANUEL AILA	CALIDAD: EDMANUEL AILA	DISEÑO: EDMANUEL AILA
LOCALIZACIÓN: SECTOR MONTERREY MÉNDEZ, ZONA 2, EL TEJAR.	FECHA: FEBRERO 2012	ESCALA: INDICADA	REVISÓ: ING. WAREL ARRIVALLAGA
DETALLES DE POZO DE VISITA			HOJA: 07/07