



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

**PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SANITARIO DEL BARRIO CASABLANCA, Y DISEÑO DEL MERCADO
MUNICIPAL, MUNICIPIO DE SALCAJÁ, DEPARTAMENTO DE
QUETZALTENANGO**

Lesther Guillermo Poz Choz

Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, abril de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SANITARIO DEL BARRIO CASABLANCA, Y DISEÑO DEL MERCADO
MUNICIPAL, MUNICIPIO DE SALCAJÁ, DEPARTAMENTO DE
QUETZALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

LESTHER GUILLERMO POZ CHOZ

ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Ángel Roberto Sic García
EXAMINADOR:	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR:	Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO CASABLANCA, Y DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL, MUNICIPIO DE SALCAJÁ, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
el 17 de mayo de 2006.

Lesther Guillermo Poz Choz

AGRADECIMIENTOS A:

Dios

El Gran Arquitecto del Universo, quien fundó los cimientos de la Tierra que nunca serán removidos y que levantó el cielo sin ninguna columna que lo sostenga (Sal 104:5, Corán 13:3)

Mis padres

Rubén Poz y Rosa María Choz, por todo su apoyo en todas las áreas de mi vida

Mis hermanos

Áxel Rubén, César David, y Josué Emmanuel, por estar presentes en todos los momentos alegres y tristes de ésta familia y por su esfuerzo constante por sacarla adelante

Mis amigos

Samuel Puac, por su amistad y apoyo en todos los años de colegio y de universidad, a Osmar Hernández, William Pérez y René Cortéz, compañeros de toda la carrera

Mis asesores

Ing. Ángel Sic e Ing. Luis Alfaro, por su ayuda técnica brindada en la elaboración de este trabajo

**La municipalidad de Salcajá,
departamento de Quetzaltenango**

Por su apoyo al haberme permitido realizar el trabajo de graduación en la Oficina Municipal de Planificación, y al Br. Otto Barrios, por su ayuda técnica en la elaboración de los planos

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por todas la cosas buenas que me ha dado y por su protección en todos los momentos

Mis padres y hermanos

Por formar parte del hogar al que pertenezco

La Facultad de Ingeniería

Por la formación académica recibida

La Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 22 de enero de 2008
Ref. EPS. D. 40.01.08

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
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 de la Carrera de Ingeniería Civil, **LESTHER GUILLERMO POZ CHOZ**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO CASABLANCA Y DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL, MUNICIPIO DE SALCAJÁ, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO”**.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el área rural del país, beneficiando así a los pobladores del municipio de **Salcajá**.

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. Angel Roberto Sic García
Asesor – Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



ARSG /jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 22 de enero de 2008
Ref. EPS. D. 40.01.08

Ing. Fernando Amílcar Boiton Velásquez
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

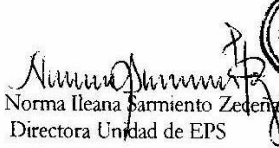
Estimado Ingeniero Boiton Velásquez.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO CASABLANCA Y DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL, MUNICIPIO DE SALCAJÁ, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **LESTHER GUILLERMO POZ CHOZ**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Angel Roberto Sic García.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Zamudio Zedeno
Directora Unidad de EPS



NISZ/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
18 de febrero de 2008

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

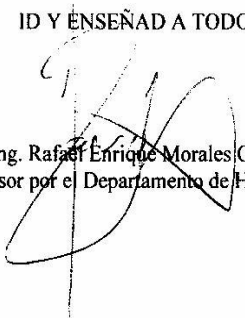
Estimado Ing. Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO CASABLANCA Y DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL, MUNICIPIO DE SALCAJÁ, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Lester Guillermo Poz Choz, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Sic García.

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 dar el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
18 de febrero de 2008

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILEADO SANITARIO DEL BARRIO CASABLANCA Y DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL, MUNICIPIO DE SALCAJÁ, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Lesther Guillermo Poz Choz, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Sic García.

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 dar el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Ángel Roberto Sic García y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Lester Guillermo Poz Choz, titulado PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO CASABLANCA, Y DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL, MUNICIPIO DE SÁLCAJÁ, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Fernando Amílcar Boitón Velásquez



Guatemala, abril 2008.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.128.08

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: **PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO CASABLANCA, Y DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL, MUNICIPIO DE SALCAJÁ, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario **Lesther Guillermo Poz Choz**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, abril de 2008



/cc

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	
1.1 Aspectos monográficos del municipio de Salcajá, departamento de Quetzaltenango.....	1
1.1.1 Ubicación y vías de acceso.....	1
1.1.2 Colindancias del municipio.....	1
1.2.3 Breve reseña histórica.....	4
1.2.4 Demografía.....	4
1.2.5 Clima.....	5
1.2.6 Precipitación pluvial.....	5
1.2.7 Vientos.....	5
1.2.8 Temperatura.....	6
1.2.9 División política y administrativa.....	6
1.2.10 Economía.....	6
1.2.11 Educación.....	7
1.2.12 Salubridad.....	7
1.2 Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos y de infraestructura de los lugares de estudio.....	8
1.2.1 Descripción de las necesidades.....	8
1.2.2 Priorización de las necesidades.....	8
1.2.3 Solución a las necesidades priorizadas.....	9

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario del barrio	
	Casablanca.....	11
2.1.1	Condiciones del barrio Casablanca	11
2.1.2.1	Fuentes de abastecimiento de agua potable.....	11
2.1.2.2	Disposición de las aguas negras.....	11
2.1.2.3	Disposición de excretas.....	12
2.1.2.4	Desechos sólidos.....	12
2.1.2.5	Servicios.....	12
2.1.2.6	Situación económica.....	13
2.1.2	Descripción del proyecto.....	13
2.1.2.1	Estudios topográficos.....	13
2.1.2.2	Período de diseño.....	13
2.1.2.3	Cálculo de la población futura.....	14
2.1.2.4	Dotación.....	14
2.1.3	Determinación de caudales.....	15
2.1.3.1	Caudal domiciliar.....	15
2.1.3.2	Caudal de conexiones ilícitas.....	15
2.1.3.3	Caudal de infiltración.....	16
2.1.3.4	Caudales comercial e industrial.....	17
2.1.3.5	Factor de caudal medio.....	17
2.1.3.6	Factor de <i>Harmond</i>	18
2.1.3.7	Caudal de diseño.....	18
2.1.4	Parámetros de diseño.....	19
2.1.4.1	Pendientes y velocidades máximas y mínimas.....	19
2.1.4.2	Fórmula de <i>Manning</i>	19
2.1.4.3	Velocidad de arrastre.....	20
2.1.4.4	Relaciones hidráulicas.....	20
2.1.4.5	Cotas invert.....	21

2.1.4.6	Diámetro y profundidad de tubería.....	23
2.1.4.7	Pozos de visita.....	23
2.1.4.8	Conexión domiciliar.....	24
2.1.4.9	Candela y tubería secundaria.....	25
2.1.5	Proceso de diseño.....	25
2.1.6	Especificaciones técnicas.....	39
2.1.7	Elaboración de presupuesto.....	44
2.1.8	Planos.....	45
2.1.9	Cronograma de ejecución.....	45
2.1.10	Plan de mantenimiento.....	46
2.1.11	Evaluación socio-económica.....	52
2.1.11.1	Valor presente neto.....	52
2.1.11.2	Tasa interna de retorno.....	54
2.2	Diseño del mercado municipal.....	55
2.2.1	Descripción del proyecto.....	55
2.2.1.1	Investigación preliminar.....	55
2.2.1.2	Diseño arquitectónico.....	55
2.2.1.3	Ubicación del edificio en el terreno.....	56
2.2.1.4	Distribución de ambientes o espacios.....	56
2.2.1.5	Altura (secciones).....	57
2.2.1.6	Estudio completo de suelos.....	57
2.2.2	Selección del sistema o tipo de estructura.....	60
2.2.2.1	Diseño estructural.....	60
2.2.2.2	Dimensionamiento de losas.....	60
2.2.2.3	Predimensionamiento de vigas.....	62
2.2.2.4	Predimensionamiento de columnas.....	63
2.2.3	Cargas y sobrecargas.....	65
2.2.3.1	Cargas vivas.....	65
2.2.3.2	Cargas muertas.....	65

2.2.3.3	Cargas de sismo.....	66
2.2.3.4	Integración de cargas últimas.....	66
2.2.4	Análisis estructural.....	78
2.2.4.1	Análisis exacto de estructuras estáticamente indeterminadas.....	78
2.2.4.2	Método de distribución de momentos.....	79
2.2.4.3	Envolvente de momentos.....	93
2.2.4.4	Resultados del análisis estructural.....	94
2.2.5	Diseño de elementos de concreto reforzado.....	95
2.2.5.1	Diseño de losas.....	95
2.2.5.2	Diseño de vigas a flexión.....	108
2.2.5.3	Diseño de columnas.....	119
2.2.5.4	Diseño de cimentación.....	136
2.2.6	Planos constructivos.....	152
2.2.7	Presupuesto del mercado municipal.....	152
2.2.8	Cronograma de ejecución.....	152

3. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.1	Estudio de impacto ambiental.....	155
3.2	Medidas de mitigación.....	156
3.3	Docencia.....	156
3.3.1	Funcionamiento del sistema.....	156
3.3.2	Mantenimiento en ambos proyectos.....	157

CONCLUSIONES.....	159
RECOMENDACIONES.....	161
BIBLIOGRAFÍA.....	163
APÉNDICE.....	165

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Mapa de Guatemala.....	2
2	Mapa de Quetzaltenango.....	2
3	Mapa del municipio de Salcajá.....	4
4	Perfil de terreno.....	22
5	Cronograma de ejecución de drenaje sanitario del barrio Casablanca.....	46
6	Diagrama de flujos.....	53
7	Ubicación de pozos para estudio de suelos.....	58
8	Losa en dos sentidos.....	61
9	Dimensiones de vigas.....	63
10	Dimensión de columnas.....	64
11	Diagrama de áreas tributarias.....	67
12	Modelo matemático de análisis de marco 8.....	71
13	Rigideces en vigas y columnas de marco 8.....	73
14	Rigideces en nudos de marco 8.....	74
15	Cargas actuantes en marco 8.....	78
16	Análisis estructural del marco 8.....	80
17	Diagramas de cuerpo libre en columnas de marco 8.....	85
18	Fuerzas horizontales en marco 8.....	86
19	Momentos de ladeo en marco 8.....	87
20	Diagramas de cuerpo libre en columnas de marco 8.....	89
21	Fuerzas horizontales en marco 8.....	90
22	Diagrama de momentos del marco 8.....	93
23	Diagramas de momentos finales en los marcos A, B y D.....	94

24	Diagramas de momentos finales en los marcos F, G y H.....	94
25	Diagramas de momentos finales en los marcos 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12 y 14.....	94
26	Diagramas de momentos finales en los marcos 15, 16 y 17.....	94
27	Modelos matemáticos para análisis de losas.....	95
28	Momentos en losas.....	101
29	Momentos en la viga 6-8 del eje B.....	108
30	Diagrama de cuerpo libre de la viga 6-8 del eje B.....	109
31	Diagrama de corte en viga 6-8 del eje B.....	113
32	Armado de viga Tipo “B”.....	118
33	Columna F-16 en sentido x.....	120
34	Área tributaria de columna F-16.....	123
35	Columna F-16 en sentido y.....	125
36	Sección de columna F-16.....	133
37	Confinamiento de columna F-16.....	136
38	Área tributaria de zapata B-8.....	137
39	Predimensionamiento de zapata B-8.....	139
40	Dimensionamiento de zapata B-8.....	143
41	Cortante simple en zapata B-8.....	144
42	Corte punzonante en zapata B-8.....	146
43	Cortante simple en zapata B-8.....	147
44	Corte punzonante en zapata B-8.....	148
45	Presión de diseño en cara inferior de zapata B-8.....	149
46	Armado de zapata B-8.....	152
47	Cronograma de ejecución de mercado municipal de Salcajá.....	153

TABLAS

I. Resumen de resultados de estudio de suelos.....	58
II. Resumen de resultados de valor soporte.....	59
III. Integración de cargas sobre modelo matemático de marco 8.....	70
IV. Integración de cargas sobre modelo matemático de marco D.....	70
V. Distribución de fuerza de sismo sobre marcos letra.....	77
VI. Distribución de fuerza de sismo sobre marcos número.....	77
VII. Ejemplo de método de distribución de momentos.....	84
VIII. Marco 8 sin ladeo	84
IX. Marco 8 con ladeo.....	88
X. Momentos finales en el marco 8.....	92

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área (m ²)
a	Lado corto de la losa (m)
ACI	<i>American Concrete Institute</i>
A_c	Área factible a conectarse al sistema de drenaje (hectáreas)
A_{ch}	Área rectangular del núcleo de sección de la columna abarcada por el estribo (cm ²)
A_g	Área gruesa de una columna (cm ²)
A_s	Área de acero (cm ²)
A_{smáx}	Área de acero máximo (cm ²)
A_{smín}	Área de acero mínimo (cm ²)
A_{st}	Área de acero por temperatura (cm ²)
A_v	Área transversal de varilla de acero (cm ²)
A_z	Área de zapata (m ²)
b	Base de sección rectangular de concreto (cm)
b	Lado largo de una losa (m)
b_o	Perímetro de sección crítica de punzonamiento en una zapata (cm)
C	Coefficiente de escorrentía, que depende de las condiciones de suelo y superficie del área a integrar
Ca⁻	Coefficiente de momento negativo en sentido corto (según apoyos en losa)
Ca⁺	Coefficientes de momento positivo en sentido corto (según apoyos en losa)
Cb⁻	Coefficiente de momento negativo en sentido largo (según apoyos en losa)
Cb⁺	Coefficientes de momento positivo en sentido largo (según apoyos en losa)
CIE	Cota invert de entrada

CII	Cota invert inicial
CIS	Cota invert de salida
CM	Carga muerta (kg/m ²)
cm	Centímetro
cm²	Centímetro cuadrado
Cmu	Carga muerta última (kg/m ²)
Co	Costo de proyecto
CTF	Cota de terreno final
CTI	Cota de terreno inicial
Cu	Carga última (kg/m ²)
CV	Carga viva (kg/m ²)
Cvu	Carga viva última (kg/m ²)
D	Diámetro de tubería (plg)
d	Peralte de sección rectangular de concreto (cm)
d	Tirante en sección circular (m)
DH	Distancia Horizontal (m)
Dij	Factor de distribución de i hasta j
Dot	Dotación (L/hab/día)
Dot_c	Dotación comercial o industrial (L/comercio/día)
E	Esbeltez
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
e_x	Excentricidad en sentido x
e_y	Excentricidad en sentido y
F	Fuerza horizontal sin ladeo (T)
f	Fuerza horizontal con ladeo (T)
f'c	Grado de resistencia del concreto (kg/cm ²)
FCU	Factor de carga última
FH	Factor de <i>Harmond</i>
F_{inf}	Factor de infiltración (L/km/día)

FM	Fuerza por marco
FQM	Factor de caudal medio (L/hab/seg)
fy	Grado de resistencia del acero (kg/cm ²)
h	Hora
h	Altura de sección rectangular de elemento de concreto
hab	Habitantes
H1	Altura del primer pozo de visita (m)
H2	Altura del segundo pozo de visita (m)
hab	Habitante
h_x	Dimensión de la columna en sentido x (m)
h_y	Dimensión de la columna en sentido y (m)
i	Tasa de interés activa
I	Intensidad de lluvia (mm/H)
I	Módulo de inercia de una sección
IC	Ingresos por nueva conexión domiciliar a drenaje
INE	Instituto Nacional de Estadística
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
K	Rigidez
k	Factor de pandeo
k_x, k_y	Variables de <i>Bressler</i>
kg	Kilogramo
km	Kilómetro
km/h	Kilómetro por hora
L	Litro
L	Longitud de claro (m)
L_e	Longitud máxima libre de un estribo en (cm)
L_n	Longitud libre de la columna (m)
L_o	Longitud de confinamiento (cm)

LT	Longitud de tubería
L/seg	Litros por segundo
L/día	Litros por día
m	Metro lineal
mm	Milímetro
M	Gastos de mantenimiento anual del proyecto
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
Ma⁻	Momento negativo en sentido corto (kg-m)
Ma⁺	Momento positivo en sentido corto (kg-m)
Mb	Momento balanceado (kg-m)
Mb⁻	Momento negativo en sentido largo (kg-m)
Mb⁺	Momento positivo en sentido largo (kg-m)
Mcl	Momento con ladeo (T-m)
Mf	Momento final (T-m)
min	Minuto
MFL	Momento final de ladeo (T-m)
Mpa	Megapáscales
mm	Milímetro
mm²	Milímetro cuadrado
Msl	Momento sin ladeo (T-m)
M_{tx}, M_{ty}	Momentos de trabajo o servicio (T-m)
Mu	Momento último
M_{ux}	Momento último en sentido x (T-m)
M_{uy}	Momento último en sentido y (T-m)
M_{δx}	Momento magnificado en sentido x
M_{δy}	Momento magnificado en sentido y
N	Período de diseño (años)
n	Coefficiente de rugosidad de <i>Manning</i>

No.	Número
No	Ingresos por nuevas conexiones
ppm	Partes por millón
P	Población futura acumulada de un determinado tramo de alcantarillado en unidades de millar
P	Carga puntual (kg)
P´	Carga de trabajo o servicio (T)
Pa	Población actual (número de habitantes)
P_{cim}	Peso de cimiento (T)
P_{col}	Peso de columna (T)
P_{cr}	Carga crítica de pandeo de <i>Euler</i> (T)
Pf	Población final (número de habitantes)
plg	Pulgada
P_n	Carga nominal (T)
P_{o´}	Carga que soporta la columna cuando está sometida a carga axial pura (T)
PP	Peso propio (kg/m)
P_s	Peso del suelo (T)
psi	Libras por pulgada cuadrada
Pt	Peso total de estructura
P_u	Carga última actuante (T)
P_{u´}	Carga última con flexión biaxial
P_{x´}	Carga última que resiste la columna cuando sólo existe la excentricidad e_x
P_{y´}	Carga última que resiste la columna cuando sólo existe la excentricidad e_y
PVC	Tubería de policloruro de vinilo
q	Caudal de diseño (L/seg)
Q	Caudal a sección llena (L/seg)

Q	Quetzales
Q_{ci}	Caudal por conexiones ilícitas (L/seg)
Q_{com}	Caudal comercial o industrial (L/seg)
q_{dis μ}	Presión de diseño (T/m ²)
Q_{dom}	Caudal domiciliar (L/seg)
Q_{inf}	Caudal de infiltración (L/seg)
q_{max}	Presión máxima sobre el suelo, por debajo de la zapata (T/m ²)
q_{min}	Presión mínima sobre el suelo, por debajo de la zapata (T/m ²)
r	Tasa de crecimiento
r	Radio de giro
Rec	Recubrimiento de concreto (cm)
S	Pendiente de tubería (m/m)
S	Espaciamiento de varillas de acero (cm)
S%Terr	Pendiente del terreno (m/m)
seg	Segundo
S_{máx}	Espaciamiento máximo de varillas de acero (cm)
S_o	Espaciamiento de estribos en la longitud de confinamiento (cm)
S_x	Módulo de sección de la zapata en sentido x
S_y	Módulo de sección de la zapata en sentido y
T	Tiempo de concentración (min)
T	Tonelada
t	Espesor de losa (cm)
V	Velocidad de flujo a sección llena (m/seg)
v	Velocidad de flujo a sección parcial (m/seg)
V_A	Corte actuante (kg)
V_b	Corte Basal (T)

V_c	Corte que resiste el concreto (kg)
V_s	Valor soporte del suelo (T/m ²)
W	Carga distribuida por metro lineal (kg/m)
W_t	Carga total (kg/m)
x	Factor de corrección
“	Pulgada
#Com	Número de comercios o industrias
#hab	Número de habitantes
β₁	Factor adimensional de resistencia a compresión del concreto
β_d	Factor de flujo plástico
γ	Peso unitario del concreto (2400kg/m ³ = 2.4T/m ³)
γ_{suelo}	Peso volumétrico del suelo (T/m ²)
γ_x, γ_y	Relaciones de sección en columnas
δ_x	Magnificador en el sentido “x”
δ_y	Magnificador en el sentido “y”
ρ_v	Relación volumétrica
ρ_μ	Cuantía de acero en diagrama de interacción
Σ	Sumatoria
Φ	Diámetro de varilla de acero (cm)
Φ	Factor de reducción de resistencia
	0,90 para flexión en vigas
	0,85 para corte en concreto
	0,70 para flexo-compresión en columnas rectangulares
Ψ_A	Factor de longitud efectiva en el nudo A
Ψ_B	Factor de longitud efectiva en el nudo B
Ψ_{prom}	Promedio de factor de longitud efectiva

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene tres capítulos que se basan en el estudio técnico de dos proyectos, uno de alcantarillado sanitario para una comunidad, y el otro, es una propuesta para la ejecución de un mercado municipal, ambos en jurisdicción del municipio de Salcajá, departamento de Quetzaltenango.

El primer capítulo aborda la fase de investigación, que se refiere a las condiciones actuales del municipio de Salcajá, los servicios con los que cuenta, las características de la población, tales como demografía, salubridad, economía educación, etc. También se presenta la información monográfica referente a ubicación, vientos temperatura, etc.

El segundo capítulo comprende lo que es el estudio técnico de ambos proyectos, primero el del drenaje sanitario en donde se describen los conceptos que conlleva el diseño de un proyecto de este tipo, y también se aplican los cálculos basados en estos conceptos; para el caso del mercado municipal, también se presenta de manera similar.

El tercer capítulo presenta lo que es el estudio de impacto ambiental para ambos proyectos, y algunas medidas de mantenimiento que se le debe dar a este tipo de proyectos para garantizar su vida útil.

OBJETIVOS

General

Proponer una solución mediante la aplicación de conocimientos de ingeniería para algunas de las necesidades en proyectos de infraestructura que se presentan en el interior del país.

Específicos

1. Recopilar la información monográfica y sobre servicios básicos y necesidades del municipio, para saber cuáles se pueden satisfacer con un estudio técnico de un proyecto para su posterior ejecución.
2. Realizar el trabajo de campo necesario para recavar la información concerniente a cada proyecto.
3. Aplicar los conocimientos de ingeniería necesarios para una adecuada planificación de la solución de las necesidades priorizadas.

INTRODUCCIÓN

Debido al alto crecimiento demográfico que ha experimentado el interior de la república de Guatemala, se ha presentado también una alta demanda para satisfacer las necesidades básicas de subsistencia, lo cual se traduce en mayor inversión en proyectos de infraestructura tales como, vivienda, agua potable, alumbrado público, pavimentación de calles, entre otros.

Por las razones arriba mencionadas se ha hecho una investigación para saber cuáles son algunas de las necesidades presentes en el municipio de Salcajá, departamento de Quetzaltenango, a las que se les pueda dar solución dentro de los recursos con los que se cuenta. Dicha investigación ha dado como resultado la necesidad de un estudio técnico para la introducción de un drenaje sanitario en el barrio Casablanca, y la propuesta para la construcción de un nuevo mercado municipal, para sustituir al presente que carece de una adecuada distribución de ambientes y servicios.

El presente trabajo aparte de proporcionar la información monográfica del municipio, describe también el estudio técnico paso por paso del procedimiento general que se lleva a cabo, tanto para un alcantarillado sanitario como para una estructura.

Como resultado de todo lo anterior, se llega a tener una adecuada planificación de un proyecto, que es necesaria para que la municipalidad, como ente responsable de los recursos del estado, se encargue de darle el seguimiento a estos proyectos.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Aspectos monográficos del municipio de Salcajá, departamento de Quetzaltenango.

1.1.1 Ubicación y vías de acceso

El municipio de Salcajá se encuentra ubicado al norte de Llanos de Urbina del municipio de Cantel, Quetzaltenango, a una altura de 2,322 metros sobre el nivel del mar, con una latitud de 14°52'35" y una longitud de 91°27'15", conformado por una serie de paisajes y un valle principal que es atravesado de norte a sur por el río Samalá; ocupa una extensión de 12 km², se encuentra a 192 km de la ciudad capital de Guatemala, a 8 km de la cabecera departamental de Quetzaltenango, y a 14 km de la cabecera departamental de Totonicapán, siendo su principal vía de acceso la ruta nacional 1 (R. N. 1), que junto a varios caminos rurales la comunican con la carretera centroamericana 1 (C. A. 1), y con la ciudad de Quetzaltenango, además puede llegarse al lugar por medio de la moderna Autopista los Altos.

1.1.2 Colindancias del municipio

Norte: con San Cristóbal Totonicapán (municipio de Totonicapán).

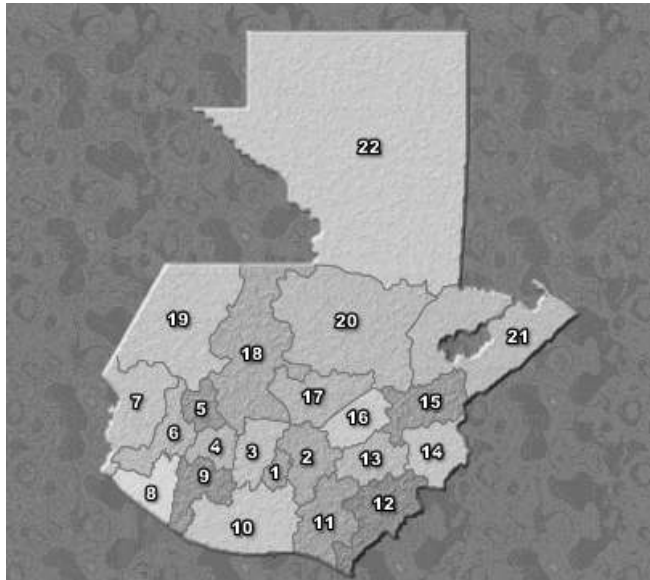
Sur: con Quetzaltenango y Cantel (municipios de Quetzaltenango).

Este: con Totonicapán y San Cristóbal Totonicapán (municipios de Totonicapán).

Oeste: San Andrés Xecul (municipio de Totonicapán), Quetzaltenango (municipio de Quetzaltenango).

La ubicación del municipio con respecto al mapa de Guatemala y Quetzaltenango se puede ver en los siguientes mapas:

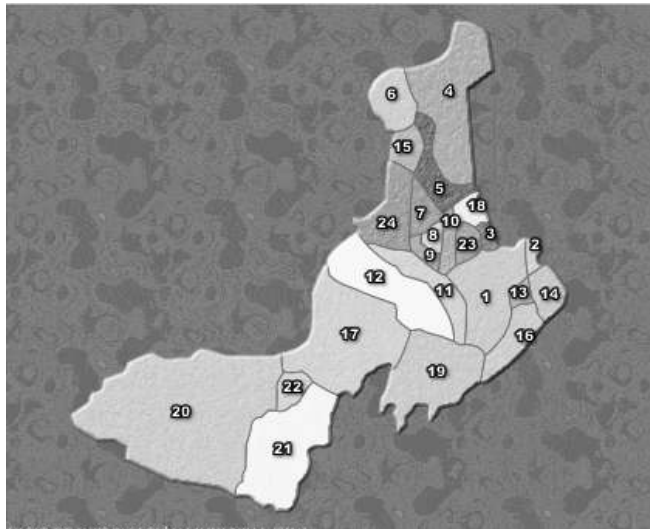
Figura 1 Mapa de Guatemala



1. Sacatepéquez
2. Guatemala
3. Chimaltenango
4. Sololá
5. Totonicapan
6. Quetzaltenango
7. San Marcos
8. Retalhuleu
9. Suchitepéquez
10. Escuintla
11. Santa Rosa
12. Jutiapa
13. Jalapa

- | | | |
|------------------|-------------------|-----------|
| 14. Chiquimula | 18. El Quiché | 22. Petén |
| 15. Zacapa | 19. Huehuetenango | |
| 16. El Progreso | 20. Alta Verapaz | |
| 17. Baja Verapaz | 21. Izabal | |

Figura 2 Mapa de Quetzaltenango



1. Quetzaltenango
2. Salcajá
3. Olinstepeque
4. San Carlos Sija
5. Sibilia
6. Cabricán
7. Cajolá,
8. San Miguel Sigüilá
9. Ostuncalco
10. San Mateo
11. Concepción Chiquirichapa
12. San Martín Sacatepéquez

- | | | |
|---------------|----------------------------|----------------------------|
| 13. Almolonga | 17. Colomba | 21. Génova |
| 14. Cantel | 18. San Francisco La Unión | 22. Flores Costa Cuca |
| 15. Huitán | 19. El Palmar | 23. La Esperanza |
| 16. Zunil | 20. Coatepeque | 24. Palestina de Los Altos |

Figura 3 Mapa del municipio de Salcajá



1.1.3 Breve reseña histórica

Antes de la conquista el lugar era conocido como *Sac-cajá*, vocablo de origen Quiché, mencionado en el Popol Vuh, cuyo significado es agua blanca y amarga, cuando llegaron los conquistadores españoles que iban rumbo a Utatlán, los cronistas concuerdan en que Salcajá se estableció bajo las ordenes de Pedro de Alvarado en un entorno de guarnición para controlar a las poblaciones indígenas de Xelajú y Totonicapán, al mismo tiempo se fueron acomodando distintas familias en el lugar. En el año de 1524 bajo la dirección de los frailes franciscanos se construyó la primera ermita católica de la región dedicada a la Virgen de Concepción, denominada por ellos “La Conquistadora”, la cual aún se conserva y está en proceso de restauración.

Desde el principio Salcajá no fue fundada como pueblo o como villa, por lo que fue necesario realizar lo que se le llamó la reducción de ladinos para poder tener un control legal y político sobre los pobladores de esta región, teniendo lugar la misma entre el 9 y el 12 de diciembre de 1776, ubicándose a la población en el paraje más cercano a la Iglesia, fue declarado villa en el año de 1933, en la actualidad conforma un municipio debidamente organizado perteneciente al departamento de Quetzaltenango.

1.2.4 Demografía

Según el último censo realizado por el INE, la villa de Salcajá cuenta con una población de 19,287 habitantes, de los cuales aproximadamente 14,809 viven en el área urbana y el resto en el área rural, perteneciendo a los grupos étnicos Ladino y Maya Quiché respectivamente, la religión predominante es católica en un 85 % y el restante 15% es evangélica o de algunas otras.

La población ha sufrido descensos significativos en los últimos años debido a la emigración para el mejoramiento de la situación económica, dándose la misma hacia Estados Unidos principalmente o hacia la ciudad capital.

1.2.5 Clima

Por la ubicación del municipio existen dos estaciones bien marcadas, la lluviosa que va de mayo a septiembre, y la época seca o fría que va de octubre a marzo, llamada también verano. En la Labor Ovalle de la ciudad de Quetzaltenango se sitúa una estación meteorológica de INSIVUMEH, donde se registran los datos concernientes a lluvia, vientos, temperatura, sismos etc. Que se registran en el altiplano de la República.

1.2.6 Precipitación pluvial

Para el cálculo de la intensidad de lluvia es necesario tomar en cuenta los datos proporcionados por la estación hidrométrica del INSIVUMEH. La intensidad se obtiene por medio de la siguiente fórmula válida para Quetzaltenango:

$$I = \frac{1324}{T + 4}$$

donde:

I = Intensidad de lluvia (mm/h)

T = Tiempo de concentración (min)

El régimen de lluvia es de un promedio de 101 días al año durante los meses de mayo a octubre, y la precipitación pluvial por metro cuadrado es de 878 mm. La anterior ecuación es válida para un período de recurrencia de diez años, y el tiempo de concentración que suele tomarse en este caso es de doce minutos, que es el tiempo necesario para que se produzca el máximo caudal.

1.2.7 Vientos

La dirección predominante del viento en la región es de NE-SW, la velocidad promedio anual es de 14 km/h en los meses de febrero a marzo, el viento alcanza la mayor intensidad, siendo esta de 23 km/h aproximadamente.

1.2.8 Temperatura

La temperatura promedio del municipio es de unos 21.9° C, y una mínima promedio de 6.5°C. La humedad relativa oscila entre los 100% como máximo, un 72% como medio y 6% como mínimo, datos también obtenidos de la estación hidrométrica ubicada en la Labor Ovalle de Quetzaltenango.

1.2.9 División política y administrativa

Barrios: San Luís, zonas 1 y 2; Barrio Nuevo, zona 1; El Calvario, zona 2; San Jacinto, zonas 1 y 2; La Cruz, zona 2; Curruchique zona 3; El Carmen, zonas 3 y 4.

Aldeas: Santa Rita, Marroquín I y Marroquín II.

Caseríos: El Tigre, San Antonio La Raya, Casablanca y Las Flores.

1.2.10 Economía

Agricultura: Casi todas las personas en Salcajá tienen una o tres cuerdas de terreno donde siembran maíz o trigo, una parte es para su consumo y otra para venderlo, también siembran y cosechan frutas para la exportación. Existe variación respecto a lo que se invierte y se cosecha; se invierte económicamente en el mes de marzo y se cosecha en el mes de junio dependiendo del cultivo, el caso del maíz se siembra en marzo y se cosecha en el mes de noviembre, lo cual significa que el dinero invertido es reintegrado con ganancia.

Industria: Los habitantes de Salcajá se dedican principalmente a la industria artesanal, el objetivo es la elaboración de cortes típicos y perrajes, que son fabricados con las siguientes materias primas:

- Algodón de diferentes colores
- Jaspeado de algodón
- Tintes y teñiduras

Comercio: El comercio se da a nivel local, nacional e internacional. Los habitantes de la villa de Salcajá venden su mercadería en los siguientes lugares: Guatemala, Quetzaltenango, Totonicapán, Retalhuleu, Mazatenango, Antigua Guatemala, Cobán, Chimaltenango, Estados Unidos, México y Centro América.

1.2.11 Educación

La supervisión educativa se encuentra localizada en el barrio El Carmen frente al parque de este barrio, cubre las áreas de Cantel, Zunil, Almolonga y Salcajá. Cuenta con un supervisor educativo y un técnico pedagógico.

Analfabetismo: El nivel de analfabetismo manifestado en la comunidad de Salcajá representa un porcentaje estadístico del total de la población:

- En el área urbana el nivel de analfabetismo es de 10%.
- En el área rural el nivel de analfabetismo es de un 25%.

Educación formal: En la villa de Salcajá la educación se da en los niveles pre-primario, primario y medio.

1.2.12 Salubridad

El municipio de Salcajá cuenta con un centro de salud que provee a la población de vacunas y jornadas médicas, además existen en el municipio dos hospitales privados, y el Hospital General de Quetzaltenango y Totonicapán, que se ubican relativamente cerca del casco urbano del municipio; en cuanto a sus condiciones sanitarias, un 95% de la población cuenta con el servicio de agua potable, y un 90% cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario; además existe un camión de recolección de desechos que funciona todos los días, recolectando la basura dos veces por semana según el sector.

1.2 Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos y de infraestructura en los lugares de estudio.

1.2.1 Descripción de las necesidades

El municipio de Salcajá es un municipio en pleno desarrollo, es uno de los más pujantes en el occidente del país, y uno de los principales del departamento de Quetzaltenango, debido a lo anterior y al crecimiento de la población, se requieren servicios tales como agua potable, energía eléctrica, drenajes, puentes, centros de salud, mercados, ampliación y apertura de caminos e infraestructura en general.

Dichas necesidades se encuentran principalmente en las periferias del municipio, debido a que en la cabecera municipal se encuentra demasiado congestionada de tráfico vehicular y comercios, siendo éstas algunas de las principales necesidades a solucionar.

1.2.2 Priorización de las necesidades

Algunas de las necesidades arriba mencionadas se encuentran en proceso de ser solucionadas, gracias a la organización de los vecinos de los sectores interesados y al trabajo de la corporación municipal. Existen dos necesidades que se encuentran todavía pendientes de una adecuada planificación, que son las siguientes: el sistema de alcantarillado sanitario del barrio Casablanca y el diseño de un nuevo mercado municipal, que son los proyectos que se han tomado en cuenta para la elaboración del presente trabajo.

1.2.3 Solución a las necesidades priorizadas

Para las necesidades citadas en el párrafo anterior, se propone una planificación de cada uno de los proyectos, los cuales serán de beneficio para los habitantes de dichos sectores y para el municipio en general; en las siguientes páginas se da a conocer la planificación de cada uno de los proyectos mencionados, tomando en cuenta algunos datos recolectados en campo, y mediante entrevista directa con las personas beneficiadas con la ejecución de dichos proyectos.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario del barrio Casablanca.

2.1.1 Condiciones del barrio Casablanca

2.1.1.1 Fuentes de abastecimiento de agua potable

La comunidad cuenta con el abastecimiento domiciliar de agua potable desde el año 1995, dicho sistema fue construido por los vecinos tomando como fuente el pozo situado en la aldea Santa Rita, el cual tiene que cruzar un paso aéreo por el río Samalá, además de este servicio algunos vecinos se han visto en la necesidad de excavar pozos tipo “garrucha” ante la inconstancia del servicio de agua potable.

2.1.1.2 Disposición de aguas negras

Las personas vierten las aguas negras a la calle, que es precisamente la orilla de la carretera de entrada al municipio, dándoles un mal aspecto a ésta, también hay personas que vierten este tipo de aguas en sus propios terrenos o patios, dejando que sea la tierra la que absorba estos desechos. Aunque en el lugar existen un restaurante y una fábrica, éstos se han visto en la necesidad de hacer fosas sépticas debido a la carencia de un adecuado sistema de alcantarillado.

2.1.1.3 Disposición de excretas

Las excretas son vertidas en pozos ciegos hechos por los vecinos en los patios de sus propiedades, lo que aumenta la contaminación del manto freático, aunque también como se mencionó en el inciso anterior, la fábrica y el restaurante vierte este tipo de desechos en sus propios tanques sépticos, que luego son vertidos en zanjas que algunos vecinos utilizan para evacuar sus aguas negras.

2.1.1.4 Desechos sólidos

El camión municipal de recolección de basura proporciona este servicio una vez por semana, siendo este el día martes, lo que se hace insuficiente según lo manifiestan los vecinos; otra forma de disponer de los desechos sólidos es el arrojarlos al río Samalá, y en las zanjas por donde corren las aguas de lluvia; otras personas también queman la basura en sus propios predios.

2.1.1.5 Servicios

Prácticamente el ciento por ciento de la población cuenta con el servicio de agua potable y energía eléctrica domiciliar; pero hay necesidad de alumbrado público. En cuanto al servicio de transporte urbano y extra-urbano, éste lo brindan los buses proveniente de los municipios de Totonicapán, que transportan a las personas hacia la ciudad de Quetzaltenango principalmente, y hacia otros puntos del municipio sobre la runa nacional 1 (R. N. 1), que atraviesa todo el sector Casablanca y el casco urbano del municipio.

2.1.1.6 Situación económica

Un noventa y cinco por ciento de la población es propietaria de su terreno, en el que se establecen actividades productivas de distintas clases, por ser un sector a la orilla de la carretera, existen talleres de mecánica automotriz, fábricas de block, comedores, tiendas, algunas otras personas trabajan en el área urbana. Otras actividades productivas del sector son el cultivo de maíz para consumo propio, y el arrendamiento del terreno por parte de los propietarios a personas de otro municipio para el cultivo de hortalizas, especialmente en los predios ubicados a un costado del río Samalá.

2.1.2 Descripción del proyecto

2.1.2.1 Estudios topográficos

Para la planificación de este tipo de proyectos como los drenajes, el primer paso es la realización del levantamiento topográfico, para lo que se utilizó un nivel automático 32X, brújula, estadal, cinta métrica, plomada y estacas. El levantamiento topográfico consistió en una poligonal abierta para situar la línea central; para la determinación de los niveles, cotas y pendientes del terreno, se utilizó el método nivelación de perfil con lecturas sucesivas de vista adelante y atrás en distintos puntos, tomando un estimado de lecturas a cada 20 metros sobre la línea central.

2.1.2.2 Período de diseño

Para la planificación de un sistema de alcantarillado es necesario determinar un período de diseño a partir del cual se espera que el sistema funcione de manera eficiente, para el presente caso se adoptó un período de veinte años, el cual es un parámetro conservador, pues al adoptar un período mayor se ve afectado el diseño, lo cual incurre en un aumento de los costos.

2.1.2.3 Cálculo de la población futura

El estudio de la población se efectúa con el fin de estimar el número de habitantes a futuro en una comunidad, por lo que se necesita contar con el período de diseño y la tasa de crecimiento anual de la región del proyecto. El número de habitantes de una población se ve afectado por distintos factores, tales como nacimientos, defunciones, migraciones etc. Para el caso concreto que se desarrolla en el municipio, se adoptó una tasa de crecimiento del 2.58% anual; que es la tasa que maneja la oficina municipal de planificación de la municipalidad de Salcajá; ya con los datos anteriores se puede estimar un crecimiento de la población mediante la fórmula del “incremento geométrico”, por ser el método que más se adapta a la realidad del crecimiento poblacional en el medio, y se expresa con la siguiente fórmula:

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{r}{100}\right)^N$$

donde:

Pf = Población final (número de habitantes)

Pa = Población actual (número de habitantes)

r = Tasa de crecimiento

N = Período de diseño (años)

2.1.2.4 Dotación

Para la estimación del flujo de caudales proveniente de los domicilios es necesario conocer la dotación de agua potable con la que cuenta la población, y con eso determinar el respectivo factor de retorno, es decir el porcentaje de agua en forma residual proveniente de los mantos freáticos que regresa al sistema de alcantarillado, y con esto conocer los diámetros de tubería necesarios para la conducción del caudal. Para el presente caso se tomó un caudal de 160 L/hab/día, que es el caudal con el que trabaja la unidad técnica municipal de la localidad para el diseño de éste tipo de proyectos.

2.1.3 Determinación de caudales

2.1.3.1 Caudal domiciliar

El agua potable tiene distintos usos dentro de un domicilio, tales como ducha, inodoros, cocina, lavado de ropa etc. Los desechos provenientes de este tipo de usos son los que reciben el nombre de “caudal domiciliar”, valor necesario para el diseño de un sistema de alcantarillado. El valor del caudal domiciliar se ve afectado por un factor que varía entre 0.7 a 0.8, lo anterior se debe a que una parte del agua potable no será llevado a la alcantarilla, como la de los jardines, lavado de autos etc. El factor de retorno utilizado en Salcajá debido a las condiciones del clima frío dominante en el occidente del país es de 0.80. La fórmula para determinar el caudal domiciliar es la siguiente:

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

donde:

Q_{dom} = Caudal domiciliar (L/seg)

Dot = Dotación (L/hab/día)

#hab = Número de habitantes

2.1.3.2 Caudal de conexiones ilícitas

Es el caudal producido por las viviendas que conectan al sistema de alcantarillado sanitario las aguas provenientes de la precipitación pluvial sin ninguna autorización. Se estima como un porcentaje de viviendas que puedan realizar este tipo de conexiones, su valor se encuentra entre 0.5% a 2.5%. En este caso se adoptó el valor de 2%, pues en el sector no existe sistema de alcantarillado pluvial, y la gran parte de las aguas provenientes de la lluvia corren por escorrentía superficial. La manera de calcularlo es por medio del método racional, ya que tiene relación con el caudal producido por las lluvias, su fórmula es la siguiente:

$$Q_{ci} = \frac{C * I * A_c * 2\%}{360} * 1000$$

donde:

Q_{ci} = Caudal por conexiones ilícitas (L/seg)

C = Coeficiente de escorrentía, que depende de las condiciones de suelo y superficie del área a integrar

I = intensidad de lluvia (mm/h)

A_c = Área factible a conectarse al sistema de drenaje (hectáreas)

2.1.3.3 Caudal de infiltración

Es el caudal que en determinado momento puede infiltrarse en el sistema de alcantarillado, depende de la profundidad del nivel freático del agua, de la profundidad de la tubería, de la permeabilidad del terreno, del tipo de junta, de la mano de obra y la supervisión técnica del proyecto; siendo mayor el caudal de infiltración en tuberías de cemento que en tuberías de PVC, se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{inf} = \frac{F_{inf} * LT}{86400}$$

donde:

Q_{inf} = Caudal de infiltración (L/seg)

F_{inf} = Factor de infiltración (L/km/día)

= 14,000 L/km/día para tubos de concreto

= 0 L/km/día para tubos de PVC

LT = Longitud de tubería (m)

2.1.3.4 Caudales comercial e industrial

El caudal comercial es el que proviene de comercios tales como comedores, restaurantes, hoteles etc. La dotación varía de acuerdo al establecimiento que se este tomando en cuenta; en el sector de estudio se ubican una gasolinera y un restaurante, por lo que es necesario tomar el caudal que cada uno ellos produce.

El caudal industrial es el que proviene de establecimientos como fábricas de cualquier tipo, su dotación depende del tipo de establecimiento. En el sector de estudio se ubica una fábrica de hilos. La fórmula para el cálculo de estos caudales es la siguiente:

$$Q_{\text{com}} = \frac{\# \text{Com} * \text{Dot}_c}{86400}$$

donde:

Q_{com} = Caudal comercial o industrial (L/seg)

$\# \text{Com}$ = Numero de comercios o industrias

Dot_c = Dotación (L/comercio/día)

2.1.3.5 Factor de caudal medio

Después de realizar el cálculo de cada uno de los caudales anteriormente descritos, se hace una sumatoria de ellos, obteniendo con esto el caudal medio, que al ser distribuido entre el número de habitantes da como resultado el factor de caudal medio, que varía de 0.002 a 0.005, y su dimensional es (L/hab/seg). Si el cálculo del factor se encuentra dentro de este rango se utiliza el calculado, pero si se encuentra afuera, se utiliza el límite inferior o superior más cercano según el caso, la fórmula para calcularlo es la siguiente:

$$FQM = \frac{Q_{dom} + Q_{ci} + Q_{inf} + Q_{com}}{Pf}$$

donde:

FQM = Factor de caudal medio (L/hab/seg)

Q_{dom} = Caudal domiciliar (L/seg)

Q_{ci} = Caudal por conexiones ilícitas (L/seg)

Q_{inf} = Caudal de infiltración (L/seg)

Q_{com} = Caudal comercial o industrial (L/seg)

Pf = Población final

2.1.3.6 Factor de *Harmond*

Es un factor llamado también factor de flujo que ayuda a determinar el caudal máximo que puede fluir por las tuberías, su valor se varía de 1.5 a 4.5, es adimensional. La fórmula del factor de *Harmond* es el resultado de pruebas estadísticas que determina la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas se estén utilizando simultáneamente en un determinado tramo, la fórmula para su cálculo es la siguiente:

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

donde:

FH = Factor de *Harmond*

P = Población futura acumulada de un determinado tramo (unidades de millar)

2.1.3.7 Caudal de diseño

Este caudal también recibe el nombre de factor de caudal máximo, debe calcularse un valor para cada tramo que sea necesario diseñar; este número indica la cantidad de agua negra que transporta el alcantarillado en los diferentes puntos donde fluye, se calcula con la siguiente fórmula:

$$q = \# \text{ hab} * FH * FQM$$

donde:

q = Caudal de diseño (L/seg)

hab = Número de habitantes (población futura en un tramo)

FH = Factor de *Harmond*

FQM = Factor de caudal medio

2.1.4 Parámetros de diseño

2.1.4.1 Pendientes y velocidades máximas y mínimas

La velocidad de diseño es una función de la pendiente que se proponga para la tubería, del tipo de tubería a utilizar y del diámetro de la misma. La velocidad de flujo se determina mediante la fórmula de *Manning* y las relaciones hidráulicas. La velocidad de diseño no debe exceder los 3.00 m/seg para no causar desgaste en la tubería, y no debe ser menor de 0.60 m/seg para evitar sedimentación en la tubería. Por las condiciones anteriormente mencionadas se deben buscar que las pendientes hagan que las velocidades de diseño se encuentren dentro de este rango.

2.1.4.2 Fórmula de *Manning*

El análisis e investigación del flujo hidráulico, han establecido que las condiciones de flujo y pendientes de la tubería para alcantarillados sanitarios por gravedad pueden ser diseñados utilizando la fórmula de *Manning*, debido a la relativamente pequeña concentración de sólidos (600ppm) usualmente encontradas en las aguas negras y de tormenta; por ésta razón su comportamiento no lo hace diferente al del agua.

La ecuación de *Manning* se basa en condiciones de flujo constante, a pesar de que la mayoría de sistemas de drenaje funcionan con caudales variables; también se diseña asumiendo que el flujo se conduce a través de canales abiertos, y si esta última condición no se cumple, se dice que la tubería trabaja bajo presión interna. La ecuación de *Manning* es para conductos circulares es:

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

donde:

V = Velocidad del flujo en m/seg

D = Diámetro de la tubería en (plg)

S = Pendiente de la tubería (m/m)

n = coeficiente de rugosidad de *Manning*

= 0.014 para tubos de concreto

= 0.01 para tubos de PVC

2.1.4.3 Velocidad de arrastre

Es la velocidad mínima de flujo con la que los sólidos no se sedimentan en la alcantarilla, con lo que se logra prevenir la obstrucción del sistema, el valor de la velocidad mínima permitido es de 0.60 m/seg, aunque no siempre es posible mantener esa velocidad, porque existen ramales que sirven a muy pocos domicilios y producen flujos y caudales bastante bajos, en tales casos se debe proporcionar una pendiente que de como resultado una velocidad no menor de 0.40 m/seg durante escurrimientos bajos.

2.1.4.4 Relaciones hidráulicas

El cálculo hidráulico de las tuberías debe hacerse considerando que las mismas se encuentran trabajando a sección parcialmente llena; para llegar de una manera más rápida a éstos resultados se han hecho tablas que relacionan los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcial.

Primero se deben determinar los valores de velocidad y caudal a sección llena; la velocidad se calcula por medio de la fórmula de *Manning*, el caudal se calcula con la fórmula de la continuidad:

$$Q = V * A * 1000$$

donde:

Q = Caudal a sección llena (L/seg)

V = Velocidad a sección llena (m/s)

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

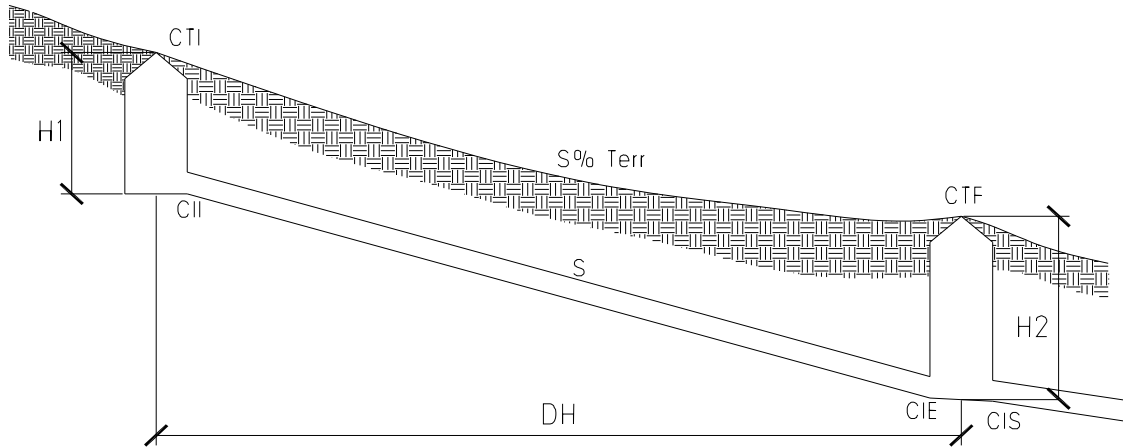
La utilización de las tablas se realiza determinando primero la relación q/Q , donde q es el caudal del diseño del tramo y Q es el caudal a sección llena este resultado se busca en la tabla, si no estuviera el valor exacto se busca el que este lo más cercano, en la columna de la izquierda se ubica la relación v/V , del mismo modo, se debe multiplicar el valor obtenido por la velocidad a sección llena previamente calculada mediante la fórmula de *Manning* y obtener así la sección parcial. También en las columnas de la izquierda se encuentran los valores de a/A y d/D que se recomienda que cumpla con $0.10 < d/D < 0.75$.

Se debe además tomar en cuenta que el caudal de diseño sea menor que el caudal a sección llena para que la tubería trabaje de manera óptima.

2.1.4.5 Cotas invert

Las cotas invert representan las alturas o cotas de la parte inferior de la tubería instalada; el cálculo de las mismas se hace en base a la pendiente y a la distancia del tramo respectivo, las fórmulas para calcularlas se determinan en base a la siguiente figura:

Figura 4 Perfil de terreno



$$S\%Terr = \frac{(CTI - CTF)}{DH} * 100$$

$$CII = CTI - H1$$

$$CIE = CII - \frac{DH * S}{100}$$

$$S = \frac{(CII - CIE)}{DH} * 100$$

$$H1 = CTI - CII$$

$$H2 = CTF - CIS$$

$$CIS = CIE - 0.05$$

donde:

CTI = Cota de terreno inicial (m)

CTF = Cota de terreno final (m)

S%Terr = Pendiente del terreno

CII = Cota invert inicial (m)

CIE = Cota invert de entrada (m)

CIS = Cota invert de salida (m)

S = Pendiente de la tubería (%)

H1 = Altura del primer pozo (m)

H2 = Altura del segundo pozo (m)

DH = Distancia horizontal (m)

La diferencia entre la cota invert de entrada y de salida en un mismo pozo debe estar en un rango 3 a 5 cm, para mantener el flujo constante a través de los pozos de visita.

2.1.4.6 Diámetro y profundidad de la tubería

El diámetro mínimo que se utiliza en el diseño de alcantarillado sanitario es de 8 pulgadas en el caso de tubos de concreto, y 6 pulgadas para el caso de PVC, debido a los requerimientos de flujo y limpieza para evitar taponamientos en la tubería. La profundidad de la tubería debe ser tal que no sea afectada por factores externos, tales como la inclemencia del tiempo y las cargas de tráfico, por lo que es recomendable una profundidad mínima de 1.22 metros.

2.1.4.7 Pozos de visita

Los pozos de visita forman parte importante de un sistema de alcantarillado, y son empleados como medios de limpieza e inspección. En el medio se construyen generalmente de mampostería de punta con ladrillo tayuyo, se debe ubicar un pozo en los siguientes casos:

- Al comienzo de un ramal
- En la intersección de dos o mas tuberías
- En todo cambio de diámetro de tubería, dirección de caudal y pendiente de terreno
- En tramos rectos de distancias no mayores a 100 metros
- En las curvas de colectores visitables, a no mas de 30 metros
- Donde el diseñador lo considere conveniente

Los pozos de visita deben tener en su parte superior un marco y una tapa de hierro fundidos de concreto con una abertura de unos 0.60 m. El marco se ensancha sobre las paredes hasta alcanzar un diámetro de unos 1.20 m de la boca del pozo, continuando con el mismo diámetro hasta llegar a la alcantarilla, su profundidad es variable, el fondo es regularmente de concreto armado, también en pozos profundos se debe disponer de escalones para que se pueda proceder a hacer la inspección y limpieza. Los escalones suelen ser de varillas de hierro empotradas en las juntas de los ladrillos.

2.1.4.8 Conexión domiciliar

La conexión domiciliar tiene la finalidad de descargar las aguas negras provenientes de las casas o edificios, y conducirlos al sistema de alcantarillado central. Normalmente en el transcurso de la construcción del sistema de alcantarillado se deja prevista una conexión en Y o T en cada edificación. Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de cualquier objeto que pueda obstruir la tubería, aunque es recomendable una unión en Y para que el flujo entre al sistema de una manera menos violenta.

Es conveniente que el empotramiento con el colector principal se haga en la parte superior de la tubería, para impedir que las aguas negras retornen a la conexión doméstica cuando el colector este funcionando a toda su capacidad, o bien con un alto caudal o una alta velocidad.

La conexión domiciliar consta de dos partes que son la caja o candela y la tubería secundaria.

2.1.4.9 Candela y tubería secundaria

La candela tiene la función de unir la tubería proveniente de la edificación con la tubería que descarga al colector principal, consiste en una caja que puede ser de mampostería, aunque generalmente es un tubo de concreto de 12 pulgadas colocado verticalmente, en cualquier caso debe estar impermeabilizado por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones; el fondo debe ser fundido de concreto, conservando una pendiente para que las aguas fluyan del domicilio a la tubería secundaria. La altura mínima de la candela debe ser de por lo menos un metro.

La tubería secundaria tiene como fin conectar la candela domiciliar con la tubería central, debe tener un diámetro mínimo de 6 pulgadas para tubería de concreto y 4 pulgadas en tubería de PVC, con una pendiente no menor del 2%, considerando las alturas a las cuales se encuentran las casas con relación a la alcantarilla central.

2.1.5 Proceso de diseño

El sistema de alcantarillado sanitario del barrio Casablanca fue proyectado para funcionar adecuadamente por un período de 20 años a partir de la fecha de su planificación, para su cálculo se tomaron en cuenta todos los parámetros de diseño antes mencionados de la siguiente manera:

Cálculo de la población futura: Cuando se hizo la topografía se contaron 38 viviendas; asumiendo 6 habitantes por vivienda, se tiene una población actual de 228 habitantes.

$P_a = 228$ habitantes

$r = 2.58\%$

$N = 20$ años

Sustituyendo los datos anteriores en la fórmula de “incremento geométrico” de una población, se obtiene el siguiente resultado:

$$Pf = Pa * \left(1 + \frac{r}{100}\right)^N$$

$$Pf = 228 * \left(1 + \frac{2.58}{100}\right)^{20}$$

$$Pf = 380 \text{ Habitan tes}$$

Cálculo de caudales

Caudal domiciliar: Este valor esta en función de la dotación de agua potable que hay en el sector que es de 160 L/hab/día, del número de habitantes calculado anteriormente, y del factor de retorno que es de 0.80; con todos estos datos se puede calcular el caudal domiciliar con la fórmula:

$$\text{Dot} = 160 \text{ L/hab/día}$$

$$\# \text{ hab} = 380 \text{ habitantes}$$

$$\text{factor de retorno} = 0.80$$

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot} * \# \text{ hab} * \text{factor de retorno}}{86400}$$

$$Q_{\text{dom}} = \frac{160 * 380 * 0.80}{86400}$$

$$Q_{\text{dom}} = 0.56 \text{ L / seg}$$

Caudal de conexiones ilícitas: Este caudal esta en función del coeficiente de escorrentía, de la intensidad de lluvia de la localidad, y de un porcentaje de área que se está drenando, que en este caso se tomó de 2%, porque en el lugar aún no existe un sistema de alcantarillado pluvial.

El coeficiente de escorrentía C es variable para un área de drenaje dada, representa las pérdidas de caudal entre lluvia y escorrentía, siendo su valor mayor en las ciudades donde las superficies son mas impermeables, y menor en las zonas de vegetación, así que su valor para una edificación es de 0.80, y para zonas de vegetación es de 0.15; como se requiere un promedio entre ambas se utiliza la siguiente fórmula:

$$C = \frac{\Sigma(C * A)}{\Sigma A}$$

donde:

$\Sigma(C*A)$ = Es la sumatoria de todas las áreas con un determinado coeficiente de escorrentía multiplicados por su correspondiente coeficiente (ha)

ΣA = Es la sumatoria del área total que se esta drenando, y está en función del número de viviendas a futuro (ha)

La población futura que previamente se calculó fue de 380 habitantes, asumiendo un promedio de 6 habitantes por vivienda se tiene que habrán 64 viviendas a futuro.

El promedio del área de un predio para la edificación de una vivienda es de 100 m², de los cuales 60 m² son de construcción y el resto es terreno natural o patio, como existen 64 viviendas a futuro de 100 m² cada una, se tienen entonces 6400 m² de área que drenar, de los cuales el 60% es de construcciones y el resto es superficie no edificada, al pasar los datos anteriores a hectáreas se tienen los siguientes resultados:

$$6400\text{m}^2 * \frac{(1 \text{ hectárea})}{10,000\text{m}^2} = 0.64 \text{ ha}$$

$$6400\text{m}^2 * 0.60 * \frac{(1 \text{ hectárea})}{10,000\text{m}^2} = 0.384 \text{ ha} \quad (\text{Área con un coeficiente de escorrentía de 0.80})$$

$$6400\text{m}^2 * 0.40 * \frac{(1 \text{ hectárea})}{10,000\text{m}^2} = 0.256 \text{ ha} \quad (\text{Área con un coeficiente de escorrentía de 0.15})$$

Cuando se sustituyen los valores anteriores en la última fórmula, se obtiene el resultado para un promedio del coeficiente de escorrentía de las distintas áreas que hay en el lugar.

$$C = \frac{(0.80 * 0.384 + 0.15 * 0.256)}{0.64}$$

$$C = 0.54$$

La intensidad de lluvia se calcula con la fórmula:

$$I = \frac{1324}{T + 4}$$

La anterior fórmula es proporcionada por la estación hidrométrica del INSIVUMEH, valida para un período de recurrencia de diez años. Tomando como tiempo de concentración un período de doce minutos; sustituyendo los datos en la fórmula se obtiene la intensidad de lluvia en mm/h para la localidad

$$I = \frac{1324}{12 + 4}$$

$$I = 83\text{mm/h}$$

Ahora que se tienen los datos completos con sus dimensionales correspondientes, se calcula el caudal de conexiones ilícitas y se sustituyen los valores en la fórmula racional de la siguiente manera:

$$C = 0.54$$

$$I = 83 \text{ mm/h}$$

$$A = 0.84 \text{ Ha}$$

$$Q_{ci} = \frac{C * I * A * 2\%}{360} * 1000$$

$$Q_{ci} = \frac{0.54 * 83 * 0.64 * 0.02}{360} * 1000$$

$$Q_{ci} = 1.59 \text{ L/seg}$$

Caudal de infiltración: En el presente caso este caudal es en cero, porque se considera la utilización de una tubería de PVC.

Caudal comercial e industrial: Este tipo de caudales se toman en cuenta debido a que en el área existen una gasolinera y una fábrica de hilos que vierten sus aguas negras en fosas sépticas; el caudal promedio de una gasolinera es de 5000 L/día; el caudal promedio de una fábrica de este tipo es de 20000 L/día; ahora estos caudales se necesitan en litros por segundo (L/seg); la conversión se hace de la siguiente forma:

$$Q_{com} = 5000 \text{ L/día} * \frac{1 \text{ día}}{86400 \text{ seg}} = 0.06 \text{ L/seg}$$

$$Q_{ind} = 20000 \text{ L/día} * \frac{1 \text{ día}}{86400 \text{ seg}} = 0.23 \text{ L/seg}$$

Factor de caudal medio: Sumando los caudales anteriormente calculados se obtiene el caudal medio, que al ser distribuido entre el número de habitantes a futuro proporciona el factor de caudal medio, dato que es de gran importancia para el diseño de cada uno de los tramos de alcantarillado, y que representa el caudal en litros por segundo que cada habitante drena.

$$Q_{\text{dom}} = 0.56 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{ci}} = 1.59 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{com}} = 0.06 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{ind}} = 0.23 \text{ L/seg}$$

$$\Sigma = 2.44 \text{ L/seg}$$

$$FQM = \frac{Q_{\text{dom}} + Q_{\text{ci}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{com}}}{\# \text{ hab}}$$

$$FQM = \frac{2.44}{380}$$

$$FQM = 0.0064 \text{ L/hab/seg}$$

El cálculo del factor de caudal medio está por encima del rango permitido [0.002-0.005], por lo que en este caso se usa el límite superior como factor:

$$FQM = 0.005 \text{ L/hab/seg}$$

Ejemplo del diseño de un tramo de alcantarillado

Para ejemplificar el diseño de un tramo de alcantarillado sanitario se muestra el cálculo hidráulico completo del pozo # 3 al pozo # 4, que se hace de la siguiente manera:

Con la topografía se puede determinar la cota del terreno de cada uno de los pozos, además de la distancia horizontal entre los dos puntos.

Cota de terreno de pozo # 3 = 98.46 m

Cota de terreno de pozo # 4 = 97.48 m

Distancia horizontal = 20.00 m

Con los datos anteriores se puede hallar la pendiente del terreno con la siguiente formula:

$$S\%Terr = \frac{(Cota\ de\ inicio - Cota\ final)}{Distancia\ horizontal} * 100$$

$$S\%Terr = \frac{(98.46 - 97.48)}{20} * 100$$

$$S\%Terr = 4.91\%$$

Después de calcular la pendiente del terreno se calcula los habitantes a servir en el tramo de diseño, tomando en cuenta que el caudal arrastrado en este tramo debe incluir a los habitantes que drenan aguas arriba; para el cálculo de este tramo se contabilizaron 3 viviendas, lo que hace un total de 18 habitantes actuales, calculando la población futura para este tramo mediante la fórmula del incremento geométrico se tiene:

$$Pf = Pa * \left(1 + \frac{r}{100}\right)^N$$

$$Pf = 18 * \left(1 + \frac{2.58}{100}\right)^{20}$$

$$Pf = 30\ hab$$

La población final del tramo es de 30 habitantes a futuro, pero como se trae el caudal de los tramos anteriores que es el que proporcionan 50 habitantes, se tiene que el total es de 80 habitantes.

En este momento se puede calcular el caudal medio acumulado, que es el producto de multiplicar el factor de caudal medio por el número de habitantes a servir:

$$\text{Caudal medio acumulado} = 80 * 0.005$$

$$\text{Caudal medio acumulado} = 0.40 \text{ L/seg}$$

Para determinar el máximo caudal que puede correr por la tubería es necesario multiplicar el caudal medio acumulado por el factor de *Harmond* (FH), se calcula uno para cada tramo, tomando como base la población a servir, es decir 80 habitantes, transformado la población a unidades de millar:

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

$$FH = \frac{18 + \sqrt{80/1000}}{4 + \sqrt{80/1000}}$$

$$FH = 4.27$$

Con los datos anteriores se puede calcular el caudal de diseño (q).

$$q = (\text{caudal medio acumulado}) * FH$$

$$q = 0.40 * 4.27$$

$$q = 1.71 \text{ L/seg}$$

La pendiente del terreno es de 4.91%, por lo que para el diseño se debe utilizar una pendiente de tubería parecida; en este caso se asume una pendiente de 5%; también se debe asumir un diámetro de tubería, en este caso 6 pulgadas por ser tubería de PVC; ya con estos datos se calcula la velocidad con la fórmula de *Manning*, el caudal a sección llena con la fórmula de la continuidad, trasladando el diámetro a centímetros.

D = 6 pulgadas

S = 5%

n = 0.01 para PVC

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

$$V = \frac{0.03429}{n} * (6)^{2/3} * \left(\frac{5}{100}\right)^{1/2}$$

$$V = 2.53 \text{ m/seg}$$

Ahora se calcula el caudal a sección llena con la fórmula de la continuidad:

$$Q = V * A * 1000$$

$$Q = 2.53 * \left(\frac{\pi}{4} * (6 * 0.0254)^2\right) * 1000$$

$$Q = 43.18 \text{ L/seg}$$

Con el caudal de diseño y el caudal a sección llena se pueden hacer las respectivas relaciones hidráulicas de elementos a sección parcial con elementos a sección llena (q/Q), ubicando el anterior valor en las tablas (ver apéndice), se buscan sobre la misma línea a la izquierda los valores de v/V y d/D .

$$q = 1.71 \text{ L/seg}$$

$$Q = 43.18 \text{ L/seg}$$

$$\frac{q}{Q} = \frac{1.71}{43.18}$$

$$\frac{q}{Q} = 0.03694$$

El valor anterior se busca en las tablas, y se busca a la izquierda los valores de v/V y d/D que son los números siguientes:

$$\frac{v}{V} = 0.4752$$

$$\frac{d}{D} = 0.131$$

Ahora se hace el chequeo correspondiente de la velocidad, se sustituye el valor de la velocidad a sección llena V en el lugar correspondiente, y se despeja la velocidad a sección parcial; también se chequea el rango de la relación de tirantes.

$$\frac{v}{2.53} = 0.4572; \Rightarrow v = 2.53 * 0.4572;$$

$$v = 1.20 \text{ m/seg}$$

$$0.60 < v < 3.00 \text{ m/seg}$$

$$\underline{0.60 < 1.20 < 3.00 \text{ OK}}$$

$$0.10 < d/D < 0.75$$

$$\underline{0.10 < 0.131 < 0.75 \text{ OK}}$$

Cotas Invert: Las cotas invert se calculan según las fórmulas previamente establecidas; la cota invert de entrada del pozo # 3 es de 97.03 m según el cálculo hidráulico del tramo anterior, entonces la cota invert de salida del pozo # 3 es la misma cota menos cinco centímetros, esto con el objeto de conservar la pendiente en el medio tubo que atraviesa el pozo de visita, y debido a que el terreno tiene una pendiente adecuada.

$$CIS = CII - 0.05$$

$$CIS = 97.03 - 0.05$$

$$CIS = 96.98 \text{ m}$$

La cota invert de entrada del segundo pozo se calcula con la siguiente fórmula:

$$CIE = CII - \frac{D * S\%Tub}{100}$$

$$CII = 97.03 \text{ m}$$

$$D = 20.00 \text{ m}$$

$$S\%Tub = 5\%$$

$$CIE = 97.03 - \frac{20 * 5}{100}$$

$$CIE = 96.03 \text{ m}$$

La anterior cota de entrada es válida para el pozo # 4, por lo que su correspondiente cota de salida es:

$$CIS = 96.03 - 0.05$$

$$CIS = 95.98 \text{ m}$$

La altura de cada uno de los pozos se calcula simplemente restando de la cota de terreno las respectivas cotas invert de salida de cada uno de los pozos:

Altura de pozo # 3 = Cota de terreno - Cota invert de salida

$$\text{Altura de pozo \# 3} = 98.46 - 96.98$$

$$\text{Altura de pozo \# 3} = 1.48 \text{ m}$$

Altura de pozo # 4 = Cota de terreno - Cota invert de salida

$$\text{Altura de pozo \# 4} = 97.48 - 95.98$$

$$\text{Altura de pozo \# 4} = 1.50 \text{ m}$$

Otro aspecto de menor importancia es el volumen de excavación del terreno, dato útil para calcular el presupuesto, en este caso por ser una profundidad pequeña se puede hacer un ancho de zanja de unos 55 cm; haciendo un promedio de las alturas, luego multiplicando este resultado por la distancia horizontal y por el ancho de zanja, se obtiene el volumen aproximado de excavación:

$$\text{Volúmen de excavación} = \frac{(1.48 + 1.50)}{2} * 20 * 0.55 = 16.39 \text{ m}^3$$

Haciendo un resumen de todos los datos del anterior tramo se tienen los siguientes datos de diseño:

Cota de terreno de pozo de visita # 3 = 98.45 m

Cota de terreno de pozo de visita # 4 = 97.48 m

Distancia horizontal = 20.00 m

Pendiente del terreno = 4.91%

Población actual = 18 habitantes
Población a futuro = 30 habitantes
Población acumulada = 80 habitantes
Factor de caudal medio = 0.005 L/hab/seg
Factor de *Harmond* = 4.27
Caudal de diseño = 1.71L/seg
Velocidad a sección llena = 2.53 m/seg
Caudal a sección llena = 46.18 L/seg
Velocidad a sección parcial = 1.20 m/seg
Diámetro de la tubería = 6 pulgadas de PVC
Pendiente de la tubería = 5%
Profundidad del pozo # 3 = 1.48 m
Profundidad del pozo # 4 = 1.50 m
Ancho de zanja = 0.55 m
Volumen de excavación = 16.39 m³ aproximadamente

El resumen del cálculo hidráulico de éste y los demás tramos se muestra en el apéndice, con una tabla completa con todos los datos antes calculados para cada uno de los tramos.

Diseño de la fosa séptica

Población actual = 300 habitantes
Factor de caudal medio = 0.005 L/hab/seg
Asumiendo un caudal crítico de = 75 L/hab/día

$$\text{Volumen de agua} = 300 \text{ hab} * \frac{75 \text{ L}}{\text{hab} * \text{ día}}$$

$$\text{Volumen de agua} = 22,500 \text{ L/día}$$

$$\text{Volumen de agua} = \frac{22,500 \text{ L}}{\text{día}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = 22.5 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de agua} \approx 25 \text{ m}^3$$

Un criterio adecuado para el diseño de una fosa séptica es considerar una longitud igual a dos veces el ancho, y asumir una profundidad de líquido de 1.70 metros, con lo que se puede hallar la longitud de la siguiente forma:

$$\text{Volumen de agua} = \text{Longitud} * \text{Ancho} * \text{Profundidad}$$

$$\text{Longitud} = 2 * \text{Ancho}$$

$$\text{Volumen de agua} = (2\text{Ancho}) * (\text{Ancho}) * (\text{Profundidad})$$

Sustituyendo valores

$$25 = (2\text{Ancho}) * (\text{Ancho}) * 1.70$$

$$25 = 2 * (\text{Ancho})^2 * 1.70$$

$$25 = 3.4 * (\text{Ancho})^2$$

Despejando ancho

$$\text{Ancho} = \sqrt{\frac{25}{3.4}}$$

$$\text{Ancho} = 2.71 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} \approx 2.70 \text{ m}$$

$$\text{Longitud} = 2 * \text{Ancho}$$

$$\text{Longitud} = 2 * 2.70$$

$$\text{Longitud} = 5.40 \text{ m}$$

Para encontrar la altura total de la fosa séptica hay que sumar la altura del líquido más un 20% de éste, al que se le llama “espacio libre”, que sirve para realizar las inspecciones de la fosa y para que ésta no trabaje totalmente llena.

$$\text{Profundidad total} = \text{Profundidad} + 20\% * \text{Profundidad}$$

$$\text{Profundidad total} = 1.7 + 0.20 * 1.7$$

$$\text{Profundidad total} = 2.04 \text{ m}$$

Con lo anterior se tienen las dimensiones totales de la fosa que son las siguientes:

$$\text{Ancho} = 2.70 \text{ m}$$

$$\text{Longitud} = 5.40 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad total} = 2.04 \text{ m}$$

2.1.6 Especificaciones técnicas

Para la ejecución de todo proyecto debe existir un grupo de normas que harán que la ejecución de la obra tenga una buena calidad cuando esté terminada y durante el período de diseño que se tomó, debido a que son muchas las veces en que los planos se quedan cortos para plasmar toda esta información técnica, se describen una serie de normas para la ejecución del drenaje que en general abarcan la norma ASTM 3034, y algunas otras especificaciones brindadas por los fabricantes de tuberías de PVC.

Especificaciones generales

1. Se deberá realizar el replanteo en el campo, a fin de corroborar los niveles proyectados en la planificación, cualquier variación de los mismos deberá ser reportada de inmediato a la oficina municipal de planificación, para realizar las correcciones correspondientes en el cálculo hidráulico del sistema.
2. Se debe mantener una supervisión constante, para garantizar la calidad de los trabajos.
3. Para instalar la tubería y los demás materiales debe utilizarse implementos, herramientas y equipo adecuado para evitar daños en las personas, en la tubería y a otros materiales. Bajo ninguna circunstancia debe lanzarse la tubería y los accesorios a la zanja.
4. Las campanas deben colocarse en dirección aguas arriba, y la instalación debe principiarse de la parte baja hacia la parte alta.
5. Para unir la tubería de PVC a los pozos de visita, se debe incrementar la adherencia entre ambos aplicando un anillo de cemento solvente al tubo, y luego aplicándole arena y cemento. Esto permitirá la formación de una sección rugosa apta para adherirse al concreto.

Especificaciones para tuberías

1. Se deberá utilizar tubería de PVC con una resistencia mínima de 125 psi (libras por pulgada cuadrada), la que debe ser de una marca registrada y que comercialmente se vende en unidades de 6 metros cada tubo, según la norma ASTM 3034.
2. Se deberá garantizar la calidad de las uniones entre la tubería para evitar infiltraciones o fugas.
3. El fondo de la zanja deberá ser de tal forma que provea un apoyo firme y uniforme a lo largo de toda la tubería.

4. Si la sub-base de la zanja se encuentra en condiciones inestables que impiden proporcionar a la tubería un apoyo firme, se debe realizar una sobre-excavación y rellenar ésta con un material adecuado, como arena bien compactada, material selecto u otro con similares características.
5. La capa sobre la que se apoye la tubería debe ser como mínimo de 0.10 metros de espesor bien compactada.
6. Cuando se interrumpa la instalación de la tubería deben colocarse tapones en las aberturas para evitar la entrada de agua, tierra o cualquier material ajeno a la tubería.
7. Antes de la instalación de la tubería la base de la zanja debe estar totalmente nivelada y compactada.
8. El material alrededor del tubo debe estar limpio y con la humedad adecuada.
9. Para rellenar las zanjas con la tubería ya colocadas se aconseja compactar los primeros 30 cm en forma manual, poniendo especial atención en los costados de la tubería, pudiendo utilizar para la compactación de la parte superior de la zanja compactadora mecánica.
10. La primera capa deberá ser de material fino, arena o material selecto, el resto de relleno se hará con el mismo material que se excavó, pero debe estar limpio de materia orgánica y gruesos. Los requisitos de compactación para la zona deben ser definidos por el ingeniero de la obra
11. Si se usa arena de río, se deben colocar capas de 15 a 20 cm previamente humedecidos, y compactar manualmente con el fin de evitar hundimientos, continuando la colocación de material hasta unos 10 cm sobre la corona del tubo.

12. Colocar una capa de 15 cm de material limpio, producto de excavación, y compactar con una bailarina a lo largo de la línea y a los lados de la tubería, esto garantizará la correcta compactación en la zona del tubo llamada “zona de apostillado”.
13. Se debe verificar que las instalaciones de agua potable u otras instalaciones dañadas durante la construcción del alcantarillado, queden debidamente reparadas antes de rellenar la zanja.
14. Se debe de mantener una dirección constante de la tubería en un tramo a fin de garantizar la calidad de los trabajos.

Especificaciones para pozos de visita

1. El levantado de mampostería de los pozos de visita se debe hacer utilizando ladrillo tayuyo de 6.5x11x23 cm colocado de punta.
2. La proporción de concreto a utilizar para la fundición del brocal y la tapadera debe ser 1:2:3, es decir una resistencia de 210 kg/cm².
3. La proporción del mortero para pegar los ladrillos y el repello del interior de los pozos debe ser 1:3.
4. En los pozos de visita se deberá mantener la continuidad de la tubería, construyendo un canal de media caña para mantener constante el flujo del sistema.
5. La arena a utilizar para el concreto debe ser arena de río limpia y cernida.
6. El acero a utilizar en la tapadera, el brocal y la base debe ser grago 40 (40,000 psi), tener corrugaciones con el fin de aumentar su adherencia al concreto, y ser acero legítimo de alguna marca registrada.
7. El pedrín para el concreto debe ser triturado en cantera, con un tamaño máximo de ¾” y libre de impurezas.
8. El cemento a utilizar en el concreto debe ser cemento gris *Pórtland* nacional, de 3000 psi y de 47.5 kg. por saco.

9. El agua que se utilice para el concreto debe ser limpia, y libre de impureza.
10. La tubería a utilizar para los disipadores de energía debe ser de 6" de diámetro.
11. Los accesorios usados en las caídas de pozos deben llevar empaques de hule en todas sus juntas para dar flexibilidad al sistema.

Especificaciones para instalaciones domiciliarias

1. Las instalaciones domiciliarias se pueden hacer por medio de accesorios (codos, tees, yees etc); también se puede hacer a base de silletas en yee inyectada.
2. Todos los accesorios y tubería que se usen deben tener una campana sanitaria, con el fin de evitar infiltraciones.
3. Las candelas deben quedar debidamente colocadas e instaladas en el sistema.
4. La tubería secundaria que une las aguas provenientes de las viviendas con el sistema municipal y la caja de registro, deben estar construidas dentro del área municipal.
5. En los casos en los que exista acera, la candela debe quedar instalada sobre ésta, la cual debe ser reparada después de la colocación de la candela.
6. Las conexiones domiciliarias serán de tubería de 4" de diámetro de PVC.
7. Las cajas de registro o candelas serán de concreto de 12" de diámetro.

Especificaciones para la fosa séptica

1. La fosa séptica se debe construir con materiales no susceptibles a la corrosión o deterioro, y con las especificaciones de concreto y acero válidas para los pozos de visita.
2. La fosa séptica puede quedar a unos 30 cm por debajo del nivel del suelo.

3. Después del efluente de la fosa séptica se debe construir una caja de registro con las mismas especificaciones de los pozos de visita, para hacer el cambio del tipo de tubería PVC a concreto de 10" para unirla al cabezal de descarga.

2.1.7 Elaboración de presupuesto

El presupuesto es parte importante de todo proyecto, pues se tiene una idea del costo total del mismo; los principales factores a tomar en cuenta para su elaboración son: la cuantificación del material, costo del mismo, costo de la mano de obra, prestaciones laborales ésta, y los costos indirectos, es decir los gastos administrativos, de supervisión, imprevistos etc. Para realizar el presupuesto del presente trabajo se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- El concreto para la fundición, los materiales que lo conforman y la mano de obra para el mismo se calcularon por metro cúbico.
- El acero se cuantificó por quintal y su correspondiente mano de obra por metro lineal de armado.
- Los materiales necesarios para la conexión domiciliar se tomaron como el estándar de una sola vivienda, que debe ser multiplicado por el número total del viviendas.
- La cuantificación de la tubería de distintos diámetros se calculó por tubo, y la mano de obra, por metro lineal de instalación.
- La información del costo de la mano de obra, se tomó de las tablas con la que trabaja la unidad técnica municipal de la localidad y la Cámara Guatemalteca de la Construcción.
- El cálculo se realizó cuantificando primero los materiales y luego la mano de obra de cada renglón.
- Los precios de los materiales se tomaron en base a consultas hechas a distintas empresas y ferreterías de la localidad.

- Además de todo lo anterior, para la realización del presupuesto es necesario consultar las especificaciones técnicas del proyecto, para saber el tipo de materiales a utilizar y la manera correcta de la construcción.

Para el desglose de los precios y el presupuesto completo ver el apéndice.

2.1.8 Planos

La elaboración de los planos se realiza en base a la topografía del terreno y al cálculo hidráulico, cuando se tiene la certeza de que los cálculos se encuentran dentro de los límites de diseño, se procede a dibujar la planta general, ramales y planta-perfil, detalles, etc. (ver planos en el apéndice).

2.1.9 Cronograma de ejecución

El cronograma de ejecución que se realizó para el caso fue físico-financiero, y sirve para tener una idea de cuanto recurso se dispone en determinado período de tiempo, se realizó según los rendimientos aproximados de mano de obra (ver apéndice).

Figura 5 Cronograma de ejecución de drenaje sanitario del barrio Casablanca

No.	Descripción de actividad	Meses	1				2				3				4				Avance Financiero	
			Semanas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3		4
1	Bodega de materiales	Periodo	■																	
		Costo	Q	3,500.00																
2	Replanteo	Periodo	■																	
		Costo	Q	9,558.39																
3	Excavación	Periodo		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Costo	Q	35,122.26	Q	70,244.53	Q	35,122.53												
4	Levantado de pozos	Periodo			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Costo	Q	11,307.74	Q	46,230.97	Q	22,615.48												
5	Alisado interior de pozos	Periodo					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Costo					Q	1,786.58	Q	893.29										
6	Colocación de tubería de 6"	Periodo			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Costo	Q	25,726.85	Q	102,907.43	Q	25,726.85												
7	Colocación de tubería de 8"	Periodo									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Costo									Q	110,778.14								
8	Colocación de tubería de 4"	Periodo									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Costo									Q	14,600.11								
9	Relleno y compactación	Periodo						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Costo						Q	28,763.80	Q	57,527.60	Q	28,763.80							
10	Colocación de candela	Periodo										■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Costo										Q	4,367.00							
11	Hacer Armaduras	Periodo										■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Costo										Q	7,906.54							
12	Encofrar	Periodo													■	■	■	■	■	■
		Costo													Q	3,982.40				
13	Fundir	Periodo													■	■	■	■	■	■
		Costo													Q	9,726.93				
14	Desencofrar	Periodo													■	■	■	■	■	■
		Costo													Q	1,442.00				
15	Alisado interior de fosa	Periodo														■	■	■	■	■
		Costo													Q	773.04				
16	Cabezal de desfogue	Periodo														■	■	■	■	■
		Costo													Q	3,413.37				
17	Limpieza final	Periodo																	■	■
		Costo													Q	2,000.00				
Costo total del proyecto			Q	85,215.24	Q	249,933.31	Q	279,537.54	Q	50,101.54	Q	664,787.63								

2.1.10 Plan de mantenimiento

Para el buen funcionamiento del sistema durante el período de vida útil que fue diseñado, es necesario la aplicación de técnicas y mecanismos que permitan conservarlo; el mantenimiento por lo general está a cargo de los comités de vecinos en conjunto con la municipalidad.

Las inspecciones del sistema se realizan cuando sea necesario, se recomienda que no sobrepasen los cuatro meses, para lo cual se deben designar a las personas responsables, que deben estar previamente capacitadas y contar con los recursos necesarios, entre ellos: herramientas, planos, especificaciones técnicas, y una guía de mantenimiento, para lo cual se presentan tres distintos elementos con los que cuenta el alcantarillado que son: línea central, pozos de visita y conexiones domiciliarias.

Línea Central: Dentro de los chequeos que se realizan en la línea central para verificar su correcto funcionamiento están:

Inspección de pozos de visita: Se levantan las tapaderas de los pozos y se chequea que las aguas negras fluyan libremente, si se detecta que uno de los registros está inundado y el inmediato aguas abajo está seco, existe un taponamiento en el tramo.

Prueba de reflejo: Se coloca un agente reflector de luz (linterna o espejo) en un registro de aguas arriba y en el registro inmediato inferior, se observa el reflejo producido, si éste no es percibido, existe un taponamiento parcial.

Prueba de corrimiento de flujo: Para esta prueba se necesitan 25 galones de agua con colorante que se vierte en el registro aguas arriba, se observa la cantidad de flujo que llega al registro siguiente, si el flujo de llegada no es la misma cantidad que se vertió, existe un taponamiento parcial.

Reparación y mantenimiento: Dentro de los procesos a seguir para habilitar nuevamente el sistema en caso de taponamiento parcial, se puede verter en forma simultánea y brusca un caudal que provoque la limpieza del tramo, esto se logra con un camión cisterna lleno de agua, que se bombea al interior del sistema con la ayuda de una manguera de diámetro y longitud adecuada; en el caso de taponamiento total, se debe determinar el punto exacto del taponamiento por medio de una guía que se introduce desde el registro aguas abajo, luego de ubicar el taponamiento, se procede a excavar y descubrir el tubo para sustituirlo.

Pozos de visita: Dentro de los chequeos que se deben hacer a los pozos de visita están: la tapadera y el brocal de cada pozo deben estar en su lugar para que no se produzca ingreso de materiales extraños, verificar que no se encuentre acumulación de residuos y lodos en los canales de los pozos que impidan el libre paso de las aguas negras, chequear el estado de los escalones.

Reparación y mantenimiento: Dentro de los trabajos a realizar para habilitar nuevamente estos elementos se tienen: si las tapaderas están dañadas lo más recomendable es sustituir las por nuevas; si el pozo se encuentra con hacinamiento de lodos, debe hacerse una limpieza para extraer la basura y el lodo acumulado.

Conexiones domiciliarias: Al finalizar la obra se debe tener un recuento del número de viviendas conectadas al sistema, el cual sirve para saber la cantidad de usuarios en el sistema. Por lo anterior, al hacer la inspección se debe constatar que no haya conexiones no autorizadas de terceras personas que no hubieran solicitado una autorización previamente, o que no hubieran participado en la ejecución del proyecto.

La candela debe encontrarse en buenas condiciones junto con su respectiva tapadera, pues de lo contrario puede introducirse basura y tierra que puede producir una obstrucción del sistema.

Reparación y mantenimiento: La identificación de una candela que se haya conectado al sistema sin ninguna autorización se hace por medio de los listados que se tienen previamente, y del tipo de unidad instalada, ya que ésta puede diferir del resto de las demás, ya sea por la calidad de los materiales empleados o por la forma en que se encuentra construida; una vez identificada la conexión ilícita, se debe notificar a la comunidad o municipalidad, para que el usuario realice los trámites administrativos correspondientes para solucionar el problema.

Si alguno de los usuarios se encuentra haciendo uso inadecuado del servicio, por ejemplo: conectar algún sistema de recepción de aguas de lluvia intradomiciliar a la candela, o que esté vertiendo basura al drenaje que pueda causar problemas de taponamiento a la línea central, se debe de llamar la atención al vecino con una sanción que el comité o la municipalidad crean conveniente.

En el caso que la candela se encuentre en mal estado, se le debe notificar al propietario para que realice los trabajos de reconstrucción correspondientes, ya que la candela se encuentra en la propiedad de cada usuario.

En cuanto a las conexiones intradomiciliarias que corren por cuenta de cada interesado, también deben estar en común acuerdo los usuarios beneficiados, para evitar problemas de abusos del sistema por parte de algunos vecinos, por lo que las conexiones intradomiciliarias deben contar con los siguientes elementos: inodoro, lavamanos, pila, ducha, además los artefactos sanitarios deben tener sifones, y deben haber cajas de registro en las viviendas; si es posible instalar también trampas de grasa cerca de la pila, para evitar la acumulación de la misma en la tubería.

Al cambiar el sistema de evacuación de excretas, se deben eliminar las letrinas y los pozos ciegos en uso, para esto se recomienda sellarlos tapándolos con un brocal de concreto.

Mantenimiento de fosa séptica: Una vez construida la fosa séptica se le debe hacer la prueba de estanqueidad, para una adecuada operación del sistema y tapar posibles fugas. Es recomendable no verter aguas de lluvias a las residuales, se evitará el uso de químicos para la limpieza de la fosa y vertimiento de aceites. Se debe inspeccionar por lo menos unas dos veces por año, dicha inspección se limitará a medir los lodos y la nata en el deflector de salida, si los lodos en dicho deflector sobrepasan los 20 cm, y si las espumas o natas se encuentran a menos de unos 7 cm del deflector de salida, se debe hacer limpieza de la fosa.

La inspección se debe realizar levantando primero la tapa que se encuentra sobre el deflector de salida, cuidando de no inhalar los gases que salgan de la fosa, ya que pueden ser tóxicos; levantar después la tapa que se encuentra sobre el deflector de entrada, después de esto se debe dejar que la fosa se ventile por unos cinco minutos para que escapen los gases tóxicos e inflamables.

La limpieza de lodos debe efectuarse mediante bombeo a vehículos cisternas, no debe lavarse ni desinfectarse la fosa después de desocupada, ya que una pequeña cantidad de lodos de unos 5 cm que queda, debe dejarse para propósitos de inoculación y reactivación del proceso de digestión.

El material retirado de lodos de la fosa séptica puede enterrarse en lugares deshabitados (preferiblemente fuera del perímetro urbano), en zanjas que tengan un mínimo de 60 cm de profundidad; el material líquido retirado puede vaciarse de nuevo al mismo sistema de alcantarillado, pero nunca debe ser vaciado en drenes de tormenta o descargarlo directamente sobre una corriente de agua.

Advertencia: Al abrir el registro de la fosa séptica para hacer la limpieza o inspección, se debe tener cuidado de esperar un rato hasta tener la seguridad que el tanque se ha ventilado adecuadamente, pues los gases que se acumulan pueden causar explosiones o asfixias. Nunca se usen cerillos o antorchas para inspeccionar una fosa séptica.

2.1.11 Evaluación socio-económica

La evaluación socio-económica de un proyecto comprende la obtención de una serie de datos con relación al proyecto, su procesamiento, y la obtención de resultados obtenidos en forma tal que constituyan elementos de juicio suficientes para tomar decisiones con relación al proyecto, en la que se busca principalmente tener una mayor población servida por unidad de capital invertido. Estos métodos están basados en técnicas de ingeniería económica, y su objetivo es saber si es productivo el proyecto o no.

2.1.11.1 Valor presente neto

Designa una cantidad presente o actual de dinero, su concepto consiste en transformar todos los movimientos monetarios de un proyecto a través del tiempo a valores presentes, con el objetivo de determinar la rentabilidad del proyecto al término de cierto período de funcionamiento, debido a que éste concepto indica un costo del dinero en el tiempo, implica una tasa de interés activa, que para el caso se toma de 11%, que es la mínima actualmente, para el presente proyecto se tienen los siguientes datos:

Gastos:

Costo del proyecto (Co) = Q 664,787.63

Promedio de gastos por mantenimiento anual (M) = Q 6,300.00

Ingresos: Se tiene un número actual de 35 conexiones y se tiene además una cuota por conexión al sistema de Q 56.00; también se tiene que cada año se conecta un nuevo vecino, por lo que cada año hay un ingreso de Q 56.00 que es constante durante el trayecto del tiempo que se toma para el cálculo del valor presente.

Ingresos por nueva conexión (IC) = Q 56.00 * 35 = Q 1960.00

Ingresos por nuevas conexiones (No) = Q 56.00 (por 20 años)

Con la información anterior se tiene el siguiente diagrama de flujos:

Figura 6 Diagrama de flujos

Q 1960.00 (IC)		
	Q 56.00 (N)	
0 años	10	20
Q 664,787.63 (Co)		Q 6300 (M)

$$VPN = -664787.63 + 1960 - 6300 * \left(\frac{P}{A}, i = 11\%, N = 20 \text{ años} \right) + 56 * \left(\frac{P}{A}, i = 11\%, N = 20 \text{ años} \right)$$

$$VPN = -664787.63 + 1960 - 6300 * \left(\frac{(1+i)^N - 1}{i * (1+i)^N} \right) + 56 * \left(\frac{(1+i)^N - 1}{i * (1+i)^N} \right)$$

$$VPN = -664787.63 + 1960 - 6300 * \frac{((1+0.11)^{20} - 1)}{(0.11 * (1+0.11)^{20})} + 56 * \frac{((1+0.11)^{20} - 1)}{((0.11 * (1+0.11)^{20}))}$$

$$VPN = -664787.63 + 1960 - 6300 * (7.9633) + 56 * (7.9633)$$

$$VPN = Q - 712550.47$$

El valor negativo en el anterior resultado indica que el proyecto no genera utilidad, por lo que los gastos tanto de ejecución y mantenimiento deben ser sufragados por el sector público (gobierno) por medio de la municipalidad, o por alguna otra organización no gubernamental.

2.1.11.2 Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno se define como la tasa de descuento que hace que el valor presente de una inversión sea igual a cero, en donde se igualan los costos y los ingresos; debido a que un proyecto del sector público es no lucrativo y es de beneficio social, no genera utilidad, en consecuencia no se puede igualar los costos con los ingresos, por lo tanto no se puede obtener una tasa interna de retorno (porque no hay retorno); en cambio se puede hacer un análisis de costo sobre beneficio, el cual se hace con la inversión inicial y el número de habitantes de la siguiente manera:

Costo del proyecto (Co) = Q 664,787.63

Ingresos por conexión (CI) = Q 1,960.00

Número de habitantes a futuro = 380 habitantes beneficiados

$$\frac{\text{Costo}}{\text{Beneficio}} = \frac{(Q 664,787.63 - Q 1,960.00)}{380 \text{ beneficiados}}$$

$$\frac{\text{Costo}}{\text{Beneficio}} = Q 1,744.17/\text{beneficiado}$$

El resultado anterior indica la cantidad que se invierte por cada persona, por lo que debe buscarse más de una institución que ayude a absorber este gasto, o fijar una cuota que cada vecino esté en posibilidades de pagar para poder en cierta medida minimizar el anterior valor.

2.2 Diseño del mercado municipal

2.2.1 Descripción del proyecto

2.2.1.1 Investigación preliminar

El mercado municipal de Salcajá se construyó en el año de 1932 en la primera fase, con el transcurso del tiempo se fue ampliando con construcciones anexas que se han ido añadiendo sin ningún tipo de planificación, lo que hace que la actual distribución de ambientes sea inadecuada, y en algunos casos carente de servicios básicos como agua potable y drenajes, por lo anterior, la corporación municipal 1996-2000 gestionó la construcción del mercado “Plaza Centro”, ubicado en la zona dos del municipio, y debido a la alta demanda de locales comerciales, la corporación municipal 2004-2008 amplió con un segundo nivel las instalaciones de “Plaza Centro”, quedando con esto el antiguo mercado municipal relegado a un segundo plano, es por esto que se propone la reconstrucción del antiguo mercado con una adecuada distribución de ambientes y locales con sus servicios básicos.

2.2.1.2 Diseño arquitectónico

Los distintos comercios que existen en un típico mercado municipal demandan servicios básicos tales como, agua potable, drenaje, electricidad, servicios sanitarios etc. Para el diseño arquitectónico se tomó en cuenta el número de usuarios existentes en el mercado, así como un ambiente de servicios sanitarios para comerciantes y otro para usuarios, un basurero, área de comedores, carnicerías y administración, además de contar con un parqueo para aliviar en algún momento ésta necesidad que ha llegado a provocar congestión en el centro del municipio (ver plano 3.en apéndice).

2.2.1.3 Ubicación del edificio en el terreno

El área que se tiene para la construcción del mercado es un terreno municipal; según la nomenclatura actual del municipio se ubica en la primera calle de la zona número uno, entre tercera y cuarta avenida, a unos cuantos metros del edificio municipal, para la planificación del proyecto se ha tratado de aprovechar al máximo dicha área, a causa de la alta plusvalía que han adquirido los predios en el centro del municipio. Debido a la estrechez de algunas calles en el casco urbano, se ha tomado la decisión que a la construcción existente, reducirle un metro para la nueva construcción, es decir, aumentar un metro de calle en tres de los cuatro lados del mercado (ver plano 2 en apéndice).

2.2.1.4 Distribución de ambientes o espacios

Las distintas actividades de comercio que se dan dentro de un mercado municipal requieren tanto espacios de locales formales como pisos de plaza. Los locales comerciales se han dispuesto del tal modo que el acceso a un buen número de ellos este ubicado en la calle, otro grupo de locales se encuentran en el interior del mercado, así como los pisos de plaza que cuentan con dos pozos de luz para que proporcionen iluminación y ventilación, el módulo de servicios sanitarios y basurero se ubica en la parte exterior del mercado, y no tienen ningún contacto con el interior, ubicandose sobre la cuarta avenida, que es la menos comercial de las tres salidas a la calle con las que cuenta el predio. Además, el segundo nivel que es al aire libre, se propone el diseño de un parqueo para vehículos livianos, con el fin de aliviar en cierta medida la demanda de este recurso, sobre todo en el congestionado casco urbano del municipio (ver planos 2 y 3 en apéndice).

2.2.1.5 Alturas (secciones)

El diseño del mercado es de un solo nivel, que cuenta con el área del centro comercial en la planta baja, donde se ubican todos los locales comerciales, pisos de plaza, administración, servicios sanitarios etc. En la planta alta se ubica un área de parqueo, con una capacidad para treinta y cinco vehículos; de la construcción antigua se tiene un arco construido en el año de 1932, por lo que se propone conservar esta estructura, restaurarla y construir la fachada de todos locales comerciales con una forma similar (ver plano de cortes en apéndice). La altura del edificio es de 3.45 m, para los cálculos se toma una altura del marco de 5.45 m, para efectos del modelo matemático que servirá para el análisis estructural.

2.2.1.6 Estudio completo de suelos

Previo a la planificación de un proyecto de estructuras, es necesario conocer el medio físico sobre el cual se ha de asentar la edificación, y conocer datos técnicos que reflejen las condiciones en este caso del suelo, en consecuencia es necesario realizar el estudio del suelos respectivo, para conocer datos como el valor soporte, granulometría, límites de *Attemberg* y *Proctor*.

Para el estudio de suelos del presente proyecto, se cavaron tres pozos de un promedio de 4 m de altura cada pozo, tomando dos muestras de cada uno de ellos; la ubicación de los pozos dentro del terreno es la siguiente y los resultados del estudio se muestran a continuación:

Figura 7 Ubicación de pozos para estudio de suelos

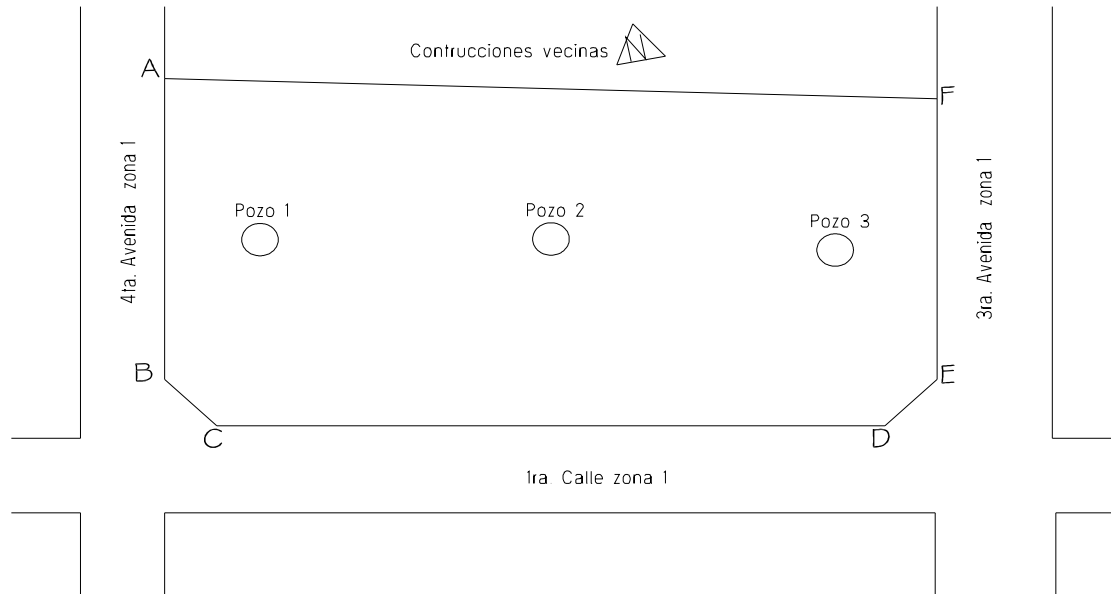


Tabla I Resumen de resultados de estudio de suelos

Número de pozo	Número de muestra	Valor Soporte (T/m ²)	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Peso unitario natural (Kg/m ³)	Humedad natural (%)
Pozo 1	Muestra No. 1	49,60	42,45	30,25	12,20	1616	50,00
Pozo 1	Muestra No. 2	59,50				1386	59,00
Pozo 2	Muestra No. 3	40,42	44,60	35,09	9,51	1602	48,60
Pozo 2	Muestra No. 4	57,25				1360	55,20
Pozo 3	Muestra No. 5	43,80				1655	51,30
Pozo 3	Muestra No. 6	64,80	42,25	38,31	5,94	1300	49,60
Número de pozo	Número de muestra	Peso unitario seco máximo (Kg/m ³)	Humedad óptima (%)	Tipo de Suelo			
Pozo 1	Muestra No. 1	1595,17	23,00	A-7-5 Arcilla			
Pozo 1	Muestra No. 2	1568,00	19,15	A-5 Limo			
Pozo 2	Muestra No. 3	1593,57	17,60	A-7-5 Arcilla			
Pozo 2	Muestra No. 4	1262,04	33,00	A-5 Limo			
Pozo 3	Muestra No. 5	1624,80	17,50	A-2-4 Limo arenoso			
Pozo 3	Muestra No. 6	1285,26	32,90	A-7-5 Arcilla			

Con los resultados anteriores se puede ver que la humedad natural es mayor que el límite líquido, lo que es característico del tipo de suelo A-7-5 Arcilla, que tiene un alto contenido de humedad, por lo que el suelo no es totalmente plástico y se encuentra en un estado semilíquido, a causa de lo anterior, se recomienda usar un factor de seguridad de 3 para calcular el valor soporte; también del anterior estudio se puede saber el peso volumétrico del suelo a la hora de compactar, después de fundir la cimentación, y que es dato de diseño para zapatas, el cual se toma el valor mas alto del resultado de la prueba de *Proctor*.

Tabla II Resumen de resultados de valor soporte

Número de pozo	Número de muestra	Valor Soporte (T/m ²)	Valor Soporte F. S. = 3(T/m ²)
Pozo 1	Muestra No. 1	49.60	16.53
Pozo 2	Muestra No. 3	40.42	13.47
Pozo 3	Muestra No. 5	43.80	14.60
Promedio =			14.86

Tomando como promedio el valor soporte calculado en la anterior tabla, y utilizando el factor de seguridad establecido previamente, se obtiene un valor soporte de $14.86 \text{ T/m}^2 \approx 15.00 \text{ T/m}^2$, que se toma como valor de diseño; para el peso volumétrico del suelo se tiene que el mayor valor es de $1624 \text{ Kg/m}^3 \approx 1.62 \text{ T/m}^3$, el cual al igual que el valor soporte, también se adopta como valor de diseño.

2.2.2 Selección del sistema o tipo de estructuras

2.2.2.1 Diseño estructural

El sistema estructural a usar conlleva varias consideraciones, entre las cuales esta que debe soportar las cargas en condiciones seguras, obedecer a circunstancias prácticas y económicas; para el presente caso, debido a la magnitud de las cargas, y que la región es una zona sísmica, se ha elegido el sistema de marcos estructurales, que está compuesto por vigas y columnas (marcos empotrados) sin muros de carga, que funciona como una unidad completa e independiente que resiste de una manera efectiva las fuerzas de sismo, debido a que la resistencia al sismo es proporcional a la rigidez de los marcos.

2.2.2.2 Dimensionamiento de losas

Las dimensiones de las losas obedecen al diseño estructural del edificio, pero en cuanto al peralte o espesor de ésta se refiere, su cálculo se hace en base al perímetro de ésta sobre 180, es decir, con la siguiente fórmula para losas macizas:

$$t = \frac{\text{Perímetro}}{180}; \quad t \leq 0.15$$

donde:

t = Espesor de losa

Perímetro = Perímetro de la losa

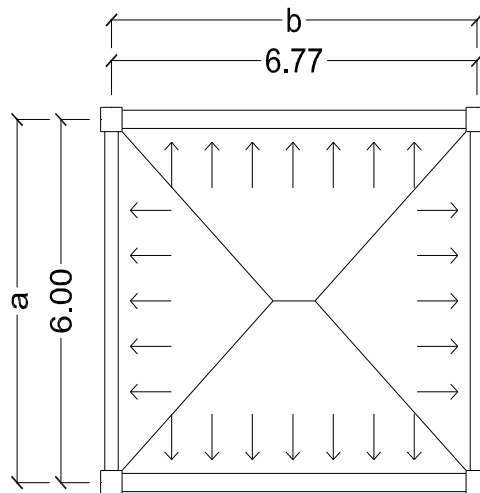
Una losa plana puede actuar en uno ó dos sentidos, actúa en un sentido cuando su área tributaria se distribuye en dos de sus costados, y actúa en dos sentidos cuando distribuye su carga en sus cuatro costados. Siendo “a” el lado menor de una losa y “b” el lado mayor; la losa actúa en uno o dos sentidos según las siguientes relaciones:

$\frac{a}{b} < 0.5 \Rightarrow$ La losa actúa en un sentido

$\frac{a}{b} > 0.5 \Rightarrow$ La losa actúa en dos sentidos

La losa más grande tiene las siguientes dimensiones:

Figura 8 Losa en dos sentidos



$$a = 6; b = 6.77$$

$$\frac{a}{b} = \frac{6}{6.77}$$

$\frac{a}{b} = 0.88$ (La losa trabaja en dos sentidos)

$$t = \frac{2 * (6 + 6.77)}{180}$$

$$t = 0.141 \approx 0.15$$

2.2.2.3 Predimensionamiento de vigas

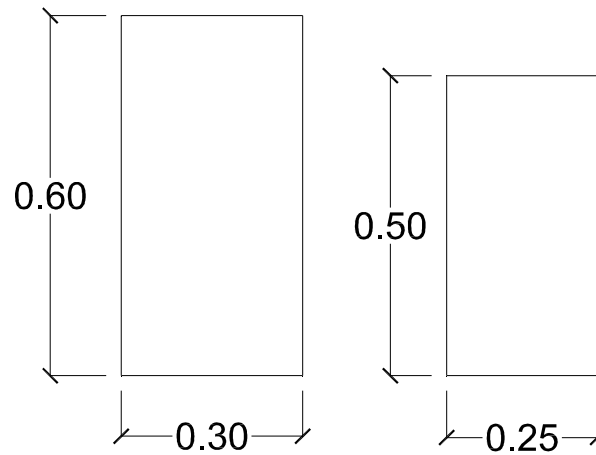
Existen varios criterios para predimensionar vigas, los cuales se basan en aspectos como la experiencia adquirida, tablas de diseño y reglas sugeridas por los manuales de construcción; por ejemplo el ACI establece que la altura mínima de una viga es $L/16$ y una relación $1/4 < b/h < 2/3$; los valores b y h se aconseja que se aproximen a múltiplos de 5 cm. Otro criterio bastante usado es también el de considerar una altura de viga de $L/14$ para edificios de menos de diez niveles, y $L/10$ para edificios que tengan más de diez niveles, con una base entre $1/2h < b < 2/3h$.

Los estructuralistas guatemaltecos recomiendan una relación de 6 a 8 cm de altura de viga por cada metro lineal de claro que cubre una viga, y un ancho que puede variar de $1/3$ a $1/2$ de la altura de la viga, debido a que estos criterios han tenido buen funcionamiento en la mayoría de los casos en los que se han empleado, se tomarán para predimensionar esta edificación.

En la presente estructura se encuentran dos tipos de luces que se pueden considerar las más críticas, una es de 7 m y otra de 6 m; al aplicar los criterios anteriores, se tienen las siguientes dimensiones para las vigas

Luz	Altura = 8% * Luz	Base = Altura / 2
7 m	$7 * 0.08 = 56 \approx 60$ cm	$60 / 2 = 30$
6 m	$6 * 0.08 = 48 \approx 50$ cm	$50 / 2 = 25$

Figura 9 Dimensiones de vigas



2.2.2.4 Predimensionamiento de columnas

Existen muchos criterios para predimensionar columnas, aún más que los de las vigas, pero los más usados son los siguientes:

- Para columnas rectangulares y cuadradas, el área total debe ser de 600 cm² como mínimo
- La menor dimensión de una columna debe ser de por lo menos 20 cm.
- $0.40 < b/h < 1.00$ para columnas rectangulares
- Se recomienda para columnas cuadradas, basándose en las longitudes de las mismas y considerando tableros mayores de 3.00 x 3.50 m. estimar la sección de la siguiente manera:

Si $b = h$; entonces $L/10 < b < L/15$

Se debe tener en cuenta que en este caso las columnas tienen que poseer una rigidez mayor a la de las vigas. Para el presente diseño se tomará una columna cuadrada debido a que simplifica los cálculos posteriores, es decir que $b = h$.

$$b = \frac{l}{10} = \frac{5.45}{10} = 0.54$$

$$b = \frac{l}{15} = \frac{5.45}{15} = 0.36$$

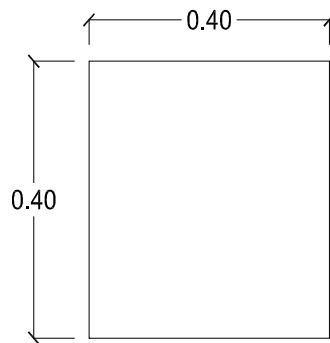
La columna debe tener una dimensión entre 0.36 y 0.54 m; se tomará una columna cuadrada de 0.40x0.40 m; por ser un valor redondo.

Revisando

$b \geq 20$ cm OK

Área = $40 * 40$ cm = 1600 cm² > 600 cm² OK

Figura 10 Dimensión de columnas



2.2.3 Cargas y sobrecargas

2.2.3.1 Cargas vivas

Las cargas vivas constan principalmente de cargas de ocupación en edificios. Éstas pueden estar aplicadas total o parcialmente o no estar presentes, también es posible cambiarlas de ubicación. Su magnitud y distribución son inciertas en determinado momento, además sus máximas intensidades a lo largo de la vida útil de la estructura no se conocen con precisión. Las dimensiones para las cargas vivas uniformemente distribuidas se representan en unidades de peso por unidades de área, por ejemplo kg/m^2 . En el presente caso se ha tomado una carga viva de 600 kg/m^2 , que es la que corresponde a un estacionamiento de vehículos sometidos a tráfico.

2.2.3.2 Cargas muertas

Las cargas muertas son aquéllas que se mantienen constantes en magnitud y sentido, y con una posición fija durante la vida útil de la estructura. Generalmente la mayor parte de la carga muerta es el peso propio de la estructura. Esta puede calcularse con buena aproximación a partir de la configuración de diseño, de las dimensiones de la estructura y de la densidad del material. Para edificios, por lo general, se toman como cargas muertas rellenos, acabados de entresijos y cielos falsos, se deja un margen para tener en cuenta cargas suspendidas, como conductos, aparatos y accesorios de iluminación. Para este caso, la carga muerta se ha calculado de la siguiente manera:

Carga muerta = Peso propio + sobrecarga (capa de pavimento) + acabados

Cargamuerta = $2400 * 0.15 + 0.05 * 2400 + 90$

Carga muerta = 585 kg/m^2

2.2.3.3 Cargas de sismo

Las cargas sísmicas son fuerzas inerciales causadas por movimientos de sismo, es decir, fuerzas del suelo en las presiones subterráneas de la estructura, cargas de posibles apozamientos de aguas de lluvia sobre superficies planas, y fuerzas causadas por diferencias de temperatura, al igual que las cargas vivas son inciertas tanto en magnitud como en distribución, varían de acuerdo a la zona geográfica.

2.2.3.4 Integración de cargas últimas

La integración de cargas consiste en la suma de las cargas vivas y muertas sobre las vigas, las que se distribuyen según líneas de falla a 45° sobre las losas, tomando como base los ejes de los planos según las dimensiones de la losa, ésta puede trabajar en uno o dos sentidos según la relación lado menor sobre lado mayor, si este número es menor a 0.5 la losa actúa en un sentido, en caso contrario actúa en dos sentidos, la integración de cargas se hace según la siguiente figura de áreas tributarias:

Con los datos de carga viva y muerta, sección y longitud de viga, se puede integrar el total de carga que reciben la misma de la siguiente manera: para ejemplificar se tomará el marco 8 con el tramo B-D; que recibe una carga tributaria de 18 m^2 , a partir de la figura 10 se puede ver que se cuenta con la siguiente información:

Longitud (L) = 6m

Área tributaria (A) = 18 m^2

Tramo B-D

Carga muerta (CM) = 585 kg/m^2

Carga viva (CV) = 600 kg/m^2

Dimensiones de la viga = $25 * 50 \text{ cm}$

Las anteriores cargas están en peso por unidad de área, para saber la carga que recibe la viga se deben transformar las cargas a peso por unidad lineal, con la siguiente fórmula:

$$W = \frac{A * \text{Carga}}{L}$$

donde:

W = Carga por metro lineal (kg/m)

A = Área tributaria (m^2)

Carga = Carga muerta o viva en unidades de peso por área (kg/m^2)

L = Longitud del tramo (m)

Aplicando lo anterior a las cargas viva y muerta se tiene lo siguiente:

$$W_{cm} = \frac{18 * 585}{6} = 1755 \text{ kg/m}$$

$$W_{cv} = \frac{18 * 600}{6} = 1800 \text{ kg/m}$$

También se debe calcular el peso propio de la viga de la siguiente manera:

$$PP = \text{Sección de viga} * \gamma$$

donde:

PP = Peso propio de la viga (kg/m)

γ = Peso unitario del concreto (2400 kg/m³)

$$PP = 0.25 * 0.25 * 2400$$

$$PP = 300 \text{ kg/m}$$

Por último, para saber cual es la carga total que recibe la viga es necesario multiplicar las dos cargas (viva y muerta), por sus magnificadores correspondientes, 1.4 para carga muerta y de 1.7 para carga viva:

$$W_t = 1.4 * (W_{cm} + PP) + 1.7 * W_{cv}$$

$$W_t = 1.4 * (1755 + 300) + 1.7 * 1800$$

$$W_t = 5973 \text{ kg/m}$$

$$W_t = 5.94 \text{ T/m}$$

Al aplicar este mismo procedimiento a todos los tramos del mismo eje se puede formar la siguiente tabla:

Tabla III Integración de cargas sobre modelo matemático de marco 8

Marco	Tramo	L (m)	Área T. (m ²)	CM (kg/m ²)	CV (kg/m ²)	Wcm (kg/m)	Wcv (kg/m)	PP (kg/m)	Wt (kg/m)	Wt (T/m)
6	A a B	6	9,77	585	600	944,70	968,93	300	3389,8	6,18
6	B a D	6	18	585	600	1755,00	1800,00	300	5937,0	5,94
6	D a F	6	11,25	585	600	1096,88	1125,00	300	3868,1	3,87
6	F a G	4	8	585	600	1170,00	1200,00	300	4098,0	4,10
6	G a H	4	8	585	600	1170,00	1200,00	300	4098,0	4,10
6	voladizo	1	0	585	600	0,00	0,00	300	420,0	0,42

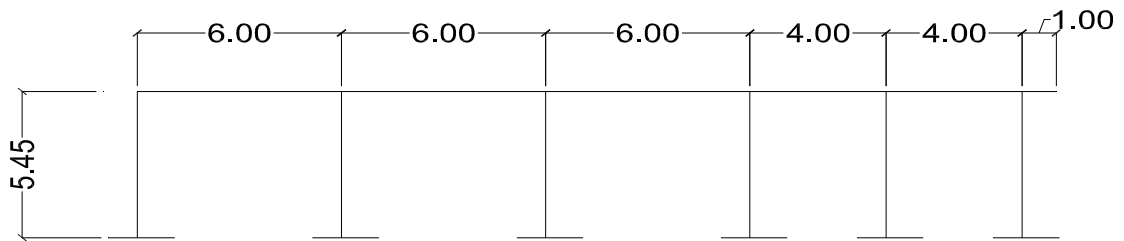
De manera similar se hace la integración de cargas para el resto de marcos, ya sea en sentido largo o en el sentido corto, por ejemplo en el sentido largo se puede ver que la integración de cargas para eje D da como resultado la siguiente tabla:

Tabla IV Integración de cargas sobre modelo matemático de marco D

Marco	Tramo	L (m)	Área T. (m ²)	CM (kg/m ²)	CV (kg/m ²)	Wcm (kg/m)	Wcv (kg/m)	PP (kg/m)	Wt (kg/m)	Wt (T/m)
D	voladizo	1	0	585	600	0,00	0,00	300	420,0	0,42
D	1 a 2	4	8	585	600	1170,00	1200,00	300	4098,0	4,10
D	2 a 3	4	8	585	600	1170,00	1200,00	300	4098,0	4,10
D	3 a 4	3	4,5	585	600	877,50	900,00	300	3178,5	3,18
D	4 a 6	6	18	585	600	1755,00	1800,00	300	5937,0	5,94
D	6a 8	6	9	585	600	877,50	900,00	300	3178,5	3,18
D	8 a 10	6,77	22,64	585	600	1956,34	2006,50	396	6704,3	6,70
D	10 a 12	6	9	585	600	877,50	900,00	300	3178,5	3,18
D	12 a 14	6	18	585	600	1755,00	1800,00	300	5937,0	5,94
D	14 a 15	3	4,5	585	600	877,50	900,00	300	3178,5	3,18
D	15 a16	4	8	585	600	1170,00	1200,00	300	4098,0	4,10
D	16 a 17	4	8	585	600	1170,00	1200,00	300	4098,0	4,10
D	voladizo	1	0	585	600	0,00	0,00	300	420,0	0,42

Otra carga que es importante integrar a éstas es la carga de sismo, pero para calcularla es necesario saber la fuerza del marco, para ejemplificar este proceso se trabajará de igual manera con el marco 8 y su modelo matemático.

Figura 12 Modelo matemático de análisis de marco 8



Todas las vigas de este marco tienen una sección de 25x50 cm, la excepción son las vigas en sentido largo que tienen luces de 6.77 y 7m; lo que se hará en este momento es calcular la rigidez de los elementos tanto de vigas como de columnas con la siguiente fórmula:

$$K = \frac{4EI}{L}$$

$$I = \frac{1}{12}bh^3$$

donde:

K = Rigidez

E = Módulo de elasticidad del concreto

I = Módulo de Inercia de la sección

b = Base de la sección

h = Altura de la sección

L = Longitud del elemento

Como se observa en el modelo matemático, existen longitudes de viga de 6, 4,1 m, además la columna tiene una sección de 40x40 cm; y altura de 5.45 m, con estos datos se puede calcular la rigidez de los elementos:

$$Kv_1 = \frac{4E * (1/12 * 25 * 50^3)}{600} = 1736E$$

$$Kv_2 = \frac{4E * (1/12 * 25 * 50^3)}{400} = 2604E$$

$$Kv_3 = \frac{4E * (1/12 * 25 * 50^3)}{100} = 10416E$$

$$Kc = \frac{4E * (1/12 * 40 * 40^3)}{545} = 1565E$$

Por comodidad, y para facilitar los cálculos posteriores se puede tomar el valor del módulo de elasticidad del concreto como 0.1, para trabajar con valores más pequeños, pues a la hora de calcular la rigidez en los nudos, E no afecta los resultados.

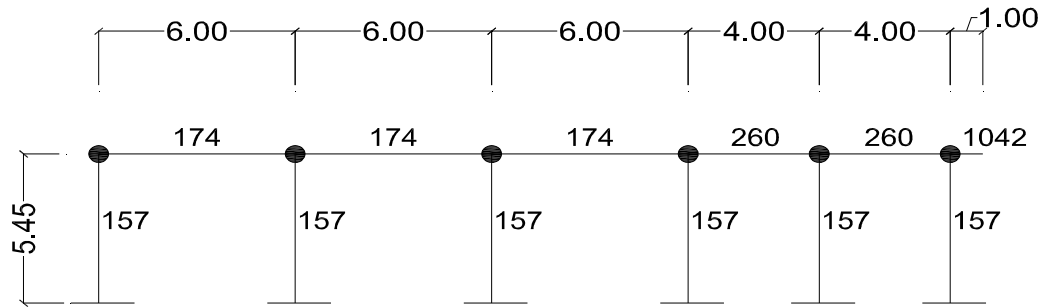
$$Kv_1 = 174$$

$$Kv_2 = 260$$

$$Kv_3 = 1042$$

$$Kc = 157$$

Figura 13 Rigideces en vigas y columnas de marco



Ahora que se cuentan con las rigideces de cada elemento, se puede calcular las rigideces en cada uno de los nudos con la siguiente fórmula:

$$K_{\text{Nudo}} = \frac{\Sigma K_{\text{vigas}} * \Sigma K_{\text{columnas}}}{\Sigma K_{\text{columnas+vigas}}}$$

donde:

K_{nudo} = Rigidez en un nudo

ΣK_{vigas} = Sumatoria de las rigideces de las vigas que llegan a un nudo

$\Sigma K_{\text{columnas}}$ = Sumatoria de las rigideces de las columnas que llegan a un nudo

$\Sigma K_{\text{columnas+vigas}}$ = Sumatoria de las rigideces de las columnas y las vigas que llegan al nudo

Como ejemplo se calcula la rigidez del primer nudo, cuyo procedimiento es el siguiente:

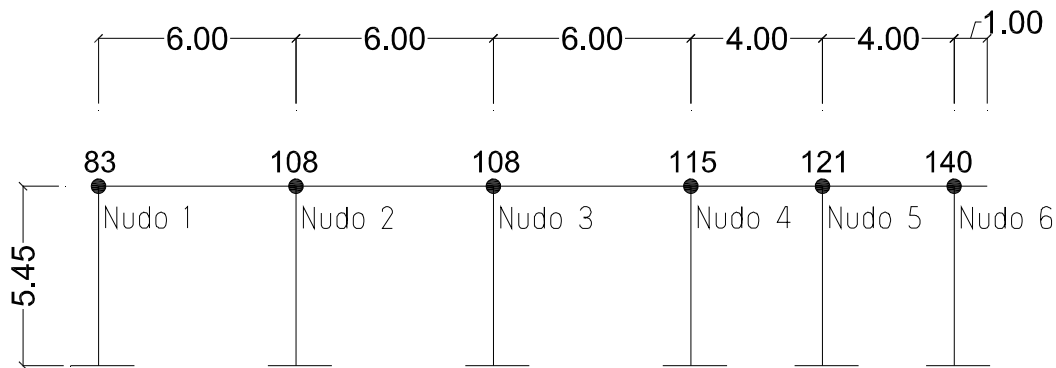
$$K_{\text{Nudo 1}} = \frac{(174) * 157}{(157 + 174)} = 83$$

$$K_{\text{Nudo 2}} = \frac{(174 + 174) * 157}{(174 + 174 + 157)} = 108$$

$$K_{\text{Nudo n}} = \dots\dots\dots$$

Al aplicar la misma fórmula a cada uno de los nudos del modelo matemático del eje 8, se obtiene el marco con los siguientes resultados:

Figura 14 Rigideces en nudos de marco 8



Con las rigideces en cada uno de los nudos se puede calcular la fuerza por marco que no es más que la suma de las rigideces en los nudos que están en el marco:

$$FM = \Sigma K \text{ en los nudos}$$

donde:

FM = Fuerza horizontal en el marco

ΣK en los nudos = Sumatoria de las rigideces calculadas en cada uno de los nudos

$$FM_8 = (83 + 108 + 108 + 115 + 121 + 140)$$

$$FM_8 = 675$$

Al aplicar el mismo procedimiento al resto de los marcos con sus respectivos modelos matemáticos se obtuvieron los siguientes resultados:

Marcos letra	Marcos número
$FM_A = 936$	$FM_1 = 404$
$FM_B = 1468$	$FM_2 = 274$
$FM_D = 1468$	$FM_3 = 452$
$FM_F = 1216$	$FM_4 = 567$
$FM_G = 766$	$FM_6 = 675$
$FM_H = 684$	$FM_8 = 675$
	$FM_{10} = 675$
	$FM_{12} = 675$
	$FM_{14} = 689$
	$FM_{15} = 533$
	$FM_{16} = 648$
	$FM_{17} = 522$

Antes de integrar la carga de sismo al modelo matemático es necesario saber el peso de la edificación, que se muestra a continuación:

Peso de entepiso = 511.50 T
 Peso de muros = 308.00 T
 Peso de vigas = 163.62 T
 Peso de columnas = 122.57 T
 Peso de zapatas = 109.44 T

 Peso total = 1216.13 T
 1T = 1000 kg

Con el anterior dato se puede calcular el corte basal (V_b); para lo cual existen varios métodos, el que se empleará en este caso es el SEAOC válido para edificaciones de un nivel. El SEAOC válido para este caso es el 10% de la suma del peso total de la estructura mas el 25% de la carga viva.

$$V_b = 0.10 * [P_t + 0.25 * (A * CV)]$$

donde:

V_b = Corte basal

P_t = Peso total de la estructura (T)

A = Área total de losa (1100 m²)

Cv = Carga viva (0.60 T/m²)

$$V_b = 0.10 * [1216.13 + 0.25 * (1100 * 0.60)]$$

$$V_b = 123.11 \text{ T}$$

Con el cote basal (V_b) y las fuerzas por marco se puede calcular la fuerza de sismo que actúa en cada uno de los mismos, tanto en sentido largo como en el sentido corto; como la estructura es sólo de un nivel, la fuerza que actúa en la parte superior es igual al corte basal, según el siguiente cálculo:

Nivel	Altura (m)	Peso del primer nivel (Ton)	Peso total*Altura (Ton-m)
1	5.45	1216.13	6627.90

(Peso total*altura)/ Σ (peso del nivel*altura)	Fuerza por nivel (Ton)
1	123.11

Ahora que se sabe que la fuerza en el nivel es igual en magnitud al corte basal, se puede distribuir entre todos los marcos proporcionales a la fuerza por marco, de la siguiente manera:

Tabla V Distribución de fuerza por sismo sobre marcos letra

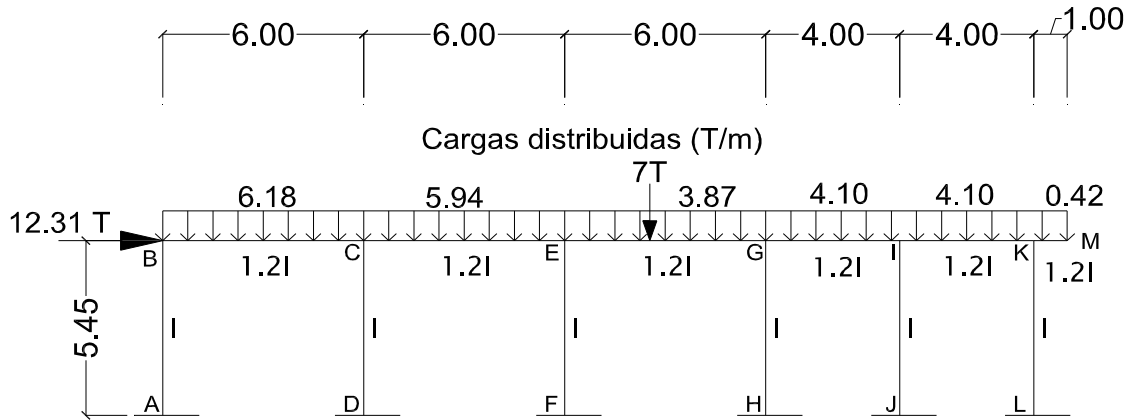
Eje	FM	FM/ Σ FM	Corte (T) = 123,11*(FM/ Σ FM)
A	936	0,14	17,24
B	1468	0,22	27,08
D	1468	0,22	27,08
F	1216	0,18	22,16
G	766	0,11	13,54
H	864	0,13	16,01
	Σ FM = 6718	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 123,11$

Tabla VI Distribución de fuerza por sismo sobre marcos número

Eje	FM	FM/ Σ FM	Corte (T) = 123,11*(FM/ Σ FM)
1	404	0,05	6,16
2	274	0,04	4,92
3	452	0,07	8,62
4	567	0,08	11,85
6	675	0,10	12,31
8	675	0,10	12,31
10	675	0,10	12,31
12	675	0,10	12,31
14	689	0,10	12,31
15	533	0,08	9,85
16	648	0,10	12,31
17	522	0,08	9,85
	Σ FM = 6789	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 123,11$

En este momento se tiene la información suficiente para iniciar el análisis estructural, con el marco que se ha tomado como ejemplo, según la integración de cargas por el método de áreas tributarias y la fuerza de sismo se tiene:

Figura 15 Cargas actuantes en marco 8



La carga puntual que se encuentra en la viga se debe a que sobre ésta se apoya una viga secundaria.

2.2.4 Análisis estructural

2.2.4.1 Análisis exacto de estructuras estáticamente indeterminadas

Este tipo de análisis se basa en cálculos que se realizan a través de procesos iterativos, que son empleados para el diseño de los elementos estructurales de los marcos en los edificios, tienen la ventaja de que se puede aplicar a marcos con cualquier tipo de carga ya sea simétricos o asimétricos, entre los métodos más usados para el análisis exacto de este tipo de estructuras se encuentran: el método de distribución de momentos (Método de Cross), el método de *Kani*, rigideces, flexibilidad, etc.

2.2.4.2 Método de distribución de momentos

Método exacto iterativo, aplicable a vigas y marcos rígidos, simétricos o asimétricos sometidos a cargas laterales y/o verticales, sus conceptos básicos son:

Momento fijo (Mf): Es el momento necesario en el extremo de un miembro de la estructura, para que el giro en éste sea cero.

La rigidez (K): Es la acción necesaria para producir una deformación unitaria de cualquier clase de sollicitación (flexión, tensión o corte), sin permitirse la traslación de ninguno de los extremos.

Factor de distribución (Dij): Es el valor por el cual hay que multiplicar el momento aplicado al nudo que absorbe el extremo de cada uno de los miembros que llegan a ese nudo, su fórmula es la siguiente:

$$D = \frac{K}{\sum k_i}$$

donde:

D = Factor de distribución

K = Rigidez absoluta de un tramo

$\sum K_i$ = Sumatoria de las rigideces de los elementos que llegan a un nudo

Para nudos empotrados la rigidez es igual a cero.

Ahora se analizará el modelo matemático del marco 8 que se ha estado utilizando como ejemplo, aplicando el método de distribución de momentos.

El primer paso es relacionar las inercias de los elementos, tanto vigas como columnas, asignando al módulo de inercia de la sección de las columnas el valor de I; se debe obtener el valor del módulo de inercia de las vigas en función del módulo de inercia de las columnas de la siguiente manera:

$$I_{\text{viga}} = \frac{1}{12} * 25 * 50^3 = 260416.67 \text{cm}^4$$

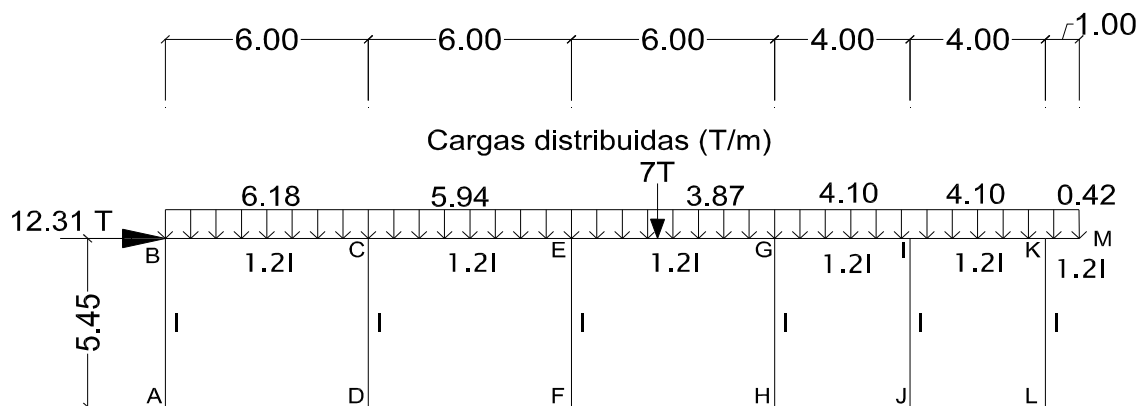
$$I_{\text{col}} = \frac{1}{12} * 40 * 40^3 = 213333.33 \text{cm}^4 = I$$

$$\frac{I_{\text{viga}}}{I_{\text{col}}} = \frac{260,416.67}{213,333.33} = \frac{I_{\text{viga}}}{I} = 1.2$$

$$I_{\text{viga}} = 1.2I$$

En este momento se tienen los módulos de inercia de ambas secciones en relación a una sola variable I, lo que hace más fácil su manejo, el siguiente paso es el cálculo de las rigideces:

Figura 16 Análisis estructural de marco 8



La rigidez de los elementos se calcula simplemente dividiendo el módulo de inercia dentro de la longitud del elemento:

$$K = \frac{I}{L}$$

$$\begin{aligned}
 K_{AB} &= 1/5.45 = 0.18 & K_{BC} &= 1.2/6 = 0.20 & K_{GI} &= 1.2/4 = 0.30 & K_{KM} &= 1.2/1 = 1.2 \\
 K_{DC} &= 0.18 & K_{CE} &= 0.20 & K_{IK} &= 0.30 \\
 K_{FE} &= 0.18 & K_{EG} &= 0.20 \\
 K_{HG} &= 0.18 \\
 K_{KI} &= 0.18 \\
 K_{LK} &= 0.18
 \end{aligned}$$

Como siguiente paso se puede calcular los factores de distribución de cada tramo con la fórmula antes descrita, teniendo en cuenta que para los nudos que parten del cimiento (empotrados), los factores de distribución son cero:

$$D = \frac{K}{\sum ki}$$

$$D_{AB} = D_{DC} = D_{FE} = D_{HG} = D_{JI} = D_{LK} = 0$$

Nudo "B"

$$D_{BA} = 0.18 / (0.18 + 0.20) = 0.47$$

$$D_{BC} = 0.20 / (0.18 + 0.20) = 0.53$$

$$\Sigma = 1$$

Nudo "C"

$$D_{CB} = 0.20 / (0.20 + 0.18 + 0.20) = 0.34$$

$$D_{CD} = 0.18 / (0.20 + 0.18 + 0.20) = 0.32$$

$$D_{CE} = 0.20 / (0.20 + 0.18 + 0.20) = 0.34$$

$$\Sigma = 1$$

Nudo "E"

$$D_{EC} = 0.20 / (0.20 + 0.18 + 0.20) = 0.34$$

$$D_{FE} = 0.18 / (0.20 + 0.18 + 0.20) = 0.32$$

$$D_{EG} = 0.20 / (0.20 + 0.18 + 0.20) = 0.34$$

$$\Sigma = 1$$

Nudo "G"

$$D_{GE} = 0.20 / (0.20 + 0.18 + 0.20) = 0.29$$

$$D_{GH} = 0.18 / (0.20 + 0.18 + 0.30) = 0.27$$

$$D_{GI} = 0.30 / (0.20 + 0.18 + 0.30) = 0.44$$

$$\Sigma = 1$$

Nudo "I"

$$D_{IG} = 0.30 / (0.30 + 0.18 + 0.30) = 0.38$$

$$D_{IJ} = 0.18 / (0.30 + 0.18 + 0.30) = 0.24$$

$$D_{IK} = 0.30 / (0.30 + 0.18 + 0.30) = 0.38$$

$$\Sigma = 1$$

Nudo "K"

$$D_{KI} = 0.30 / (0.30 + 0.18 + 1.20) = 0.18$$

$$D_{KL} = 0.18 / (0.30 + 0.18 + 1.20) = 0.11$$

$$D_{KM} = 1.20 / (0.30 + 0.18 + 1.20) = 0.71$$

$$\Sigma = 1$$

Cuando ya se tienen los factores de distribución se puede calcular los momentos fijos que se definieron anteriormente, su cálculo es en base a las cargas distribuidas y puntuales que actúan sobre las vigas o sobre cualquier otro miembro, su cálculo se realiza con las siguiente formulas:

$$M_{ij} = WL^2 / 12 + PL / 8$$

$$M_{ji} = -WL^2 / 12 - PL / 8$$

donde:

M_{ij} , M_{ji} = Momentos fijos de empotramiento (T-m)

W = Carga uniformemente distribuida (T/m²)

L = Longitud del elemento estructural (m)

P = Carga puntual (m), (si existiera)

Con la anterior fórmula entonces se pueden calcular los momentos fijos de empotramiento para los distintos tramos en las vigas, pues en las columnas no existen cargas distribuidas ni puntuales:

$$M_{BC} = WL^2 / 12 = 6.18 * 6^2 / 12$$

$$M_{BC} = 18.54 \text{ T - m}$$

$$M_{CB} = -18.54 \text{ T - m}$$

$$M_{CE} = WL^2 / 12 = 5.94 * 6^2 / 12$$

$$M_{CE} = 17.82 \text{ T - m}$$

$$M_{EC} = -17.82 \text{ T - m}$$

$$M_{EG} = WL^2 / 12 + PL / 8 = 3.87 * 6^2 / 12 + 7 * 6^2 / 8$$

$$M_{EG} = 14.24 \text{ T - m}$$

$$M_{GE} = -14.24 \text{ T - m}$$

$$M_{GI} = WL^2 / 12 = 4.1 * 4^2 / 12$$

$$M_{GI} = 5.47 \text{ T - m}$$

$$M_{IG} = -5.47 \text{ T - m}$$

$$M_{IK} = WL^2 / 12 = 4.1 * 4^2 / 12$$

$$M_{IK} = 5.47 \text{ T - m}$$

$$M_{KI} = -5.47 \text{ T - m}$$

$$M_{KM} = WL^2 / 12 = 0.42 * 1^2 / 12$$

$$M_{KM} = 0.21 \text{ T - m (Voladizo)}$$

$$M_{MK} = 0 \text{ T - m}$$

Ahora se puede aplicar el método de distribución de momentos de manera iterativa, que consiste en hacer la sumatoria algebraica de los momentos fijos en un nudo, y luego multiplicar este resultado por cada uno de los factores de distribución con el signo cambiado; el anterior resultado se le aplica el factor de transporte, que no es mas que multiplicarlo por 0.5, y colocarlo en el extremo opuesto del nudo, para que pueda formar parte de su momento fijo, luego se repite el proceso las veces que se desee según la exactitud que se requiera, para este caso se han hecho tres iteraciones y los resultados se muestran a continuación:

Tabla VII Ejemplo del método de distribución de momentos

L (m)

6

BA	BC	W (T/m)	CB	CD	CE	Tramo
0.47	0.53	6.18	0.34	0.32	0.34	Factor de distribución
0	18.54		-18.54	0	17.82	Momento fijo
-8.714	-9.8262		0.2448	0.23	0.245	Primera iteración
0	0.1224		-4.913	0	0.163	Factor de transporte
-0.058	-0.06487		1.615	1.52	1.615	Segunda iteración
0	0.80748		-0.032	0	-0.3	Factor de transporte
-0.38	-0.42797		0.1136	0.107	0.114	Tercera iteración
-9.15	9.15	12.48	-21.51	1.86	19.65	Suma algebraica (momentos finales)

AB
0
0
0
-4.357
0
-0.029
0
-4.39

DC
0
0
0
0.115
0
0.76
0
0.88

Tramo
Factor de distribución
Momento fijo
Primera iteración
Factor de transporte
Segunda iteración
Factor de transporte
Tercera iteración
Suma algebraica (momentos finales)

Para el cálculo del momento al centro de una viga, que por lo general es positivo de calcula de la siguiente manera:

$$M = WL^2 / 8 - (M_1 - M_2) / 8$$

$$M = 6.18 * 6^2 - (9.18 + 21.51) / 8$$

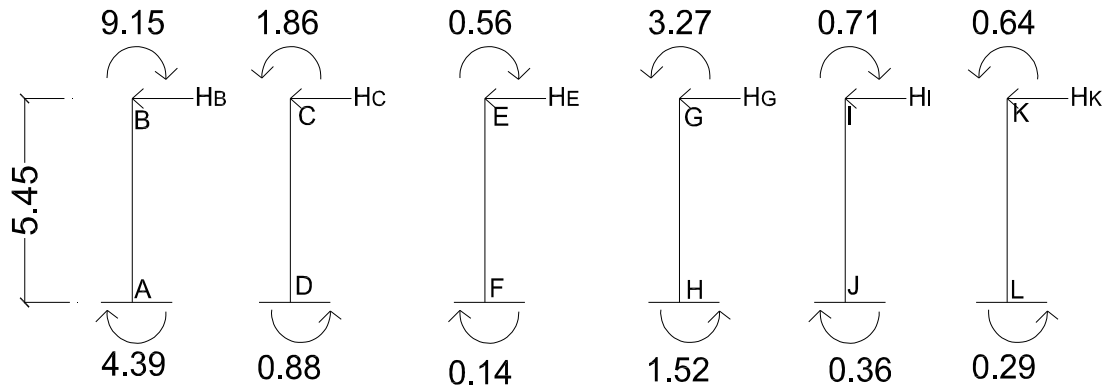
$$M = 12.48 \text{ T - m}$$

El cálculo completo del marco 8 se muestra en la siguiente hoja, en donde aún no se ha aplicado la fuerza se sismo, sino que el análisis sólo se ha hecho tomando en cuenta las cargas gravitacionales, es por eso que en análisis es sin ladeo.

(Hoja en tabloide de momentos sin ladeo)

Con la tabla de resultados obtenida anteriormente, se puede conocer la reacción horizontal que produce el marco a la carga de sismo, la cual se calcula haciendo una sumatoria de momentos en el diagrama de cuerpo libre de cada columna, como ejemplo se tomará la columna BA del marco que se está analizando:

Figura 17 Diagramas de cuerpo libre en columnas de marco 8



$$\begin{aligned} \sum M_A &= 0 \\ 4.39 + 9.15 - 5.48H_B &= 0 \\ H_B &= 2.484 \text{ T} \end{aligned}$$

De igual manera se obtienen los resultados para las demás reacciones horizontales que dan los siguientes resultados:

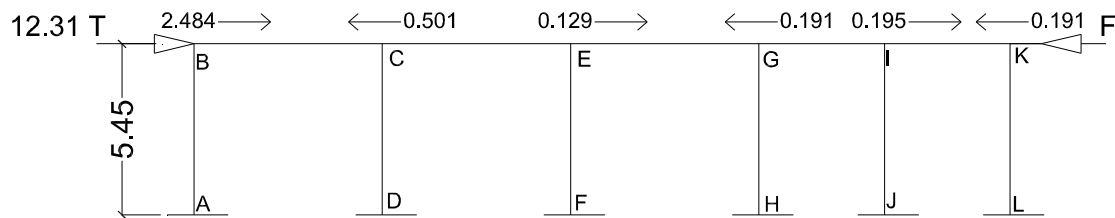
$$H_C = -0.501T \quad H_I = 0.195T$$

$$H_E = 0.129T \quad H_K = -0.171T$$

$$H_G = -0.877T$$

Con los anteriores resultados y con la fuerza de sismo actuando sobre el marco se puede calcular "F", que es la fuerza que opone un tope ficticio en el marco, el cálculo consiste en hacer una sumatoria de fuerzas en el eje x, sobre toda la viga, como lo muestra el siguiente diagrama de cuerpo libre:

Figura 18 Fuerzas horizontales en marco 8



$$\Sigma F_x = 0$$

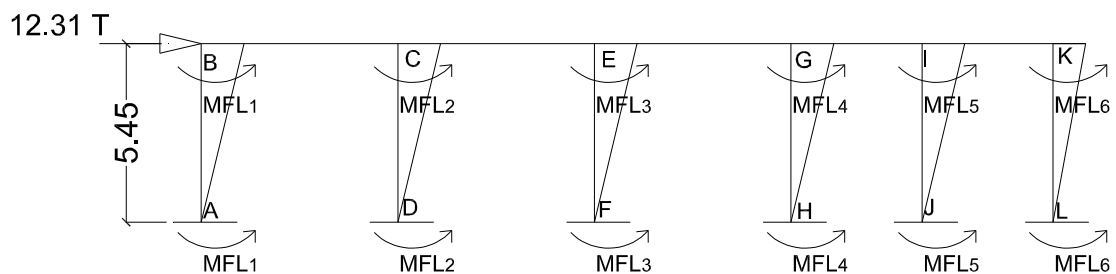
$$12.31 + 2.84 - 0.501 + 0.129 - 0.877 + 0.195 - 0.171 - F = 0$$

$$F = 13.568 T$$

Hasta ahora se tiene los momentos causados por las fuerzas gravitacionales y la resistencia que opone el marco al desplazamiento lateral F, que es un tope ficticio en el marco, lo que sigue es hacer el análisis de los efectos producidos por las fuerzas laterales en el marco.

Para saber los efectos producidos por las cargas laterales en cada elemento, se calculan los momentos fijos de ladeo correspondientes a cada columna, para lo cual se asume un momento final de ladeo en la primera columna de 10 T-m, para las demás columnas el valor de este momento está en función de su sección y de su longitud:

Figura 19 Momentos de ladeo en marco 8



$$MFL_1 = 10 \text{ T - m}$$

$$MFL_2 = \frac{MFL_1 * (I_{C-D} / L_{C-D}^2)}{(I_{A-B} / L_{A-B}^2)}$$

donde:

MFL_2 = Momento final de lado 2

MFL_1 = Momento final de lado 1

I_{C-D}, I_{A-B} = Módulo de inercia de las columnas en los tramos C-D y A-B respectivamente

L^2_{C-D}, L^2_{A-B} = Longitud al cuadrado de las columnas en los tramos C-D y A-B respectivamente

$$MFL_2 = \frac{10 * (I/5.45^2)}{(I/5.45^2)}$$

$$MFL_2 = 10 \text{ T - m}$$

Se puede notar que el módulo de inercia y la longitud son constantes para todas las columnas, lo que significa que todos los momentos finales de lado son los mismos:

$$MFL_1 = 10 \text{ T - m}$$

$$MFL_2 = 10 \text{ T - m}$$

$$MFL_3 = 10 \text{ T - m}$$

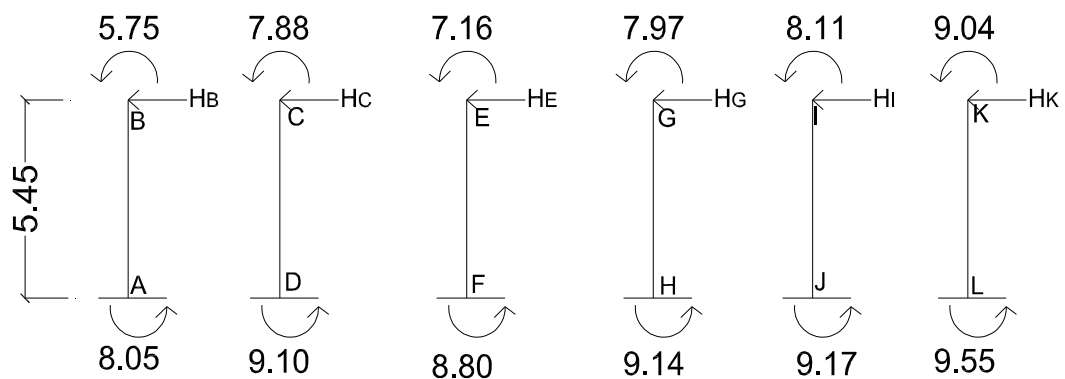
$$MFL_4 = 10 \text{ T - m}$$

$$MFL_5 = 10 \text{ T - m}$$

Enseguida es necesario aplicar el método de distribución de momentos, tomando como momentos fijos los momentos finales de lado en las columnas (Tabloide con momentos con lado).

Ahora, de igual manera que se hizo anteriormente, se puede calcular la reacción horizontal que produce el marco ante los momentos finales de lado, de igual modo como se calculó previamente, sólo que esta vez el marco produce una fuerza “f”, que es un tope ficticio que se opone la desplazamiento lateral.

Figura 20 Diagramas de cuerpo libre en columnas de marco 8



$$\begin{aligned} \Sigma M_A &= 0 \\ 5.75 + 8.05 + 5.45H_B &= 0 \\ H_B &= -2.532 T \end{aligned}$$

Cuando se aplica la misma sumatoria de momentos en todos los diagramas de cuerpo libre de las columnas, se obtienen los siguientes resultados para las reacciones horizontales:

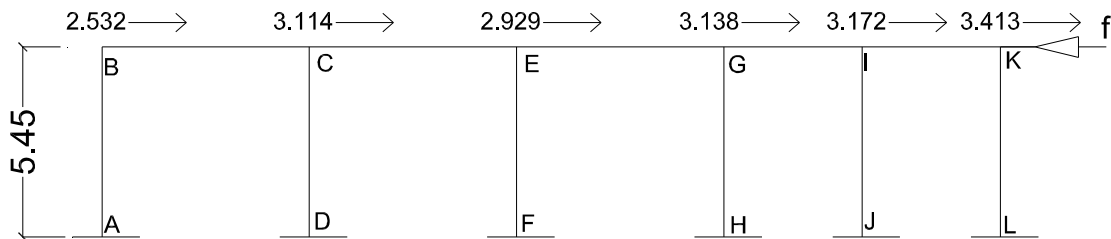
$$H_c = 3.114 \text{ T} \quad H_i = -3.172 \text{ T}$$

$$H_E = -2.929 \text{ T} \quad H_K = -3.413 \text{ T}$$

$$H_G = -3.138 \text{ T}$$

Con los anteriores resultados se puede calcular la fuerza "f", que es la fuerza que opone al marco al desplazamiento producido por las cargas de lado.

Figura 21 Fuerzas horizontales en marco 8



$$\Sigma F_x = 0$$

$$-2.532 - 3.114 - 2.929 - 3.138 - 3.172 - 3.413 - f = 0$$

$$f = -18.298$$

En este momento de cuenta con las dos variables necesarias para encontrar el factor de corrección de momentos x, que se calcula con la siguiente fórmula:

$$F + fx = 0$$
$$13.568 - 18.298x = 0$$
$$x = 0.742$$

Ahora con el factor de corrección de momentos se puede calcular los momentos finales con la siguiente fórmula:

$$M_f = M_{SL} + M_{CL} * x$$

donde:

M_f = Momento final

M_{SL} = Momento sin ladeo

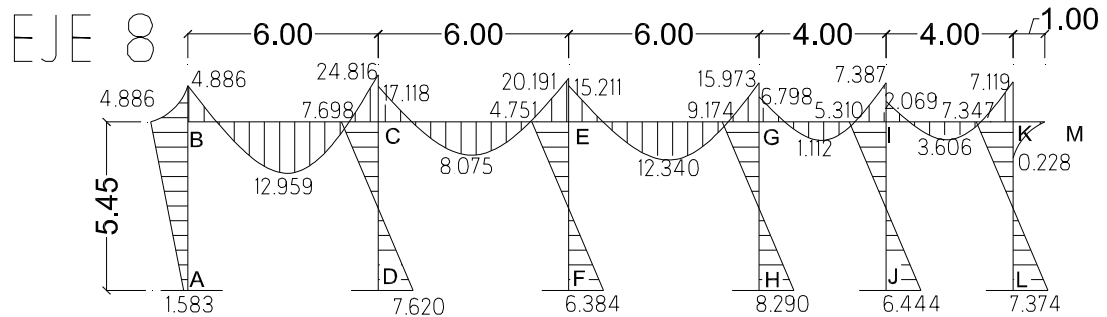
M_{CL} = Momento con ladeo

x = Factor de corrección

Tabla X Momentos finales en marco 8

Tramo	$M_{SL}(T-m)$	$M_{cl}(T-m)$	x	$M_f(T-m)$
AB	-4,39	8,05	0,742	1,583
BA	-9,15	5,75	0,742	-4,886
BC	9,15	-5,75	0,742	4,886
CB	-21,51	-4,46	0,742	-24,816
CD	1,86	7,88	0,742	7,698
DC	0,88	9,1	0,742	7,62
CE	19,65	-3,42	0,742	17,118
EC	-17,43	-3,72	0,742	-20,191
EF	-0,56	7,16	0,742	4,751
FE	-0,14	8,8	0,742	6,384
EG	17,94	-3,69	0,742	15,211
GE	-13,49	-3,35	0,742	-15,973
GH	3,27	7,97	0,742	9,174
HG	1,52	9,14	0,742	8,29
GI	10,23	-4,62	0,742	6,798
IG	-4,12	-4,4	0,742	-7,378
IJ	-0,71	8,11	0,742	5,31
JI	-0,36	9,17	0,742	6,444
IK	4,42	-3,72	0,742	2,069
KI	-4,99	-2,88	0,742	-7,119
KL	0,64	9,04	0,742	7,347
LK	0,29	9,55	0,742	7,374
KM	4,35	-6,17	0,742	-0,228

Figura 22 Diagrama de momentos en el marco 8



2.2.4.3 Envolvente de momentos

Cualquiera de las cargas mencionadas anteriormente puede actuar sobre una estructura en un momento dado. Sin embargo, esto es entrar prácticamente en el campo de la especulación; el que se produzca algún tipo de carga crítica.

Por ello, los códigos de construcción establecen combinaciones de cargas específicas llamados envolvente de momentos, que los miembros estructurales deben estar en capacidad de soportar para tratar de evitar el colapso de la estructura; los factores de carga más utilizados y especificados en el ACI (*American Concret Institute*), son los siguientes:

Combinación gravitacional	Combinación excepcional	Combinación por volteo
1.4CM + 1.7CV	1.05CM + 1.275CV + 1.275S	0.9CM + 1.3S

donde:

CV = Carga viva

S = Carga de sismo

CM = Carga muerta

2.2.4.4 Resultados del análisis estructural

Al aplicar la combinación gravitacional, y posteriormente el método de distribución de momentos con ladeo provocado por las fuerzas laterales, a cada uno de los marcos de la edificación, se obtienen los resultados del análisis, que se resume en los diagramas de momentos que se presentan a continuación para cada marco:

(Diagramas de momento)

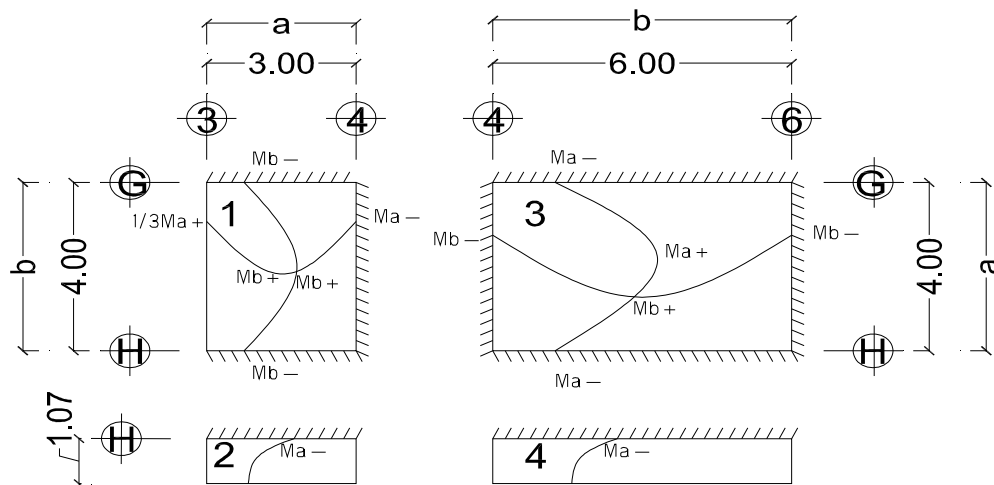
2.2.5 Diseño de elementos de concreto reforzado

En este momento se cuenta ya con todos los resultados del análisis estructural, por lo que se puede proceder a realizar los cálculos necesarios para armados de losas, vigas, columnas y zapatas de la estructura, el diseño de elementos de concreto armado se ha hecho en base al Código ACI 318-99, tomando en cuenta las siguientes propiedades de los materiales: el concreto tiene resistencia de 281 kg/cm^2 (4000 psi); el acero tiene una resistencia de 2810 kg/cm^2 (40000 psi)

2.2.5.1 Diseño de losas

El cálculo de las losas se ha hecho según el Método 3 del ACI, por lo que a continuación se muestra el cálculo de las primeras cuatro losas para ejemplificar el procedimiento, el resto de losas tiene un procedimiento semejante.

Figura 27 Modelos matemáticos para análisis de losas



El cálculo de los momentos se hace de la siguiente manera:

$$Ma^- = Ca^- * Cu * a^2 \quad Mb^- = Cb^- * Cu * b^2$$

$$Ma^+ = Ca^+ * Cvu * a^2 + Ca^+ * Cmu * a^2 \quad Mb^+ = Cb^+ * Cvu * b^2 + Cb^+ * Cmu * b^2$$

donde:

Ma^- = Momento negativo en sentido corto (kg-m)

Mb^- = Momento negativo en sentido largo (kg-m)

Ca^- = Coeficiente de momento negativo en sentido corto (según apoyos en losa)

Cb^- = Coeficiente de momento negativo en sentido largo (según apoyos en losa)

Cu = Carga última (1840 kg/m²)

a = Lado corto de la losa (m)

b = Lado largo de la losa (m)

Ma^+ = Momento positivo en sentido corto (kg-m)

Mb^+ = Momento positivo en sentido largo (kg-m)

Ca^+ = Coeficientes de momento positivo en sentido corto (según apoyos en losa)

Cb^+ = Coeficientes de momento positivo en sentido largo (según apoyos en losa)

Cvu = Carga viva última (1020 kg/m²)

Cmu = Carga muerta última (820 kg/m²)

Nota: Un borde ashurado indica que la losa es continua o está fija en el apoyo, un borde sin marcas indica sólo un apoyo.

Para la primera losa se tiene el siguiente procedimiento:

$$a = 3, b = 4$$

$a/b = \frac{3}{4} = 0.75$ (La losa actúa en dos sentidos y es el caso 8 según las tablas del Método 3 del ACI)

$$Ma^- = Ca^- * Cu * a^2$$

$$Ma^- = 0.061 * 1840 * 3^2$$

$$Ma^- = 1010 \text{ kg - m}$$

$$Mb^- = Cb^- * Cu * b^2$$

$$Mb^- = 0.036 * 1840 * 4^2$$

$$Mb^- = 1060 \text{ kg - m}$$

$$Ma^+ = Ca^+ * Cvu * a^2 + Ca^+ * Cmu * a^2$$

$$Ma^+ = 0.049 * 1020 * 3^2 + 0.036 * 820 * 3^2$$

$$Ma^+ = 715 \text{ kg - m}$$

$$1/3Ma^+ = 238 \text{ kg - m}$$

$$Mb^+ = Cb^+ * Cvu * b^2 + Cb^+ * Cmu * b^2$$

$$Mb^+ = 0.016 * 1020 * 4^2 + 0.013 * 820 * 4^2$$

$$Mb^+ = 432 \text{ kg - m}$$

Para la segunda y cuarta losas se tiene que sólo es necesario calcular un momento debido a que es un voladizo, que actúa en un solo sentido, la fórmula para calcular el momento es la siguiente:

$$M = Cu * L^2 / 2$$

$$M = 1840 * 1.07^2 / 2$$

$$M = 1053 \text{ kg - m}$$

El cálculo de momentos de la tercera losa se hace se hace de manera similar a la de la primera:

$$a = 4, b = 6$$

$a/b = 4/6 = 0.65$ (La losa actúa en dos sentidos y es el caso 2, según las tablas del Método 3 del ACI).

$$Ma^- = Ca^- * Cu * a^2$$

$$Ma^- = 0.077 * 1840 * 4^2$$

$$Ma^- = 2267 \text{ kg - m}$$

$$Mb^- = Cb^- * Cu * b^2$$

$$Mb^- = 0.014 * 1840 * 6^2$$

$$Mb^- = 927 \text{ kg - m}$$

$$\begin{aligned}
 M_a^+ &= C_a^+ * C_{vu} * a^2 + C_a^+ * C_{mu} * a^2 & M_b^+ &= C_b^+ * C_{vu} * b^2 + C_b^+ * C_{mu} * b^2 \\
 M_a^+ &= 0.053 * 1020 * 4^2 + 0.032 * 820 * 4^2 & M_b^+ &= 0.010 * 1020 * 6^2 + 0.006 * 820 * 6^2 \\
 M_a^+ &= 1285 \text{ kg - m} & M_b^+ &= 544 \text{ kg - m}
 \end{aligned}$$

Ahora que se tienen los momentos en las tres losas se puede ver que entre la losa uno y el voladizo existe un punto de apoyo en común, por lo que es necesario balancear el momento:

$$M_1 = 1060 \text{ kg-m}$$

$$M_2 = 1053 \text{ kg-m}$$

Para balancear los momentos anteriores, solo es necesario hacer un promedio de ambos momentos; esto en caso de que el momento menor no sea mayor del 80% del momento mayor, para tal caso se sigue otro procedimiento:

$$M_b = (M_1 + M_2)/2$$

M_b = Momento Balanceado

M_1 = Momento menor

M_2 = Momento mayor

$$M_b = \frac{1053 + 1060}{2}$$

$$M_b = 1057 \text{ kg - m}$$

Entre las losas uno y tres también existe un punto de apoyo en común por lo cual es necesario balancear el momento entre ambas losas:

$$M_1 = 927 \text{ kg-m}$$

$$M_2 = 1010 \text{ kg-m}$$

$$M_b = \frac{927 + 1010}{2}$$

$$M_b = 969 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Otro momento que es necesario balancear es el que existe entre las losas tres y cuatro:

$$M_1 = 1053 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_2 = 2267 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

En el anterior caso se puede observar que $M_1 > 80\% M_2$;

Porque $1053 > 0.8 \cdot 2267$; $1053 > 2134$.

En el caso anterior, el balance se hace por otro método que le llama balanceo por rigidez, se hace con las siguientes fórmulas:

$$K_1 = 1/L_1; \quad K_2 = 1/L_2$$

$$D_1 = K_1 / (K_1 + K_2); \quad D_2 = K_2 / (K_1 + K_2)$$

$$M_b = (M_2 - M_1) \cdot D_1 + M_1$$

$$M_b = (M_2 - M_1) \cdot D_2 - M_2$$

donde:

K_1 y K_2 = Rigidez de la losa en el sentido del momento uno y momento dos respectivamente.

D_1 y D_2 = Factor de distribución de momento en la losas uno y dos respectivamente.

Cuando se aplica el siguiente método para balancear las losas se obtienen los siguientes resultados:

$$K_1 = 1/L_1 \quad K_2 = 1/L_2$$

$$K_1 = 1/1.07 \quad K_2 = 1/4$$

$$K_1 = 0.93 \quad K_2 = 0.25$$

$$D_1 = K_1 / (K_1 + K_2) \quad D_2 = K_2 / (K_1 + K_2)$$

$$D_1 = 0.93 / (0.93 + 0.25) \quad D_2 = 0.25 / (0.93 + 0.25)$$

$$D_1 = 0.79 \quad D_2 = 0.21$$

$$M_b = (M_2 - M_1) * D_1 + M_1$$

$$M_b = (2267 + 1053) * 0.79 + 1053$$

$$M_b = 2012 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

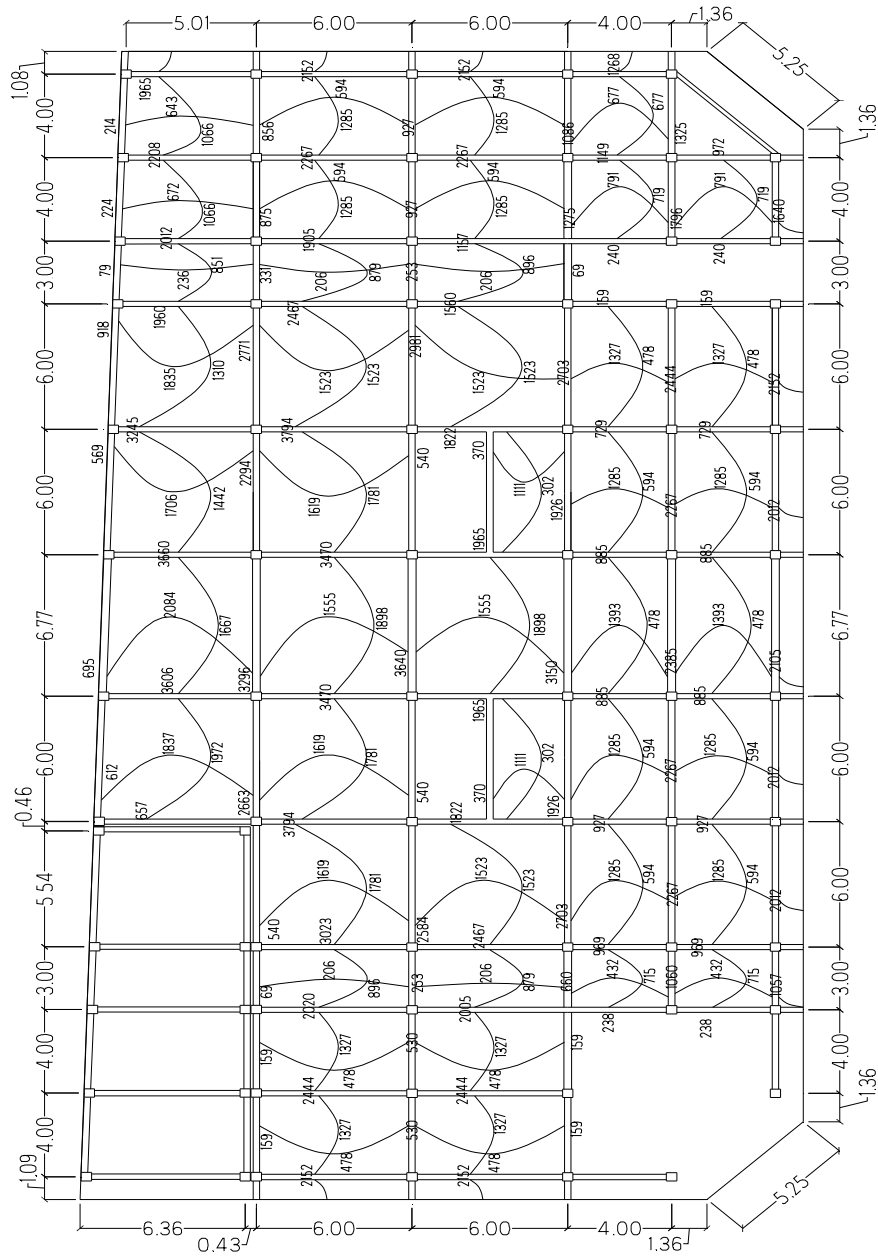
$$M_b = (M_2 - M_1) * D_2 - M_2$$

$$M_b = (2267 - 1053) * 0.21 - 2267$$

$$M_b = -2012 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Con el resultado anterior, se tiene el momento balanceado entre las losas tres y cuatro, el cual como se mostró se obtiene de dos formas; una con un resultado positivo, y la otra con un resultado negativo, lo que indica que el procedimiento se ha llevado a cabo de manera correcta. Al aplicar el mismo procedimiento de cálculo y balance de momentos a todas las losas de la estructura, se obtiene la figura con los resultados que se muestran a continuación:

Figura 28 Momentos en losas



Ahora que se tienen los momentos en todas las losas se puede diseñar las áreas de acero con el siguiente procedimiento:

El primer paso es calcular el peralte d de la losa; que se calcula con la siguiente fórmula:

$$d = t - \text{rec} - \phi / 2$$

donde:

d = Peralte de la losa

t = Espesor de la losa (15 cm; calculado anteriormente)

rec = Recubrimiento de la losa (3 cm)

ϕ = Diámetro del hierro a utilizar (No. 4)

$$d = 15 - 3 - 1.27 / 2$$

$$d = 11.37 \text{ cm}$$

Con el anterior resultado se puede calcular el área de acero mínimo de la losa; que es un área de armado por metro lineal, es por eso que la base se toma como 100 cm, o sea un metro:

$$A_{\text{smín}} = 40\% * \left(\frac{14.1}{f_y}\right) * b * d$$

donde:

$A_{\text{smín}}$ = Área de acero mínimo

f_y = Grado de resistencia del acero (2810 kg/cm²)

b = base (100 cm)

d = Peralte (11.37 cm)

$$A_{\text{smín}} = 0.4 * \left(\frac{14.1}{f_y}\right) * 100 * 11.37$$

$$A_{\text{smín}} = 2.28 \text{ cm}^2$$

Si como se asumió previamente, se utiliza acero No. 4 para el armado de las losas, se debe de calcular el espaciamiento para el área de acero mínimo con una regla de tres; si el acero mínimo cubre un metro de base, el área transversal de una varilla No. 4 (1.27cm^2) debe estar a un espaciamiento determinado:

$$2.28 \text{ cm}^2 \text{ ____ } 100 \text{ cm}$$

$$1.28 \text{ cm}^2 \text{ ____ } S$$

$$S = \frac{1.27 * 100}{2.28}$$

$$S = 55.70 \text{ cm}$$

El anterior espaciamiento es el necesario para la colocación del acero mínimo, pero se tiene que el espaciamiento máximo no debe ser mayor que tres veces el espesor de la losa

$$S_{\text{máx}} = 3t$$

$$S_{\text{máx}} = 3 * 15$$

$$S_{\text{máx}} = 45 \text{ cm}$$

Por lo que el mayor espaciamiento que se puede utilizar en el armado del área de acero mínimo es de 45 cm. Lo cual redefine al área de acero mínimo, que se puede calcular nuevamente con una regla de tres, aplicando la misma regla que se utilizó anteriormente se tiene:

$$A_{\text{smín}} \text{ cm}^2 \text{ ____ } 100 \text{ cm}$$

$$1.27\text{cm}^2 \text{ ____ } 45 \text{ cm}$$

$$A_{\text{smín}} = \frac{100 * 1.27}{45}$$

$$A_{\text{mín}} = 2.82 \text{ cm}^2$$

El anterior área de acero calculada es el área que debe colocarse para el área de acero mínimo con su respectivo espaciamiento, ahora es necesario calcular el momento que logra resistir éste área:

$$M_u = \phi * A_s * f_y * \left(d - \frac{A_s f_y}{1.7 f'_c} \right)$$

donde:

M_u = Momento que resiste el área de acero

ϕ = Factor de reducción de resistencia (0.90 para flexión)

A_s = Área de acero

f_y = Grado de resistencia del acero (2810 kg/cm²)

d = Peralte (11.37 cm)

f'_c = Grado de resistencia del concreto (281 kg/cm²)

b = Base de la sección (100 cm)

$$M_u = 0.90 * 2.82 * 2810 * \left(11.37 - \frac{2.82 * 11.37}{1.7 * 281 * 100} \right)$$

$$M_u = 799,905.30 \text{ kg - cm}$$

$$M_u = 799.05 \text{ kg - m}$$

Ahora que se conoce el momento que resiste el área de acero mínimo, se debe calcular el área de acero que requieren los momentos calculados previamente mediante el método 3 del ACI, estos momentos deben ser mayores a los que puede soportar el área de acero mínimo, es decir, momentos mayores a 799.05 kg-m, la fórmula para calcular el área de acero es la siguiente:

$$A_s = \frac{0.85 * f'c}{f_y} \left(b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'c}} \right)$$

donde:

A_s = Área de acero

$f'c$ = Grado de resistencia del concreto (281 kg/cm²)

f_y = Grado de resistencia del acero (2810 kg/cm²)

b = base (100 cm)

d = Peralte (11.37 cm)

Como ejemplo se tomará los momentos de 1796 kg-m, 2467 kg-m y 3640 kg-m, que se ve que son algunos de los más grandes en ciertos puntos, al aplicar la fórmula anterior se obtienen los siguientes resultados:

$$A_s(1796) = \frac{0.85 * 281}{2810} \left(100 * 11.37 - \sqrt{(100 * 11.37)^2 - \frac{1796 * 100}{0.003825 * 281}} \right)$$

$$A_{s1}(1796) = 4.54 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2}(2467) = 8.99 \text{ cm}^2$$

$$A_{s3}(3640) = 13.60 \text{ cm}^2$$

Con estos resultados se puede calcular el espaciamiento de los armados para la losa, proponiendo el armado con varilla No. 4, que tiene un área transversal de 1.25 cm², entonces se obtienen los espaciamientos.

$$100 \text{ --- } A_s$$

$$S \text{ --- } 1.27 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{127}{A_s}$$

$$S_1 = \frac{127}{4.54} = 30 \text{ cm} \rightarrow \# 4 @ 30 \text{ cm}$$

$$S_2 = \frac{127}{8.99} = 15 \text{ cm} \rightarrow \# 4 @ 15 \text{ cm}$$

$$S_3 = \frac{127}{13.60} = 10 \text{ cm} \rightarrow \# 4 @ 10 \text{ cm}$$

Los resultados anteriores son los espaciamientos para el acero en las losas, los resultados completos se pueden ver en el anexo donde se muestran los planos.

Otro armado que es necesario colocar es el acero mínimo transversal por temperatura (A_{st}) en los voladizos, su cálculo se realiza de la siguiente manera

$$A_{st} = 0.002 * b * d$$

$$A_{st} = 0.002 * 100 * 11.37$$

$$A_{st} = 2.27 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{127}{2.27} = 55 \text{ cm}$$

$$S > S_{\text{máx}} (45 \text{ cm})$$

$$S \rightarrow \# 4 @ 40 \text{ cm}$$

Un chequeo que se debe hacer en el diseño de losas, es el chequeo a corte, es decir que el concreto resista los esfuerzos de corte producidos por las cargas gravitacionales, el corte resistente del concreto esta dado por la siguiente fórmula:

$$V_c = \phi * 0.53 \sqrt{f'_c} b * d$$

donde:

V_c = Corte que resiste el concreto (kg)

Φ = Factor de reducción de resistencia ($\Phi = 0.85$ para corte)

f'_c = Grado de resistencia del concreto (281 kg/cm^2)

b = Base de la sección (100 cm)

d = Peralte (11.37 cm)

$$V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{281} * 100 * 11.37$$

$$V_c = 8571 \text{ kg}$$

Ahora se debe calcular el corte producido por las cargas gravitacionales, el cual está dado por la siguiente fórmula:

$$V_a = \frac{WL}{2}$$

donde:

V_a = Corte actuante (kg)

W = Carta gravitacional total (1840 kg/m^2)

L = Longitud de un lado de la losa (6.77 m)

$$V_a = \frac{1840 * 6.77}{2}$$

$$V_a = 6228 \text{ kg}$$

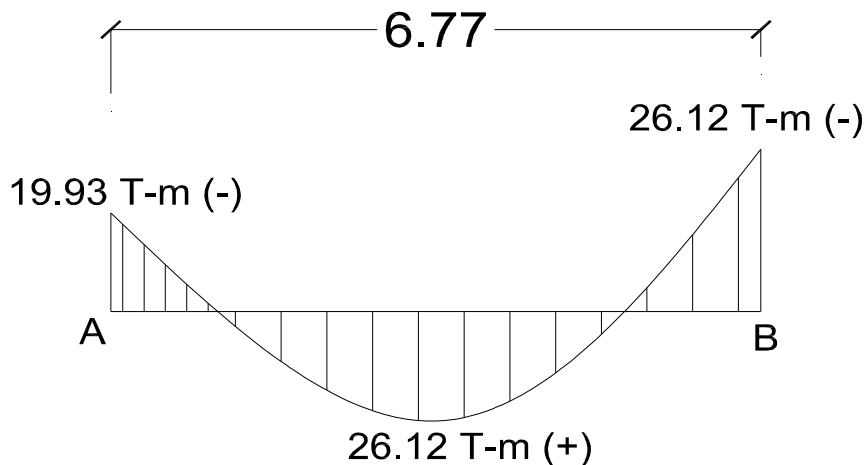
$$8571 > 6228$$

$$V_c > V_a \text{ OK}$$

2.2.5.2 Diseño de vigas a flexión

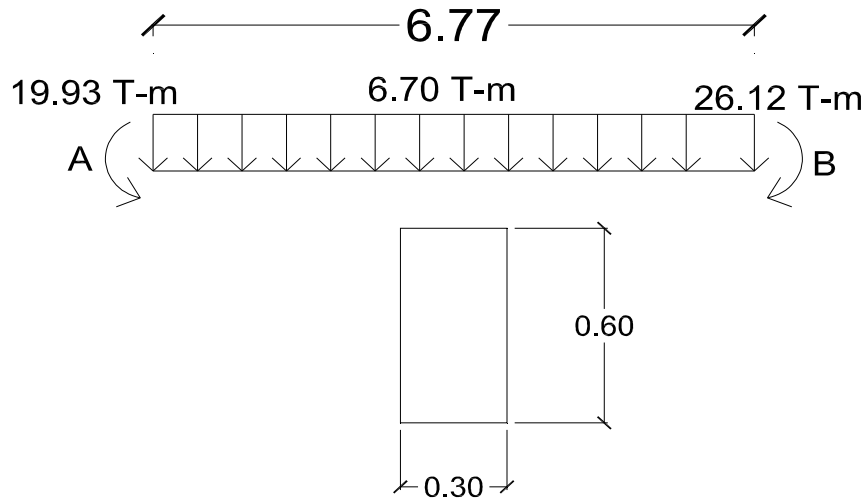
El diseño de los elementos horizontales de concreto armado o vigas, se rige por el método de la Resistencia Última, que basa sus fórmulas en la suposición de que los miembros fallan al alcanzar su resistencia de utilizando una carga de diseño factorizada, y en la resistencia de diseño de los miembros estructurales determinada mediante la aplicación de suposiciones y requisitos dados en el ACI, que se modifica mediante el uso de un factor de reducción de resistencia Φ que varía según las condiciones del miembro estructural (flexión o corte), éste método se encuentra ampliamente discutido en los libros de concreto armado, para ejemplificar el proceso se han tomado las fórmulas de dicho método y se ha tomado una viga 6-8 del eje B, que cuenta con un momento mayor, y se ha procedido a diseñarla tal como se muestra a continuación:

Figura 29 Momentos en la viga 6-8 del eje B



Al hacer un diagrama de cuerpo libre de las fuerzas externas que actúan sobre la anterior viga se tiene:

Figura 30 Diagrama de cuerpo libre de la viga 6-8 del eje B



Los momentos que se requieren para el diseño de la viga son los momentos a rostros, entonces se tiene:

$$M_A = 19.93 - \frac{WL^2}{2} = 19.93 - \frac{6.70 * 0.125^2}{2} = 19.87 \text{ T - m}$$

$$M_B = 26.12 - \frac{WL^2}{2} = 26.12 - \frac{6.70 * 0.125^2}{2} = 26.06 \text{ T - m}$$

La fórmula para calcular el área de acero es exactamente la misma que se utiliza en la flexión de losas:

$$A_s = \frac{0.85 * f'c}{f_y} \left(b * d - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'c}} \right)$$

donde:

A_s = Área de acero

$f'c$ = Grado de resistencia del concreto (281 kg/cm²)

f_y = Grado de resistencia del acero (2810 kg/cm²)

b = Base de la sección (30 cm)

d = Peralte (55 cm; 5 cm de recubrimiento)

Sustituyendo datos en la fórmula para cada uno de los distintos momentos se tiene:

$$A_s(19870) = \frac{0.85 * 281}{2810} \left(30 * 55 - \sqrt{(30 * 55)^2 - \frac{19870 * 30}{0.003825 * 281}} \right)$$

$$A_{s(-)}(19870) = 15.10 \text{ cm}^2$$

$$A_{s(-)}(26060) = 20.19 \text{ cm}^2$$

$$A_{s(+)}(19020) = 14.41 \text{ cm}^2$$

Ahora que se tienen los momentos, es necesario ver si se encuentran dentro de los límites superior e inferior de áreas de acero, que son diferentes para cada sección y propiedades del material; el área de acero mínimo es la siguiente:

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14.1}{f_y} b * d$$

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14.1}{2810} (30 * 55)$$

$$A_{s\text{mín}} = 8.27 \text{ cm}^2$$

El área de acero máximo para una zona sísmica esta dado por la siguiente fórmula:

$$A_{s\text{máx}} = 0.50 * \frac{(0.85 * \beta_1 * 6090 * f'c)}{f_y(6090 + f_y)} bd$$

En donde β_1 es un factor adimensional obtenido de los ensayos de probetas de concreto a compresión, su valor varía en función de la resistencia del concreto, para el presente caso el factor β_1 que corresponde es de 0.85:

$$A_{smáz} = 0.50 * \frac{(0.85 * 0.85 * 6090 * 281)}{2810 * (6090 + 2810)} * (30 * 55)$$

$$A_{smáz} = 40.78 \text{ cm}^2$$

$$A_{smín} < A_s < A_{smáz}$$

$$8.27 \text{ cm}^2 < 15.10 \text{ cm}^2 < 40.78 \text{ cm}^2$$

$$8.27 \text{ cm}^2 < 20.19 \text{ cm}^2 < 40.78 \text{ cm}^2$$

$$8.27 \text{ cm}^2 < 14.41 \text{ cm}^2 < 40.78 \text{ cm}^2$$

Como se puede ver, las tres solicitaciones de áreas de acero se encuentran dentro de los límites mínimo y máximo para las propiedades de los materiales y la sección de viga que se tiene.

En este momento se puede proceder a proponer los calibres de acero para el armado de la viga; el área de acero mínimo en la cama superior es el mayor de los tres valores siguientes: el área de acero mínimo calculado, dos varillas de cualquier diámetro que cubran el área de acero que requiere el momento negativo de mayor magnitud, ó 33% del área de acero que requiere el momento negativo de mayor magnitud.

$$A_{smín \text{ (cama superior)}} \left\langle \begin{array}{l} A_{smín} = 8.27 \text{ cm}^2 \quad X \\ 2 \text{ varillas No. 8} = 10.14 \text{ cm}^2 \quad \text{OK} \\ 33\% A_{s(-)} = 0.33 * 20.19 = 6.66 \text{ cm}^2 \quad X \end{array} \right\rangle$$

El mayor valor para el armado de la cama superior es el que proporciona dos varillas de una pulgada, por lo que se deben colocar dos varillas de una pulgada corridas a lo largo de la cama superior, pero como se ve, hay un momento que requiere mas acero para soportar el momento negativo, que puede ser proporcionado por dos bastones de una pulgada:

$$\begin{array}{l}
 A_{s(-)} = 20.19 \text{ cm}^2 \\
 A_{s\text{mín}(cama superior)} = -10.14 \text{ cm}^2 \\
 \hline
 10.04 \text{ cm}^2 \text{ (2 varillas No. 8)}
 \end{array}$$

Ahora también, es necesario calcular la armadura mínima de acero en la cama inferior, que es el mayor de los siguientes cuatro valores: el área de acero mínimo calculado, dos varillas de cualquier diámetro que cubran el área de acero que requiere el momento positivo al centro de la viga, 50% del área de acero que requiere el momento positivo, ó 50% del área de acero que requiere el momento negativo de mayor magnitud.

$$A_{s\text{mín}(cama inferior)} \left\{ \begin{array}{l}
 A_{s\text{mín}} = 8.27 \text{ cm}^2 \text{ X} \\
 2 \text{ varillas No. 8} = 10.14 \text{ cm}^2 \text{ OK} \\
 50\%A_{s(+)} = 0.50 * 14.41 = 7.20 \text{ cm}^2 \text{ X} \\
 50\%A_{s(-)} = 0.50 * 20.19 = 10.09 \text{ cm}^2 \text{ X}
 \end{array} \right.$$

El mayor valor para la armadura de acero en la cama inferior es el de dos varillas corridas de una pulgada, pero como se puede ver, el momento que se encuentra al centro de la viga requiere 14.41 cm², por lo que se puede colocar una longitud de acero al centro de la viga (durmiente) para satisfacer sólo este momento:

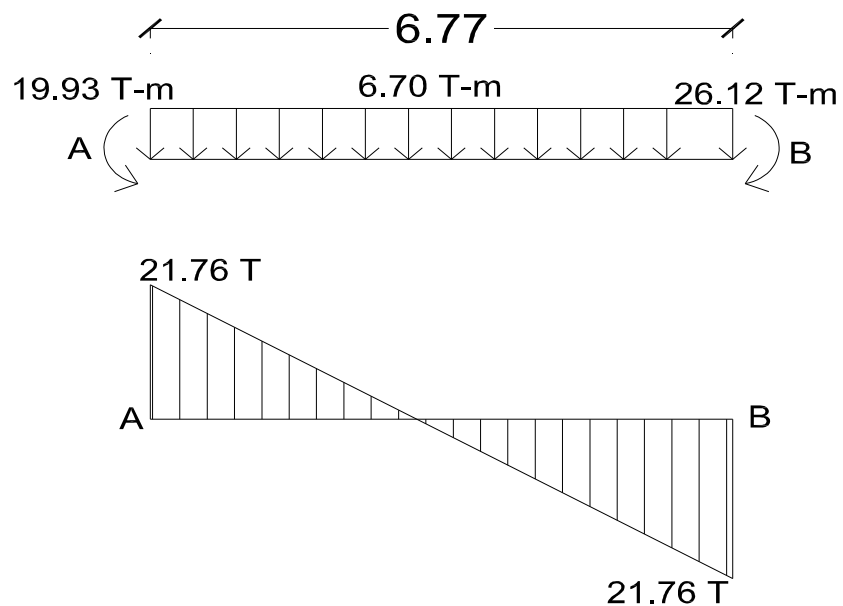
$$A_{s(+)} = 14.41 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{mín(cama inferior)}} = -10.14 \text{ cm}^2$$

$$4.27 \text{ cm}^2 \text{ (1 varilla No. 8)}$$

Ahora que se tiene la armadura longitudinal, es necesario calcular la armadura necesaria para resistir los esfuerzos de corte (estribos), para lo que se necesita el diagrama de corte de la viga, que se puede calcular en base al diagrama de fuerzas y momentos.

Figura 31 Diagrama de corte en viga 6-8 del eje B



$$\Sigma M_A = 0$$

$$26.12 + 6.70 * 6.77^2 / 2 - 19.93 - 6.77B = 0$$

$$\frac{26.12 + 6.70 * 6.77^2 / 2 - 19.93}{6.77} = B$$

$$B = 23.59 \text{ T}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$26.12 - 6.70 * 6.77^2 / 2 - 19.93 + 6.77A = 0$$

$$\frac{23.12 - 6.70 * 6.77^2 / 2 - 19.93}{-6.77} = A$$

$$A = 21.76 \text{ T}$$

Ahora se debe calcular el corte en el rostro de la viga, para lo cual se ha seleccionado el corte de mayor magnitud:

$$V_A = 23.59 - 6.7 * 0.125$$

$$V_A = 22,753 \text{ kg}$$

El corte que resiste el concreto está dado por la siguiente fórmula:

$$\phi V_C = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$\phi V_C = 0.85 * 0.53 * \sqrt{281} * 30 * 55$$

$$\phi V_C = 12,460 \text{ kg}$$

$$V_A > V_C$$

$$22,753 \text{ kg} > 12460 \text{ kg (necesita refuerzo para corte)}$$

Ahora bien, para la selección de la varilla, el ACI proporciona una fórmula que está en el sistema internacional, que es la siguiente:

$$A_v = \frac{bS}{3f_y} \quad [\text{ACI 11.5.5.3}]$$

donde:

A_v = Área de la varilla (mm^2)

b = Base de la sección (300 mm)

S = Separación mínima entre estribos (10 mm)

f_y = Grado de resistencia del acero (275.8 Mpa \approx 2810 kg/cm²)

$$A_v = \frac{300 * 100}{3 * 275.8}$$

$$A_v = 36.25 \text{ mm}^2 \approx 0.36 \text{ cm}^2$$

La varilla No. 3 que es la que generalmente se utiliza para hacer estribos proporciona un área de 0.71cm², que al multiplicar por las dos patas que tiene el estribo proporciona un área de 1.42 cm² para resistir el corte; éste área es mayor a la que requiere, por lo que se puede usar la varilla No. 3 para los estribos.

Ahora se debe definir las distancias a las que se deben colocar los estribos; según el ACI 21.10.4.2, para la colocación de estribos en zonas sísmicas se deben seguir los siguientes criterios:

En ambos extremos del elemento deben disponerse estribos en longitudes iguales a dos veces la altura del elemento, medido desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz. El primer estribo debe estar situado a no más de 50 mm de la cara del elemento de apoyo. El espaciamiento máximo de los estribos en la longitud de confinamiento no debe ser mayor que:

(a) $d/4$,

(b) de ocho veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro,

(c) de 24 veces el diámetro de la barra del estribo, ni

(d) de 300 mm.

$$\text{Longitud de confinamiento} = 2d = 2(0.55) = 1.10\text{m}$$

$$S_{\text{MÁX}} \leq \left\langle \begin{array}{l} d/4 = 55/4 \approx 12 \text{ cm OK} \\ 8 * (8/8) * 2.54 = 20 \text{ cm X} \\ 24 * (3/8) * 2.54 = 22 \text{ cm X} \\ 30 \text{ cm X} \end{array} \right\rangle$$

Con la anterior información se sabe que el primer estribo se debe colocar a 5 cm del rostro de la viga en ambos extremos, y que a lo largo de 1.10 m se deben colocar estribos No. 3 @ 12 cm.

Comprobando que el confinamiento propuesto resista el esfuerzo, se puede hacer la siguiente demostración (ACI 11.1.1)

$$\phi V_n \geq V_A$$

donde:

ϕV_n = Suma de las resistencias a corte soportadas por el concreto y los estribos (kg)

V_A = Corte actuante en la viga (kg)

$$\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s$$

donde:

ϕV_c = Resistencia a corte proporcionada por el concreto (kg)

ϕV_s = Resistencia a corte proporcionada por los estribos (kg)

$$\phi V_s = \frac{\phi 2 A_v f_y d}{s}$$

donde:

ϕ = Factor de reducción de resistencia (0.85 para corte)

A_v = Área transversal de la varilla (0.71 cm²)

f_y = Grado de resistencia del acero (2810 kg/cm²)

d = Peralte de la viga (55 cm)

s = Espaciamiento de los estribos (12 cm)

Al sustituir datos en la fórmula con el espaciamiento de No.3 @ 12cm, y sabiendo que la resistencia a corte del concreto es 12460 kg, previamente calculado, se tiene lo siguiente:

$$\phi V_n = 12460 + \frac{0.85 * 2 * 0.71 * 2810 * 55}{12}$$

$$\phi V_n = 28005 \text{ kg}$$

$$\phi V_n \geq V_A$$

$$28,005 \text{ kg} > 22,753 \text{ kg OK}$$

Ahora es necesario calcular el espaciamiento fuera del área de confinamiento, para lo cual se propone utilizar el espaciamiento máximo:

$$S_{\text{máx}} = d/2 = 55/2 \approx 25 \text{ cm}$$

El corte fuera del área de confinamiento es el corte anterior menos la carga distribuida por la longitud de confinamiento, de la siguiente manera:

$$V_A = 22,753 - 6,700 * 0.15$$

$$V_A = 14,738 \text{ kg}$$

Sustituyendo datos para obtener ϕV_n definido anteriormente se tiene:

$$\phi V_n = 12460 + \frac{0.85 * 2 * 0.71 * 2810 * 55}{25}$$

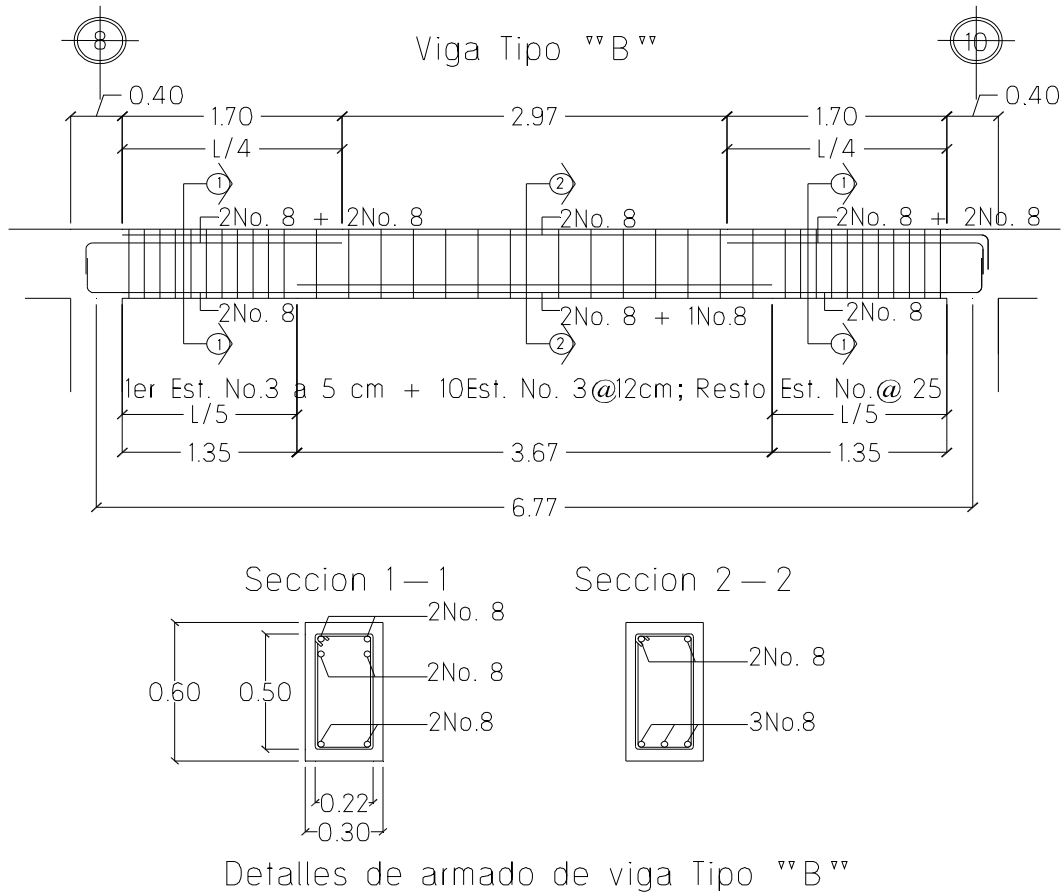
$$\phi V_n = 19,921 \text{ kg}$$

$$\phi V_n \geq V_A$$

$$19,921 \text{ kg} > 14,738 \text{ kg OK}$$

Ahora se muestra el armado transversal y el armado para resistir el corte de la viga según los cálculos realizados.

Figura 32 Armado de viga tipo "B"



2.2.5.3 Diseño de columnas

El diseño de columnas se basa en una serie de criterios un poco más complejos que los usados en el diseño de vigas, porque las columnas se encuentran sometidas a efectos de compresión y flexión al mismo tiempo, al igual que las vigas, las columnas también se diseñan siguiendo el criterio de la resistencia última. La capacidad de carga de una columna varía según su esbeltez; y ésta según las condiciones de apoyo de la columna, así según la esbeltez se puede determinar si se deben o no magnificar los momentos flectores; a continuación se muestra el ejemplo del diseño de una columna Tipo "A" que corresponde a los ejes F-16, la cual tiene los siguientes datos:

Columna F-16

$M_{UX} = 11.911 \text{ T}$

$M_{UY} = 8.656 \text{ T}$

M_{UX} , M_{UY} = Momentos últimos en la parte superior de la columna F-16 en los sentidos x y y respectivamente.

Determinar la esbeltez:

$$E = \frac{kL_n}{r}$$

donde:

E = Esbeltez

k = Factor de pandeo

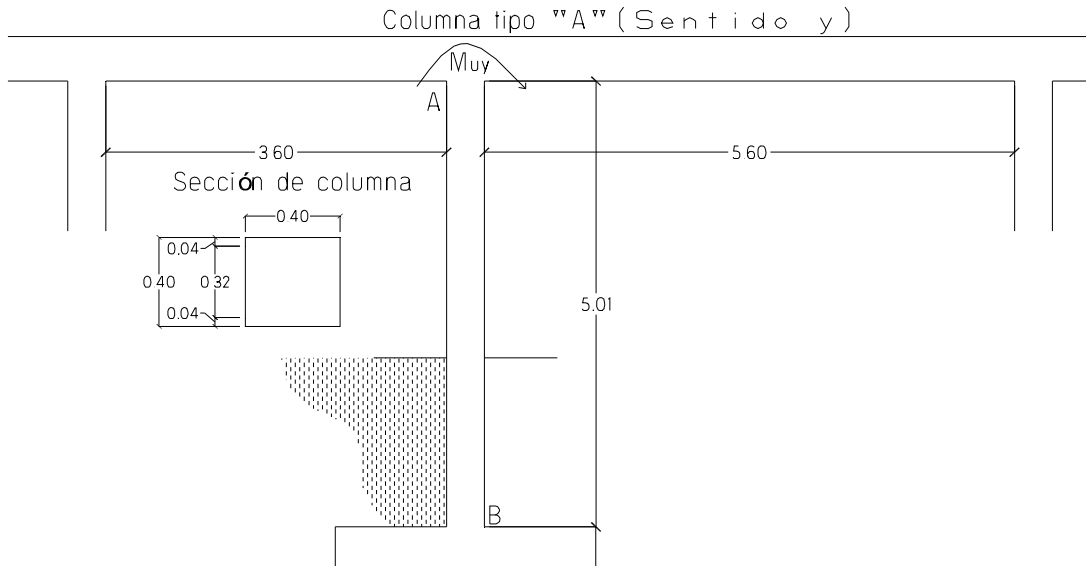
L_n = Longitud libre de la columna (a rostros)

r = Radio de giro ($0.30h_x$ ó $0.30h_y$, el menor)

h_x = Dimensión de la columna en sentido x

h_y = Dimensión de la columna en sentido y

Figura 33 Columna F-16 en sentido x



- E < 21 No se magnifican los momentos
- 21 ≤ E ≤ 100 Magnificar momentos
- E > 100 No se debe construir

Como se puede apreciar, se tienen todos los datos para calcular la esbeltez de la columna, excepto el factor de pandeo, el que se calcula con las siguientes fórmulas:

$$k = \frac{20 - \psi_{\text{prom}}}{20} \sqrt{1 + \psi_{\text{prom}}} ; \text{si } \psi_{\text{prom}} < 2$$

$$k = 0.90 \sqrt{1 + \psi_{\text{prom}}} ; \text{si } \psi_{\text{prom}} \geq 2$$

$$\psi_{\text{prom}} = \frac{\psi_A + \psi_B}{2}$$

donde:

ψ_A = Factor de longitud efectiva en el nudo A

ψ_B = Factor de longitud efectiva en el nudo B

$$\psi_A = \frac{\Sigma(I/L_n)_{columnas}}{\Sigma(I/L_n)_{vigas}}$$

donde:

$\Sigma(I/L_n)_{columnas}$ = Sumatoria de las rigideces de las columnas que llegan al nudo A

$\Sigma(I/L_n)_{vigas}$ = Sumatoria de las rigideces de las vigas que llegan al nudo B

L_n = Longitud libre de los elementos, tanto columnas como vigas

ψ_B = Es un valor igual a cero por definición (empotramiento en la base o zapata)

$$\psi_A = \frac{\frac{1/12 * 25 * 50^3}{501}}{\frac{1/12 * 30 * 60^3}{660} + \frac{1/12 * 25 * 50^3}{360}}$$

$$\psi_A = 0.2762$$

$$\psi_B = 0$$

$$\psi_{prom} = \frac{0.2762 + 0}{2}$$

$$\psi_{prom} = 0.1381$$

$$\text{entonces usar } k = \frac{20 - \psi_{prom}}{20} \sqrt{1 + \psi_{prom}}$$

$$k = \frac{20 - 0.1381}{20} \sqrt{1 + 0.1381}$$

$$k = 1.0594$$

$$E = \frac{kL_n}{r} = \frac{1.0594 * 5.01}{0.30 * 0.40} = 44.23$$

$21 \leq E \leq 100, \Rightarrow$ magnificar momento

$$M_{\delta x} = \delta_x M_{Ux}$$

donde:

$M_{\delta x}$ = Momento magnificado en sentido x

δ_x = Magnificador x

M_{Ux} = Momento último en sentido x

$$\delta_x = \frac{1}{1 - \frac{P_U}{\phi P_{cr}}}$$

donde:

P_U = Carga última actuante (T)

P_{cr} = Carga crítica de pandeo de *Euler* (T)

ϕ = Factor de reducción de resistencia para flexo-compresión en columnas rectangulares (0.70 ACI 9.3.2.2)

$$P_U = A_T C_U + (\text{Peso de vigas}) FCU$$

donde:

A_T = Área tributaria de la columna (m^2)

C_U = Carga última de diseño sobre la losa (1839 kg/m^2)

FCU = Factor de carga última

$$FCU = \frac{1.4CM + 1.7CV}{CM + CV}$$

donde:

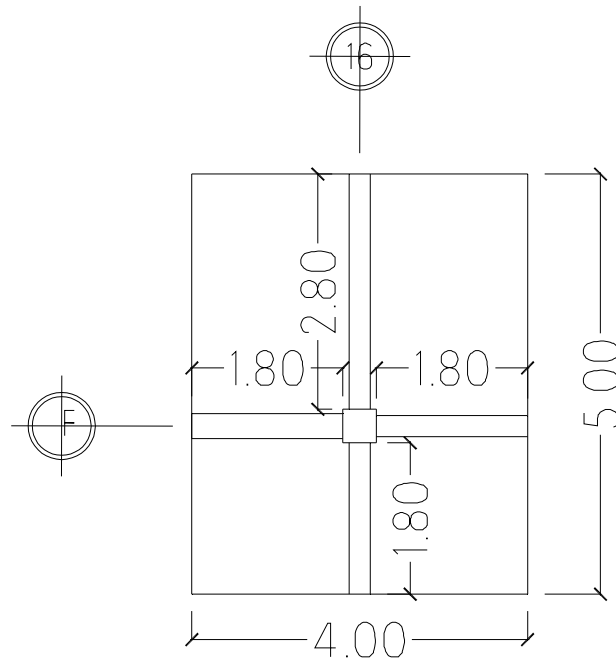
CM = Carga muerta (585 kg/m^2)

CV = Carga viva (600 kg/m^2)

$$FCU = \frac{1.4 * 585 + 1.7 * 600}{585 + 600}$$

$$FCU = 1.55$$

Figura 34 Área tributaria de columna F-16



$$P_U = 20 \cdot 1839 + [0.30 \cdot 0.60 \cdot 1.80 \cdot 2400 + 0.25 \cdot 0.50 \cdot (1.80 + 1.80 + 2.80) \cdot 2400] \cdot 1.55$$

$$P_U = 40,961 \text{ kg}$$

$$P_U = 40.961 \text{ T}$$

Ahora es necesario calcular la carga crítica de pandeo de *Eü*ler, para poder calcular el magnificador de momento en *x*

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(kL_n)^2}$$

donde:

k = Factor de pandeo

L_n = Longitud libre de la columna (m)

$$EI = \frac{E_c I / 2.5}{1 + \beta_d} \quad (\text{ACI 10.12.3})$$

donde:

E_c = Módulo de elasticidad del concreto ($15,100\sqrt{f'_c}$)

I = Momento de inercia se la sección transversal de la columna ($1/12bh^3$)

β_d = Factor de flujo plástico

$$\beta_d = \frac{1.4CM}{1.4CM + 1.7CV} = \frac{1.4 * 585}{1.4 * 585 + 1.7 * 600} = 0.4453$$

Nota: la razón por la cual se ha redefinido el producto (EI) llamado rigidez a la flexión, es porque éste producto debe tomar en cuenta los agrietamientos y flujo plástico bajo cargas a largo plazo.

$$EI = \frac{(15,100\sqrt{281}) * (1/12 * 40 * 40^3) / 2.5}{1 + 0.4456}$$

$$EI = 1.49448 * 10^{10} \text{ kg} - \text{cm}^2$$

$$EI = 1494.48 \text{ T} - \text{m}^2$$

Con el anterior resultado se puede calcular el valor de P_{cr}

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(kL_n)^2} = \frac{\pi^2 * (1494.48)}{(1.0594 * 5.01)^2}$$

$$P_{cr} = 523.593 \text{ T}$$

$$\delta_x = \frac{1}{1 - \frac{P_U}{\phi P_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{40.961}{0.7 * 523.593}}$$

$$\delta_x = 1.1258$$

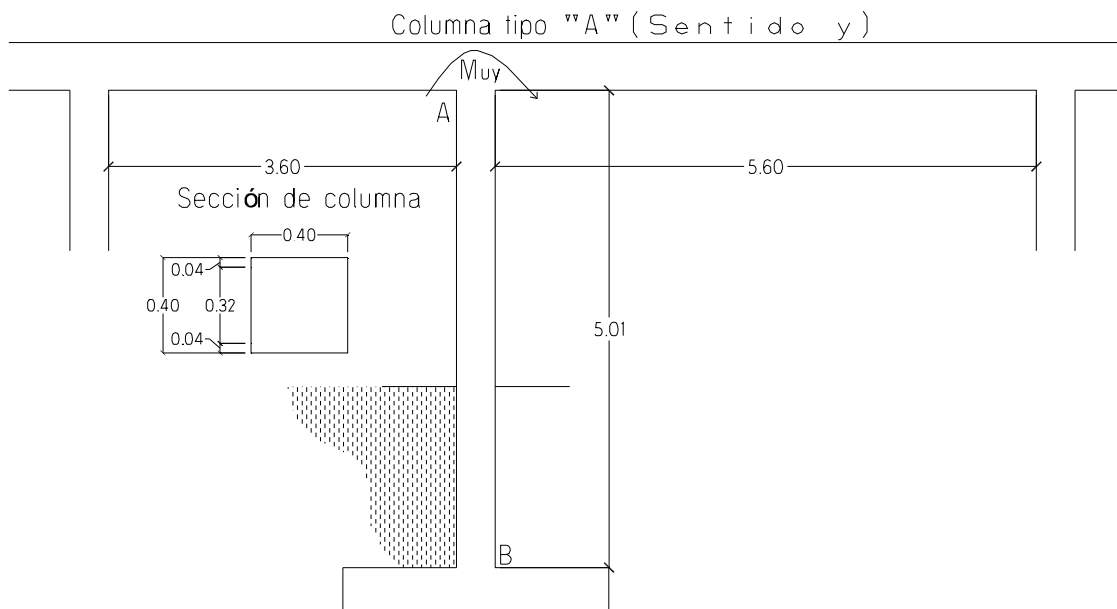
$$M_{\delta x} = \delta_x M_{Ux}$$

$$M_{\delta x} = 1.1258 * 11.911$$

$$M_{\delta x} = 13.409 \text{ T - m}$$

Ahora que se tiene el momento magnificado en el sentido x, se debe hacer el mismo análisis para determinar si es también necesario magnificar el momento en el sentido y, el análisis es similar al del sentido x:

Figura 35 Columna F-16 en sentido y



$$\psi_A = \frac{\sum(I/L_n)_{columnas}}{\sum(I/L_n)_{vigas}} = \frac{\frac{1/12 * 40 * 40^3}{501}}{\frac{1/12 * 25 * 50^3}{360} + \frac{1/12 * 25 * 50^3}{560}}$$

$$\psi_A = 0.3583$$

$$\psi_B = 0$$

$$\psi_{\text{prom}} = \frac{0.3583 + 0}{2}$$

$$\psi_{\text{prom}} = 0.1791$$

$$k = \frac{20 - \psi_{\text{prom}}}{20} \sqrt{1 + \psi_{\text{prom}}} = \frac{20 - 0.1791}{20} \sqrt{1 + 0.1791}$$

$$k = 1.0761$$

$$E = \frac{kL_n}{r} = \frac{1.0761 * 5.01}{0.30 * 0.40} = 44.92$$

$21 \leq E \leq 100, \Rightarrow$ magnificar momento

$$M_{\delta Y} = \delta_Y M_{UY}$$

$$\delta_X = \frac{1}{1 - \frac{P_U}{\phi P_{cr}}}$$

$P_U = 40.961 \text{ T}$ (Es el mismo valor calculado anteriormente, en el análisis en x)

El valor de (EI) o de rigidez a la flexión es el mismo que se ha calculado previamente en el sentido x

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(kL_n)^2} = \frac{\pi^2 * (1494.48)}{(1.0761 * 5.01)^2}$$

$$P_{cr} = 507.468 \text{ T}$$

$$\delta_Y = \frac{1}{1 - \frac{40.961}{0.7 * 507.468}}$$

$$\delta_Y = 1.1303$$

$$M_{\delta Y} = \delta_Y M_{UY}$$

$$M_{\delta Y} = 1.1304 * 8.656$$

$$M_{\delta Y} = 9.784 \text{ T - m}$$

Ahora que se tienen los momentos magnificados en ambos sentidos de la columna, se puede proceder a realizar el diseño del armado de su acero longitudinal, para lo cual se han empleado los diagramas de interacción, que sirven para calcular la carga máxima que soporta una columna con una determinada excentricidad, para posteriormente aplicar la ecuación de *Bressler* con el fin de comparar la carga que produce esta ecuación y la carga que se necesita; el procedimiento parte de los datos que se tienen y se describe a continuación:

$$M_{\delta X} = 13.409 \text{ T - m}$$

$$M_{\delta Y} = 9.785 \text{ T - m}$$

$$f'c = 0.281 \text{ T/cm}^2$$

$$fy = 2.81 \text{ T/cm}^2$$

$$P_u = 40.961 \text{ T}$$

$$\text{Recubrimiento} = 4 \text{ cm (ACI 7.7.1)}$$

Con los datos anteriores se pueden calcular las excentricidades e_x y e_y al dividir cada momento dentro de la carga última

$$e_x = \frac{M_{\delta X}}{P_u} = \frac{13.409}{40.961} = 0.3273 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{M_{\delta Y}}{P_u} = \frac{9.785}{40.961} = 0.238 \text{ m}$$

Las excentricidades obtenidas deben nuevamente dividirse entre las dimensiones x y y de la columna respectivamente, de la siguiente manera:

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{0.3276}{0.40} = 0.819$$

$$\frac{e_y}{h_y} = \frac{0.238}{0.40} = 0.595$$

Ahora, para saber cual diagrama de interacción es necesario usar se debe calcular el factor γ de relación de secciones.

$$\gamma_x = \frac{h_x - 2\text{Rec}}{h_x}$$

$$\gamma_y = \frac{h_y - 2\text{Rec}}{h_y}$$

donde:

γ_x, γ_y = Relación de secciones en sentido x y y respectivamente

h_x, h_y = Dimensiones de la columna en sentido x y y respectivamente

Rec = Recubrimiento de la columna

$$\gamma_x, \gamma_y = \frac{(40 - 2 * 4)}{40} = 0.80$$

Con el anterior resultado del factor γ de relación de secciones, se sabe que se debe utilizar el diagrama de interacción que corresponde a este número, con la resistencia de acero y concreto indicados (ver apéndice).

En este momento, sólo se debe proponer una cuantía de acero longitudinal para las columnas; se propone utilizar una cuantía 2% inicialmente

$$A_s = 2\%A_g$$

donde:

A_s = Área de acero

A_g = área gruesa de la columna

$$A_s = 0.02 * (40 * 40)$$

$$A_s = 32 \text{ cm}^2 \quad (4 \# 8 + 4 \# 6 = 31.68 \text{ cm}^2 \approx 32 \text{ cm}^2)$$

En este momento se puede obtener la cuantía de acero del diagrama de interacción, la cual está definida por el siguiente símbolo y la siguiente expresión:

$$\rho_\mu = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * A_g} = \frac{31.68 * 2.81}{0.85 * 0.281 * 1600}$$

$$\rho_\mu = 0.2329$$

En resumen, se tienen los siguientes datos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{e_x}{h_x} = 0.819 \\ \gamma_x = 0.80 \\ \rho_\mu = 0.2329 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{e_y}{h_y} = 0.595 \\ \gamma_y = 0.80 \\ \rho_\mu = 0.2329 \end{array} \right.$$

Con los anteriores datos se puede buscar en el diagrama de interacción correspondiente mostrado en el anexo, los valores de k'_x y k'_y , los cuales son los siguientes:

$$k'_x = 0.18$$

$$k'_y = 0.29$$

k'_x, k'_y = Variables de *Bressler*

Con las variables de *Bressler* se puede calcular

$$P'_x = k'_x * f'_c * A_g$$

$$P'_y = k'_y * f'_c * A_g$$

donde:

P'_x = Carga última que resiste la columna cuando sólo existe la excentricidad e_x , ($e_y = 0$)

P'_y = Carga última que resiste la columna cuando sólo existe la excentricidad e_y , ($e_x = 0$)

$$P'_x = 0.18 * 0.281 * 1600 = 80.92 \text{ T}$$

$$P'_y = 0.29 * 0.281 * 1600 = 130.38 \text{ T}$$

Antes de aplicar la fórmula de *Bressler* es necesario saber qué carga soporta la columna antes de fallar cuando no existe flexión, es decir $e_x = e_y = 0$

$$P'_o = 0.85 * f'_c * A_g + A_s * f_y$$

donde:

P'_o = Carga que soporta la columna cuando está sometida a carga axial pura

$$P_o' = 0.85 * 0.281 * 1600 + 31.68 * 2.81$$

$$P_o' = 471.18 \text{ T}$$

Con las cargas anteriormente calculadas, se puede entonces aplicar la fórmula de *Bressler* ACI C10.3.5 y 10.3.6

$$P_U' = \frac{1}{\frac{1}{P_X'} + \frac{1}{P_Y'} - \frac{1}{P_o'}}$$

donde:

P_U' = Carga última con flexión biaxial (e_x y e_y) que resiste la columna

$$P_U' = \frac{1}{\frac{1}{80.92} + \frac{1}{130.38} - \frac{1}{471.18}}$$

$$P_U' = 55.84 \text{ T}$$

Cuando se tiene ya la carga última que resiste la columna con flexión biaxial, es necesario que este valor sea mayor que P_n (P nominal) para garantizar que la propuesta de acero sea la adecuada ACI 9.3.1

$$P_U' \geq P_n$$

$$P_n = \frac{P_U}{\phi}$$

Sustituyendo los datos de carga ultima que soporta la columna y el factor de reducción de resistencia correspondiente, se tiene:

$$P_n = \frac{40.961}{0.7}$$

$$P_n = 58.51 \text{ T}$$

$$P_u \geq P_n$$

$$55.84 < 58.51$$

Como se puede ver, el área de acero propuesta no cumple con resistir los efectos de flexión biaxial, por lo que se propondrá un área mayor:

$$A_s = 35.80 \text{ cm}^2 (4 \# 8 + 4 \# 7)$$

$$\rho_\mu = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * A_g} = \frac{35.80 * 2.81}{0.85 * 0.281 * 1600}$$

$$\rho_\mu = 0.263$$

$$\left\langle \begin{array}{l} \frac{e_x}{h_x} = 0.819 \\ \gamma_x = 0.80 \\ \rho_\mu = 0.263 \end{array} \right\rangle \left\langle \begin{array}{l} \frac{e_y}{h_y} = 0.595 \\ \gamma_y = 0.80 \\ \rho_\mu = 0.263 \end{array} \right\rangle$$

Encontrando los factores de Bressler mediante el diagrama de interacción de la columna se tiene:

$$k'_x = 0.23$$

$$k'_y = 0.32$$

$$P'_x = k'_x f'_c A_g = 0.23 * 0.281 * 1600 = 103.40 \text{ T}$$

$$P'_y = k'_y f'_c A_g = 0.32 * 0.281 * 1600 = 143.87 \text{ T}$$

$$P_o' = 0.85f'cA_g + A_s f_y = 0.85 * 0.281 * 1600 + 35.80 * 2.81$$

$$P_o' = 482.75 \text{ T}$$

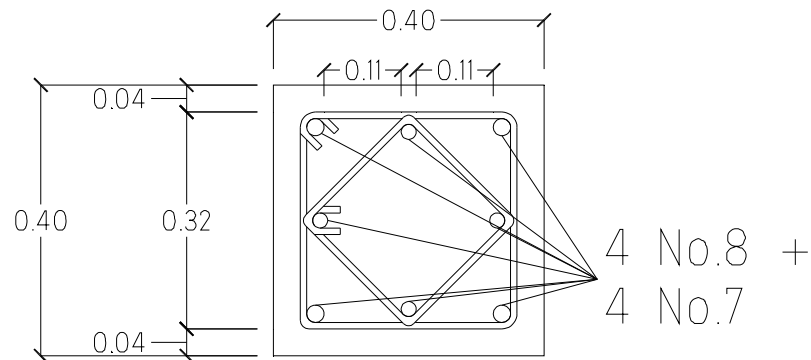
$$P_U' = \frac{1}{\frac{1}{103.40} + \frac{1}{143.87} + \frac{1}{482.75}}$$

$$P_U' = 68.72 \text{ T}$$

$$P_U' \geq P_n$$

$$68.72 \geq 58.51 \text{ OK}$$

Figura 36 Sección de columna F-16



Como se puede ver, el refuerzo transversal de acero ahora si cumple con la regla, ahora se necesita realizar el diseño a corte de la columna, es decir los estribos, según ACI 21.10.5

La longitud (L_o) de confinamiento debe ser el mayor de los siguientes números:

- 1) Una sexta parte de la luz libre del elemento.
- 2) La mayor dimensión de la sección transversal del elemento
- 3) 50cm

$$L_o \geq \left\langle \begin{array}{l} L_n/6 = 501/6 = 84\text{cm} \approx 90\text{ cm OK} \\ 40\text{cm X} \\ 50\text{cm X} \end{array} \right\rangle$$

El espaciamiento dentro de la longitud de confinamiento (S_o), debe ser el menor de los siguientes números:

- 1) $\frac{1}{4}$ del lado menor de la columna
- 2) 10 cm
- 3) El cálculo del S_o

$$S_o = \frac{2 * A_v}{\rho_v * L_e}$$

donde:

A_v = Área de la varilla para estribos (varilla de 3/8" según ACI 7.10.5.1) (cm^2)

ρ_v = Relación volumétrica

L_e = Longitud máxima libre de un estribo (cm)

$$\rho_v = 0.45 * \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{0.85 * f'_c}{f_y}$$

donde:

A_g = Área gruesa de la columna (cm^2)

A_{ch} = Área rectangular del núcleo de sección de la columna abarcada por el estribo

$$\rho_v = 0.45 * \left(\frac{40^2}{32^2} - 1 \right) * \frac{0.85 * 281}{3810}$$

$$\rho_v = 0.0215$$

$$S_o = \frac{2 * 0.71}{0.0215 * 11}$$

$$S_o = 6.00 \text{ cm}$$

$$S_o \leq \left\langle \begin{array}{l} \frac{1}{4}(40) = 10 \text{ cm X} \\ 10 \text{ cm X} \\ 6 \text{ cm OK} \end{array} \right\rangle$$

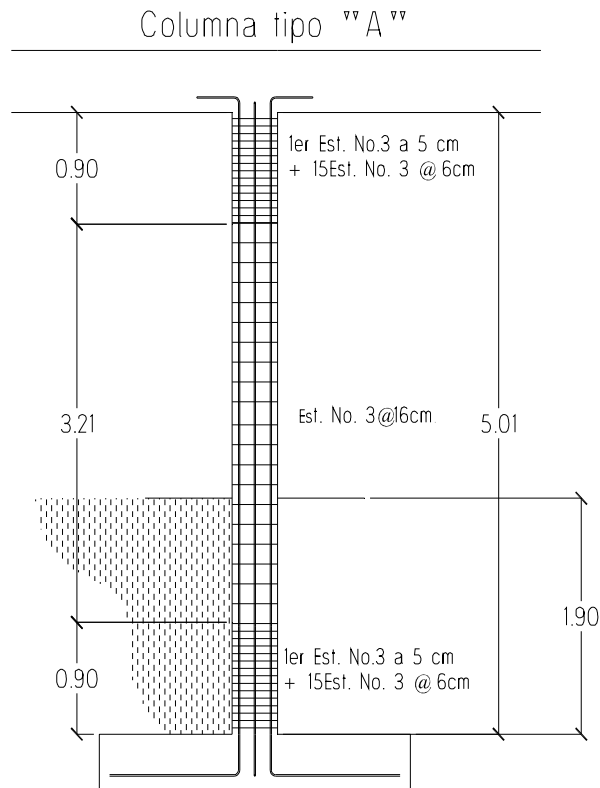
Lo que queda para tener el diseño completo de la columna es calcular el espaciamiento fuera de la longitud de confinamiento ($S_{\text{máx}}$), el cual es el menor de los siguientes números:

- 1) 16 veces el diámetro de la barra longitudinal de menor diámetro
- 2) 18 veces el diámetro de la barra del estribo
- 3) La menor dimensión de la columna

$$S_{\text{máx}} \leq \left\langle \begin{array}{l} 16 * (\frac{7}{8}) * 2.54 = 35 \text{ cm X} \\ 18 * (\frac{3}{8}) * 2.54 = 17 \approx 16 \text{ cm OK} \\ 40 \text{ cm X} \end{array} \right\rangle$$

Ahora se tiene el diseño completo de la columna, la cual tiene una longitud de confinamiento de 90 cm con un espaciamiento de 6 cm, y el resto de estribos con un espaciamiento de 16 cm; además el primer estribo debe colocarse a 5 cm del rostro de la columna.

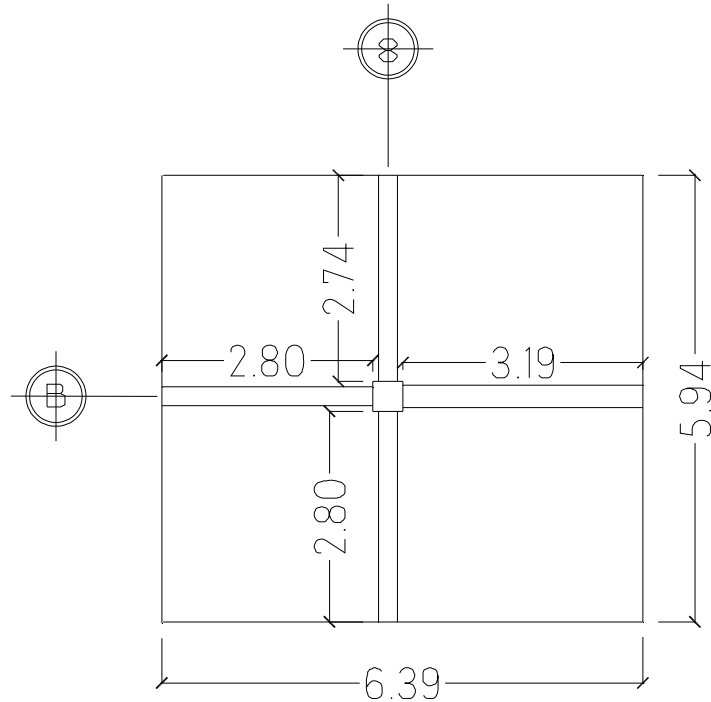
Figura 37 Confinamiento de columna F-16



2.2.5.4 Diseño de cimentación

El diseño de la cimentación corresponde a zapatas aisladas excéntricas con flexión biaxial, donde el principio fundamental es que las presiones actuantes, es decir, las que ejercen las columnas y zapatas sobre el suelo no excedan las presiones admisibles que puede soportar el mismo, para esto es necesario que la zapata resista los momentos producidos en la parte inferior de la columna, además de un volumen de concreto en la zapata que resista el corte punzonante ejercido por la columna sobre el cimiento; para ejemplificar el proceso se trabajará con los momentos de la zapata B-8, que es la que tiene que soportar un área de carga tributaria mayor.

Figura 38 Área tributaria de zapata B-8



$$P_U = A_T C_U + (\text{Peso de vigas}) * FCU$$

donde:

P_U = Carga última actuante

A_T = Área tributaria de la columna (m^2)

C_U = Carga última de diseño sobre la losa ($1839 \text{ kg}/m^2$)

FCU = Factor de carga última (calculado en el diseño de columnas)

$$P_U = (37.956 * 1839) + \left[\frac{0.25 * 0.50 * (2.80 + 2.80 + 2.74) * 2400 + 0.30 * 0.30 * 3.19 * 2400}{0.30 * 0.30 * 3.19 * 2400} \right] * 1.55$$

$$P_U = 75.815 \text{ T}$$

$$M_{UX} = 5.615 \text{ T} \cdot m$$

$$M_{UY} = 7.620 \text{ T} \cdot m$$

donde:

M_{ux}, M_{uy} = Momentos últimos en la parte inferior de la columna en los sentidos x y y respectivamente (zapata B-8)

$f'c = 281 \text{ kg/cm}^2$ (Grado de resistencia del concreto)

$f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ (Grado de resistencia del acero)

Valor soporte del suelo, según estudio de suelos (V_s) = 15 T/m^2

$\gamma_{\text{suelo}} = 1.62 \text{ T/m}^3$ (Peso volumétrico del suelo)

Factor de Carga última = 1.55

$\gamma_{\text{concreto}} = 2.4 \text{ T/m}^3$ (Peso volumétrico del concreto)

Sección de columna = $0.40 \times 0.40 \text{ m}$

El primer paso para el diseño de la zapata es proponer sus dimensiones, para lo cual es necesario encontrar las cargas que servicio, que es el resultado de dividir la carga última y los momentos dentro del factor de carga última:

$$P' = \frac{P_U}{FCU} = \frac{75.815}{1.55} = 48.912 \text{ T}$$

$$M_{tx} = \frac{M_{ux}}{FCU} = \frac{5.615}{1.55} = 3.622 \text{ T - m}$$

$$M_{ty} = \frac{M_{uy}}{FCU} = \frac{7.620}{1.55} = 4.916 \text{ T - m}$$

donde:

P' = Carga de trabajo o servicio

M_{tx}, M_{ty} = Momentos de trabajo o servicio

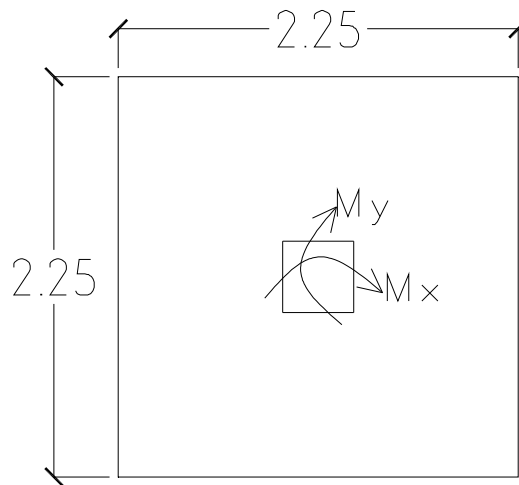
Para la primera estimación del área de la zapata (A_z) se utiliza la siguiente fórmula:

$$A_z = \frac{1.5P'}{V_s} = \frac{1.5 * 48.912}{15} = 4.891 \text{ m}^2$$

La primera estimación de las dimensiones de la zapata será hacer una zapata cuadrada, debido a que la magnitud de la diferencia de los momentos no es muy grande.

$$A_z = 2.25 * 2.25 = 5.062 \text{ m}^2 \approx 4.891 \text{ m}^2$$

Figura 39 Predimensionamiento de zapata B-8



Ahora se debe calcular toda la presión que recibe el suelo por parte de la carga de trabajo, el peso del suelo debido al desplante, el peso de la columna y el peso del cemento:

P = Integración total de cargas

P' = Carga de trabajo

P_s = Peso del suelo

P_{col} = Peso de la columna

$P_{\text{cim}} = \text{Peso del cimiento}$

$P_s = A_z * \text{Desplante} * \gamma_{\text{suelo}}$

$P_{\text{col}} = (\text{Sección de columna}) * (\text{Alto de columna}) * \gamma_{\text{concreto}}$

$P_{\text{cim}} = A_z * \text{Espesor asumido de zapata (0.40m)} * \gamma_{\text{concreto}}$

$$P' = 48.912 \text{ T}$$

$$P_s = 2.25^2 * 1.90 * 1.62 = 15.582 \text{ T}$$

$$P_{\text{col}} = 0.40^2 * 5.01 * 2.4 = 1.924 \text{ T}$$

$$P_{\text{cim}} = 2.25^2 * 0.40 * 2.4 = 4.86 \text{ T}$$

$$P = 48.912 + 15.582 + 1.924 + 4.86$$

$$P = 71.278 \text{ T}$$

El siguiente paso es determinar la presión bajo la zapata producida por los momentos de trabajo y la carga concéntrica que actúa sobre el suelo, dicha carga no debe ser mayor al valor soporte, ni menor que cero, pues es la carga a la que está siendo sometido el suelo, si fuera cero indicaría que el suelo está siendo sometido a esfuerzos de tensión; la presión en la cara inferior de la zapata se expresa con la siguiente fórmula:

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

donde:

$S_x = \text{Módulo de sección de la zapata en sentido x}$

$S_y = \text{Módulo de sección de la zapata en sentido y}$

$$S_x = 1/6bh^2$$

$$S_y = 1/6hb^2$$

b = base se la sección de zapata.

h = altura de la sección de zapata.

La fórmula para obtener las presiones sobre le suelo tiene un valor máximo y un valor mínimo ($q_{m\acute{a}x}$ y $q_{m\acute{i}n}$) la forma de obtener estos valores es la siguiente:

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{P}{A_z} + \frac{M_{tx}}{S_x} + \frac{M_{ty}}{S_y}$$

$$q_{m\acute{i}n} = \frac{P}{A_z} - \frac{M_{tx}}{S_x} - \frac{M_{ty}}{S_y}$$

Al sustituir los datos en las fórmulas anteriores para obtener los valores máximo y mínimo de las presiones en el suelo, se obtienen los siguientes resultados:

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{71.278}{2.25^2} + \frac{3.622}{1/6 * 2.25 * 2.25^2} + \frac{4.916}{1/6 * 2.25 * 2.25^2} = 18.577 \text{ T/m}^2$$

$$q_{m\acute{i}n} = \frac{71.278}{2.25^2} - \frac{3.622}{1/6 * 2.25 * 2.25^2} - \frac{4.916}{1/6 * 2.25 * 2.25^2} = 9.582 \text{ T/m}^2$$

$$q_{maz} > Vs$$

$$18.577 \text{ T/m}^2 > 15 \text{ T/m}^2 \text{ X}$$

$$q_{min} > 0$$

$$9.582 \text{ T/m}^2 > 0 \text{ T/m}^2$$

Se puede notar que q_{\max} es mayor al valor soporte; por lo que es necesario aumentar las dimensiones de la zapata; también se puede ver que q_{\min} es mayor que cero, lo que indica que el suelo no está sometido a tensión, lo cual es correcto, porque tal concepto no es físicamente posible. Para que q_{\max} sea menor que el valor soporte se propone aumentar el área de la zapata a 2.50x2.50 m, con lo cual se obtienen los siguientes resultados:

$$P' = 48.912 \text{ T}$$

$$P_s = 2.50^2 * 1.90 * 1.62 = 19.237 \text{ T}$$

$$P_{\text{col}} = 0.40^2 * 5.01 * 2.4 = 1.924 \text{ T}$$

$$P_{\text{cim}} = 2.50^2 * 0.40 * 2.40 = 6.00 \text{ T}$$

$$P = 48.912 + 19.237 + 1.924 + 6.00$$

$$P = 76.076 \text{ T}$$

$$q_{\max} = \frac{76.073}{2.50^2} + \frac{3.622}{1/6 * 2.50 * 2.50^2} + \frac{4.916}{1/6 * 2.50 * 2.50^2} = 15.450 \text{ T/m}^2$$

$$q_{\min} = \frac{76.073}{2.50^2} - \frac{3.622}{1/6 * 2.50 * 2.50^2} - \frac{4.916}{1/6 * 2.50 * 2.50^2} = 8.893 \text{ T/m}^2$$

Como se puede ver q_{\max} sigue siendo mayor que el valor soporte, por lo que es necesario modificar nuevamente la zapata aumentándole las dimensiones a 2.75x2.75 m, que da los siguientes resultados:

$$P' = 48.912 \text{ T}$$

$$P_s = 2.75^2 * 1.90 * 1.62 = 23.277 \text{ T}$$

$$P_{\text{col}} = 0.40^2 * 5.01 * 2.4 = 1.924 \text{ T}$$

$$P_{\text{cim}} = 2.75^2 * 0.4 * 2.4 = 7.260 \text{ T}$$

$$P = 48.912 + 23.277 + 1.924 + 7.260$$

$$P = 81.373 \text{ T}$$

$$q_{\text{máx}} = \frac{81.373}{2.75^2} + \frac{3.622}{1/6 * 2.75 * 2.75^2} + \frac{4.916}{1/6 * 2.75 * 2.75^2} = 13.223 \text{ T/m}^2$$

$$q_{\text{mín}} = \frac{81.373}{2.75^2} - \frac{3.622}{1/6 * 2.75 * 2.75^2} - \frac{4.916}{1/6 * 2.75 * 2.75^2} = 8.296 \text{ T/m}^2$$

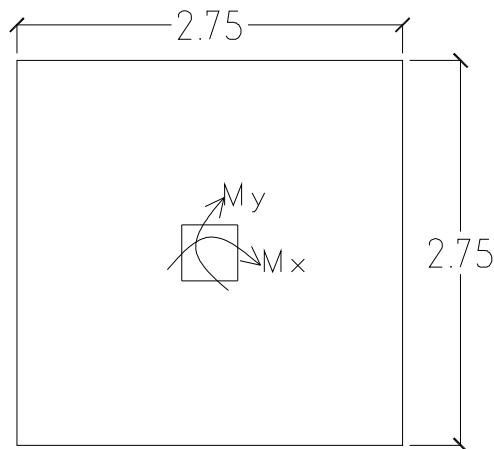
$$q_{\text{máx}} < V_s$$

$$13.223 \text{ T/m}^2 < 15 \text{ T/m}^2 \text{ OK}$$

$$q_{\text{mín}} > 0$$

$$8.296 \text{ T/m}^2 > 0 \text{ T/m}^2 \text{ OK}$$

Figura 40 Dimensionamiento de zapata B-8



Con las dimensiones de la zapata ya definidas, es necesario calcular su espesor; aunque se ha asumido un espesor de 40 cm. Es necesario saber si este espesor es capaz de resistir los cortes simple y punzonante, para esto se debe calcular una presión de diseño última ($q_{\text{dis } \mu}$) constante debajo de la zapata, asumiendo que la presión es constante debajo de la zapata, se tiene la siguiente fórmula:

$$q_{dis\ \mu} = q_{m\acute{a}x} (FCU)$$

$$q_{dis\ \mu} = 13.223 * 1.55$$

$$q_{dis\ \mu} = 20.495 \text{ T/m}^2$$

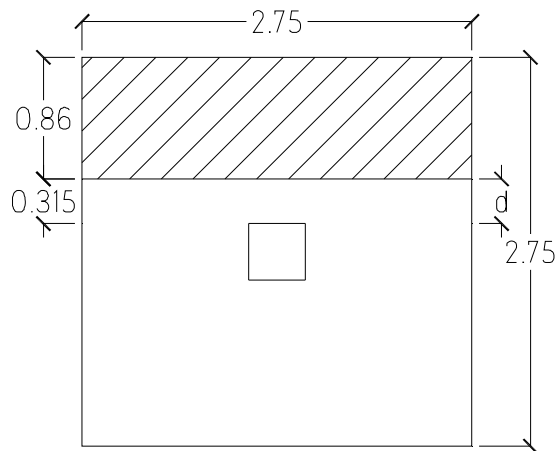
Para calcular el corte actuante se necesita obtener primero el peralte (d) de la zapata según el espesor asumido (t), asumiendo también un diámetro (ϕ) de varilla de 6/8 de pulgada y un recubrimiento de 7.5 cm

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

$$d = 40 - 7.5 - 1.91 / 2$$

$$d = 31.50 \text{ cm}$$

Figura 41 Cortante simple en zapata B-8



Entonces el corte actuante (V_A) se calcula con la siguiente fórmula:

$$V_A = (\text{Área ashurada}) * q_{dis\ \mu}$$

$$V_A = (2.75 * 0.86) * 20.495$$

$$V_A = 48.470 \text{ T}$$

El cálculo del corte simple resistente del concreto efectúa con la siguiente fórmula:

$$V_c = \frac{\phi * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d}{1000}$$

En donde las variables son las mismas que en el diseño a corte de las vigas de concreto, y $\phi = 0.85$; el número mil que aparece la fórmula es un factor de conversión para convertir el resultado a toneladas.

$$V_c = \frac{0.85 * 0.53 * \sqrt{281} * 275 * 31.5}{1000}$$

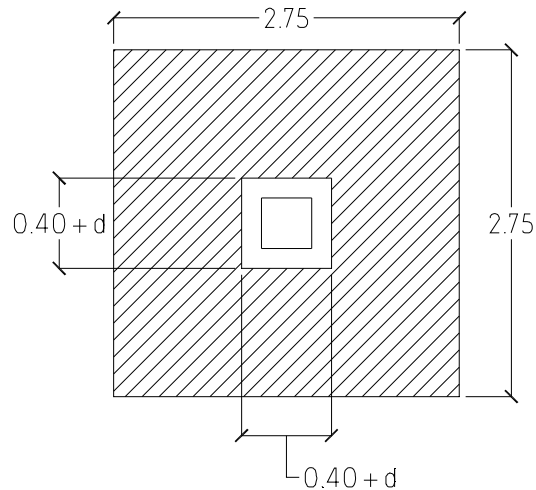
$$V_c = 65.417 \text{ T}$$

$$V_c > V_A$$

$$65.417 \text{ T} > 48.470 \text{ T OK}$$

En consecuencia el espesor asumido soporta el corte simple; ahora es necesario comprobar también si el espesor asumido de 40 cm cumple también con soportar el corte punzonante ejercido por la columna

Figura 42 Corte punzonante en zapata B-8



$$0.40 + d = 0.40 + 0.315 = 0.715 \text{ m}$$

Con todo lo anterior, el corte punzonante se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$V_A = (\text{Área ashurada}) * q_{\text{dis } \mu}$$

$$V_A = (2.75^2 - 0.715^2) * 20.495$$

$$V_A = 144.515 \text{ T}$$

El cálculo del corte de punzonamiento que resiste el concreto efectúa con la siguiente fórmula:

$$V_c = \frac{\phi * 1.06 * \sqrt{f'_c} * b_o * d}{1000}$$

donde:

b_o = Perímetro de la sección crítica de punzonamiento en la zapata (cm)

$$b_o = 4 * (40 + d) = 4 * (71.5) = 286 \text{ cm}$$

$$V_c = \frac{0.85 * 1.06 * \sqrt{281} * 286 * 31.5}{1000}$$

$$V_c = 136.067 \text{ T}$$

$$V_c < V_A$$

$$1360.67 \text{ T} < 144.515 \text{ T}$$

Entonces se necesita aumentar el espesor de la zapata a 45 cm, con lo que se obtienen los siguientes resultados:

$$q_{\text{máx}} = 13.343 \text{ T} < V_s \text{ OK}$$

$$q_{\text{mín}} = 8.416 \text{ T} > 0 \text{ OK}$$

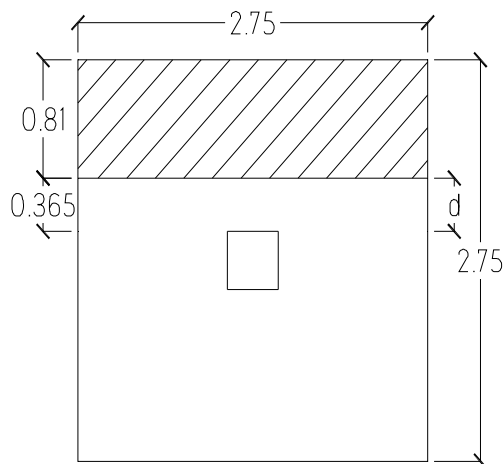
$$q_{\text{dis}\mu} = 13.343 * (1.55)$$

$$q_{\text{dis}\mu} = 20.681 \text{ T}$$

$$d = 45 - 7.5 - 1.90 / 2$$

$$d = 36.5 \text{ cm}$$

Figura 43 Cortante simple en zapata B-8



$$V_A = (2.75 * 0.81) * 20.681$$

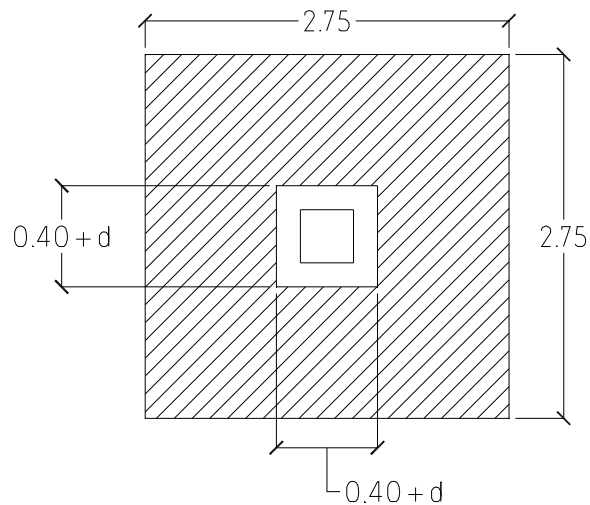
$$V_A = 46.066 \text{ T}$$

$$V_c > V_A$$

$$65.417 \text{ T} > 46.066 \text{ T} \text{ OK}$$

Calculando de nuevo el corte punzonante se tiene:

Figura 44 Corte punzonante en zapata B-8



$$0.40 + d = 0.40 + 0.356 = 0.765$$

$$V_A = (2.75^2 - 0.765^2) * 20.681$$

$$V_A = 144.297 \text{ T}$$

$$V_c = \frac{\phi * 1.06 * \sqrt{f'_c} * b_o * d}{1000}$$

$$b_o = 4 * (40 + d) = 4 * (76.5) = 306 \text{ cm}$$

$$V_c = \frac{0.85 * 1.06 \sqrt{281 * 306 * 76.5}}{1000}$$

$$V_c = 168.70 \text{ T}$$

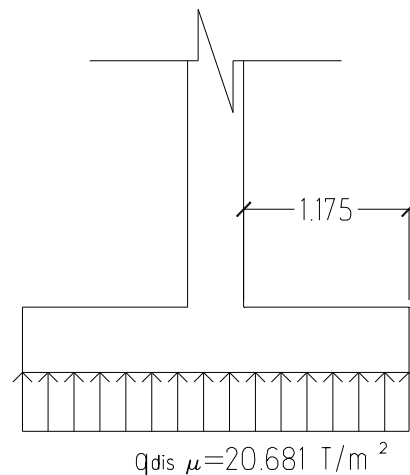
$$V_c > V_A$$

$$168.70 \text{ T} > 144.297 \text{ T OK}$$

Utilizando un espesor de cimiento de 45 cm la zapata soporta los cortes punzonante y corte simple.

Ahora se debe diseñar el refuerzo de acero para soportar los esfuerzos de flexión en sentido x, para lo que se necesita nuevamente la presión de diseño última ($q_{dis\mu}$).

Figura 45 Presión de diseño en cara inferior de zapata B-8



Si se calcula el acero para una franja de 1 m, entonces se tiene que la carga linealmente distribuida debajo de la zapata es de 20.681 T/m.

$$M_U = \frac{q_{dis\mu} L^2}{2} = \frac{20.681 * 1.175^2}{2} = 14.276 \text{ T - m}$$

$$M_U = 14,276 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

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

$$d = 36.50 \text{ cm}$$

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

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

Al aplicar la fórmula para el cálculo de acero en flexión de vigas que en este caso es aplicable también a la zapata se tiene:

$$A_s = \frac{0.85 * 281}{2810} \left(100 * 36.5 - \sqrt{(100 * 36.5)^2 - \frac{14276 * 100}{0.003825 * 281}} \right)$$

$$A_s = 16.38 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{min}} = 0.002 * b * d$$

$$A_{s\text{min}} = 0.002 * 100 * 36.5$$

$$A_{s\text{min}} = 7.30 \text{ cm}^2$$

$A_s > A_{s\text{min}}$ Por lo que se debe de colocar el área de acero requerida de 16.38 cm^2 .

$$S = \frac{1}{A_s / A_v}$$

donde:

S = Espaciamiento de las varillas de acero

A_s = Área de acero requerido

A_v = Área de la varilla propuesta (2.85 cm^2 para una varilla de 3/4")

$$S = \frac{1}{A_s / A_v}$$

$$S = \frac{1}{16.38 / 2.85}$$

S = 15 cm ; Entonces colocar varilla # 3/4" @ 15cm

Para calcular el refuerzo a flexión en el sentido y se debe usar nuevamente el momento último calculado para el sentido x, pero el peralte (d), disminuye debido a la cama inferior de acero colocada en el sentido x por lo que d_y es d menos el diámetro de una varilla de 3/4"

$$d_y = d - 2.85$$

$$d_y = 36.5 - 2.85$$

$$d_y = 33.65 \text{ cm}$$

$$M_U = 14,726 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

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

$$d = 33.65 \text{ cm}$$

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

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

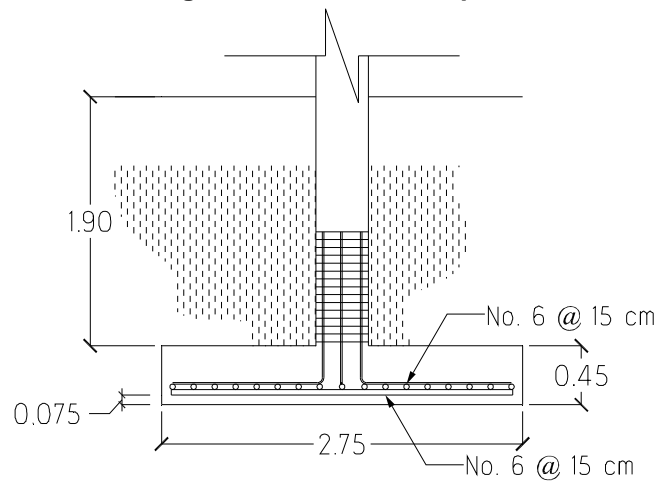
$$A_s = \frac{0.85 * 281}{2810} \left(100 * 33.65 - \sqrt{(100 * 33.65)^2 - \frac{14726 * 100}{0.003825 * 281}} \right)$$

$$A_s = 17.86 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{1}{17.86 / 2.85}$$

S = 15 cm ; entonces colocar varilla # 3/4" @ 15cm

Figura 46 Armado de Zapata B-8



2.2.6 Planos constructivos

En el apartado anterior se ha ejemplificado el proceso de diseño para los elementos estructurales (losas, vigas, columnas y zapatas), los planos constituyen la parte en que se puede plasmar toda esta información obtenida del diseño, en donde se muestran todos los detalles de estructuras, acabados, instalaciones, etc. (ver planos en apéndice).

2.2.7 Presupuesto del mercado municipal

De la misma manera que se ha calculado el presupuesto del capítulo anterior para el proyecto de drenaje, se han tomado los mismos criterios para el cálculo del presupuesto del mercado municipal. Para el desglose de los precios y el presupuesto completo ver el apéndice.

2.2.8 Cronograma de ejecución

El cronograma de ejecución se realizó en base al presupuesto, y a tiempos estimados de duración de los distintos renglones de trabajo que conlleva este tipo de proyectos, realizado también un cronograma físico-financiero.

3. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.1 Estudio de impacto ambiental

La construcción de cualquier proyecto, en este caso un drenaje y un mercado municipal, siempre genera cierto impacto físico, visual, biológico y social en el entorno donde se llevan a cabo este tipo de actividades, este impacto puede ser de carácter positivo, negativo irreversible, negativo con posibles mitigaciones, o puede ser también neutro.

Para el caso de un proyecto de drenaje, se ve que este tipo de proyectos tienen un impacto ambiental positivo, puesto que ayudan a reducir la contaminación de los mantos freáticos con la eliminación adecuada de las excretas, y también la contaminación visual que generan las aguas residuales al ser vertidas en la calle a flor de tierra, además ayuda a dar una mejor imagen del entorno.

Para el caso de la construcción de una edificación, el proyecto se encuentra dentro del casco urbano del municipio, y lo que se pretende es mejorar la edificación existente, por lo que esta actividad tiene un impacto neutro, es decir que no afecta al entorno.

También cabe mencionar que ninguno de los dos proyectos está en ninguna de las áreas que se encuentran incluidas dentro del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP).

3.2 Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación consisten en una serie de actividades para minimizar en lo posible el impacto que causan los proyectos cuando se ejecutan, en el presente caso como se vio en el apartado anterior los proyectos son de impacto positivo y neutro, por lo que el único impacto que generan es la contaminación visual, el polvo y los desechos que se producen durante su período de ejecución, dichas medidas deben ser absorbidas por la empresa ejecutora del proyecto, la que están contemplada en el renglón de limpieza general. Algunas otras medidas de mitigación aplicables durante el funcionamiento del proyecto deben ser responsabilidad de la municipalidad y de los beneficiados del proyecto, por ejemplo el mantenimiento preventivo y correctivo que se le debe dar a los proyectos.

3.3 Docencia

3.3.1 Funcionamiento del sistema

El funcionamiento correcto de un sistema de drenaje es por gravedad, es decir las aguas residuales son arrastradas por su propio peso desde un punto alto hacia un punto mas bajo, el buen funcionamiento depende del ejecutor en gran medida, y el mantenimiento llevado a cabo por los vecinos y la municipalidad.

Para un mercado municipal, su funcionamiento entra dentro del área administrativa, es decir el convenio que exista entre los arrendatarios de los locales comerciales y la municipalidad, y en menor medida los usuarios que consumen los productos.

3.3.2 Mantenimiento en ambos proyectos

Los detalles del mantenimiento para un drenaje se han dado ya en el inciso correspondiente a su diseño, ahora las recomendaciones para el mantenimiento del mercado municipal son las siguientes:

Para el uso de las cocinas se debe usar estufa de gas o cualquier otro medio que no sea el de cocina a base de planchas de leña, para evitar el deterioro de las instalaciones, y por no tener lugar por donde evacuar el humo producido.

Para la recolección de basura, se deben ubicar botes de basura en lugares específicos, que luego deben ser llevados hacia el basurero ubicado en un ambiente ajeno al mercado para su posterior evacuación por los camiones.

En el caso de que los comerciantes del exterior del mercado quieran colocar un rótulo, sólo podrán hacerlo de manera que sea paralelo a la construcción, sea de cualquier tipo, no se podrán colocar rótulos en voladizo, con el fin de evitar la contaminación visual causada por los mismos.

El módulo de servicios sanitarios ubicado en el interior del mercado será para el uso exclusivo de los usuarios del servicio de locales comerciales, debiendo pagar una cuota adicional mensual para su debido mantenimiento, con el cual podrán tener el derecho de llave exclusivo, pudiendo usarlo en el momento que ellos decidan, habiendo un servicio sanitario de hombres y otro de mujeres.

En ningún caso deben parquearse en el segundo nivel camiones ni microbuses que estén demasiado cargados, tampoco sobrepasar el límite de lugares establecidos del número de parqueos.

CONCLUSIONES

1. El estudio y la posterior ejecución de un proyecto de alcantarillado sanitario contribuye a mejorar el nivel de vida de los vecinos y las condiciones sanitarias, porque además de evacuar las aguas negras, contribuye a darle una mejor vista a las calles.
2. El correcto funcionamiento de un sistema de alcantarillado durante la vida útil para el cual se proyecta, depende de la unidad ejecutora del mismo, así como del mantenimiento preventivo y operativo, para el cual deben colaborar tanto los vecinos como la municipalidad.
3. El diseño de una estructura de uso público debe obedecer a las necesidades básicas de las personas que hacen uso de ellos, al diseño arquitectónico del entorno, a los factores socio-culturales de la población y a los códigos y normas de construcción que hacen que la edificación sea segura.
4. El proceso de diseño de una estructura de concreto armado con marcos rígidos conlleva una serie de pasos con una secuencia bien definida, la cual debe dar como resultado que los recursos con los que se cuenta sean utilizados de manera óptima, sobre todo en lo que se refiere a los costos de construcción.
5. Con el estudio técnico completo de un proyecto de ingeniería civil, se pueden aplicar los conocimientos adquiridos en este ramo, y también contribuir a dar soluciones que sean factibles para las necesidades donde se requieran proyectos de este tipo.

6. El Ejercicio Profesional Supervisado, ayuda a conocer en una mínima parte los problemas por los que atraviesa gran parte de la población guatemalteca, en cuanto a la demanda de proyectos que satisfagan las distintas necesidades, y que ayuden a mejorar las condiciones en las que viven sus habitantes.

7. Con el trabajo de campo se pueden complementar los conocimientos teóricos que se han adquirido, esto con el fin de poder formar un buen criterio en la aplicación de conceptos que conlleva una correcta planificación de un proyecto de beneficio social.

RECOMENDACIONES

1. Dar al sistema de alcantarillado el mantenimiento preventivo y correctivo que requiere, en los plazos estipulados, para evitar un taponamiento total o parcial del sistema.
2. Contar con la mano de obra y supervisión adecuada al ejecutar cualquiera de los dos proyectos, para garantizar que se cumpla con las especificaciones técnicas establecidas previamente.
3. Solicitar a la empresa ejecutora, constancias de que en los proyectos se han utilizado materiales certificados de buena calidad, para evitar problemas posteriores relativos al mal funcionamiento o deterioro de los proyectos.
4. La administración de un proyecto como un mercado municipal, debe estar a cargo de personal que esté calificado y que sea nombrado por la municipalidad, para que se encargue de aspectos como seguridad, salubridad y mantenimiento en general.
5. Orientar a la población acerca del uso correcto de las instalaciones de la edificación y del sistema de drenaje, para prolongar la vida útil de los proyectos y evitar el deterioro y mal funcionamiento de los mismos.
6. Establecer un reglamento entre los usuarios del mercado y la municipalidad, para resolver posibles problemas que puedan surgir durante el funcionamiento del mercado, tanto para proteger los intereses del usuario como de la municipalidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cabrera, Jadenón. Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones 1. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 1994.
2. Cabrera, Ricardo. Apuntes de Ingeniería Sanitaria II. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 1989.
3. Calderón, Erick. Rediseño del centro recreativo “La Laguneta”, Municipio de Salcajá, Quetzaltenango. Tesis Ing. Civil. Quetzaltenango Guatemala, Centro Universitario de Occidente, División Ciencias de Ingeniería, 2002.
4. **Código ACI 318-99.** Santiago de Chile 2000.
5. Flores, Carlos. Procedimiento general de diseño estructural para edificios de concreto reforzado. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 1997.
6. Nilson, Arthur H. **Diseño de estructuras de concreto.** Editorial McGraw-Hill Interamericana, S. A. 1994.
7. Orozco, Juan. Diseño de sistema de alcantarillado sanitario para la aldea San Pedro Petz, Municipio de San Pedro Sacatépequez, San Marcos. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1997.
8. Parker, Harry & Ambrose, James. **Diseño simplificado de concreto reforzado,** Editorial Limusa Wiley. México 2003.

APÉNDICE

Algunos valores de relaciones hidráulicas
Para una sección circular transversal

d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0050	0.00060	0.050	0.000030
0.0075	0.00110	0.074	0.000081
0.0100	0.00167	0.088	0.000147
0.0125	0.00237	0.103	0.000244
0.0150	0.00310	0.116	0.000360
0.0175	0.00391	0.129	0.000604
0.0200	0.00477	0.141	0.000672
0.0225	0.00469	0.152	0.000865
0.0250	0.00665	0.163	0.001084
0.0275	0.00768	0.174	0.001336
0.0300	0.00874	0.184	0.001608
0.0325	0.00985	0.194	0.001911
0.0350	0.01100	0.203	0.002233
0.0375	0.01219	0.212	0.002584
0.0400	0.01342	0.221	0.002966
0.0425	0.01468	0.230	0.003376
0.0450	0.01599	0.239	0.003822
0.0475	0.01732	0.248	0.004295
0.0500	0.01870	0.256	0.004787
0.0525	0.02010	0.264	0.005306
0.0550	0.02154	0.273	0.005880
0.0575	0.02300	0.281	0.006463
0.0600	0.02449	0.289	0.007078
0.0625	0.02603	0.297	0.007731
0.0650	0.02768	0.305	0.008412
0.0675	0.02916	0.312	0.009098
0.0700	0.03078	0.320	0.009850
0.0725	0.03231	0.327	0.010565
0.0750	0.03407	0.334	0.011379
0.0775	0.03576	0.341	0.012194
0.0800	0.03747	0.348	0.013040
0.0825	0.03922	0.355	0.013923
0.0850	0.04098	0.361	0.014794
0.0875	0.04277	0.368	0.015739
0.0900	0.04459	0.375	0.0167210
0.0925	0.04642	0.381	0.017819
0.0950	0.04827	0.388	0.018729
0.0975	0.05011	0.393	0.019693
0.1000	0.05204	0.401	0.020863
0.1025	0.05396	0.408	0.022016
0.1050	0.05584	0.414	0.023118
0.1075	0.05783	0.420	0.024289
0.1100	0.05986	0.426	0.025500
0.1125	0.06186	0.432	0.026724
0.1150	0.06388	0.439	0.028043
0.1175	0.06591	0.444	0.029274
0.1200	0.06797	0.450	0.030587
0.1225	0.07005	0.456	0.031943
0.1250	0.07214	0.463	0.033401
0.1275	0.07426	0.468	0.034754
0.1300	0.07640	0.473	0.036137

d/D	a/A	v/V	q/Q
0.13250	0.078550	0.479	0.0376250
0.13500	0.080710	0.484	0.0390640
0.13750	0.082890	0.49	0.0406160
0.14000	0.085090	0.495	0.0421200
0.14250	0.086320	0.501	0.0432470
0.14500	0.089540	0.507	0.0453970
0.14750	0.091290	0.511	0.0466649
0.15000	0.094060	0.517	0.0486290
0.15250	0.096380	0.522	0.0503100
0.15500	0.098640	0.528	0.0520820
0.15750	0.100950	0.533	0.0538060
0.16000	0.103280	0.538	0.0556650
0.16500	0.107960	0.548	0.0591620
0.17000	0.113560	0.56	0.0685940
0.17500	0.117540	0.568	0.0667630
0.18000	0.122410	0.577	0.0706300
0.18500	0.127330	0.587	0.0747430
0.19000	0.132290	0.596	0.0788450
0.19500	0.137250	0.605	0.0830360
0.20000	0.142380	0.615	0.0875640
0.20500	0.147500	0.624	0.0911040
0.21000	0.152660	0.633	0.0966340
0.21500	0.157860	0.644	0.1016620
0.220	0.163120	0.651	0.1061910
0.225	0.168400	0.659	0.1109760
0.230	0.173560	0.669	0.1161120
0.235	0.179130	0.676	0.1210920
0.240	0.184550	0.684	0.1262320
0.245	0.190000	0.692	0.1314800
0.250	0.195520	0.702	0.1372600
0.260	0.206600	0.716	0.1479300
0.270	0.217840	0.73	0.1590200
0.280	0.229210	0.747	0.1712200
0.290	0.240700	0.761	0.1831700
0.300	0.252320	0.776	0.1958000
0.310	0.264030	0.79	0.2085000
0.320	0.275870	0.804	0.2218000
0.330	0.287830	0.817	0.2351600
0.340	0.299780	0.83	0.2488200
0.350	0.312300	0.843	0.2632700
0.360	0.324110	0.856	0.2774400
0.370	0.336370	0.868	0.2919700
0.380	0.343280	0.879	0.3064900
0.390	0.361080	0.891	0.3217200
0.400	0.373540	0.902	0.3369300
0.410	0.386040	0.913	0.3524600
0.420	0.398580	0.921	0.3670900
0.430	0.408900	0.934	0.3819100
0.440	0.423790	0.943	0.3996300
0.450	0.436450	0.955	0.4168100
0.460	0.449130	0.964	0.4329600

d/D	a/A	v/V	q/Q
0.470	0.461780	0.9730	0.449310
0.480	0.474540	0.9830	0.466470
0.490	0.487420	0.9910	0.483030
0.500	0.500000	1.0000	0.500000
0.510	0.512580	1.0090	0.517190
0.520	0.525460	1.0160	0.533870
0.530	0.538220	1.0230	0.550600
0.540	0.550870	1.0290	0.566850
0.550	0.563550	1.0330	0.582150
0.560	0.576210	1.0490	0.604440
0.570	0.588820	1.0580	0.622970
0.580	0.601420	1.0600	0.637500
0.590	0.613960	1.0660	0.654880
0.600	0.626460	1.0720	0.671570
0.610	0.638920	1.0780	0.688760
0.620	0.651310	1.0830	0.705370
0.630	0.663630	1.0890	0.722690
0.640	0.675930	1.0940	0.739470
0.650	0.687700	1.0980	0.755100
0.660	0.700530	1.1040	0.773390
0.670	0.712210	1.1080	0.789130
0.680	0.724130	1.1120	0.805230
0.690	0.735960	1.1160	0.821330
0.700	0.747690	1.1200	0.837410
0.710	0.759570	1.1240	0.853760
0.720	0.770970	1.1260	0.867910
0.730	0.782160	1.1300	0.883840
0.740	0.793400	1.1320	0.897340
0.750	0.804500	1.1340	0.912300
0.760	0.815440	1.1360	0.926340
0.770	0.826230	1.1370	0.939420
0.780	0.836880	1.1390	0.953210
0.790	0.851010	1.1400	0.970150
0.800	0.867600	1.1400	0.989060
0.810	0.877590	1.1410	1.000400
0.820	0.882015	1.1390	1.000500
0.830	0.886440	1.1390	1.009700
0.840	0.896720	1.1380	1.021400
0.850	0.905940	1.1370	1.031000
0.860	0.914910	1.1360	1.047400
0.870	0.923610	1.1340	1.050700
0.880	0.932020	1.1310	1.054100
0.890	0.940140	1.1280	1.060300
0.900	0.947960	1.1240	1.065500
0.910	0.955410	1.1200	1.070100
0.920	0.962520	1.1160	1.074200
0.930	0.969220	1.1090	1.074900
0.940	0.975540	1.1010	1.074100
0.950	0.981300	1.0940	1.073500
0.960	0.986580	1.0860	1.071400
0.970	0.991260	1.0750	1.065600

Presupuesto
 Proyecto: Drenaje sanitario barrio "Casablanca"
 Municipio: Salcaja
 Departamento: Quetzaltenango

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Pozos de visita	24	Unidad		
Materiales:					
1.01	Ladrillo tayuyo	26376	Unidad	Q1.00	Q26,376.00
1.02	Cemento	335	Saco	Q40.00	Q13,400.00
1.03	Arena	47	m3	Q97.50	Q4,582.50
1.04	Piedrín	14	m3	Q145.00	Q2,030.00
1.05	Hierro 1/4"	6.76	qq	Q251.00	Q1,696.76
1.06	Hierro 1/2"	8.53	qq	Q251.00	Q2,141.03
1.07	Hierro 3/4"	13.21	qq	Q251.00	Q3,315.71
1.08	Alambre de amarre	35	lb	Q3.91	Q136.85
1.09	Clavo 2 1/2"	15	lb	Q4.00	Q60.00
1.10	Madera 1"x12"x8'	3.5	Doc. Tabla	Q364.80	Q1,276.80
1.11	Parales 3"x3"x8'	3.5	Doc. Parales	Q273.60	Q957.60
1.12	Tacos de concreto	30	Unidad	Q3.07	Q92.10
					Q56,065.35
Mano de Obra:					
1.13	Excavación	180	m3	Q22.00	Q3,960.00
1.14	Armado 1/4"	1105	ml	Q0.28	Q309.40
1.15	Armado 1/2"	359	ml	Q0.56	Q201.04
1.16	Armado de 3/4"	242	ml	Q0.84	Q203.28
1.17	Hacer y cocolcar concreto	18.5	m3	Q54.60	Q1,010.10
1.18	Levantado	156	m2	Q32.15	Q5,015.40
1.19	Repello + Alisado interior	156	m2	Q8.20	Q1,279.20
					Q11,978.42

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
2	Tubería de 6"	1003	ml		
Materiales:					
2.01	Tubería de PVC 6" ASTM 3034	184	Unidad	Q478.00	Q87,952.00
2.02	Tangit	1.5	Galón	Q601.40	Q902.10
2.03	Estacas	50	Unidad	Q0.75	Q37.50
2.04	Arena	192	m3	Q97.50	Q18,720.00
2.05	Cal	3	sacos	Q39.70	Q119.10
2.06	Alambre de amarre	4	lb	Q3.91	Q15.64
2.07	Codo PVC 6"	2	Unidad	Q120.00	Q240.00
2.08	Tee PVC 6"	1	Unidad	Q147.00	Q147.00
2.09	Tee reductora PVC 8" a 6"	1	Unidad	Q219.60	Q219.60
					Q107,746.34
Mano de Obra:					
2.10	Trazo y estaqueado	1003	ml	Q3.90	Q3,911.70
2.11	Excavación	1984	m3	Q22.00	Q43,648.00
2.12	Colocación tubería PVC 6"	1003	ml	Q13.98	Q14,021.94
2.13	Relleno y compactación	1960	m3	Q20.00	Q39,200.00
					Q100,781.64

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
3	Tubería de 8"	475	ml		
Materiales:					
3.01	Tubería de PVC 8" ASTM 3034	87	Unidad	Q806.00	Q70,122.00
3.02	Tangit	1	Galón	Q601.40	Q601.40
3.03	Estacas	40	Unidad	Q0.75	Q30.00
3.04	Arena	130	m3	Q97.50	Q12,675.00
3.05	Cal	3	Saco	Q39.70	Q119.10
3.06	Alambre de amarre	3	lb	Q3.91	Q11.73
					Q83,559.23
Mano de Obra:					
3.07	Trazo y estaqueado	475	ml	Q3.90	Q1,852.50
3.08	Excavación	749	m3	Q22.00	Q16,478.00
3.09	Colocación tubería PVC 8"	522	Unidad	Q11.75	Q6,133.50
3.10	Relleno y compactación	733	m3	Q20.00	Q14,660.00
					Q39,124.00

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
4	Acometidas domiciliars	35	Unidad		
<i>Materiales:</i>					
4.01	Tubería de PVC 4" ASTM 3034	20	Unidad	Q219.60	Q4.392.00
4.02	Arena	15	m3	Q97.50	Q1.462.50
4.03	Tangit	0.5	Galón	Q601.40	Q300.70
4.04	Yee PVC 4" (silleta)	35	Unidad	Q132.50	Q4.637.50
					Q10.792.70
<i>Mano de Obra:</i>					
4.05	Trazo y estaqueado	105	ml	Q3.90	Q409.50
4.06	Excavación	53	m3	Q22.50	Q1.192.50
4.07	Colocación de tubería PVC 4"	105	Unidad	Q7.48	Q785.40
4.08	Relleno y compactación	53	m3	Q20.00	Q1.060.00
4.09	Limpieza final	1	Global	Q500.00	Q500.00
					Q3.947.40

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
5	Candelas domiciliars	35	Unidad		
<i>Materiales:</i>					
5.01	Cemento	2	Saco	Q40.00	Q80.00
5.02	Arena	0.1	m3	Q97.50	Q9.75
5.03	Piedrín	0.15	m3	Q145.00	Q21.75
5.04	Tubería de concreto de 12"	35	Unidad	Q42.40	Q1.484.00
5.05	Tapaderas	35	Unidad	Q20.00	Q700.00
5.06	Alambre de amarre	4	Lbs	Q3.91	Q15.64
					Q2.311.14
<i>Mano de Obra:</i>					
5.07	Colocación de candela	35	Global	Q23.00	Q805.00
					Q805.00

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
6	Fosa séptica	1	Unidad		
<i>Materiales:</i>					
6.01	Cemento	125	Saco	Q40.00	Q5.000.00
6.02	Arena	7	m3	Q97.50	Q682.50
6.03	Piedrín	10	m3	Q145.00	Q1.450.00
6.04	Madera	400	pt	Q3.80	Q1.520.00
6.05	Parales 3"x3"x8'	25	Parales	Q22.80	Q570.00
6.06	Clavo 2 1/2"	25	Lbs	Q4.00	Q100.00
6.07	Hierro 3/8"	17.97	qq	Q251.00	Q4.510.47
6.08	Hierro 1/4"	0.1	qq	Q251.00	Q25.10
6.09	Tapaderas de registro	2	Unidad	Q17.00	Q34.00
6.10	Alambre de amarre	50	Lbs	Q3.91	Q195.50
6.11	Cal	1	Saco	Q39.70	Q39.70
6.12	"T" PVC 6"	2	Unidad	Q147.00	Q294.00
6.13	Tubería PVC 6" ASTM 3034	2	Unidad	Q478.00	Q956.00
6.14	Tangit	1	Cuarto	Q150.35	Q150.35
					Q15.527.62
<i>Mano de Obra:</i>					
6.15	Limpieza y nivelación	20	m2	Q2.30	Q46.00
6.17	Trazo y estaqueado	20	ml	Q3.90	Q78.00
6.18	Excavación	75	m3	Q22.00	Q1.650.00
6.19	Armado de 3/8"	1368	ml	Q0.84	Q1.149.12
6.20	Armado de 1/4"	19	ml	Q0.28	Q5.32
6.21	Hacer y colocar concreto	12.36	m3	Q54.60	Q674.86
6.22	Encofrado y desencofrado	64	m2	Q21.51	Q1.376.64
6.23	Repello + Alisado interior	45	m2	Q8.20	Q369.00
6.34	Colocación PVC 6"	8	ml	Q13.98	Q111.84
6.24	Limpieza final	1	Global	Q400.00	Q400.00
					Q5.860.78

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
7	Cabezal de desfogue	1	Unidad		
<i>Materiales:</i>					
7.01	Cemento	11	Sacos	Q40.00	Q440.00
7.02	Arena	0.9	m3	Q97.50	Q87.75
7.03	Piedrín	1.35	m3	Q145.00	Q195.75
7.04	Piedra bola	3.5	m3	Q90.00	Q315.00
7.05	Tubería de concreto 10"	4	Unidad	Q31.70	Q126.80
7.06	Clavo de 3"	2	Lbs	Q4.00	Q8.00
7.07	Ladrillo tayuyo	25	Unidad	Q1.00	Q25.00
7.08	Alambre de amarre	2	Lbs	Q3.91	Q7.82
					Q1.206.12
<i>Mano de Obra:</i>					
7.09	Limpieza y nivelación	7	m2	Q2.30	Q16.10
7.10	Trazo y estaqueado	5	ml	Q3.90	Q19.50
7.11	Excavación	6	m3	Q22.00	Q132.00
7.12	Encofrado y desencofrado	16	m2	Q21.51	Q344.16
7.13	Hacer y colocar concreto	5	m3	Q54.60	Q273.00
7.14	Colocación TC 10"	4	Unidad	Q18.20	Q72.80
7.15	Hechura de caja de registro	1	Global	Q79.25	Q79.25
7.16	Limpieza final	1	Global	Q400.00	Q400.00
					Q1.336.81

Proyecto: Drenaje sanitario barrio "Casablanca"

Municipio: Salcajá

Departamento: Quetzaltenango

Resumen integrado de costos			
No.	Descripción	Materiales	Mano de obra
1	Pozos de visita	Q56,065.35	Q11,978.42
2	Tubería de 6"	Q107,746.34	Q100,781.64
3	Tubería de 8"	Q83,559.23	Q39,124.00
4	Acometidas domiciliarias	Q10,792.70	Q3,947.40
5	Candelas domiciliarias	Q2,311.14	Q805.00
6	Fosa séptica	Q15,527.62	Q5,860.78
7	Cabezal de descarga	Q1,206.12	Q1,336.81

Factor de ayudante	1.40
--------------------	------

Porcentaje de prestaciones de ley	75.00%
Porcentaje de Cuota patronal	12.67%
Porcentaje total de prestaciones a pagar en un año	87.67%
Porcentaje total de prestaciones a pagar en cuatro meses	29.22%

Integración de costos unitarios					
No.	Descripción	Precio unitario	Cantidad	Unidad	Total
1	Pozos de visita	Q3,237.43	24	Unidad	Q77,698.38
2	Tubería de 6"	Q288.89	1003	ml	Q289,757.98
3	Tubería de 8"	Q4,406.20	35	ml	Q154,217.17
4	Acometidas domiciliarias	Q512.05	35	Unidad	Q17,921.70
5	Candelas domiciliarias	Q3,764.97	1	Global	Q3,764.97
6	Fosa séptica	Q26,112.18	1	Global	Q26,112.18
7	Cabezal de descarga	Q3,620.40	1	Global	Q3,620.40
	Sub-total				Q573,092.79

Costos totales del proyecto		
No.	Descripción	Costo
1	Sub-total	Q573,092.79
2	Administración	Q28,654.64
3	Equipo y herramienta	Q17,192.78
4	Imprevistos	Q28,654.64
5	Supervisión	Q17,192.78
	Costo total del proyecto	Q664,787.63

El Costo total del proyecto asciende a la cantidad de SEISCIENTOS SESENTA Y CUATRO MIL SETECIENTOS OCHENTA Y SIETE QUETZALES CON OCHENTA Y TRES CENTAVOS

RESULTADOS DEL ESTUDIO DE SUELOS

SERVICIOS DE INGENIERIA "EL PILAR"

1a CALLE 0-45 A ZONA 4, LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO
TELS. 5918-1682, 7772-0817 FAX 7772-0835

CORTE DIRECTO SIMPLE

No. DE LABORATORIO: MS-01 POSO No. 1 PROYECTO: MERCADO MUNICIPAL
MUNICIPIO: SALCAJA
DEPARTAMENTO: QUETZALTENANGO
TIPO DE SUELO: A-7-5 ARCILLA FECHA: FEBRERO 2006.

Ensayo No.	Fuerza normal (Kg.)	Fuerza de corte Kg. (fuerza hor)	Esfuerzo Normal kg/cm2	Esfuerzo de Corte kg/cm2
1	27.32	34.90	2.00	2.55
2	38.25	41.21	2.80	3.02
3	51.91	49.09	3.80	3.59

AREA DE LA MUESTRA =	13.66 cm ²
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNO =	30°
C = COHESION Kg/cm2	1.40
PESO UNITARIO EN ESTADO = NATURAL Kg/M3	1,616.00
ULTIMA RESISTENCIA DEL SUELO = (TON/M2)=	49.60
VALOR SOPORTE MÁXIMO DE DISEÑO = (TON/M2) USANDO FACTOR DE 2	24.80

1 TON = 907.1847 KG.
= 2,000 Lbs



ING. JOSE ENRIQUE BARRIOS MONTES
GERENTE GENERAL
SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR

SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR
Ing. Enrique Barrios Montes
Quetzaltenango.

SERVICIOS DE INGENIERIA "EL PILAR"

1a CALLE 1-45 A ZONA 4, LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO

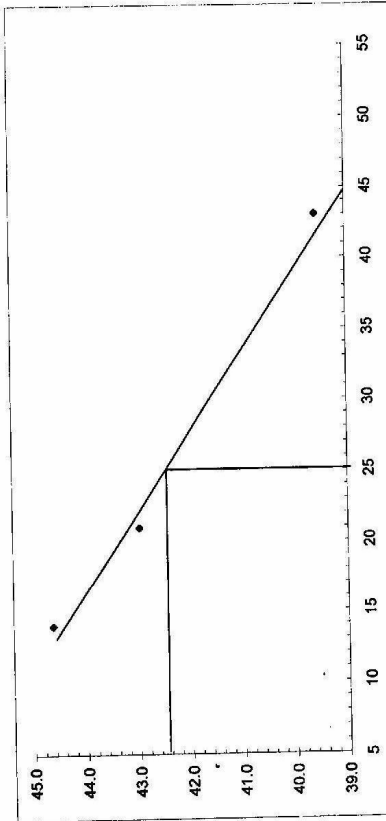
Tels. 5918-1682, 7772-0817 FAX 7772-0835

GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO: MERCADO MUNICIPAL
 DEPARTAMENTO: QUETZALTENANGO
 MUNICIPIO: SALCAJA

No. DE LABORATORIO: MS-01
 FECHA: FEBRERO 2006.

POZO No.	TAMIZ	P.B.R.	TARA	P.N.R.	% RET.	% PASA	T.P.
1	2 1/2"						
	2"						
	1 1/2"						
	1"	98.7	98.7	0	0.0	100.0	
	3/4"	101.8	98.7	3.1	0.5	99.5	
	3/8"	102.9	98.7	4.2	0.7	99.3	
	No. 4	108.9	98.7	10.2	1.8	98.2	
	No. 10	121.3	98.7	22.6	3.9	96.1	
	No. 40	255.4	98.7	156.7	27.0	73.0	
	No. 100	375.1	98.7	276.4	47.6	52.4	
	No. 200	428.9	98.7	330.2	56.9	43.1	



	LIMITE LIQUIDO						LIMITE PLASTICO						INDICE DE PLASTICIDAD		
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6			
Tarro															
P.B.H.	27.01	24.29	24.03	11.85			11.89								42.45
P.B.S.	23.96	21.04	20.90	10.65			10.63								30.25
Tara	14.84	13.48	13.89	6.61			6.54								12.20
Dif.	3.45	3.25	3.13	1.2			1.28								Humedad
P.N.S.	8.72	7.56	7.01	4.04			4.09								Natural
% de Hum.	98.6	43.0	44.7	28.70			30.81								Clasificación.
Nº. Golpes	43.00	21.00	14.00	30.25											A-7-5 ARCILLA

GRANULOMETRIA LAVADA GRANULOM SIN LAVAR
 P.B. 678.9 P.B.
 TARA 98.7 TARA
 P.N 580.2 P.N

OBSERVACIONES

A-7-5 ARCILLA

[Handwritten Signature]

ING. JOSE ENRIQUE BARRIOS MONTES
 GERENTE GENERAL

SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR
 Ing. Enrique Barrios Montes
 Quetzaltenango.

SERVICIOS DE INGENIERÍA "EL PILAR"

1a CALLE 1-45 A ZONA 4, LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO
 TELS. 5918-1682, 7772-0817, FAX 7772-0835

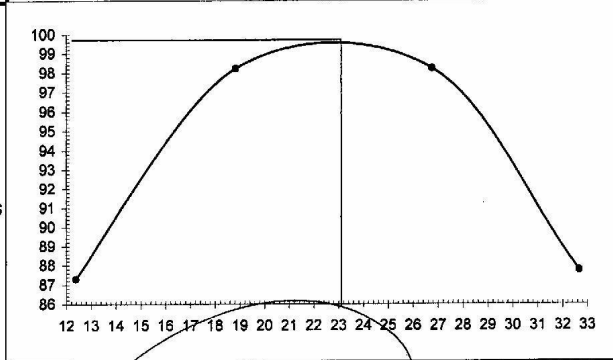
PROCTOR

No. DE LABORATORIO: **MS-01** PROYECTO: **MERCADO MUNICIPAL**
 POZO No. **1** MUNICIPIO: **SALCAJA**
 DEPARTAMENTO: **QUETZALTENANGO**

P.B.	TARA	P.N.	P.U.H.	TARRO	TARA	P.B.H.	P.B.S.	DIF.	P.N.S.	% H.	PROM.	P.U.S.
12.57	9.30	3.27	98.11		98.70	145.90	140.70	5.20	42.00	12.36	12.36	87.30
12.89	9.30	3.59	107.71		99.00	150.30	143.80	6.50	44.80	14.51	14.51	94.06
13.19	9.30	3.89	116.71		98.90	165.80	155.20	10.60	56.30	18.83	18.83	98.22
13.45	9.30	4.15	124.51		98.70	150.80	139.80	11.00	41.10	26.76	26.76	98.22
13.18	9.30	3.88	116.40		99.00	145.70	134.20	11.50	35.20	32.67	32.67	87.74

PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180	PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA 2.00 m	P.U.S. MAX. = 99.60 lb/pie ²
		P.U.S. MAX. = 1,595.17 kg/m ²
		% HUMEDAD OPTIMA. = 23.00%

CLASIFICACION DEL SUELO
 A-7-5 ARCILLA
 TIPO DE PROCTOR. MODIFICADO
 No. DE CILINDRO 1
 CANTIDAD DE MATERIAL
 VOL DEL CILINDRO. 0.03333
 CANTIDAD AGUA INICIAL 200 cc
 SEGUIDO CON. 100 cc
 OPERADOR. ING ENRIQUE BARRIOS
 FECHA. FEBRERO 2006.
 OBSERVACIONES.
 REVISO: ING ENRIQUE BARRIOS




ING JOSÉ ENRIQUE BARRIOS
 GERENTE GENERAL
 SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR

SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR
 Ing. Enrique Barrios Montes
 Quetzaltenango.

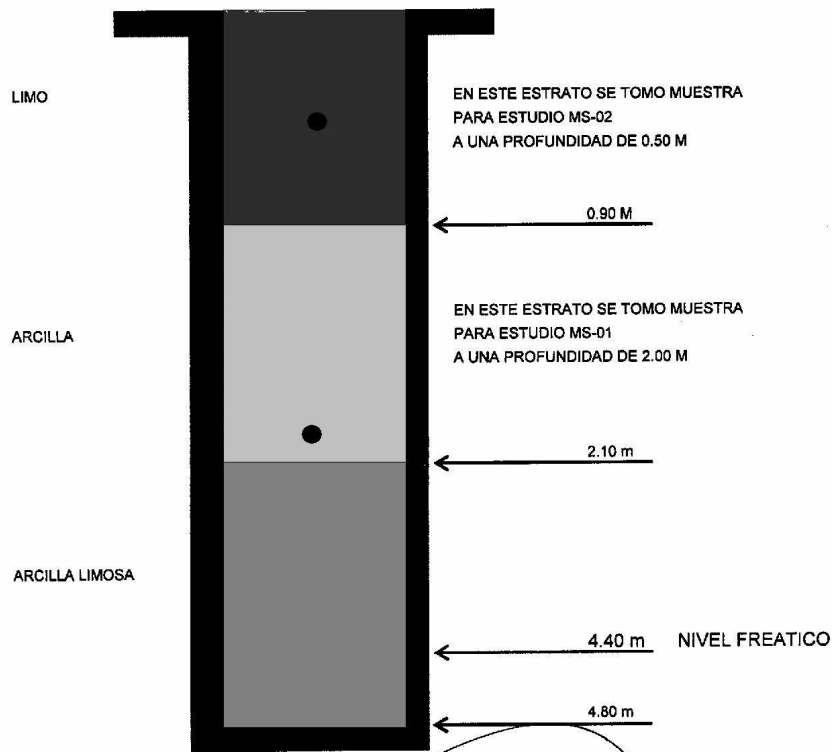
SERVICIOS DE INGENIERÍA "EL PILAR"

1a CALLE 1-45 A ZONA 4, LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO
TELS. 5918-1682, 7772-0817 FAX 7772-0835

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

No. DE LABORATORIO MS-01 Y MS-02
POZO No. 1
FECHA: FEBRERO 2006.

PROYECTO: MERCADO MUNICIPAL
MUNICIPIO: SALCAJA
DEPARTAMENTO: QUETZALTENANGO



ING. JOSE ENRIQUE BARRIOS MONTES
GERENTE GENERAL

SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR
Ing. Enrique Barrios Montes
Quetzaltenango.

SERVICIOS DE INGENIERIA "EL PILAR"

1a CALLE 0-45 A ZONA 4, LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO
TELS. 5918-1682, 7772-0817 FAX 7772-0835

CORTE DIRECTO SIMPLE

No. DE LABORATORIO: **MS-02** POSO No. **1** PROYECTO: **MERCADO MUNICIPAL**
MUNICIPIO: **SALCAJA**
DEPARTAMENTO: **QUETZALTENANGO**
TIPO DE SUELO: **A-5 LIMO** FECHA: **FEBRERO 2006.**

Ensayo No.	Fuerza normal (Kg.)	Fuerza de corte Kg. (fuerza hor)	Esfuerzo Normal kg/cm2	Esfuerzo de Corte kg/cm2
1	19.12	31.00	1.40	2.27
2	32.78	39.87	2.40	2.92
3	46.44	48.74	3.40	3.57

AREA DE LA MUESTRA =	13.66 cm ²
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNO =	33°
C = COHESION Kg/cm2	1.36
PESO UNITARIO EN ESTADO = NATURAL Kg/M3	1,386.00
ULTIMA RESISTENCIA DEL SUELO = (TON/M2)=	59.50
VALOR SOPORTE MÁXIMO DE DISEÑO = (TON/M2) USANDO FACTOR DE 2	29.75

1 TON = 907.1847 KG.
= 2,000 Lbs


ING. JOSE ENRIQUE BARRIOS MONTES
GERENTE GENERAL
SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR

SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR
Ing. Enrique Barrios Montes
Quetzaltenango.

SERVICIOS DE INGENIERIA "EL PILAR"

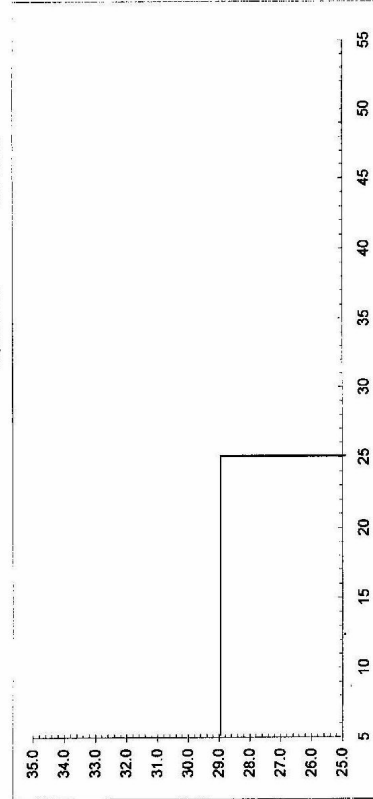
1a CALLE 1-45 A ZONA 4, LA ESPERANZA, QUETZAL TENANGO
 Teles. 5818-1682, 7772-0817 FAX 7772-0835

GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG

No. DE LABORATORIO: MS-02
 FECHA: FEBRERO 2006.
 POZO No. 1

PROYECTO: MERCADO MUNICIPAL
 DEPARTAMENTO: QUETZAL TENANGO
 MUNICIPIO: SALCAJA

TAMIZ	P.B.R.	TARA	P.N.R.	% RET	% PASA	T.P.
2 1/2"						
2"						
1 1/2"						
1"	99	99	0	0.0	100.0	
3/4"	101.2	99	2.2	0.4	99.6	
3/8"	103.1	99	4.1	0.7	99.3	
No. 4	108.2	99	9.2	1.6	98.4	
No. 10	118.8	99	19.8	3.4	96.6	
No. 40	185.5	99	86.5	14.7	85.3	
No. 100	275.1	99	176.1	30.0	70.0	
No. 200	333.1	99	234.1	39.9	60.1	



GRANULOMETRIA LAVADA GRANULOM SIN LAVAR
 P.B. 686.0 P.B.
 TARA 99.0 TARA
 P.N 587.0 P.N

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO			INDICE DE PLASTICIDAD
	1	2	3	4	5	6	
Tarro				Tarro			
P.B.H.				P.B.H.			LL NL
P.B.S.				P.B.S.			L.P. NP
Tara				Tara			I.P. NIP
Dif.				Dif.			Humedad Natural
P.N.S.				P.N.S.			59
% de Hum.				% de Hum			Clasificación
No. Golpes				% PROM			A-5 LIMO

OBSERVACIONES
 A-5 LIMO

ING. JOSE ENRIQUE BARRIOS MONTES
 GERENTE GENERAL

SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR
 Ing. Enrique Barrios Montes
 Quetzaltenango.

SERVICIOS DE INGENIERÍA "EL PILAR"

1a CALLE 1-45 A ZONA 4, LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO
 TELS. 5918-1682, 7772-0817, FAX 7772-0835

PROCTOR

No. DE LABORATORIO: **MS-02** PROYECTO: **MERCADO MUNICIPAL**
 POZO No. **1** MUNICIPIO: **SALCAJA**
 DEPARTAMENTO: **QUETZALTENANGO**

P.B.	TARA	P.N.	P.U.H.	TARRO	TARA	P.B.H.	P.B.S.	DIF.	P.N.S.	% H.	PROM.	P.U.S.
12.62	9.32	3.30	99.01		82.10	146.80	140.00	6.80	57.90	11.74	11.74	88.60
12.87	9.32	3.55	106.51		82.20	135.30	128.40	6.90	46.20	14.94	14.94	92.67
13.20	9.32	3.88	116.41		99.00	146.10	138.60	7.50	39.60	18.94	18.94	97.87
13.13	9.32	3.81	114.31		82.10	144.90	133.40	11.50	51.30	22.42	22.42	93.38
13.00	9.32	3.68	110.40		82.20	140.20	128.10	12.10	45.90	26.36	26.36	87.37

PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180	PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA 0.50 m	P.U.S. MAX. = 97.95 lb/pe ³
		P.U.S. MAX. = 1,568.74 kg/m ³
		% HUMEDAD OPTIMA. = 19.15%
CLASIFICACION DEL SUELO A-S LIMO TIPO DE PROCTOR. MODIFICADO No. DE CILINDRO 2 CANTIDAD DE MATERIAL VOL DEL CILINDRO. 0.03333 CANTIDAD AGUA INICIAL 150 cc SEGUIDO CON. 90 cc OPERADOR. ING ENRIQUE BARRIOS FECHA. FEBRERO 2006. OBSERVACIONES.		
REVISO: ING ENRIQUE BARRIOS		

ING JOSÉ ENRIQUE BARRIOS
 GERENTE GENERAL
 SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR

SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR
 Ing. Enrique Barrios Montes
 Quetzaltenango.

SERVICIOS DE INGENIERIA "EL PILAR"

1a CALLE 0-45 A ZONA 4, LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO
TELS. 5918-1682, 7772-0817 FAX 7772-0835

CORTE DIRECTO SIMPLE

No. DE LABORATORIO: **MS-03** POSO No. **2** PROYECTO: **MERCADO MUNICIPAL**
MUNICIPIO: **SALCAJA**
DEPARTAMENTO: **QUETZALTENANGO**
TIPO DE SUELO: **A-7-5 ARCILLA** FECHA: **FEBRERO 2006.**

Ensayo No.	Fuerza normal (Kg.)	Fuerza de corte Kg. (fuerza hor)	Esfuerzo Normal kg/cm2	Esfuerzo de Corte kg/cm2
1	34.15	20.90	2.50	1.53
2	47.81	24.56	3.50	1.80
3	61.47	28.22	4.50	2.07

AREA DE LA MUESTRA =	13.66 cm ²
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNO =	15.0 °
C = COHESION Kg/cm2	0.86
PESO UNITARIO EN ESTADO = NATURAL Kg/M3	1,602.00
ULTIMA RESISTENCIA DEL SUELO = (TON/M2)=	40.42
VALOR SOPORTE MÁXIMO DE DISEÑO = (TON/M2) USANDO FACTOR DE 2	20.21

1 TON = 907.1847 KG.
= 2,000 Lbs



ING. JOSE ENRIQUE BARRIOS MONTES
GERENTE GENERAL
SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR

SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR
Ing. Enrique Barrios Montes
Quetzaltenango.

SERVICIOS DE INGENIERIA "EL PILAR"

1a CALLE 1-45 A ZONA 4, LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO

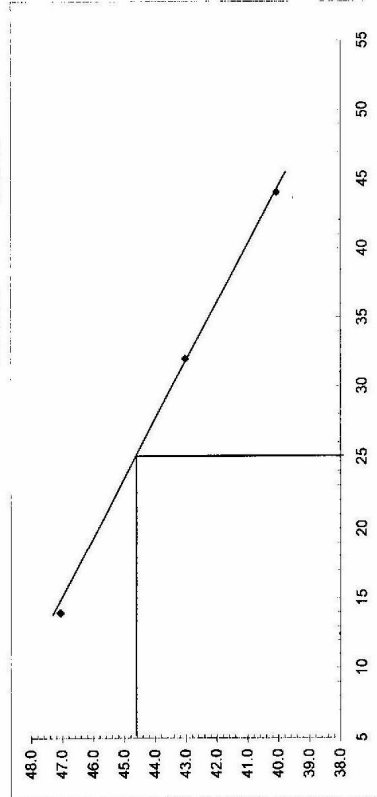
Tels. 5918-1682, 7772-0817 FAX 7772-0835

GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG

No. DE LABORATORIO: MS-03
 FECHA: FEBRERO 2006.
 POZO No. 2

PROYECTO: MERCADO MUNICIPAL
 DEPARTAMENTO: QUETZALTENANGO
 MUNICIPIO: SALCAJA

TAMIZ	P.B.R.	TARA	P.N.R.	% RET.	% PASA	T.P.
2 1/2"						
2"						
1 1/2"	98.7	98.7	0	0.0	100.0	
1"	118.6	98.7	19.9	3.5	96.5	
3/4"	118.6	98.7	19.9	3.5	96.5	
3/8"	119.6	98.7	20.9	3.7	96.3	
No. 4	127.9	98.7	29.2	5.1	94.9	
No. 10	143.8	98.7	45.1	7.9	92.1	
No. 40	248.5	98.7	149.8	26.3	73.7	
No. 100	363.1	98.7	264.4	46.4	53.6	
No. 200	433.6	98.7	334.9	58.8	41.2	



GRANULOMETRIA LAVADA GRANULOM SIN LAVAR

P.B. 688.3 P.B.
 TARA 98.7 TARA
 P.N 589.6 P.N

OBSERVACIONES

A-7-5 ARCILLA

LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO			INDICE DE PLASTICIDAD	
Tarro	1	2	3	4	5	6	
P.B.H.	26.76	26.59	27.73	P.B.H.	11.56	12.05	L.L. 44.60
P.B.S.	23.17	22.79	23.30	P.B.S.	10.25	10.59	L.P. 35.09
Tara	14.21	13.96	13.89	Tara	6.47	6.48	I.P. 9.51
Dif.	3.59	3.8	4.43	Dif.	1.31	1.46	Humedad Natural 48.6
P.N.S.	8.96	8.83	9.41	P.N.S.	3.78	4.11	Clasificación. A-7-5 ARCILLA
% de Hum.	40.4	43.0	47.1	% de Hum.	34.96	35.52	
Nº. Golpes	44.00	32.00	14.00	% PROM	35.09		

ING. JOSE ENRIQUE BARRIOS MONTES
 GERENTE GENERAL

SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR
 Ing. Enrique Barrios Montes
 Quetzaltenango, G.

SERVICIOS DE INGENIERÍA "EL PILAR"

1a CALLE 1-45 A ZONA 4, LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO
 TELS. 5918-1682, 7772-0817, FAX 7772-0835

PROCTOR

No. DE LABORATORIO: **MS-03**

PROYECTO: **MERCADO MUNICIPAL**

POZO No. **2**

MUNICIPIO: **SALCAJA**

DEPARTAMENTO: **QUETZALTENANGO**

P.B.	TARA	P.N.	P.U.H.	TARRO	TARA	P.B.H.	P.B.S.	DIF.	P.N.S.	% H.	PROM.	P.U.S.	
12.85	9.32	3.53	105.91		99.00	183.30	172.70	10.60	73.70	14.38	14.38	92.59	
13.00	9.32	3.68	110.41		82.10	148.00	139.10	8.90	57.00	15.61	15.61	95.50	
13.22	9.32	3.90	117.01		82.20	132.30	124.80	7.50	42.60	17.61	17.61	99.49	
13.10	9.32	3.78	113.41		99.00	165.30	154.40	10.90	55.40	19.68	19.68	94.77	
13.00	9.32	3.68	110.40		82.10	135.20	125.50	9.70	43.40	22.35	22.35	90.23	
PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180				PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA 2.00 m				P.U.S. MAX. = 99.50 lb/pe ³		P.U.S. MAX. = 1,593.57 kg/m ³		% HUMEDAD OPTIMA. = 17.60%	
CLASIFICACION DEL SUELO A-7-S ARCILLA TIPO DE PROCTOR. MODIFICADO No. DE CILINDRO 2 CANTIDAD DE MATERIAL VOL DEL CILINDRO. 0.03333 CANTIDAD AGUA INICIAL 120 cc SEGUIDO CON. 80 cc OPERADOR. ING ENRIQUE BARRIOS FECHA. FEBRERO 2006. OBSERVACIONES. REVISO: ING ENRIQUE BARRIOS													

ING JOSÉ ENRIQUE BARRIOS
 GERENTE GENERAL
 SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR

SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR
 Ing. Enrique Barrios Montes
 Quetzaltenango.

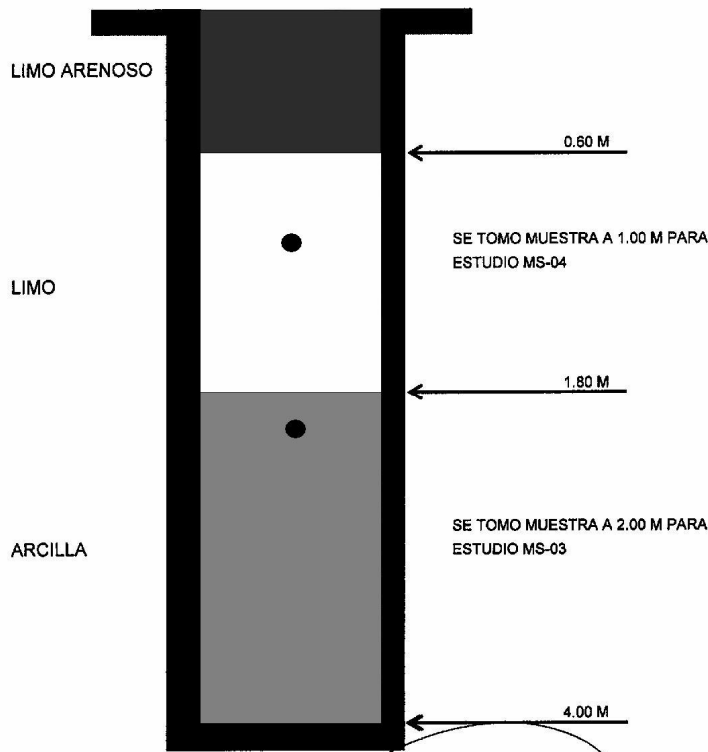
SERVICIOS DE INGENIERÍA "EL PILAR"


1a CALLE 1-45 A ZONA 4, LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO
TELS. 5918-1682, 7772-0817 FAX 7772-0835

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

No. DE LABORATORIO MS-03 Y MS-04
POZO No. 2
FECHA: FEBRERO 2006.

PROYECTO: MERCADO MUNICIPAL
MUNICIPIO: SALCAJA
DEPARTAMENTO: QUETZALTENANGO




ING. JOSE ENRIQUE BARRIOS MONTES
GERENTE GENERAL

SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR
Ing. Enrique Barrios Montes
Quetzaltenango.

SERVICIOS DE INGENIERIA "EL PILAR"

1a CALLE 0-45 A ZONA 4, LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO
TELS. 5918-1682, 7772-0817 FAX 7772-0835

CORTE DIRECTO SIMPLE

No. DE LABORATORIO: **MS-04** POSO No. **2** PROYECTO: **MERCADO MUNICIPAL**
MUNICIPIO: **SALCAJA**
DEPARTAMENTO: **QUETZALTENANGO**
TIPO DE SUELO: **A-5 LIMO** FECHA: **FEBRERO 2008.**

Ensayo No.	Fuerza normal (Kg.)	Fuerza de corte Kg. (fuerza hor)	Esfuerzo Normal kg/cm2	Esfuerzo de Corte kg/cm2
1	20.49	26.91	1.50	1.97
2	34.15	30.83	2.50	2.26
3	47.81	34.75	3.50	2.54

AREA DE LA MUESTRA =	13.66 cm ²
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNO =	16.0 °
C = COHESION Kg/cm2	1.54
PESO UNITARIO EN ESTADO = NATURAL Kg/M3	1,360.00
ULTIMA RESISTENCIA DEL SUELO = (TON/M2)=	57.25
VALOR SOPORTE MÁXIMO DE DISEÑO = (TON/M2) USANDO FACTOR DE 2	28.63

1 TON = 907.1847 KG.
= 2,000 Lbs


ING. JOSE ENRIQUE BARRIOS MONTES
GERENTE GENERAL
SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR

SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR
Ing. Enrique Barrios Montes
Quetzaltenango.

SERVICIOS DE INGENIERIA "EL PILAR"

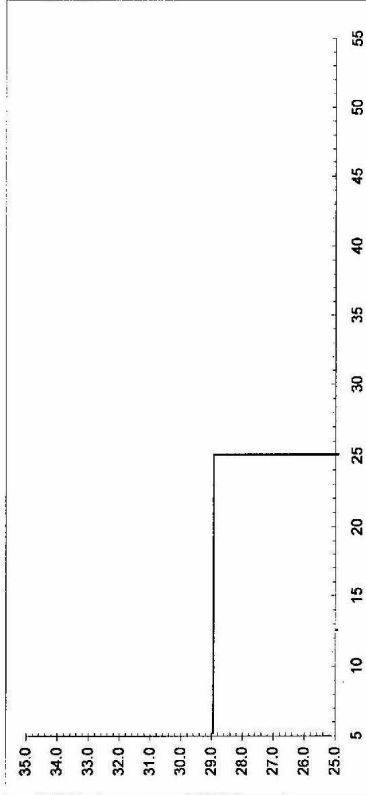
1a CALLE 1-45 A ZONA 4, LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO
Tels. 6918-1682, 7772-0817 FAX 7772-0835

GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG

No. DE LABORATORIO: MS-04
FECHA: FEBRERO 2006.
POZO No. 2

PROYECTO: MERCADO MUNICIPAL
DEPARTAMENTO: QUETZALTENANGO
MUNICIPIO: SALCAJA

TAMIZ	P.B.R.	TARA	P.N.R.	% PASA	T.P.
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
3/8"	98.3	98.3	0	0.0	100.0
No. 4	99.6	98.3	1.3	0.3	99.7
No. 10	102.1	98.3	3.8	0.8	99.2
No. 40	116.1	98.3	17.8	3.6	96.4
No. 100	142.5	98.3	44.2	9.0	91.0
No. 200	167.5	98.3	69.3	14.1	85.9



GRANULOMETRIA LAVADA GRANULOM SIN LAVAR
P.B. 590.7 P.B. _____
TARA 98.3 TARA _____
P.N. 492.4 P.N. _____

OBSERVACIONES
A-5 LIMO

LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO			INDICE DE PLASTICIDAD		
Tarro	1	2	3	4	5	6		
P.B.H.								L.L.
P.B.S.								P.L.
Tara								I.P.
Dif.								humedad
P.N.S.								Natural
% de Hum.								55.2
No. Golpes								Clasificación:
								A-5 LIMO

ING. JOSE ENRIQUE BARRIOS MONTES
GERENTE GENERAL

SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR
Ing. Enrique Barrios Montes
Quetzaltenango, Q.

SERVICIOS DE INGENIERÍA "EL PILAR"

1a CALLE 1-45 A ZONA 4, LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO
 TELS. 5918-1682, 7772-0817, FAX 7772-0835

PROCTOR

No. DE LABORATORIO: **MS-04** PROYECTO: **MERCADO MUNICIPAL**
 POZO No. **2** MUNICIPIO: **SALCAJA**
 DEPARTAMENTO: **QUETZALTENANGO**

P.B.	TARA	P.N.	P.U.H.	TARRO	TARA	P.B.H.	P.B.S.	DIF.	P.N.S.	% H.	PROM.	P.U.S.	
12.34	9.30	3.04	91.21		99.00	152.20	141.50	10.70	42.50	25.18	25.18	72.86	
12.53	9.30	3.23	96.91		98.70	154.10	142.00	12.10	43.30	27.94	27.94	75.74	
12.73	9.30	3.43	102.91		99.00	148.20	136.50	11.70	37.50	31.20	31.20	78.44	
12.83	9.30	3.53	105.91		98.90	155.70	140.90	14.80	42.00	35.24	35.24	78.31	
12.74	9.30	3.44	103.20		98.70	150.00	135.80	14.20	37.10	38.27	38.27	74.63	
								P.U.S. MAX. = 78.80 lb/pie ³					
				PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA 1.00 m				P.U.S. MAX. = 1,262.04 kg/m ³					
								% HUMEDAD OPTIMA. = 33.00%					
PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180													
CLASIFICACION DEL SUELO A-S LIMO TIPO DE PROCTOR. MODIFICADO No. DE CILINDRO 1 CANTIDAD DE MATERIAL VOL DEL CILINDRO. 0.03333 CANTIDAD AGUA INICIAL 150 cc SEGUIDO CON. 100 cc OPERADOR. ING ENRIQUE BARRIOS FECHA. FEBRERO 2006. OBSERVACIONES. REVISO: ING ENRIQUE BARRIOS													

ING JOSÉ ENRIQUE BARRIOS
 GERENTE GENERAL
 SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR

SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR
 Ing. Enrique Barrios Montes
 Quetzaltenango.

SERVICIOS DE INGENIERIA "EL PILAR"

1a CALLE 0-45 A ZONA 4, LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO
TELS. 5918-1682, 7772-0817 FAX 7772-0835

CORTE DIRECTO SIMPLE

No. DE LABORATORIO: **MS-05** POZO No. **3** PROYECTO: **MERCADO MUNICIPAL**
MUNICIPIO: **SALCAJA**
DEPARTAMENTO: **QUETZALTENANGO**
TIPO DE SUELO: **A-2-4 LIMO ARENOSO** FECHA: **FEBRERO 2006.**

Ensayo No.	Fuerza normal (Kg.)	Fuerza de corte Kg. (fuerza hor)	Esfuerzo Normal kg/cm2	Esfuerzo de Corte kg/cm2
1	27.32	38.36	2.00	2.81
2	34.15	41.12	2.50	3.01
3	40.98	43.88	3.00	3.21

AREA DE LA MUESTRA =	13.66 cm ²
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNO =	22.0 °
C = COHESION Kg/cm2	2.00
PESO UNITARIO EN ESTADO = NATURAL Kg/M3	1,655.00
ULTIMA RESISTENCIA DEL SUELO = (TON/M2)=	43.80
VALOR SOPORTE MÁXIMO DE DISEÑO = (TON/M2) USANDO FACTOR DE 2	21.90

1 TON = 907.1847 KG.
= 2,000 Lbs



ING. JOSE ENRIQUE BARRIOS MONTES
GERENTE GENERAL
SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR

SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR
Ing. Enrique Barrios Montes
Quetzaltenango.

SERVICIOS DE INGENIERIA "EL PILAR"

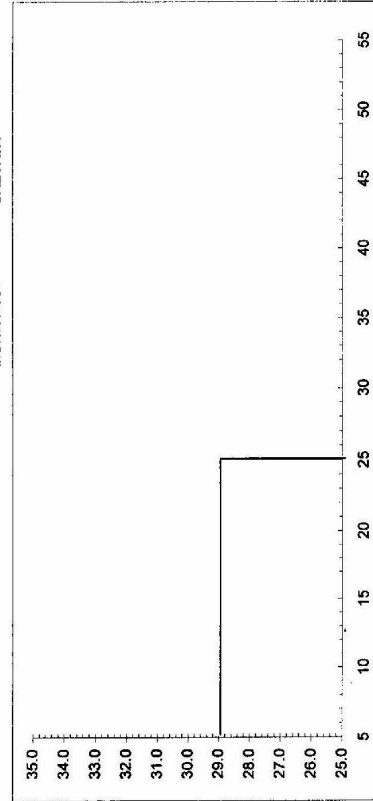
1a CALLE 1-45 A ZONA 4, LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO
Tels. 5918-1682, 7772-0817 FAX 7772-0835

GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG

No. DE LABORATORIO: MS-05
FECHA: FEBRERO 2006.
POZO No. 3

PROYECTO: MERCADO MUNICIPAL
DEPARTAMENTO: QUETZALTENANGO
MUNICIPIO: SALCAJA

TAMIZ	P.B.R.	TARA	P.N.R.	% RET.	% PASA	T.P.
2 1/2"						
2"						
1 1/2"						
1"	97.8	97.8	0	0.0	100.0	
3/4"	102.3	97.8	4.5	0.9	99.1	
3/8"	109.5	97.8	11.7	2.3	97.7	
No. 4	116.5	97.8	18.7	3.6	96.4	
No. 10	133.4	97.8	35.6	6.9	93.1	
No. 40	295.2	97.8	197.4	38.3	61.7	
No. 100	419.9	97.8	322.1	62.5	37.5	
No. 200	478.7	97.8	380.9	73.9	26.1	



LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO			INDICE DE PLASTICIDAD
Tarro	1	2	Tarro	4	5	6
P.B.H.			P.B.H.			LL
P.B.S.			P.B.S.			LP
Tara			Tara			LP
Dif.			Dif.			Humedad
P.N.S.			P.N.S.			Natural
% de Hum.			% de Hum.			Clasificación
No. Golpes			% PROM			A-2-4 LIMO ARENOSO

GRANULOMETRIA LAVADA GRANULOM SIN LAVAR
P.B. 612.9 P.B.
TARA 97.8 TARA
P.N 515.1 P.N

OBSERVACIONES
A-2-4 LIMO ARENOSO

ING. JOSE BARRIO BARRIOS MONTES
GERENTE GENERAL

SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR
Ing. Enrique Barrios Montes
Quetzaltenango, QZ.

SERVICIOS DE INGENIERÍA "EL PILAR"

1a CALLE 1-45 A ZONA 4, LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO
 TELS. 5918-1682, 7772-0817, FAX 7772-0835

PROCTOR

No. DE LABORATORIO: **MS-05**

PROYECTO: **MERCADO MUNICIPAL**

POZO No. **3**

MUNICIPIO: **SALCAJA**

DEPARTAMENTO: **QUETZALTENANGO**

P.B.	TARA	P.N.	P.U.H.	TARRO	TARA	P.B.H.	P.B.S.	DIF.	P.N.S.	% H.	PROM.	P.U.S.	
12.75	9.32	3.43	102.91		82.10	130.40	126.00	4.40	43.90	10.02	10.02	93.54	
12.96	9.32	3.64	109.21		82.20	145.40	138.20	7.20	56.00	12.86	12.86	96.77	
13.19	9.32	3.87	116.11		99.00	152.50	145.20	7.30	46.20	15.80	15.80	100.27	
13.30	9.32	3.98	119.41		82.10	130.00	122.70	7.30	40.60	17.98	17.98	101.21	
13.22	9.32	3.90	117.00		82.20	149.60	137.60	12.00	55.40	21.66	21.66	96.17	
				PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180				PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA 1.75 m		P.U.S. MAX. = 101.45 lb/pe ³		P.U.S. MAX. = 1,624.80 kg/m ³	
				CLASIFICACION DEL SUELO A-2-4 LIMO ARENOSO						% HUMEDAD OPTIMA = 17.30%			
				TIPO DE PROCTOR. MODIFICADO									
				No. DE CILINDRO 2									
				CANTIDAD DE MATERIAL									
				VOL DEL CILINDRO. 0.03333									
				CANTIDAD AGUA INICIAL 180 cc									
				SEGUIDO CON. 90 cc									
				OPERADOR. ING ENRIQUE BARRIOS									
				FECHA. FEBRERO 2006.									
				OBSERVACIONES.									
				REVISO: ING ENRIQUE BARRIOS									

(Signature)
 ING JOSÉ ENRIQUE BARRIOS
 GERENTE GENERAL
 SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR

SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR
 Ing. Enrique Barrios Montes
 Quetzaltenango.

SERVICIOS DE INGENIERÍA "EL PILAR"

1a CALLE 1-45 A ZONA 4, LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO
TELS. 5918-1682, 7772-0817 FAX 7772-0835

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

No. DE LABORATORIO MS-05 Y MS-06

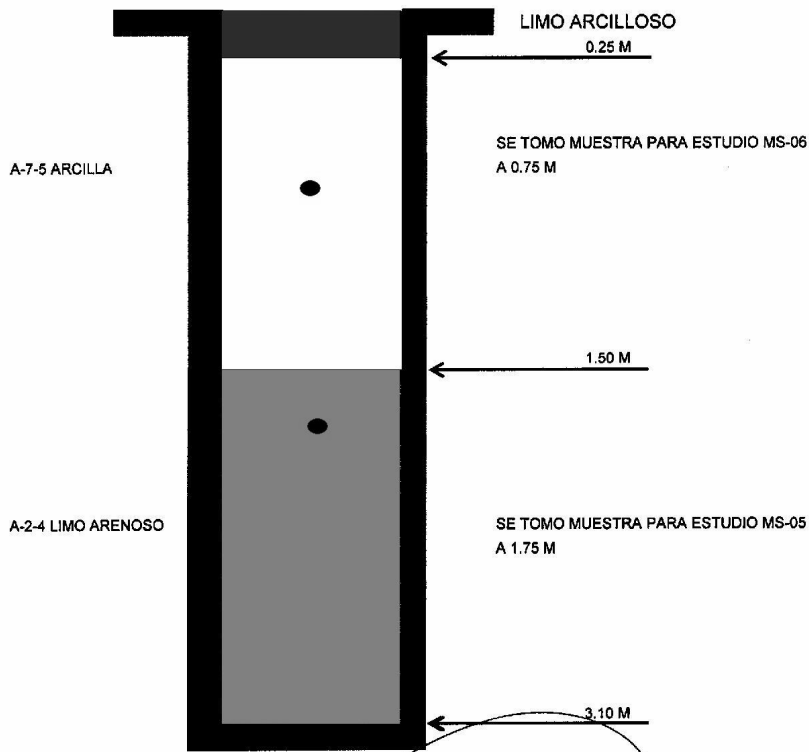
POZO No. 3

FECHA: FEBRERO 2006.

PROYECTO: MERCADO MUNICIPAL

MUNICIPIO: SALCAJA

DEPARTAMENTO: QUETZALTENANGO



ING. JOSE ENRIQUE BARRIOS MONTES
GERENTE GENERAL

SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR
Ing. Enrique Barrios Montes
Quetzaltenango.

SERVICIOS DE INGENIERIA "EL PILAR"

1a CALLE 0-45 A ZONA 4, LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO
TELS. 5918-1682, 7772-0817 FAX 7772-0835


CORTE DIRECTO SIMPLE

No. DE LABORATORIO: **MS-06** POSO No. **3** PROYECTO: **MERCADO MUNICIPAL**
MUNICIPIO: **SALCAJA**
DEPARTAMENTO: **QUETZALTENANGO**
TIPO DE SUELO: **A-7-5 ARCILLA** FECHA: **FEBRERO 2006.**

Ensayo No.	Fuerza normal (Kg.)	Fuerza de corte Kg. (fuerza hor)	Esfuerzo Normal kg/cm2	Esfuerzo de Corte kg/cm2
1	27.32	23.94	2.00	1.75
2	38.25	29.04	2.80	2.13
3	53.27	36.04	3.90	2.64

AREA DE LA MUESTRA =	13.66 cm ²
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNO =	25.0 °
C = COHESION Kg/cm2	0.82
PESO UNITARIO EN ESTADO = NATURAL Kg/M3	1,300.00
ULTIMA RESISTENCIA DEL SUELO = (TON/M2)=	64.80
VALOR SOPORTE MÁXIMO DE DISEÑO = (TON/M2) USANDO FACTOR DE 2	32.40

1 TON = 907.1847 KG.
= 2,000 Lbs


ING. JOSE ENRIQUE BARRIOS MONTES
GERENTE GENERAL
SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR

SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR
Ing. Enrique Barrios Montes
Quetzaltenango.

SERVICIOS DE INGENIERIA "EL PILAR"

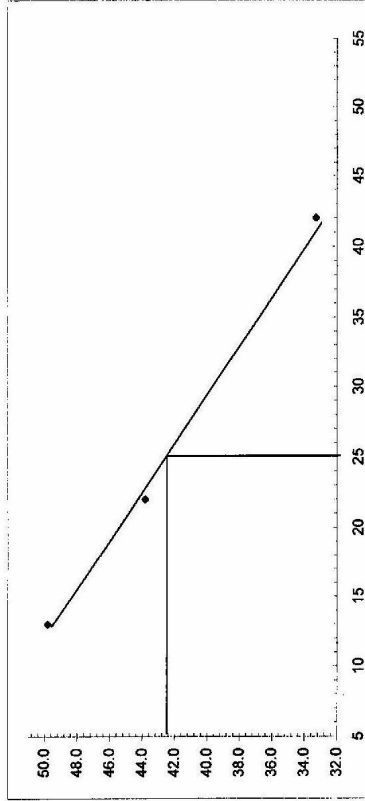
1a CALLE 1-45 A ZONA 4, LA ESPERANZA, QUETZAL TENANGO
 Tels. 5918-1682, 7772-0817 FAX 7772-0835

GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO: MERCADO MUNICIPAL
 DEPARTAMENTO: QUETZALTENANGO
 MUNICIPIO: SALCAJA

No. DE LABORATORIO: MS-06
 FECHA: FEBRERO 2006.
 POZO No. 3

TAMIZ	P.B.R.	TARA	P.N.R.	% RET	% PASA	T.P.
2 1/2"						
2"						
1 1/2"						
1"						
3/4"	98.9	98.9	0	0.0	100.0	
3/8"	101.4	98.9	2.5	0.5	99.5	
No. 4	104.8	98.9	5.9	1.1	98.9	
No. 10	109.2	98.9	10.3	1.9	98.1	
No. 40	113.7	98.9	14.8	2.7	97.3	
No. 100	150	98.9	51.1	9.3	90.7	
No. 200	184.4	98.9	85.5	15.5	84.5	



	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO			INDICE DE PLASTICIDAD	
	1	2	3	Tarro	4	5		6
Tarro	26.18	23.67	25.43	P.B.H.	11.60		11.24	42.25
P.B.H.	23.33	20.58	21.59	P.B.S.	10.08		9.90	38.31
P.B.S.	14.77	13.53	13.88	Tara	6.16		6.36	3.94
Tara	2.85	3.09	3.84	Dif.	1.52		1.34	Humedad
Dif.	8.56	7.05	7.71	P.N.S.	3.92		3.54	Natural
P.N.S.	33.3	43.8	49.8	% de Hum	38.78		37.85	Clasificación
% de Hum.	42.00	22.00	13.00	% PROM	38.31			A-7-5 ARCILLA
No. Golpes								

GRANULOMETRIA LAVADA GRANULOM SIN LAVAR
 P.B. 650.1 P.B.
 TARA 98.9 TARA
 P.N 551.2 P.N

OBSERVACIONES
 A-7-5 ARCILLA

ING. JOSE ENRIQUE BARRIOS MONTES
 GERENTE GENERAL
 SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR
 Quetzaltenango, Guatemala

SERVICIOS DE INGENIERÍA "EL PILAR"

1a CALLE 1-45 A ZONA 4, LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO
 TELS. 5918-1682, 7772-0817, FAX 7772-0835

PROCTOR

No. DE LABORATORIO: **MS-06**


PROYECTO: **MERCADO MUNICIPAL**

POZO No. **3**

MUNICIPIO: **SALCAJA**

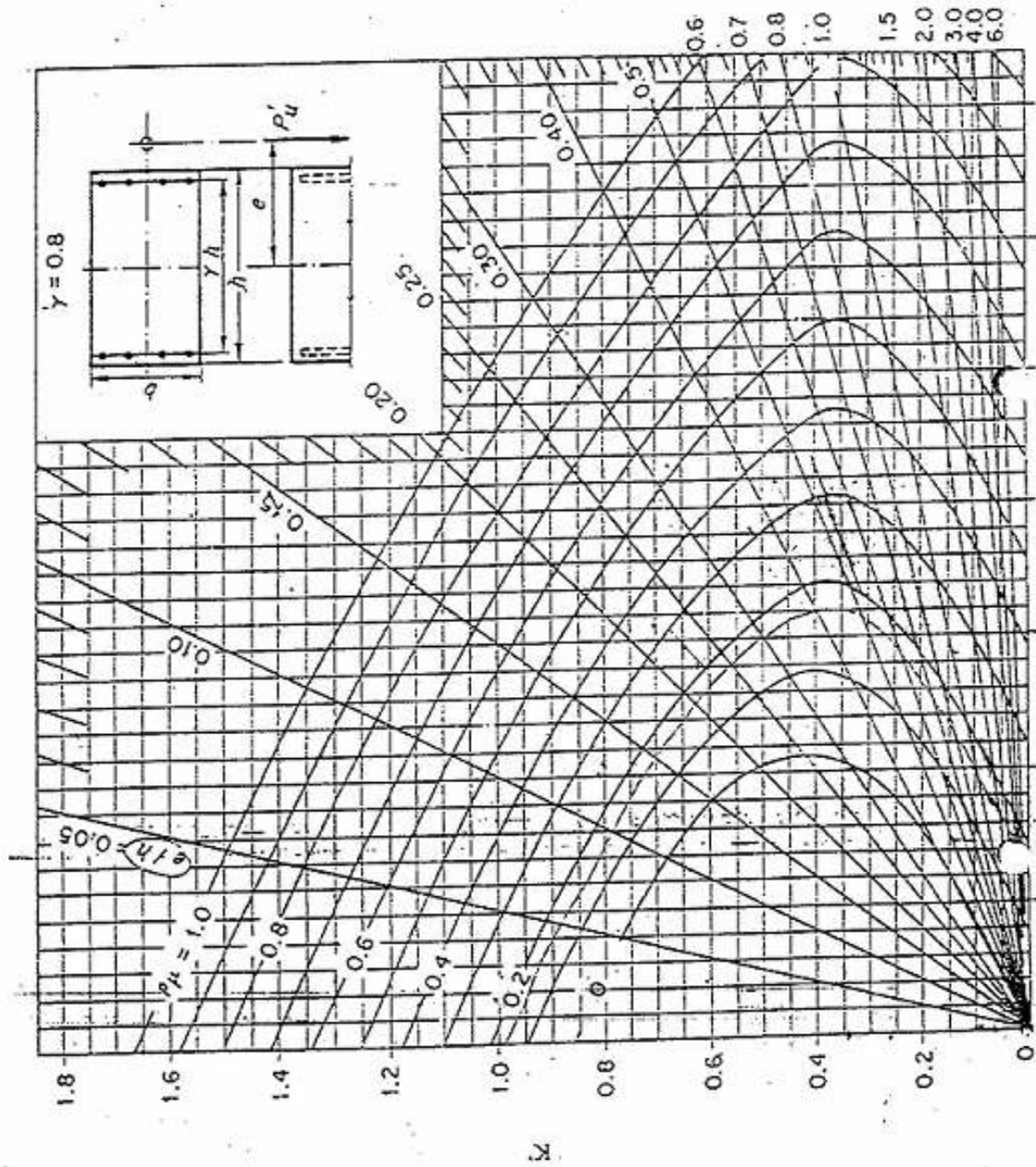
DEPARTAMENTO: **QUETZALTENANGO**

P.B.	TARA	P.N.	P.U.H.	TARRO	TARA	P.B.H.	P.B.S.	DIF.	P.N.S.	% H.	PROM.	P.U.S.	
12.14	9.30	2.84	85.21		98.70	149.30	140.90	8.40	42.20	19.91	19.91	71.06	
12.31	9.30	3.01	90.31		99.00	141.20	133.30	7.90	34.30	23.03	23.03	73.40	
12.54	9.30	3.24	97.21		98.90	159.00	146.20	12.80	47.30	27.06	27.06	76.51	
12.85	9.30	3.55	106.51		98.70	164.90	148.60	16.30	49.90	32.67	32.67	80.29	
12.82	9.30	3.52	105.60		99.00	151.20	137.30	13.90	38.30	36.29	36.29	77.48	
PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180				PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA 0.75 m				P.U.S. MAX. = 80.25 lb/pie ³					
								P.U.S. MAX. = 1,285.26 kg/m ³					
								% HUMEDAD OPTIMA. = 32.90%					
CLASIFICACION DEL SUELO A-7-S ARCILLA TIPO DE PROCTOR. MODIFICADO No. DE CILINDRO 1 CANTIDAD DE MATERIAL VOL DEL CILINDRO. 0.03333 CANTIDAD AGUA INICIAL 200 cc SEGUIDO CON. 100 cc OPERADOR. ING ENRIQUE BARRIOS FECHA. FEBRERO 2006. OBSERVACIONES. REVISO: ING ENRIQUE BARRIOS													


ING JOSÉ ENRIQUE BARRIOS
 GERENTE GENERAL
 SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR

SERVICIOS DE INGENIERIA EL PILAR
 Ing. Enrique Barrios Montes
 Quetzaltenango.

Diagrama de interacción de columna rectangular
 $\gamma = 0.8$, $f_y = 40000$ psi, $f'_c = 4000$ psi



Presupuesto
 Proyecto: Construcción mercado municipal zona 1
 Municipio: Salcajá
 Departamento: Quetzaltenango

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Estudio de Suelos	1	Global		
1.01	Estudio de Suelos	1	Global	Q9,000.00	Q9,000.00
					Q9,000.00

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
2	Demolición	1	Global		
2.01	Demolición y acarreo de Ripio	1	Global	Q15.00	Q15,000.00
					Q15,000.00

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
3	Trazo	900	ml		
Materiales:					
3.01	Reglas de 8"1"3"	130	Pie-tabla	Q3.90	Q507.00
3.02	Parales de 8"2"3"	30	Pie-tabla	Q3.90	Q117.00
3.03	Clavos de 2 1/2"	5	Libra	Q4.00	Q20.00
3.04	Cal Hidratada	6	Saco	Q30.00	Q180.00
					Q824.00
Mano de obra:					
3.05	Hacer estacas	100	Unidad	Q0.50	Q50.00
3.06	Trazo y Estaqueado	900	ml	Q4.00	Q3,600.00
					Q3,650.00

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
4	Levantado de Pared	1555	m²		
Materiales:					
4.01	Block de Concreto 14"19"39cms	21380	Unidad	Q3.30	Q70,554.00
4.02	Cemento	404	Saco	Q40.00	Q16,160.00
4.03	Cal Hidratada	100	Saco	Q30.25	Q3,025.00
4.04	Arena	7.7	m³	Q97.50	Q750.75
					Q90,489.75
Mano de Obra:					
4.05	Levantado de Pared	1555	m²	Q27.00	Q41,985.00
					Q41,985.00

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
5	Armado de Losas	24880	ml		
Materiales:					
5.01	Acero No. 4/8"	984	qq	Q254.00	Q249,936.00
5.02	Alambre de Amarre	2954	Lbs	Q3.90	Q11,520.60
					Q261,456.60
Mano de Obra:					
5.03	Armado de Acero no. 4/8"	24880	ml	Q0.56	Q13,932.80
					Q13,932.80

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
6	Pavimento	39.6	m²		
Materiales:					
6.01	Pavimento	39.6	m²	Q850.00	Q33,660.00
					Q33,660.00
Mano de Obra:					
6.02	Colocación de Pavimnto	39.6	m²	Q54.62	Q2,162.95
					Q2,162.95

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
7	Fundición de Losa	217	m³		
Materiales:					
7.01	Cemento	2538	Saco	Q40.00	Q101,520.00
7.02	Arena	119	m³	Q97.50	Q11,602.50
7.03	Piedrín	167	m³	Q145.00	Q24,215.00
7.04	Parales de 3"x3"x8"	1480	Pt	Q3.90	Q5,772.00
7.05	Tablas de 1"x12"x8"	15700	Pt	Q3.90	Q61,230.00
7.06	Clavos	500	Lb	Q4.00	Q2,000.00
7.07	Block de vidrio	8	U	Q22.00	Q176.00
					Q206,515.50
Mano de Obra:					
7.08	Colocar Formaleta	1453	m²	Q13.00	Q18,889.00
7.09	Hacer y Colocar Concreto	217	m³	Q54.62	Q11,852.54
7.10	Quitar Formaleta	1453	m²	Q6.03	Q8,761.59
					Q39,503.13

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
8	Vigas	630	ml		
Materiales:					
8.01	Cemento	946	Saco	Q40.00	Q37,840.00
8.02	Arena	45	m³	Q97.50	Q4,387.50
8.03	Piedrín	63	m³	Q145.00	Q9,135.00
8.04	Hierro de 3/8"	67	qq	Q254.00	Q17,018.00
8.05	Hierro de 3/4"	2	qq	Q254.00	Q508.00
8.06	Hierro de 7/8"	53	qq	Q254.00	Q13,462.00
8.07	Hierro de 1"	320	qq	Q254.00	Q81,280.00
8.08	Alambre de Amarre	1300	Lb	Q3.90	Q5,070.00
					Q168,700.50
Mano de Obra:					
8.09	Hacer y Colocar Concreto	80	m³	Q54.62	Q4,369.60
8.10	Armar Hierro de 3/8"	4876	ml	Q0.42	Q2,047.92
8.11	Armar Hierro de 3/4"	41	ml	Q0.84	Q34.44
8.12	Armar Hierro de 7/8"	713	ml	Q0.70	Q499.10
8.13	Armar Hierro de 1"	3300	ml	Q1.12	Q3,696.00
8.14	Hechura y Colocación de Formaleta	788	m²	Q13.00	Q10,244.00
8.15	Desentramado	788	m²	Q6.03	Q4,751.64
					Q25,642.70

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
9	Columnas	355	ml		
Materiales:					
9.01	Cemento	725	Saco	Q40.00	Q29,000.00
9.02	Arena	35	m³	Q97.50	Q3,412.50
9.03	Piedrín	48	m³	Q145.00	Q6,960.00
9.04	Hierro de 3/8"	94	qq	Q254.00	Q23,876.00
9.05	Hierro de 7/8"	84	qq	Q254.00	Q21,336.00
9.06	Hierro de 1"	150	qq	Q254.00	Q38,100.00
9.07	Alambre de Amarre	900	Lb	Q3.90	Q3,510.00
9.08	Tabla de 1"x18"x8"	6700	Pie-tabla	Q3.90	Q26,130.00
9.09	Clavo de 2 1/2"	220	Libra	Q4.00	Q880.00
					Q153,204.50
Mano de Obra:					
9.10	Hacer y Colocar Concreto	57	m³	Q54.62	Q3,113.34
9.11	Armar Hierro de 3/8"	4626	ml	Q0.42	Q1,942.92
9.12	Armar Hierro de 7/8"	1127	ml	Q0.98	Q1,104.46
9.13	Armar Hierro de 1"	1525	ml	Q1.12	Q1,708.00
9.14	Hechura y Colocación de Formaleta	600	m²	Q13.00	Q7,800.00
9.15	Desencofrado	600	m²	Q6.03	Q3,618.00
					Q19,286.72

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
10	Zapatas	68	U		
Materiales:					
10.01	Cemento	2430	Saco	Q40.00	Q97,200.00
10.02	Arena	115	m³	Q97.50	Q11,212.50
10.03	Piedrín	160	m³	Q145.00	Q23,200.00
10.04	Hierro de 3/4"	209	qq	Q254.00	Q53,086.00
10.05	Hierro de 5/8"	80	qq	Q254.00	Q20,320.00
10.06	Alambre de Amarre	850	Lb	Q3.90	Q3,315.00
10.07	Tacos de Concreto	136	U	Q3.00	Q408.00
					Q208,741.50
Mano de Obra:					
10.08	Excavación	604	m³	Q21.00	Q12,684.00
10.09	Hacer y Colocar Concreto	200	m³	Q54.62	Q10,924.00
10.1	Armar Hierro de 3/4"	3800	ml	Q0.84	Q3,192.00
10.11	Armar Hierro de 5/8"	2115	ml	Q0.70	Q1,480.50
10.12	Relleno	550	m³	Q21.00	Q11,550.00
					Q39,830.50

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
11	Cimiento Corrido	555	ml		
Materiales:					
11.01	Cemento	435	Saco	Q40.00	Q17,400.00
11.02	Arena	24.5	m³	Q97.50	Q2,388.75
11.03	Piedrín	24.5	m³	Q145.00	Q3,552.50
11.04	Hierro de 1/4"	12.43	qq	Q254.00	Q3,157.22
11.05	Hierro de 3/8"	22.9	qq	Q254.00	Q5,816.60
11.06	Alambre de Amarre	100	Lb	Q3.90	Q390.00
11.07	Tacos de Concreto	400	U	Q3.00	Q1,200.00
					Q33,905.07
Mano de Obra:					
11.08	Hacer y Colocar Concreto	44.37	m³	Q54.62	Q2,423.49
11.09	Armar hierro de 1/4"	2237	ml	Q0.30	Q671.10
11.1	Armar hierro de 3/8"	1664	ml	Q0.45	Q748.80
11.11	Pruebas de densidad de campo	1	Global	Q1,500.00	Q1,500.00
					Q5,343.39

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
12	Sólera Hidrófuga	555	ml		
Materiales:					
12.01	Cemento	152	Saco	Q40.00	Q6.080.00
12.02	Arena	8.5	m³	Q97.50	Q828.75
12.03	Piedrín	8.5	m³	Q145.00	Q1.232.50
12.04	Hierro de 1/4"	12	qq	Q254.00	Q3.048.00
12.05	Hierro de 3/8"	30.5	qq	Q254.00	Q7.747.00
12.06	Alambre de Amarre	120	Lb	Q3.90	Q468.00
12.07	Clavos de 2 1/2"	60	lb	Q4.00	Q240.00
					Q19.644.25
Mano de Obra:					
12.08	Hacer y Colocar Concreto	15.53	m²	Q54.62	Q848.25
12.09	Amar hierro de 1/4"	2156	ml	Q0.30	Q646.80
12.1	Amar hierro de 3/8"	2218	ml	Q0.45	Q998.10
12.11	Colocar Formaleta	221	m²	Q13.00	Q2.873.00
12.12	Desencofrar	221	m²	Q6.03	Q1.332.63
					Q6.698.78

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
13	Sóleras Intermedias	786	ml		
Materiales:					
13.01	Cemento	215	Saco	Q40.00	Q8.600.00
13.02	Arena	12	m³	Q97.50	Q1.170.00
13.03	Piedrín	12	m³	Q145.00	Q1.740.00
13.04	Hierro de 1/4"	17	qq	Q254.00	Q4.318.00
13.05	Hierro de 3/8"	43.25	qq	Q254.00	Q10.985.50
13.06	Alambre de Amarre	150	Lb	Q3.90	Q585.00
13.07	Clavos de 2 1/2"	120	Lb	Q4.00	Q480.00
					Q27.878.50
Mano de Obra:					
13.08	Hacer y Colocar Concreto	22	m²	Q54.62	Q1.201.64
13.09	Amar hierro de 1/4"	3055	ml	Q0.30	Q916.50
13.1	Amar hierro de 3/8"	3460	ml	Q0.45	Q1.557.00
13.11	Colocar Formaleta	314	m²	Q13.00	Q4.082.00
13.12	Desencofrado	314	m²	Q6.03	Q1.893.42
					Q9.650.56

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
14	Columnas Tipo "C"	840	ml		
Materiales:					
14.01	Cemento	138	Saco	Q40.00	Q5.520.00
14.02	Arena	7.75	m³	Q97.50	Q755.63
14.03	Piedrín	7.75	m³	Q145.00	Q1.123.75
14.04	Hierro de 1/4"	6.15	qq	Q254.00	Q1.562.10
14.05	Hierro de 3/8"	23.2	qq	Q254.00	Q5.892.80
14.06	Alambre de Amarre	70	Lb	Q3.90	Q273.00
14.07	Clavos de 2 1/2"	50	Lb	Q4.00	Q200.00
					Q15.327.28
Mano de Obra:					
14.08	Hacer y Colocar Concreto	14	m²	Q54.62	Q764.68
14.09	Amar hierro de 1/4"	1100	ml	Q0.30	Q330.00
14.1	Amar hierro de 3/8"	1680	ml	Q0.45	Q756.00
14.11	Colocar Formaleta	240	m²	Q13.00	Q3.120.00
14.12	Desencofrado	240	m²	Q6.03	Q1.447.20
					Q6.417.88

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
15	Columnas Tipo "D"	256	ml		
Materiales:					
15.01	Cemento	56	Saco	Q40.00	Q2.240.00
15.02	Arena	3.15	m³	Q97.50	Q307.13
15.03	Piedrín	3.15	m³	Q145.00	Q456.75
15.04	Hierro de 1/4"	5.5	qq	Q254.00	Q1.397.00
15.05	Hierro de 3/8"	14	qq	Q254.00	Q3.556.00
15.06	Alambre de Amarre	50	Lb	Q3.90	Q195.00
15.07	Clavos de 2 1/2"	30	Lb	Q4.00	Q120.00
					Q8.271.88
Mano de Obra:					
15.08	Hacer y Colocar Concreto	5.75	m²	Q54.62	Q314.07
15.09	Amar hierro de 1/4"	982	ml	Q0.30	Q294.60
15.1	Amar hierro de 3/8"	1025	ml	Q0.45	Q461.25
15.11	Colocar Formaleta	80	m²	Q13.00	Q1.040.00
15.12	Desencofrado	80	m²	Q6.03	Q482.40
					Q2.592.32

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
16	Módulos de Gradadas	1	Global		
	Materiales:				
16.01	Cemento	80	Saco	Q40.00	Q3,200.00
16.02	Arena	3.9	m³	Q97.50	Q380.25
16.03	Piedrín	5.4	m³	Q145.00	Q783.00
16.04	Hierro de 3/8"	0.9	qq	Q254.00	Q228.60
16.05	Hierro de 1/2"	2.26	qq	Q254.00	Q574.04
16.06	Hierro de 5/8"	12.9	qq	Q254.00	Q3,276.60
16.07	Alambre de Amarre	40	Lb	Q3.90	Q156.00
16.08	Clavos de 2 1/2"	20	Lb	Q4.00	Q80.00
					Q8,678.49
	Mano de Obra:				
16.09	Hacer y Colocar Concreto	7.1	m²	Q54.62	Q387.80
16.1	Amar Hierro de 3/8"	72	ml	Q0.45	Q32.40
16.11	Amar Hierro de 1/2"	94	ml	Q0.30	Q28.20
16.12	Amar Hierro de 5/8"	340	ml	Q0.75	Q255.00
16.13	Colocar Formaleta	40	m²	Q13.00	Q520.00
16.14	Desencofrado	40	m²	Q6.03	Q241.20
					Q1,464.60

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
17	Colocación de Piso	1408	m²		
	Materiales:				
17.01	Cemento	242	Saco	Q40.00	Q9,680.00
17.02	Arena	26	m³	Q97.50	Q2,535.00
17.03	Baldosa de 30x30cm.	1408	m²	Q55.00	Q77,440.00
17.04	Base de Selecto	110	m²	Q90.00	Q9,900.00
					Q99,555.00
	Mano de Obra:				
17.05	Colocación y Compactación de Base	110	m²	Q21.00	Q2,310.00
17.06	Colocación de Piso	1408	m²	Q17.50	Q24,640.00
					Q26,950.00

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
18	Andamios de madera	35	U		
	Materiales:				
18.01	Tabla de 1"x12"x10'	700	Pie-Tabla	Q3.90	Q2,730.00
18.02	Parales de 2"x3"x8'	700	Pie-Tabla	Q3.90	Q2,730.00
18.03	Clavos de 2 1/2"	45	Lb	Q4.00	Q180.00
18.04	Alambre de Amarre	30	Lb	Q3.90	Q117.00
					Q5,757.00
	Mano de Obra:				
18.05	Hacer Andamio	35	U	Q35.00	Q1,225.00
					Q1,225.00

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
19	Acera	103	m²		
	Materiales:				
19.01	Cemento	50	Saco	Q40.00	Q2,000.00
19.02	Arena	5.3	m³	Q97.50	Q516.75
19.03	Piedrín	10.6	m³	Q145.00	Q1,537.00
19.04	Alambre de Amarre	6	Lb	Q3.90	Q23.40
19.05	Clavos de 2 1/2"	6	Lb	Q4.00	Q24.00
					Q4,101.15
	Mano de Obra:				
19.06	Hacer y Colocar Concreto	11.33	m²	Q54.62	Q618.84
19.07	Colocar Formaleta	16	m²	Q13.00	Q208.00
19.08	Desencofrado	16	m²	Q6.03	Q96.48
					Q923.32

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
20	Plomería	180	ml		
Materiales:					
20.01	Tubería PVC 1"	35	U	Q26.00	Q910.00
20.02	Tubería PVC 3/4"	10	U	Q22.00	Q220.00
20.03	Inodoro	20	U	Q575.00	Q11,500.00
20.04	Lavamanos	18	U	Q607.00	Q10,926.00
20.05	Orinal o migitorio	3	U	Q991.00	Q2,973.00
20.06	Lavatrastos	36	U	Q786.00	Q28,296.00
20.07	Tee sin rosca PVC 3/4"	15	U	Q1.95	Q29.25
20.08	Tee sin rosca PVC 3/4" a 1/2"	70	U	Q1.70	Q119.00
20.09	Pegamento Tangit	1	Galón	Q600.00	Q600.00
20.1	Llave de Paso	1	U	Q69.00	Q69.00
20.11	Contador	1	U	Q300.00	Q300.00
20.12	Llave de Cheque	1	U	Q40.00	Q40.00
20.13	Llave corona	1	U	Q50.00	Q50.00
20.14	Ladrillo de barro cocido	2	millar	Q1,000.00	Q2,000.00
20.15	Cemento	11	Saco	Q40.00	Q440.00
20.16	Arena	1	m²	Q97.50	Q97.50
					Q58,569.75
Mano de Obra:					
20.17	Colocación de Tubería y accesorios	Global	U	Q1,000.00	Q1,000.00
20.18	Instalación de Inodoros	20	U	Q88.45	Q1,769.00
20.19	Instalación de Lavamanos	18	U	Q87.75	Q1,579.50
20.2	Instalación de Migitorios	3	U	Q90.00	Q270.00
20.21	Instalación de lavatrastos	36	U	Q150.00	Q5,400.00
					Q10,018.50

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
21	Drenajes	180	ml		
Materiales:					
21.01	Tubería PVC 6"	4	U	Q583.68	Q2,334.72
21.02	Tubería PVC 4"	16	U	Q261.00	Q4,176.00
21.03	Tubería PVC 3"	31	U	Q150.00	Q4,650.00
21.04	Ladrillo Tayuyo	500	U	Q1.00	Q500.00
21.05	Cemento	120	Saco	Q40.00	Q4,800.00
21.06	Arena	10	m²	Q97.50	Q975.00
21.07	Puedrín	0.7	m²	Q145.00	Q101.50
21.08	Hierro No 2	4	qq	Q254.00	Q1,016.00
21.09	Pegamento Tangit	1	Galón	Q600.00	Q600.00
21.10	Alambre de Amarre	10	Lb	Q3.90	Q39.00
21.11	Codo PVC 3"	76	U	Q20.00	Q1,520.00
21.12	Tee PVC 3"	44	U	Q254.00	Q11,176.00
21.13	Tubo de Concreto de 12"	2	U	Q40.00	Q80.00
21.14	Tapadera Para Candela	1	U	Q15.00	Q15.00
					Q31,983.22
Mano de Obra:					
21.15	Colocación de Tubería de 6"	24	ml	Q13.98	Q334.98
21.16	Colocación de Tubería de 4"	96	ml	Q7.48	Q718.08
21.17	Colocación de Tubería de 3"	180	ml	Q5.61	Q1,009.80
21.18	Hechura de Cajas de Registro	26	U	Q66.25	Q1,722.50
21.19	Hacer y colocar concreto	1	m²	Q54.62	Q54.62
21.2	Ensamblar paredes de Cajas	8	m²	Q8.07	Q64.56
21.21	Armar Hierro No 2	160	ml	Q0.30	Q48.00
21.22	Colocación de Candela	1	U	Q30.00	Q30.00
					Q3,661.54

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
22	Instalación Telefónica	227	ml		
Materiales:					
22.01	Tablero de Distribución	1	U	Q500.00	Q500.00
22.02	Poliducto PVC 3/4"	3	Rollos	Q83.50	Q250.50
22.03	Toma de línea telefónica	45	U	Q12.00	Q540.00
22.04	Caja para salida de Línea	45	U	Q12.00	Q540.00
					Q1,830.50
Mano de Obra:					
23.05	Instalación de Unidad telefónica	45	U	Q30.00	Q1,350.00
					Q1,350.00

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
23	Instalación de Audio	142	ml		
Materiales:					
23.01	Tablero de Distribución	1	U	Q300.00	Q300.00
23.02	Poliducto PVC 3/4"	2	Rollos	Q83.50	Q167.00
23.03	Toma de línea de audio	11	U	Q12.00	Q132.00
23.04	Caja para salida de Línea	11	U	Q12.00	Q132.00
					Q731.00
Mano de Obra:					
23.05	Instalación de Unidad telefónica	11	U	Q30.00	Q330.00
					Q330.00

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
24	Cortinas Metálicas (Global)	190	m ²		
24.01	Metro Cuadrado de Cortina Metálica	190	m ²	Q900.00	Q171.000.00
					Q171.000.00

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
25	Ventanas y Domos de Cristal	75	m ²		
25.01	Metro Cuadrado de Ventana	75	m ²	Q400.00	Q30.000.00
					Q30.000.00

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
26	Electricidad	1	Global		
	Materiales:				
26.01	cable No. 10 Forrado	21	Rollos	Q132.15	Q2.775.15
26.02	Lámparas de Gasneón	85	U	Q75.00	Q6.375.00
26.03	Tomacorrientes	75	U	Q8.00	Q600.00
26.04	Lampara tipo "Ojo de buey"	17	U	Q35.00	Q595.00
26.05	Lámparas para pared tipo colonial	4	U	Q75.00	Q300.00
26.06	Interruptores simples	58	U	Q16.43	Q952.94
26.07	Tablero Monofásico de 12 circuitos	2	U	Q435.04	Q870.08
26.08	Caja Rectangular	155	U	Q2.05	Q317.75
26.09	Caja octogonal	95	U	Q2.21	Q209.95
26.1	Rollo de 300' de Ploliducto de 3/4"	11	Rollos	Q83.50	Q918.50
26.11	Interruptor Doble	15	U	Q25.54	Q383.10
26.12	Cinta de Aislar	35	Rollos	Q12.00	Q420.00
26.13	Contador eléctrico 110v	1	U	Q693.00	Q693.00
					Q15.410.47
	Mano de Obra:				
26.14	Instalación de Contador de Electricidad	1	U	Q78.00	Q78.00
26.15	Instalación de Tablero	2	U	Q91.80	Q183.60
26.16	Instalación de unidad de luz	95	U	Q50.00	Q4.750.00
26.17	Intalación de unidad de Fuerza	75	U	Q40.00	Q3.000.00
					Q8.011.60

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
27	Puertas (Global)	30	m ²		
27.01	Metro cuadrado de Puertas	30	m ²	Q650.00	Q19.500.00
					Q19.500.00

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
28	Azulejo en Baños	76	m ²		
	Materiales:				
28.01	Azulejo liso de 0.15x0.15 de primera	80	m ²	Q53.90	Q4.312.00
28.02	Porcelana	84	Lb	Q3.50	Q294.00
					Q4.606.00
	Mano de Obra:				
28.03	Colocación de azulejo	76	m ²	Q20.80	Q1.580.80
					Q1.580.80

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
29	Divisiones en baños	35	m ²		
	Materiales:				
29.01	Tablayeso de 2x4 de 5mm.	15	Planchas	Q26.28	Q394.20
29.02	Estructura metálica	70	ml	Q25.00	Q1.750.00
29.03	Tornillos de 2"	10	Lb	Q5.00	Q50.00
					Q2.194.20
	Mano de Obra:				
29.04	Amar Enrepaño divisorio	35	m ²	Q10.00	Q350.00
					Q350.00

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
30	Estructura metálica	1	Global		
	Materiales:				
30.01	Pasamanos	16	ml	Q25.00	Q400.00
30.02	Barandal	16	ml	Q275.00	Q4.400.00
					Q4.800.00
	Mano de Obra:				
30.03	Amar Enrepaño divisorio	1	global	Q500.00	Q500.00
					Q500.00

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
31	Electricidad de planta alta	1	Global		
	Materiales:				
31.01	Cable No.10 Forrado	8	Rollos	Q132.15	Q1,057.20
31.02	Faroles tipo colonial	14	U	Q750.00	Q10,500.00
31.03	Tomacorrientes	4	U	Q8.00	Q32.00
31.04	Interruptores simples	5	U	Q16.43	Q82.15
31.05	Tablero Monofásico de 8 circuitos	1	U	Q213.70	Q213.70
31.06	Caja Rectangular	10	U	Q2.05	Q20.50
31.07	Caja octogonal	15	U	Q2.21	Q33.15
31.08	Rollo de 300' de Ploducto de 3/4"	4	Rollos	Q83.50	Q334.00
31.09	Cinta de Aislar	10	Rollos	Q12.00	Q120.00
31.10	Caja protectora de accesorios	1	U	Q500.00	Q500.00
					Q12,892.70
	Mano de Obra:				
31.12	Instalación de Tablero	1	U	Q91.80	Q91.80
31.13	Instalación de unidad de luz	14	U	Q100.00	Q1,400.00
31.14	Instalación de unidad de Fuerza	5	U	Q40.00	Q200.00
					Q1,691.80

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
32	Repello en paredes interiores	2400	m ²		
	Materiales:				
32.01	Cemento	65	Saco	Q40.00	Q2,600.00
32.02	Cal Hidratada	60	Saco	Q40.00	Q2,400.00
32.03	Arena Amarilla	22	m ³	Q67.40	Q1,482.80
32.04	Arena de río rústica	4	m ³	Q87.00	Q348.00
					Q6,830.80
	Mano de Obra:				
32.05	Repello de Pared	2400	m ²	Q7.70	Q18,480.00
					Q18,480.00

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
33	Cernido en paredes interiores	2400	m ²		
	Materiales:				
33.01	Cemento	25	Saco	Q40.00	Q1,000.00
33.02	Cal Hidratada	30	Saco	Q40.00	Q1,200.00
33.03	Arena blanca cernida	6	m ³	Q67.40	Q404.40
33.04	Arena de río cernida	2	m ³	Q87.00	Q174.00
					Q2,778.40
	Mano de Obra:				
33.05	Cernido de pared	2400	m ²	Q5.21	Q12,504.00
					Q12,504.00

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
34	Granceado en cielo	1300	m ²		
	Materiales:				
34.01	Cemento	23	Saco	Q40.00	Q920.00
34.02	Cal Hidratada	16	Saco	Q40.00	Q640.00
34.03	Granza de arena blanca	19	m ³	Q67.40	Q1,280.60
					Q2,840.60
	Mano de Obra:				
34.05	Granceado de cielo	1300	m ²	Q7.25	Q9,425.00
					Q9,425.00

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
35	Repello en fachada	103	m ²		
	Materiales:				
35.01	Cemento	3	Saco	Q40.00	Q120.00
35.02	Cal Hidratada	3	Saco	Q40.00	Q120.00
35.03	Arena Amarilla	1	m ³	Q67.40	Q67.40
35.04	Arena de río rústica	0.2	m ³	Q87.00	Q17.40
					Q324.80
	Mano de Obra:				
35.05	Repello de Pared	103	m ²	Q7.70	Q793.10
					Q793.10

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
36	Alisado en fachada	103	m ²		
	Materiales:				
36.01	Cemento	2	Saco	Q40.00	Q80.00
36.02	Cal Hidratada	7	Saco	Q40.00	Q280.00
36.03	Arena Amarilla	0.5	m ³	Q67.40	Q33.70
36.04	Arena de río rústica	0.2	m ³	Q87.00	Q17.40
					Q411.10
	Mano de Obra:				
36.05	Alisado en pared	103	m ²	Q8.20	Q844.60
					Q844.60

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
37	Tallado en fachada	1	Global		
	Materiales:				
37.01	Cemento	13	Saco	Q40.00	Q520.00
37.02	Cal Hidratada	41	Saco	Q40.00	Q1,640.00
37.03	Arena Amarilla	1.5	m ³	Q67.40	Q101.10
37.04	Arena de río rústica	0.7	m ³	Q87.00	Q60.90
					Q2,322.00
	Mano de Obra:				
37.05	Tallado de fachada	1	Global	Q4,000.00	Q4,000.00
					Q4,000.00

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
38	Puesto para carnicería	8	Puestos		
	Materiales:				
38.01	Cemento	14	Sacos	Q40.00	Q560.00
38.02	Arena	1	m ²	Q97.50	Q97.50
38.03	Piedrín	0.6	m ³	Q145.00	Q87.00
38.04	Cal hidratada	3	Sacos	Q40.00	Q120.00
38.05	Block de 0.19x0.39x0.14m.	180	U	Q3.30	Q594.00
38.06	Hierro de 3/8"	2	qq	Q254.00	Q508.00
38.07	Hierro de 1/4"	0.5	qq	Q254.00	Q127.00
38.08	Azulejo de 0.20x0.20m	250	m ²	Q54.60	Q13,625.00
38.09	Tubo galvanizado de 2"	4	U	Q349.00	Q1,396.00
38.1	Porcelana ó cemento blanco	250	lb	Q3.90	Q975.00
38.11	Alambre de amarre	5	lb	Q3.90	Q19.50
38.12	Clavos de 2 1/2"	2	lb	Q3.90	Q7.80
38.13	Puerta de madera	8	U	95	Q760.00
					Q18,876.80
	Mano de Obra:				
38.14	Levantado de block	15	m ²	Q27.00	Q405.00
38.15	Repello	28	m ²	Q7.70	Q215.60
38.16	Aramar de hierro No.3	130	ml	Q0.42	Q54.60
38.17	Aramar hierro No.2	85	ml	Q0.28	Q23.80
38.18	Hacer y colocar concreto	1	m ²	Q54.62	Q54.62
38.19	Colocación de azulejo	28	m ²	Q20.80	Q582.40
38.2	Colocación de tubo galvanizado	16	U	Q10.00	Q160.00
38.21	Colocación de puerta de madera	8	U	Q70.00	Q560.00
					Q2,056.02

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
39	Pintura en fachada	190	m ²		
	Materiales:				
39.01	Pintura de aceite de primera calidad	11	Galón	Q160.10	Q1,761.10
					Q1,761.10
	Mano de Obra:				
39.02	Aplicación de dos manos en paredes lisas	190	m ²	Q4.60	Q874.00
					Q874.00

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
40	Limpieza final	1	Global		
40.01	Limpieza y acarreo de ripio	1	Global	Q6,000.00	Q6,000.00
					Q6,000.00

Proyecto: Construcción mercado municipal zona 1
Municipio: Salcajá
Departamento: Quetzaltenango

Resumen Integrado de Costos			
No.	Descripción	Materiales	Mano de Obra
1	Estudio de suelos		Q9,000.00
2	Demolición		Q15,000.00
3	Trazo y estaqueado	Q824.00	Q3,650.00
4	Levantado de pared	Q90,489.75	Q41,985.00
5	Armado de losa	Q261,456.60	Q13,932.80
6	Pavimento	Q33,660.00	Q2,162.95
7	Fundición de losa	Q206,515.50	Q39,503.13
8	Vigas	Q168,700.50	Q25,642.70
9	Columnas	Q153,204.50	Q19,286.72
10	Zapatatas	Q208,741.50	Q39,830.50
11	Cimiento Corrido	Q33,905.07	Q5,343.39
12	Solera hidrófuga	Q19,644.25	Q6,698.78
13	Soleras intermedias	Q27,878.50	Q9,650.56
14	Columna tipo "C"	Q15,327.28	Q6,417.88
15	Columna tipo "D"	Q8,271.88	Q2,592.32
16	Módulos de gradas	Q8,678.49	Q1,464.60
17	Colocación de piso	Q99,555.00	Q26,950.00
18	Andamios de madera	Q5,757.00	Q1,225.00
19	Acera	Q4,101.15	Q923.32
20	Plomería	Q58,569.75	Q10,018.50
21	Drenajes	Q31,983.22	Q3,661.54
22	Instalación telefónica	Q1,830.50	Q1,350.00
23	Instalación de audio	Q731.00	Q330.00
24	Cortinas metálicas		Q171,000.00
25	Ventanería y domos de cristal		Q30,000.00
26	Electricidad	Q15,410.47	Q8,011.60
27	Puertas		Q19,500.00
28	Azulejo en baños	Q4,606.00	Q1,580.80
29	Divisiones en baños	Q2,194.20	Q350.00
30	Estructura metálica	Q4,800.00	Q500.00
31	Electricidad de planta alta	Q12,892.70	Q1,691.80
32	Repello en paredes interiores	Q6,830.80	Q18,480.00
33	Cernido en paredes interiores	Q2,778.40	Q12,504.00
34	Granceado en cielo	Q2,840.60	Q9,425.00
35	Repello en Fachada	Q324.80	Q793.10
36	Alisado en fachada	Q411.10	Q844.60
37	Tallado en fachada	Q2,322.00	Q4,000.00
38	Puesto para carnicería	Q18,876.80	Q2,056.02
39	Pintura en fachada	Q1,761.10	Q874.00
40	Limpieza final		Q6,000.00
			Q323,730.61

Facator de ayudante	1.40
---------------------	------

Porcentaje de prestaciones de ley	75.00%
Porcentaje de Cuota patronal	12.67%
Porcentaje total de prestacionea a pagar en un año	87.67%
Porcentaje total de prestacionea a pagar en ocho meses	58.45%

Proyecto: Construcción mercado municipal zona 1

Municipio: Salcajá

Departamento: Quetzaltenango

Integración de costos unitarios					
No.	Descripción	Precio unitario	Cantidad	Unidad	Total
1	Trazo y estaqueado	Q9.89	900	ml	Q8,897.80
2	Levantado de pared	Q117.92	1555	m²	Q183,360.57
3	Aramdo de losa	Q11.75	24880	ml	Q292,275.95
4	Pavimento	Q970.82	39.6	m²	Q38,444.45
5	Fundición de losa	Q1,354.36	217	m²	Q293,896.42
6	Vigas	Q357.81	630	ml	Q225,422.15
7	Columnas	Q551.74	355	ml	Q195,866.72
8	Zapatas	Q4,365.39	68	Unidad	Q296,846.57
9	Cimiento Corrido	Q82.39	555	ml	Q45,724.65
10	Sólera hidrófuga	Q62.09	555	ml	Q34,461.95
11	Soleras intermedias	Q62.63	786	ml	Q49,225.54
12	Columna tipo "C"	Q35.15	840	ml	Q29,523.63
13	Columna tipo "D"	Q54.71	256	ml	Q14,006.08
14	Módulos de gradas	Q11,918.19	1	Unidad	Q11,918.19
15	Colocación de piso	Q113.05	1408	m²	Q159,168.40
16	Andamios de madera	Q241.91	35	Unidad	Q8,466.70
17	Acera	Q59.65	103	m²	Q6,143.54
18	Plomería	Q448.50	180	ml	Q80,730.67
19	Drenajes	Q222.68	180	ml	Q40,082.55
20	Instalación telefónica	Q21.22	227	ml	Q4,816.70
21	Instalación de audio	Q10.29	142	ml	Q1,460.96
22	Electricidad	Q33,132.13	1	Unidad	Q33,132.13
23	Azulejo en baños	Q106.61	76	m²	Q8,102.73
24	Divisiones en baños	Q84.81	35	m²	Q2,968.40
25	Estructura metálica	Q5,906.00	1	Unidad	Q5,906.00
26	Electricidad de planta alta	Q16,634.96	1	Unidad	Q16,634.96
27	Repello en paredes interiores	Q19.88	2400	m²	Q47,708.56
28	Cernido en paredes interiores	Q12.68	2400	m²	Q30,437.25
29	Granceado en cielo	Q18.22	1300	m²	Q23,688.70
30	Repello en Fachada	Q20.19	103	m²	Q2,079.14
31	Alisado en fachada	Q22.13	103	m²	Q2,279.36
32	Tallado en fachada	Q11,170.00	1	m²	Q11,170.00
33	Puesto para carnicería	Q2,928.09	8	Unidad	Q23,424.72
34	Pintura en fachada	Q19.44	190	m²	Q3,694.39
Sub-total					Q2,231,966.51

Integración de renglones subcontratados					
No.	Descripción	Precio unitario	Cantidad	Unidad	Total
1	Estudio de suelos	Q9,000.00	1	Global	Q9,000.00
2	Demolición	Q15,000.00	1	Global	Q15,000.00
3	Cortinas metálicas	Q900.00	190	m	Q171,000.00
4	Ventanería y domos de cristal	Q400.00	75	m²	Q30,000.00
5	Puertas	Q650.00	30	m²	Q19,500.00
6	Limpeza final	Q6,000.00	1	Unidad	Q6,000.00
Renglones subcontratados					Q250,500.00

Costo Total del proyecto		
No.	Descripción	Costo
1	Sub-total	Q2,231,966.51
2	Renglones subcontratados	Q250,500.00
3	Bodega de materiales	Q12,000.00
4	Administración	Q124,723.33
5	Equipo y herramienta	Q99,778.66
6	Imprevistos	Q149,667.99
7	Supervisión	Q74,834.00
Costo total del proyecto		Q2,943,470.49

El costo total del proyecto asciende a la cantidad de
 DOS MILLONES NOVECIENTOS CUARENTA Y TRES MIL CUATROCIENTOS SETENTA
 QUETZALES CON CUARENTA Y NUEVE CENTAVOS
 Tiempo estimado de ejecución: ocho meses

PLANOS

Tabla VIII Marco 8 sin ladeo

L (m) 6			L (m) 6			L (m) 6			L (m) 4			L (m) 4			L (m) 1							
BA	BC	W (T/m)	CB	CD	CE	W (T/m)	EC	EF	EG	W (T/m)	GE	GH	GI	W (T/m)	IG	IJ	IK	W (T/m)	KI	KL	KM	W (T/m)
0,47	0,53	6,18	0,34	0,32	0,34	5,94	0,34	0,35	0,34	3,87	0,29	0,27	0,44	4,1	0,38	0,24	0,38	4,1	0,18	0,11	0,71	0,42
0	18,54		-18,54	0	17,82		-17,82	0	16,86		-16,86	0	5,47		-5,47	0	5,47		-5,47	0	0,21	
-8,714	-9,8262		0,2448	0,23	0,245		0,3264	0,336	0,326		3,3031	3,0753	5,012		0	0	0		0,947	0,579	3,735	
0	0,1224		-4,913	0	0,163		0,1224	0	1,652		0,1632	0	0		2,506	0	0,473		0	0	0	
-0,058	-0,06487		1,615	1,52	1,615		-0,603	-0,621	-0,603		-0,047	-0,044	-0,072		-1,132	-0,72	-1,13		0	0	0	
0	0,80748		-0,032	0	-0,3		0,8075	0	-0,024		-0,302	0	-0,566		-0,036	0	0		-0,566	0	0	
-0,38	-0,42797		0,1136	0,107	0,114		-0,266	-0,274	-0,266		0,2516	0,2343	0,382		0,014	0,009	0,014		0,102	0,062	0,402	
-9,15	9,15	12,48	-21,51	1,86	19,65	8,19	-17,43	-0,56	17,94	1,70	-13,49	3,27	10,23	1,03	-4,12	-0,71	4,82	3,29	-4,99	0,64	4,35	

AB
0
0
0
-4,357
0
-0,029
0
-4,39

DC
0
0
0
0,115
0
0,76
0
0,88

FE
0
0
0
0,168
0
-0,31
0
-0,14

HG
0
0
0
1,5377
0
-0,022
0
1,52

JI
0
0
0
0
0
-0,36
0
-0,36

LK
0
0
0
0,289
0
0
0
0,29

Tabla IX Marco 8 con ladeo

L (m) 6			L (m) 6			L (m) 6			L (m) 4			L (m) 4			L (m) 1						
BA	BC		CB	CD	CE		EC	EF	EG		GE	GH	GI		IG	IJ	IK		KI	KL	KM
0,47	0,53		0,34	0,32	0,34		0,34	0,35	0,34		0,29	0,27	0,44		0,38	0,24	0,38		0,18	0,11	0,71
10	0		0	10	0		0	10	0		0	10	0		0	10	0		0	10	0
-4,7	-5,3		-3,4	-3,2	-3,4		-3,4	-3,5	-3,4		-2,9	-2,7	-4,4		-3,8	-2,4	-3,8		-1,8	-1,1	-7,1
0	-1,7		-2,65	0	-1,7		-1,7	0	-1,45		-1,7	0	-1,9		-2,2	0	-0,9		-1,9	0	0
0,799	0,901		1,479	1,392	1,479		1,071	1,103	1,071		1,044	0,972	1,584		1,178	0,744	1,178		0,342	0,209	1,349
0	0,7395		0,4505	0	0,536		0,7395	0	0,522		0,5355	0	0,589		0,792	0	0,171		0,589	0	0
-0,348	-0,39194		-0,335	-0,32	-0,34		-0,429	-0,442	-0,429		-0,326	-0,304	-0,495		-0,366	-0,23	-0,37		-0,106	-0,065	-0,418
5,75	-5,75	0,65	-4,46	7,88	-3,42	-0,15	-3,72	7,16	-3,69	0,17	-3,35	7,97	-4,62	0,11	-4,40	8,11	-3,72	0,42	-2,88	9,04	-6,17

AB
0
10
0
-2,35
0
0,3995
0
8,05

DC
0
10
0
-1,6
0
0,696
0
9,10

FE
0
10
0
-1,75
0
0,551
0
8,80

HG
0
10
0
-1,35
0
0,486
0
9,14

JI
0
10
0
-1,2
0
0,372
0
9,17

LK
0
10
0
-0,55
0
0,105
0
9,55

Figura 23 Diagramas de momentos finales en los marcos A, B y D

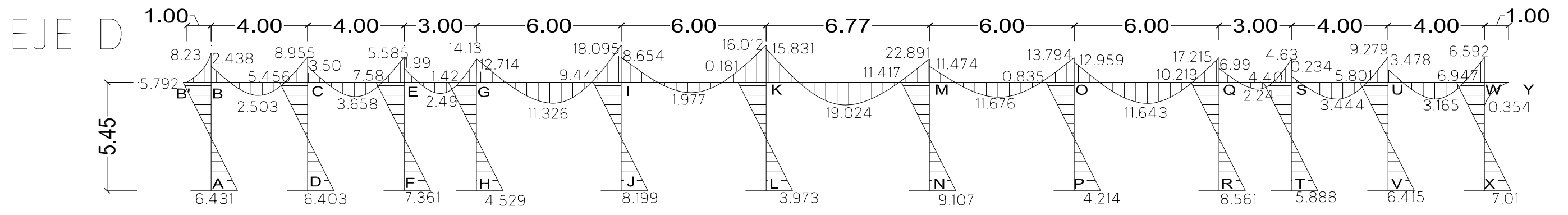
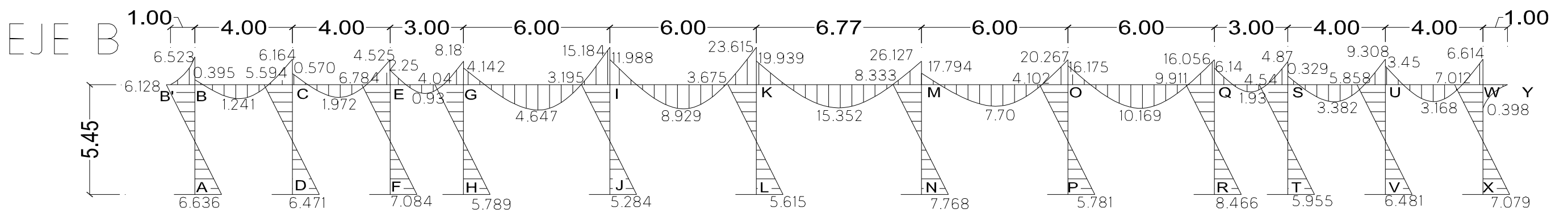
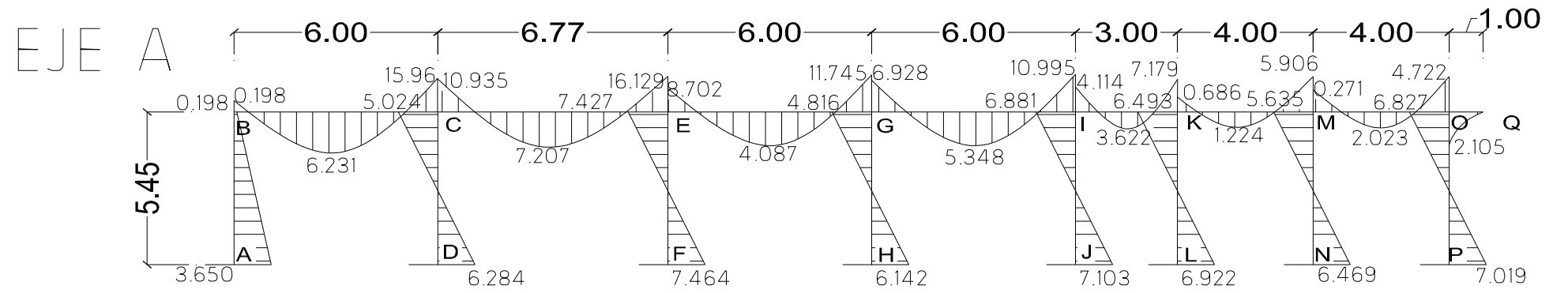


Figura 24 Diagramas de momentos finales en los marcos F, G y H

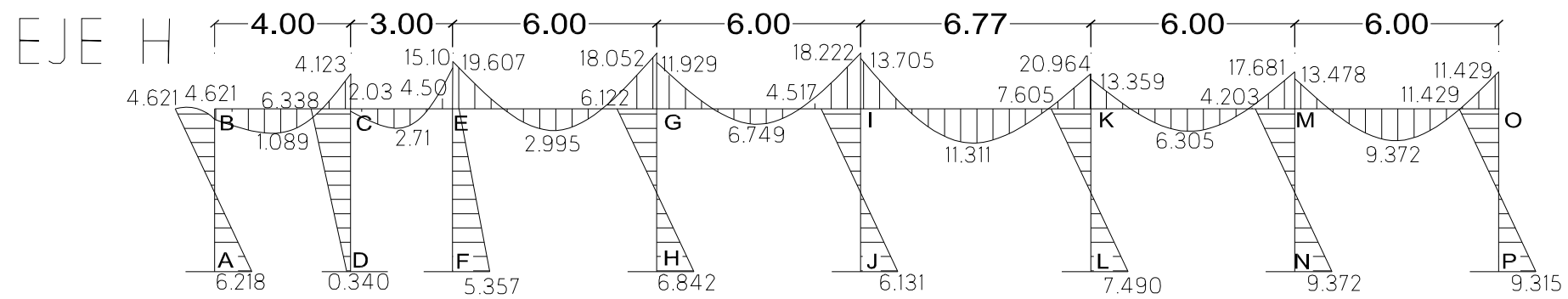
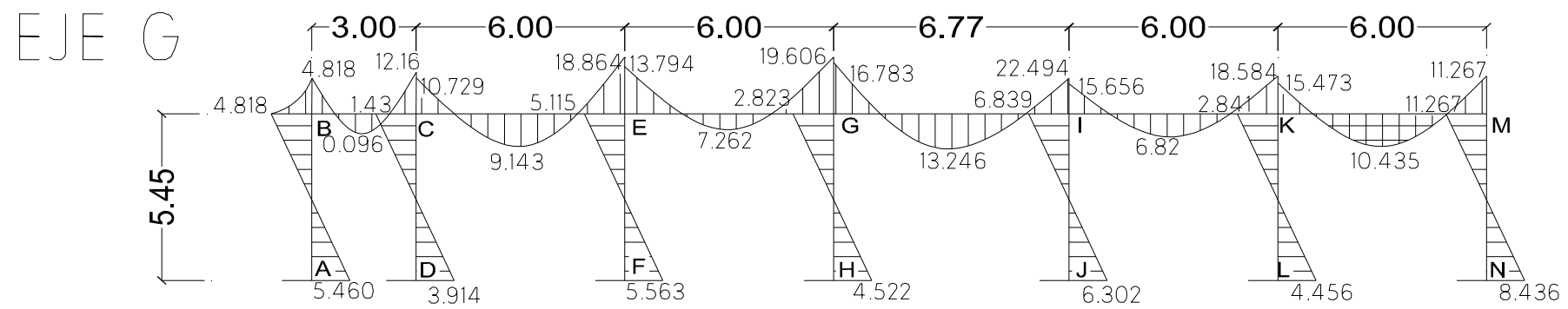
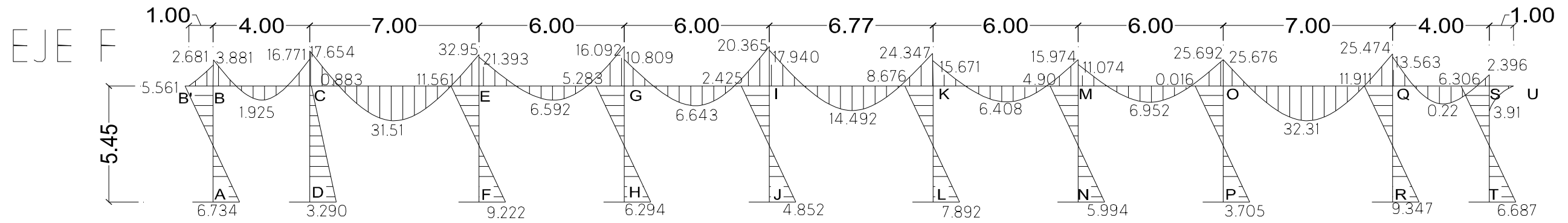
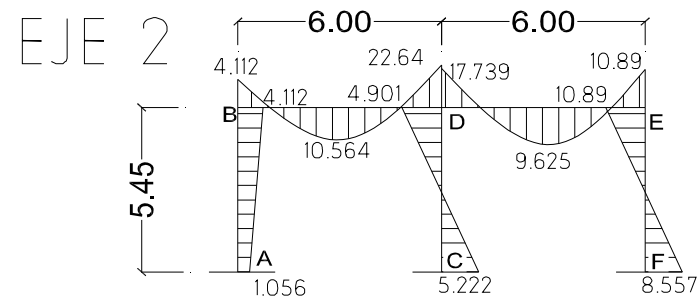
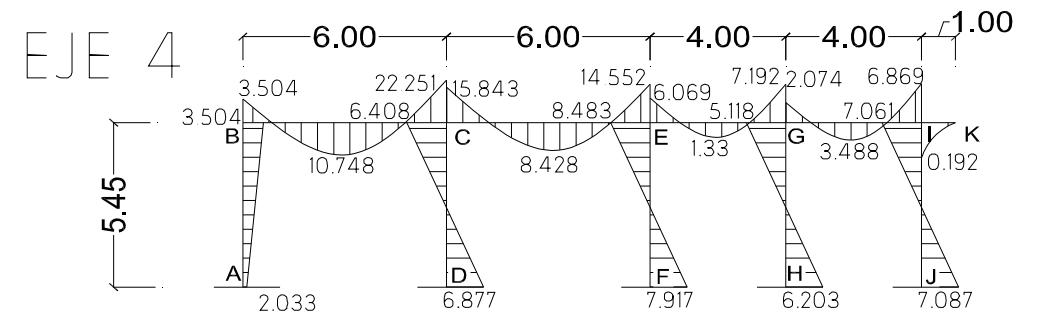
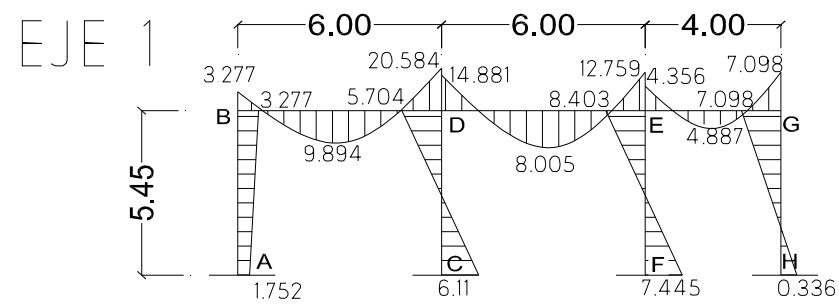


Figura 25 Diagramas de momentos finales en los marcos 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12 y 14



EJES 6, 8, 10 Y 12

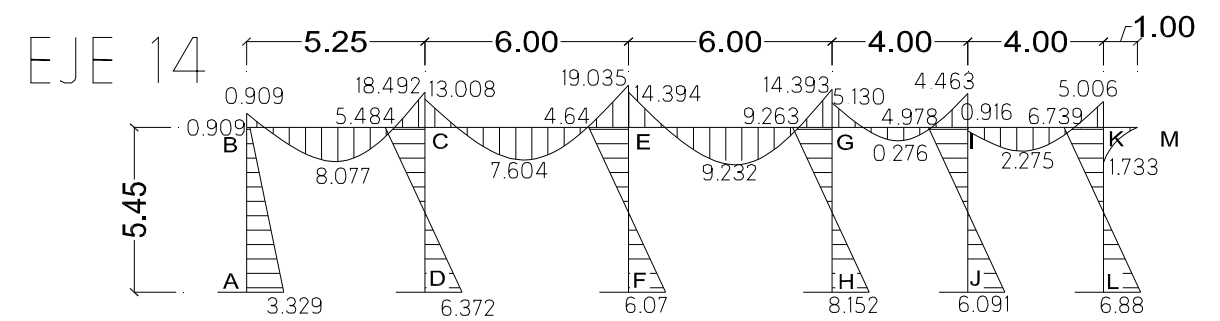
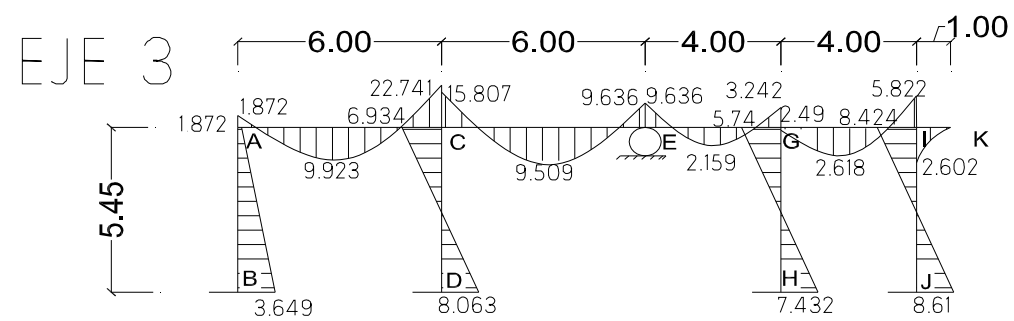
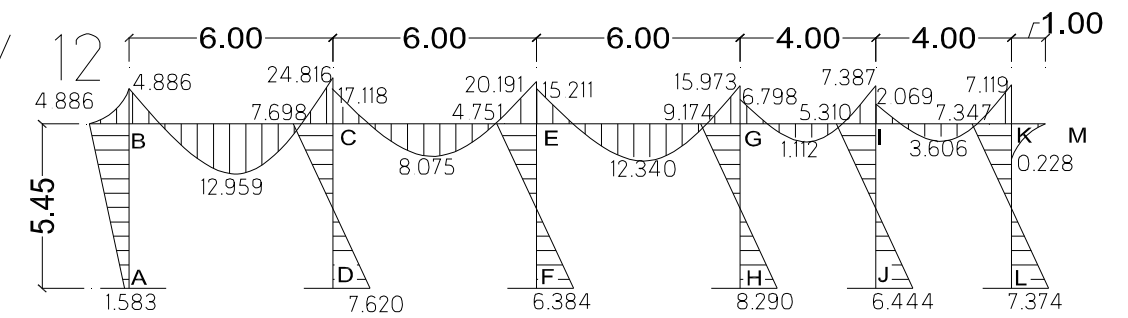
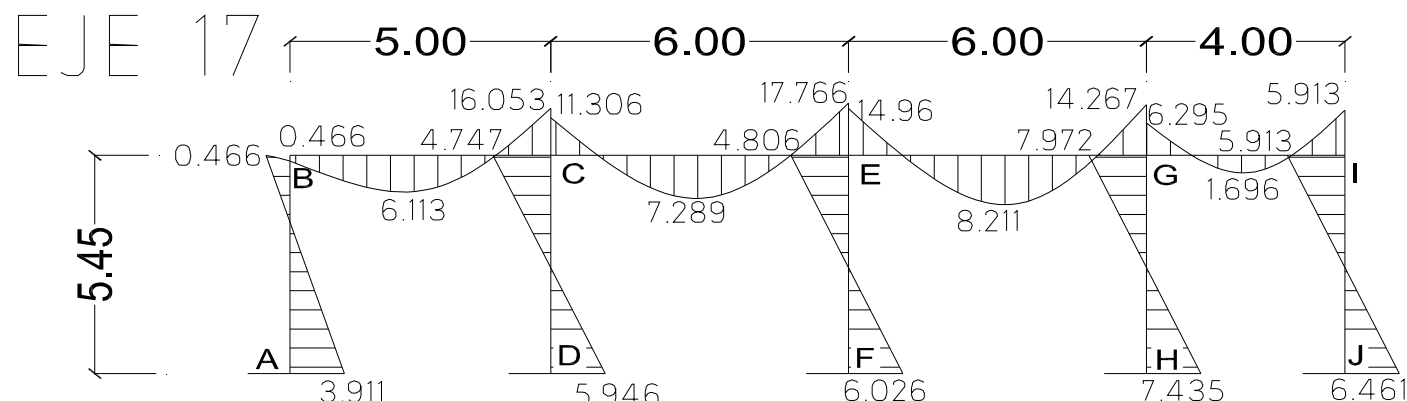
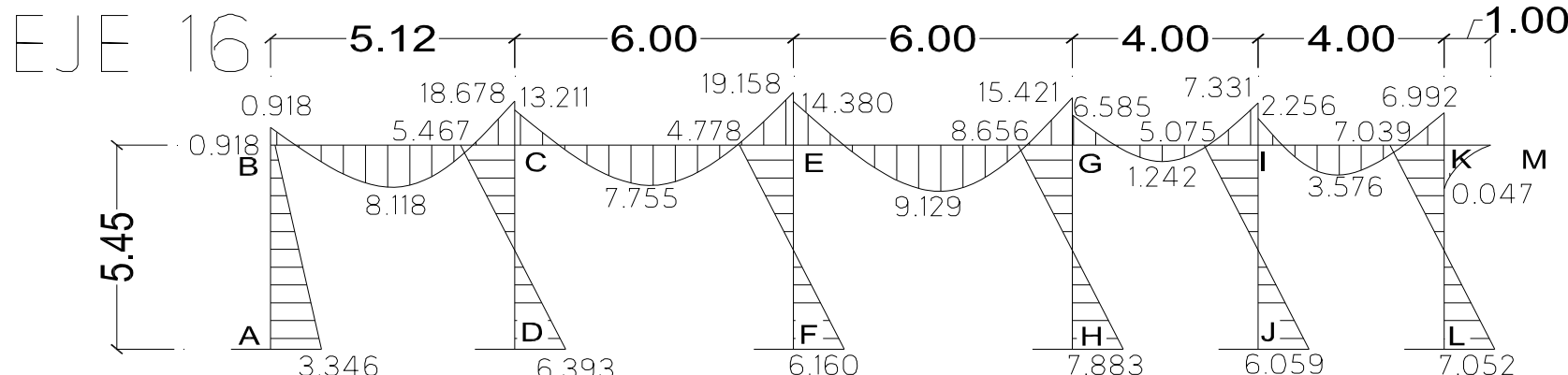
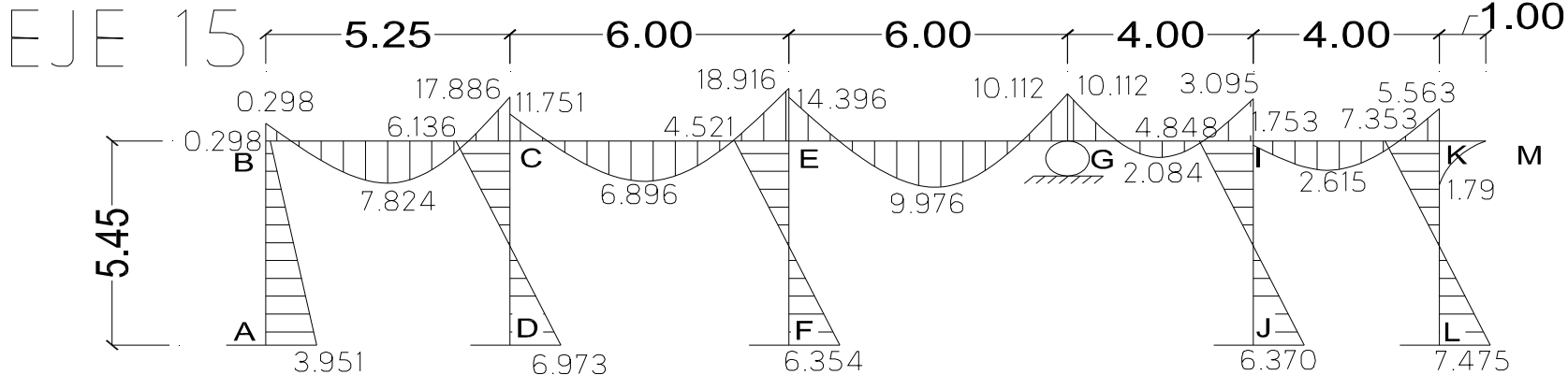


Figura 26 Diagramas de momentos finales en los marcos 15, 16 y 17



Proyecto: Drenaje sanitario barrio "Casablanca"
Municipio: Salcajá
Departamento: Quetzaltenango

Cálculo hidráulico

Ramal 1

DE	A	COTAS DE TERRENO		DH (m)	S (%) Terreno	HAB. A SERVIR			Factor de Caudal Medio (L/hab/s)	Caudal Medio Acumulado (L/s)	Factor Harmond	Caudal de Diseño (L/s)	Diámetro (plg)	S (%) Tubería	Sección Llena			Relaciones Hidráulicas			Sección Parcial			Cotas Invert		Profundidad		Ancho Zanja	Excavación (m3)	Referencias	
		Inicial	Final			Actual	Futuro	Acumulado							q/Q	v/V	d/D	v (m/s)	q (L/s)	d (plg)	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	De			A	
0	1	100.000	99.813	23.500	0.80	18	30	30	0.005	0.15	4.35	0.65	6	4.00	2.26	41.3072	0.0158	0.3672	0.087	0.83	0.65	0.52	98.800	97.860	1.20	1.95	0.55	20.70	E-0	R-0.3	
1	2	99.813	99.183	15.500	4.06	6	10	40	0.005	0.20	4.33	0.87	6	4.00	2.26	41.3072	0.0210	0.4012	0.100	0.91	0.87	0.60	97.810	97.240	2.00	1.94	0.55	17.03	R-0.3	E-2	
2	3	99.183	98.459	7.000	10.34	6	10	50	0.005	0.25	4.31	1.08	6	3.00	1.96	35.7731	0.0301	0.4476	0.119	0.88	1.08	0.71	97.190	97.030	1.99	1.43	0.55	6.68	E-2	R-2.2	
3	4	98.459	97.478	20.000	4.91	18	30	80	0.005	0.40	4.27	1.71	6	5.00	2.53	46.1829	0.0369	0.4753	0.131	1.20	1.71	0.79	96.980	96.030	1.48	1.45	0.55	16.37	R-2.2	E-3	
4	5	97.478	94.385	40.971	7.55	0	0	80	0.005	0.40	4.27	1.71	6	7.50	3.10	56.5622	0.0302	0.4476	0.119	1.39	1.71	0.71	95.980	92.957	1.50	1.43	0.55	33.53	E-3	E-4	
5	6	94.385	89.310	82.166	6.18	0	0	80	0.005	0.40	4.27	1.71	6	6.50	2.89	52.6566	0.0324	0.4570	0.123	1.32	1.71	0.74	92.907	87.616	1.48	1.69	0.55	72.79	E-4	R-6.1	
6	13	89.310	88.271	45.903	2.26	0	0	80	0.005	0.40	4.27	1.71	6	2	1.60	29.2086	0.0584	0.5458	0.164	0.87	1.71	0.98	87.566	86.698	1.74	1.57	0.55	41.86	R-6.1	R-7.1	

Ramal 2

DE	A	COTAS DE TERRENO		DH (m)	S (%) Terreno	HAB. A SERVIR			Factor de Caudal Medio (L/hab/s)	Caudal Medio Acumulado (L/s)	Factor Harmond	Caudal de Diseño (L/s)	Diámetro (plg)	S (%) Tubería	Sección Llena			Relaciones Hidráulicas			Sección Parcial			Cotas Invert		Profundidad		Ancho Zanja	Excavación (m3)	Referencias	
		Inicial	Final			Actual	Futuro	Acumulado							q/Q	v/V	d/D	v (m/s)	q (L/s)	d (plg)	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	De			A	
7	8	90.900	89.588	99.100	1.32	15	25	25	0.005	0.12	4.37	0.55	6	1.8	1.52	27.710	0.020	0.393	0.097	0.60	0.55	0.58	89.500	87.716	1.40	1.87	0.55	89.98	R-A.1	E-18	
8	9	89.588	89.638	50.327	-0.10	0	0	25	0.005	0.12	4.37	0.55	6	1.8	1.52	27.710	0.020	0.393	0.097	0.60	0.55	0.58	87.686	86.810	1.90	2.83	0.65	77.85	E-18	R-16	
9	10	89.638	89.516	44.435	0.27	24	40	65	0.005	0.32	4.29	1.39	6	0.8	1.01	18.473	0.075	0.589	0.186	0.60	1.39	1.12	86.780	86.455	2.86	3.06	0.65	85.91	R-16.1	E-15	
10	11	89.516	89.074	61.743	0.72	24	40	105	0.005	0.52	4.24	2.22	6	0.6	0.88	15.998	0.139	0.702	0.251	0.62	2.22	1.51	86.425	86.084	3.09	2.99	0.65	122.62	E-15	E-13	
11	12	89.074	88.878	57.539	0.34	18	30	135	0.005	0.67	4.21	2.83	8	0.5	0.97	31.452	0.090	0.621	0.203	0.60	2.83	1.62	86.054	85.797	3.02	3.08	0.7	123.47	E-13	E-11	
12	13	88.878	88.271	104.964	0.58	60	100	235	0.005	1.17	4.12	4.84	8	0.5	0.97	31.452	0.154	0.724	0.265	0.70	4.84	2.12	85.767	85.272	3.11	3.00	0.7	224.48	E-11	R-7.1	

Ramal 1

DE	A	COTAS DE TERRENO		DH (m)	S (%) Terreno	HAB. A SERVIR			Factor de Caudal Medio (L/hab/s)	Caudal Medio Acumulado (L/s)	Factor Harmond	Caudal de Diseño (L/s)	Diámetro (plg)	S (%) Tubería	Sección Llena			Relaciones Hidráulicas			Sección Parcial			Cotas Invert		Profundidad		Ancho Zanja	Excavación (m3)	Referencias	
		Inicial	Final			Actual	Futuro	Acumulado							q/Q	v/V	d/D	v (m/s)	q (L/s)	d (plg)	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	De			A	
13	20	88.271	87.867	10.700	3.78	0	0	315	0.005	1.575	4.07	6.41	8	2	1.94	62.904	0.102	0.642	0.215	1.25	6.41	1.72	85.242	85.028	3.03	2.84	0.7	21.98	R-7.1	E-19	

Ramal 3

DE	A	COTAS DE TERRENO		DH (m)	S (%) Terreno	HAB. A SERVIR			Factor de Caudal Medio (L/hab/s)	Caudal Medio Acumulado (L/s)	Factor Harmond	Caudal de Diseño (L/s)	Diámetro (plg)	S (%) Tubería	Sección Llena			Relaciones Hidráulicas			Sección Parcial			Cotas Invert		Profundidad		Ancho Zanja	Excavación (m3)	Referencias	
		Inicial	Final			Actual	Futuro	Acumulado							q/Q	v/V	d/D	v (m/s)	q (L/s)	d (plg)	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	De			A	
14	15	90.016	90.572	89.600	-0.62	18	30	30	0.005	0.15	4.35	0.65	6	1.6	1.43	26.1250	0.0250	0.4211	0.108	0.60	0.65	0.65	88.616	87.182	1.40	3.39	0.65	140.35	R-29.1	E-29	
15	16	90.572	89.792	89.396	0.87	6	10	40	0.005	0.20	4.33	0.87	6	1.2	1.24	22.6249	0.0383	0.4820	0.134	0.60	0.87	0.80	87.152	86.080	3.42	3.71	0.65	208.08	E-29	R-27.2	
16	17	89.792	90.132	76.863	-0.44	24	40	80	0.005	0.40	4.27	1.71	6	0.7	0.95	17.2800	0.0987	0.6366	0.212	0.60	1.71	1.27	86.050	85.512	3.74	4.62	0.65	209.65	R-27.2	E-26	
17	18	90.132	89.057	87.233	1.23	12	20	100	0.005	0.50	4.24	2.12	6	0.6	0.88	15.9982	0.1325	0.6942	0.246	0.61	2.12	1.48	85.482	84.958	4.65	4.10	0.75	287.19	E-26	E-24	
18	19	89.057	89.124	74.729	-0.09	12	20	120	0.005	0.60	4.22	2.53	6	0.5	0.80	14.6043	0.1732	0.7500	0.282	0.60	2.53	1.69	84.928	84.555	4.13	4.57	0.8	260.90	E-24	R-21.1	
19	20	89.124	87.867	90.028	1.40	0	0	120	0.005	0.60	4.22	2.53	6	0.5	0.80	14.6043	0.1732	0.7500	0.282	0.60	2.53	1.69	84.525	84.074	4.60	3.79	0.8	302.21	R-21.1	E-19	

Ramal 1

DE	A	COTAS DE TERRENO		DH (m)	S (%) Terreno	HAB. A SERVIR			Factor de Caudal Medio (L/hab/s)	Caudal Medio Acumulado (L/s)	Factor Harmond	Caudal de Diseño (L/s)	Diámetro (plg)	S (%) Tubería	Sección Llena			Relaciones Hidráulicas			Sección Parcial			Cotas Invert		Profundidad		Ancho Zanja	Excavación (m3)	Referencias	
		Inicial	Final			Actual	Futuro	Acumulado							q/Q	v/V	d/D	v (m/s)	q (L/s)	d (plg)	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	De			A	
20	21	87.867	83.326	101.339	4.48	6	10.0	445	0.005	2.23	4.00	8.90	8	2.2	2.03	65.9747	0.1349	0.6975	0.428	1.42	8.90	3.42	84.04	81.81	3.82	1.51	0.7	190.24	E-19	R-31.1	
21	22	83.326	82.468	98.576	0.87	6	10.0	445	0.005	2.23	4.00	8.90	8	1	1.37	44.4801	0.2001	0.7818	0.304	1.07	8.90	2.43	81.78	80.80	1.54	1.67	0.6	95.81	R-31.1	R-33.1	
22	23	82.468	81.24	100.352	1.22	0	0.0	445	0.005	2.23	4.00	8.90	8	1	1.37	44.4801	0.2001	0.7818	0.304	1.07	8.90	2.43	80.77	79.77	1.70	1.47	0.6	95.53	R-33.1	R-35.1	



Levantamiento General

Escala 1/1250

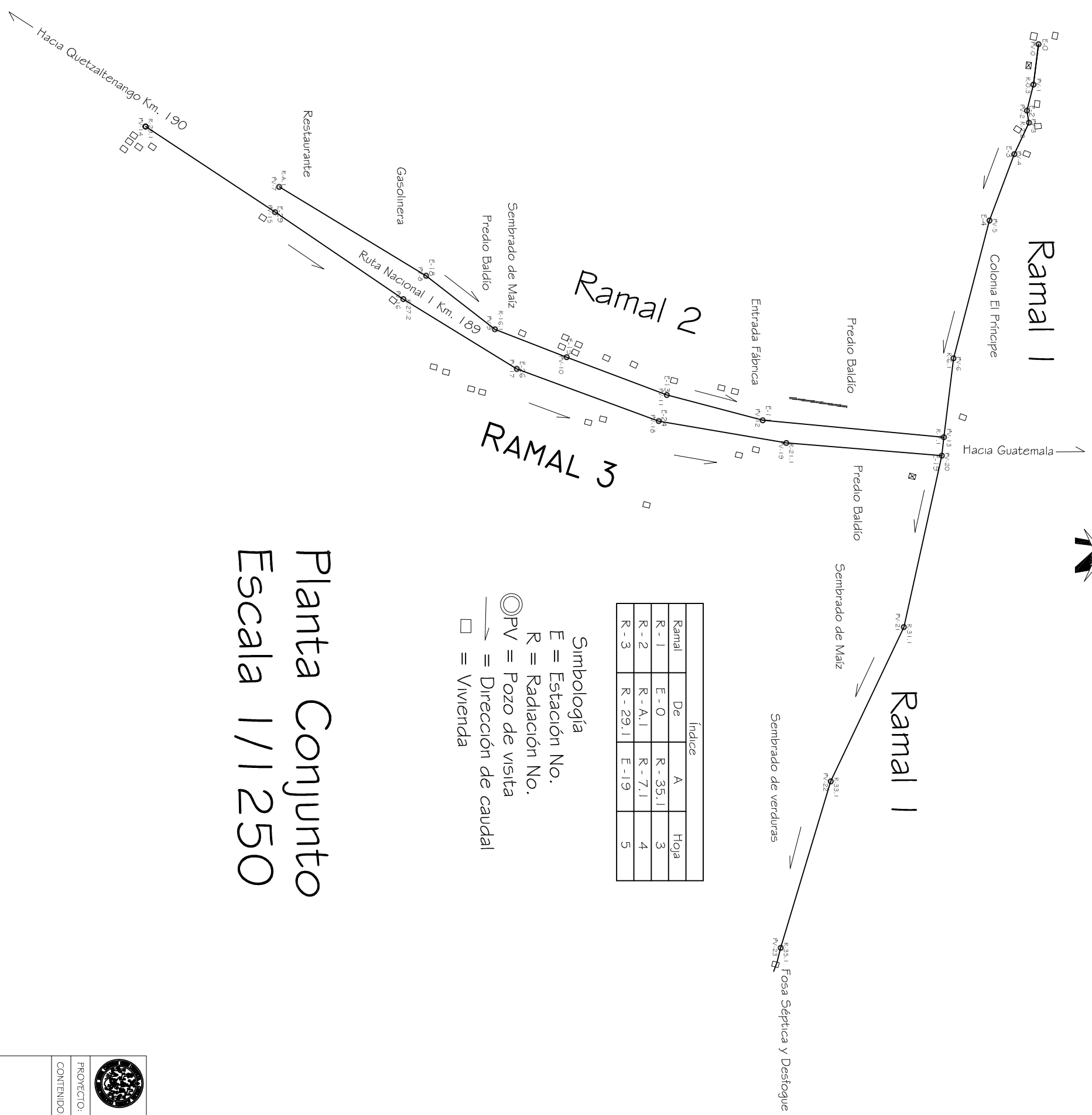
Libreta topográfica					
Estación	P. O.	Distancia (m)	Acimuth	Coord. X	Coord. Y
0	R-0.1	40.00	281° 51' 00"	100.000	98.150
1	R-0.2	2.60	190° 30' 00"	100.098	98.158
2	R-0.3	23.50	97° 12' 00"	99.813	98.113
3	R-0.3	4.90	11° 06' 00"	99.813	98.113
4	R-1.0	17.30	195° 48' 00"	99.820	98.120
5	R-2.1	4.40	165° 30' 00"	99.815	98.115
6	R-2.2	7.00	60° 18' 00"	99.459	98.459
7	R-2.2	20.00	294° 54' 00"	98.459	98.459
8	R-3.1	33.90	111° 30' 00"	94.557	94.557
9	R-3.1	7.10	285° 48' 00"	94.557	94.557
10	R-4.1	22.40	103° 54' 00"	91.604	91.604
11	R-4.1	18.00	237° 42' 00"	91.604	91.604
12	R-5.1	14.90	288° 24' 00"	90.585	90.585
13	R-6.1	15.00	108° 24' 00"	89.310	89.310
14	R-6.1	18.10	276° 30' 00"	89.310	89.310
15	R-7.1	27.80	97° 18' 00"	85.271	85.271
16	R-7.1	19.70	3° 6' 00"	85.271	85.271
17	R-8.1	10.00	185° 54' 00"	85.285	85.285
18	R-9.1	12.20	182° 48' 00"	85.425	85.425
19	R-9.1	10.50	3° 48' 00"	85.403	85.403
20	R-10.1	19.40	189° 30' 00"	85.590	85.590
21	R-10.1	15.40	7° 42' 00"	85.590	85.590
22	R-11.1	14.30	191° 54' 00"	89.019	89.019
23	R-11.1	19.00	14° 00' 00"	89.019	89.019
24	R-12.1	10.90	200° 18' 00"	89.024	89.024
25	R-12.1	12.80	197° 54' 00"	89.044	89.044
26	R-13.1	17.40	24° 12' 00"	89.145	89.145
27	R-14.1	12.60	201° 12' 00"	89.392	89.392
28	R-14.1	15.00	19° 24' 00"	89.392	89.392
29	R-15.1	14.70	197° 36' 00"	89.586	89.586
30	R-15.1	22.70	21° 48' 00"	89.586	89.586
31	R-16.1	7.10	205° 54' 00"	89.586	89.586
32	R-17.1	15.10	219° 48' 00"	89.592	89.592
33	R-17.1	20.60	34° 12' 00"	89.592	89.592
34	R-18.1	9.80	207° 54' 00"	89.661	89.661
35	R-18.2	56.60	211° 12' 00"	90.270	90.270
36	R-18.2	10.00	211° 00' 00"	90.270	90.270
A	R-19.1	52.90	211° 00' 00"	90.900	90.900
B	R-19.2	10.70	215° 52' 00"	88.571	88.571
C	R-19.2	4.60	353° 06' 00"	88.571	88.571
D	R-19.1	14.50	9° 06' 00"	88.250	88.250
E	R-20.1	15.60	185° 06' 00"	88.705	88.705
F	R-20.1	16.20	3° 00' 00"	88.705	88.705
G	R-21.1	13.70	182° 06' 00"	89.124	89.124
H	R-21.1	16.90	11° 30' 00"	89.124	89.124
I	R-22.1	15.30	181° 30' 00"	88.511	88.511
J	R-23.1	10.00	164° 54' 00"	88.569	88.569
K	R-23.1	15.40	14° 54' 00"	88.569	88.569
L	R-24.1	14.60	190° 30' 00"	89.280	89.280
M	R-24.2	47.00	23° 06' 00"	89.484	89.484
N	R-24.3	46.80	101° 54' 00"	84.743	84.743
O	R-24.1	21.70	23° 45' 00"	89.420	89.420
P	R-25.1	19.50	105° 36' 00"	88.858	88.858
Q	R-25.2	28.20	198° 12' 00"	88.877	88.877
R	R-25.3	23.10	25° 30' 00"	88.877	88.877
S	R-26.1	25.40	153° 54' 00"	88.850	88.850
T	R-26.2	26.70	209° 12' 00"	90.130	90.130
U	R-26.2	20.60	32° 54' 00"	90.130	90.130
V	R-27.1	25.00	27° 52' 00"	88.990	88.990
W	R-27.2	22.80	315° 06' 00"	89.795	89.795
X	R-28.1	27.60	214° 06' 00"	90.085	90.085
Y	R-28.1	39.60	33° 48' 00"	90.085	90.085
Z	R-29.1	89.60	213° 30' 00"	90.016	90.016
AA	R-19.2	17.60	282° 30' 00"	86.241	86.241
AB	R-30.1	32.40	100° 12' 00"	84.516	84.516
AC	R-30.1	54.40	69° 24' 00"	84.516	84.516
AD	R-31.1	28.00	304° 48' 00"	83.376	83.376
AE	R-32.1	22.10	119° 00' 00"	83.036	83.036
AF	R-32.1	21.30	285° 00' 00"	83.036	83.036
AG	R-33.1	26.00	110° 18' 00"	82.465	82.465
AH	R-33.1	27.20	287° 30' 00"	82.465	82.465
AI	R-34.1	33.80	104° 18' 00"	81.809	81.809
AJ	R-34.1	52.00	102° 16' 00"	81.540	81.540
AK	R-35.1	6.90	298° 12' 00"	81.240	81.240
AL	R-36.1	12.50	110° 54' 00"	81.100	81.100


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FAULTAD DE INGENIERIA
 MUNICIPALIDAD DE SALCAJA, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO BARRIO CASABLANCA
 CONTENIDO: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

DISENO:	LESTHER POZ
CALCULO:	LESTHER POZ
DIBUJO:	LESTHER POZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA HOJA: 1 / 8

ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA
 AGESOR DE EPS



Índice			
Ramal	De	A	Hoja
R-1	E-0	R-35.1	3
R-2	R-A.1	R-7.1	4
R-3	R-29.1	E-19	5

- Simbología**
- E = Estación No.
 - R = Radiación No.
 - PV = Pozo de visita
 - = Dirección de caudal
 - = Vivienda

Planta Conjunto

Escala 1/1250

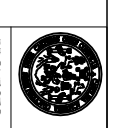


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FAULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO BARRIO CASABLANCA
 CONTENIDO: PLANTA COMLINTO

DISEÑO:	LESTHER POZ
CÁLULO:	LESTHER POZ
DIBUJO:	LESTHER POZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA HOJA: 2 / 8

ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA
 ASESOR DE EPS



PROYECTO: DRENAJE SANITARIO BARRIO CASABLANCA
 CONTENIDO: PLANTA-PERFIL RAMAL 1

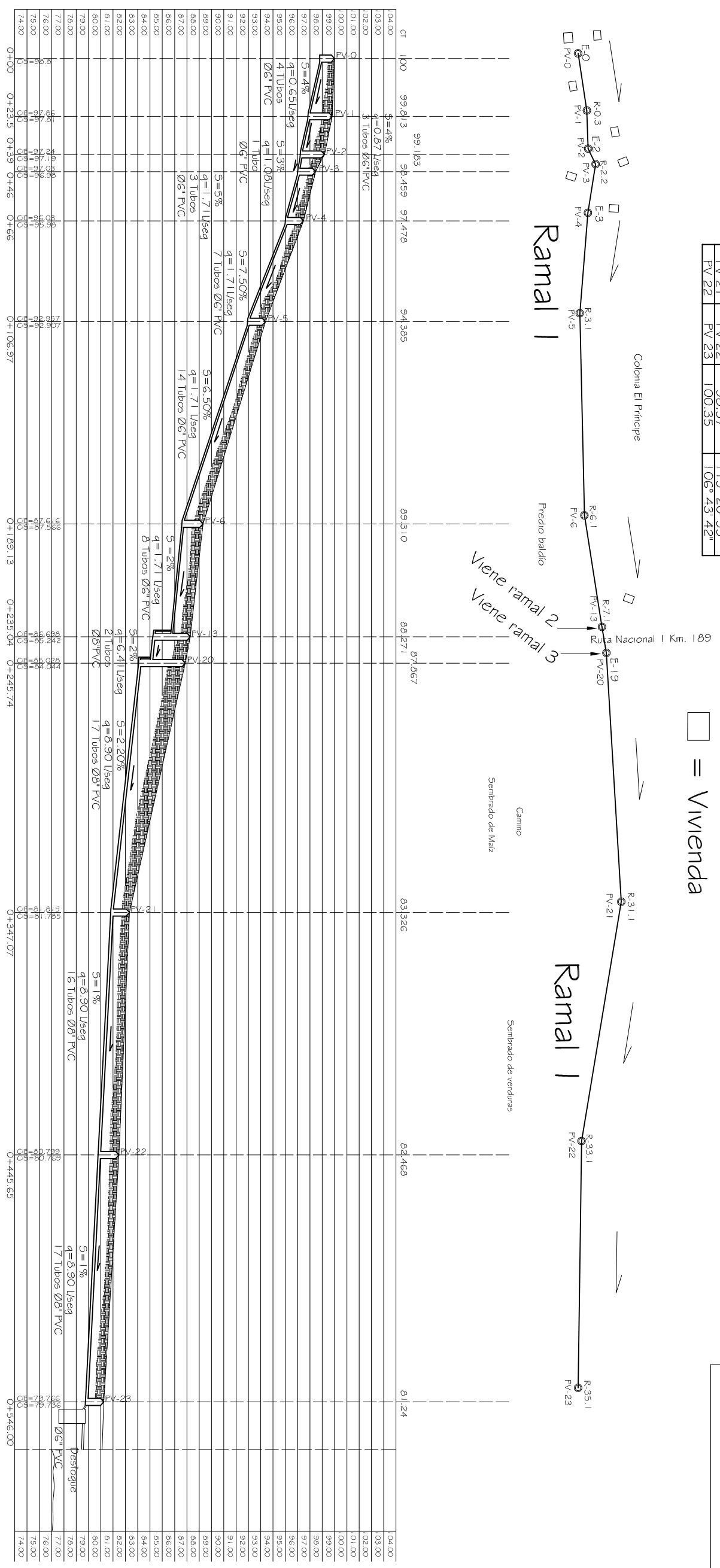
DISEÑO:	LESTHER FOZ
CALCULO:	LESTHER FOZ
DIBUJO:	LESTHER FOZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA HOJA: 3 / 8

ING. ANGEL ROBERTO SANCHEZ GARCIA
 ASESOR DE EPS

- Simbología**
- E = Estación No.
 - R = Radiación No.
 - ⊙ PV = Pozo de visita No.
 - = Dirección de caudal
 - = Vivienda



Estación	P. O.	Distancia (m)	Azimuth
PV.0	PV.1	23.50	97° 12' 00"
PV.1	PV.2	15.50	104° 00' 00"
PV.2	PV.3	7.00	80° 18' 00"
PV.3	PV.4	20.00	114° 54' 00"
PV.4	PV.5	40.97	110° 30' 50"
PV.5	PV.6	82.16	104° 37' 00"
PV.6	PV.13	45.90	96° 59' 37"
PV.13	PV.20	10.70	96° 12' 00"
PV.20	PV.21	101.33	102° 29' 42"
PV.21	PV.22	98.57	115° 20' 55"
PV.22	PV.23	100.35	106° 43' 42"



Pozo	Altura (m)
0	1.20
1	2.00
2	1.99
3	1.48
4	1.50
5	1.48
6	1.74
13	3.03
20	3.82
21	1.54
22	1.70
23	1.50

Planta perfil ramal 1 De PV 0 a PV 23

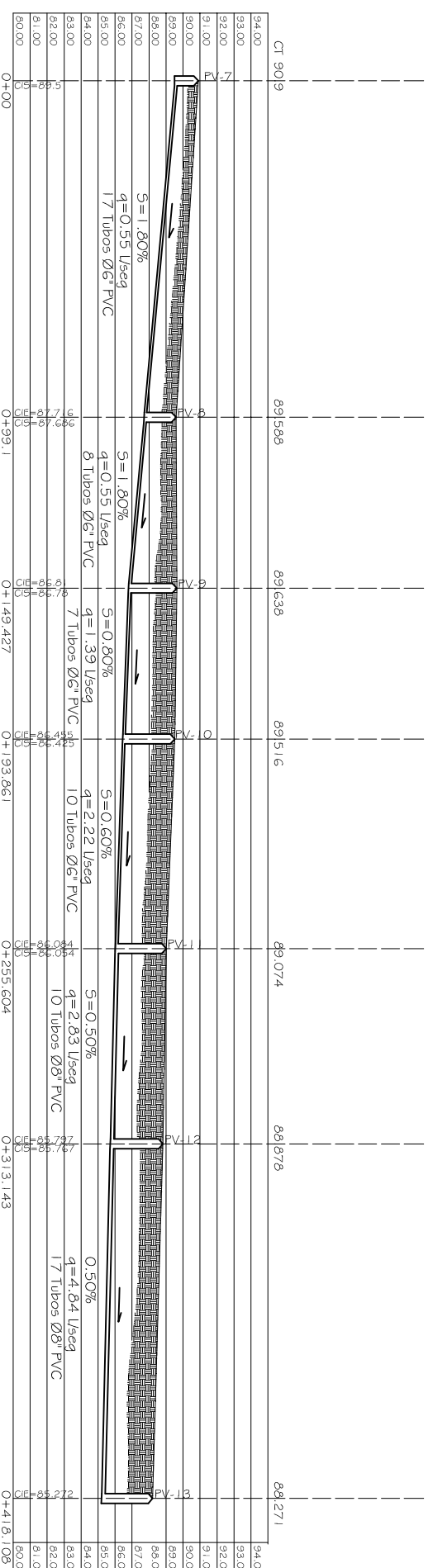
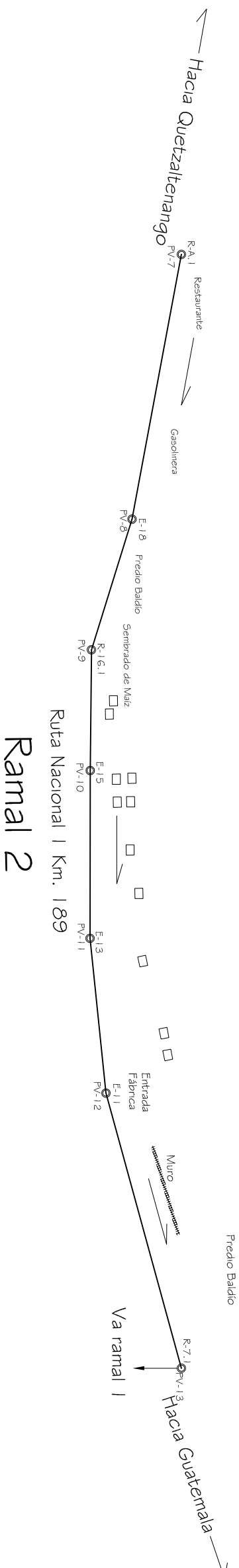
Escala horizontal 1/1000
 Escala vertical 1/200

- Simbología**
- CIE = Cota invert de entrada
 - CIS = Cota invert de salida
 - CT = Cota de terreno
 - ⊙ PV = Pozo de visita
 - PVC = Tubería de PVC
 - S = Pendiente de tubería
 - q = Caudal en litros por segundo
 - = Dirección de caudal

Estación	P. O.	Distancia (m)	Azimuth
PV 7	PV 8	99.07	31° 11' 27"
PV 8	PV 9	50.32	37° 52' 42"
PV 9	PV 10	44.43	21° 13' 32"
PV 10	PV 11	61.74	20° 42' 37"
PV 11	PV 12	57.23	14° 46' 46"
PV 12	PV 13	104.96	5° 20' 19"



- Simbología**
- E = Estación No.
 - R = Radiación No.
 - ⊙ PV = Pozo de visita No.
 - = Dirección de caudal
 - = Vivienda



Simbología

- CIE = Cota invert de entrada
- CIS = Cota invert de salida
- CT = Cota de terreno
- PV = Pozo de visita
- PVC = Tubería de PVC
- S = Pendiente de tubería
- q = Caudal en litros por segundo
- = Dirección de caudal

Planta perfil ramal 2 De PV 7 a PV 13

Escala horizontal 1/1000
Escala vertical 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MUNICIPALIDAD DE SALCAJÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO BARRIO CASABLANCA
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL RAMAL 2

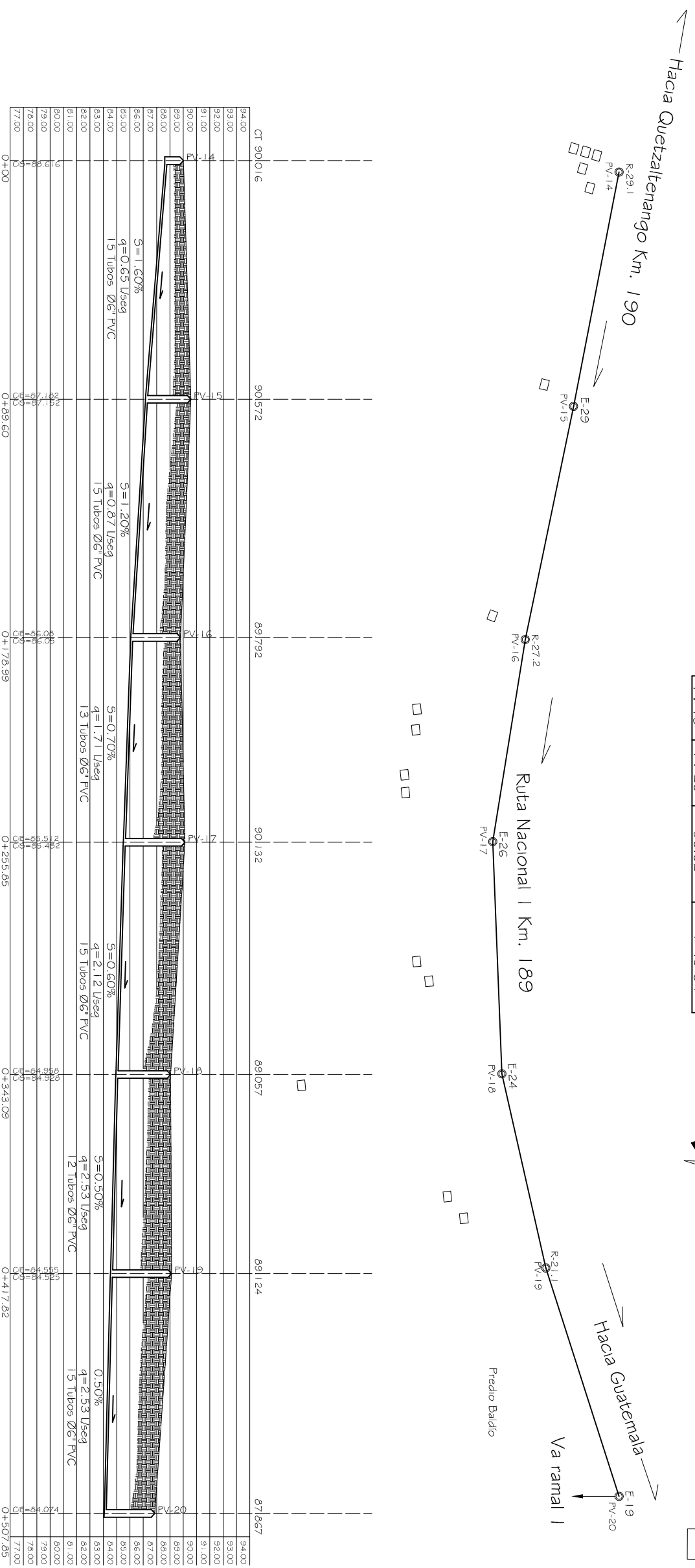
DISÑO:	LESTER POZ
CALCULO:	LESTER POZ
DIBUJO:	LESTER POZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA
HOLA:	4 / 8

ING. ANGELO ROBERTO SIG. GARCIA
ABSOROR DE EPS

Estación	P. O.	Distancia (m)	Azimuth
PV 14	PV 15	89.60	33° 27' 28"
PV 15	PV 16	89.39	34° 10' 24"
PV 16	PV 17	76.86	31° 36' 01"
PV 17	PV 18	87.23	20° 12' 33"
PV 18	PV 19	74.72	9° 42' 03"
PV 19	PV 20	90.02	4° 40' 54"



Simbología
 E = Estación No.
 R = Radiación No.
 PV = Pozo de visita No.
 → = Dirección de caudal
 □ = Vivienda




Pozo	Altura (m)
14	1.40
15	3.42
16	3.74
17	4.65
18	4.13
19	4.60
20	3.82

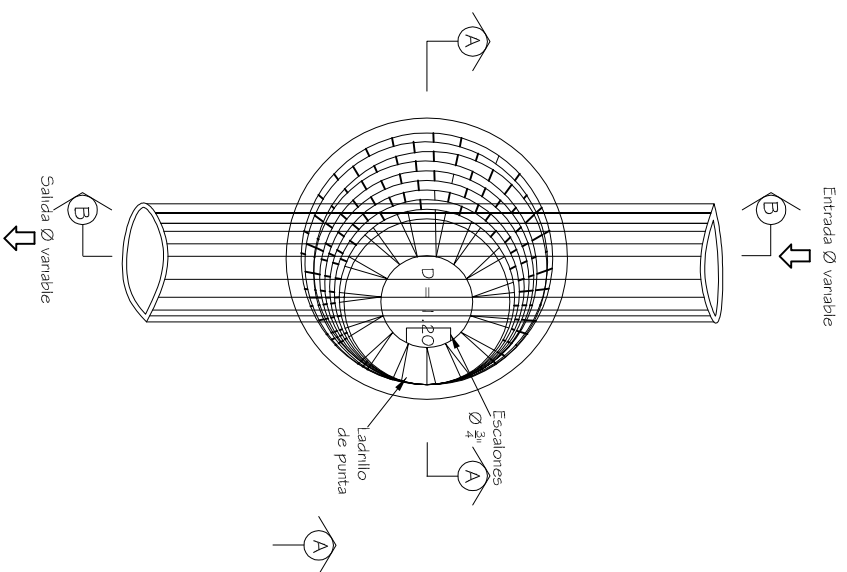
Planta perfil ramal 3 De PV 14 a PV 20

Escala horizontal 1/1000
 Escala Vertical 1/200

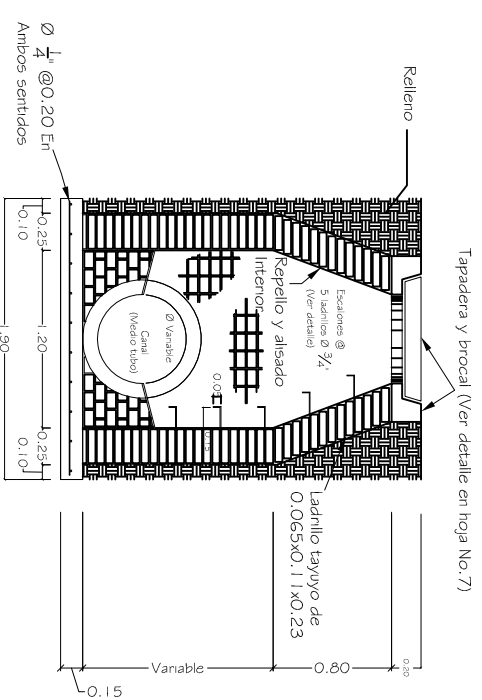
Simbología
 CIE = Cota invert de entrada
 CIS = Cota invert de salida
 CT = Cota de terreno
 □PV = Pozo de visita
 PVC = Tubería de PVC
 S = Pendiente de tubería
 q = Caudal en litros por segundo
 → = Dirección de caudal

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO BARRIO CASABLANCA	
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL RAMAL 3	
DISEÑO:	LESTHER FOZ
CALCULO:	LESTHER FOZ
DIBUJO:	LESTHER FOZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA HOJA: 5 / 8

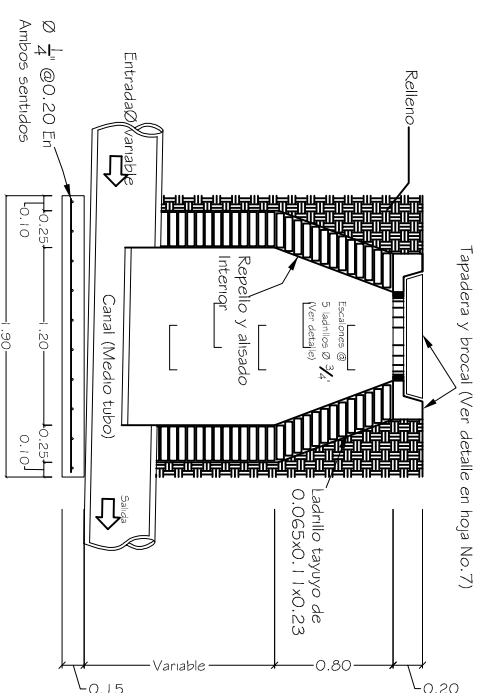
Pozos de visita



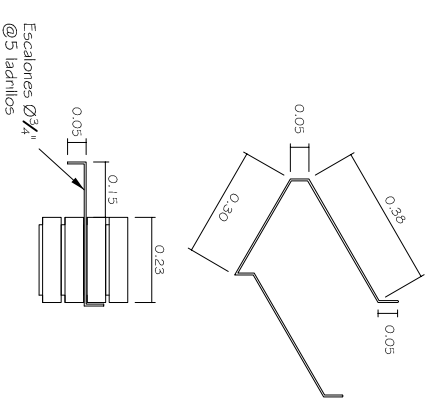
Planta Escala 1/25



Sección A-A.
Escala 1/25

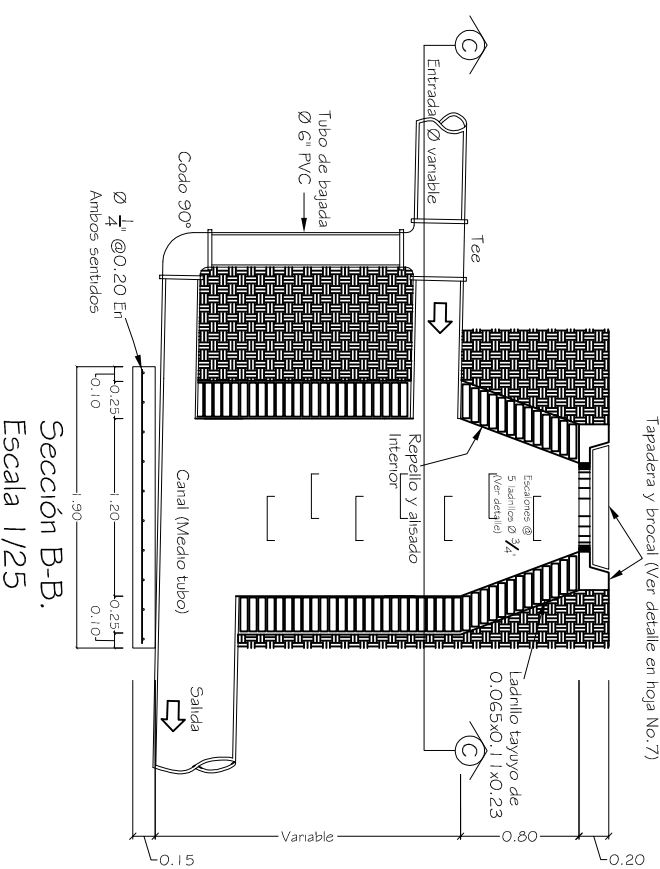


Sección B-B.
Escala 1/25

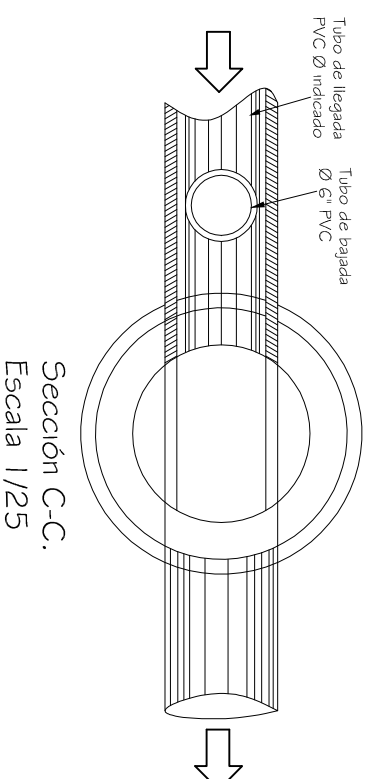


Detalle de escalón
Escala 1/10

Detalle de pozo con caída
mayor de 0.70 m.



Sección B-B.
Escala 1/25



Sección C-C.
Escala 1/25

Especificaciones técnicas
El levantado de los pozos debe hacerse con ladrillo tayuyo de 6.5x11x23cm colocado de punta.
La proporción del mortero para pegar los ladrillos y la proporción del repello de los pozos debe ser 1:3.
La proporción del concreto a utilizar para la fundición del brocal y la tapadera debe ser 1:2:3.
Utilizar arena de río y pedrín azul triturado de 1" a 3/4".
La resistencia del concreto debe ser de 210 kg/cm².
El acero a utilizar en la tapadera y brocal de los pozos debe ser hierro legítimo grado 40.
La tubería a utilizar para los disipadores de energía debe ser de PVC Ø6", las conexiones domiciliarias deben ser de tubería PVC Ø4".
Las cajas de registro o candelas deben ser de concreto de Ø12".



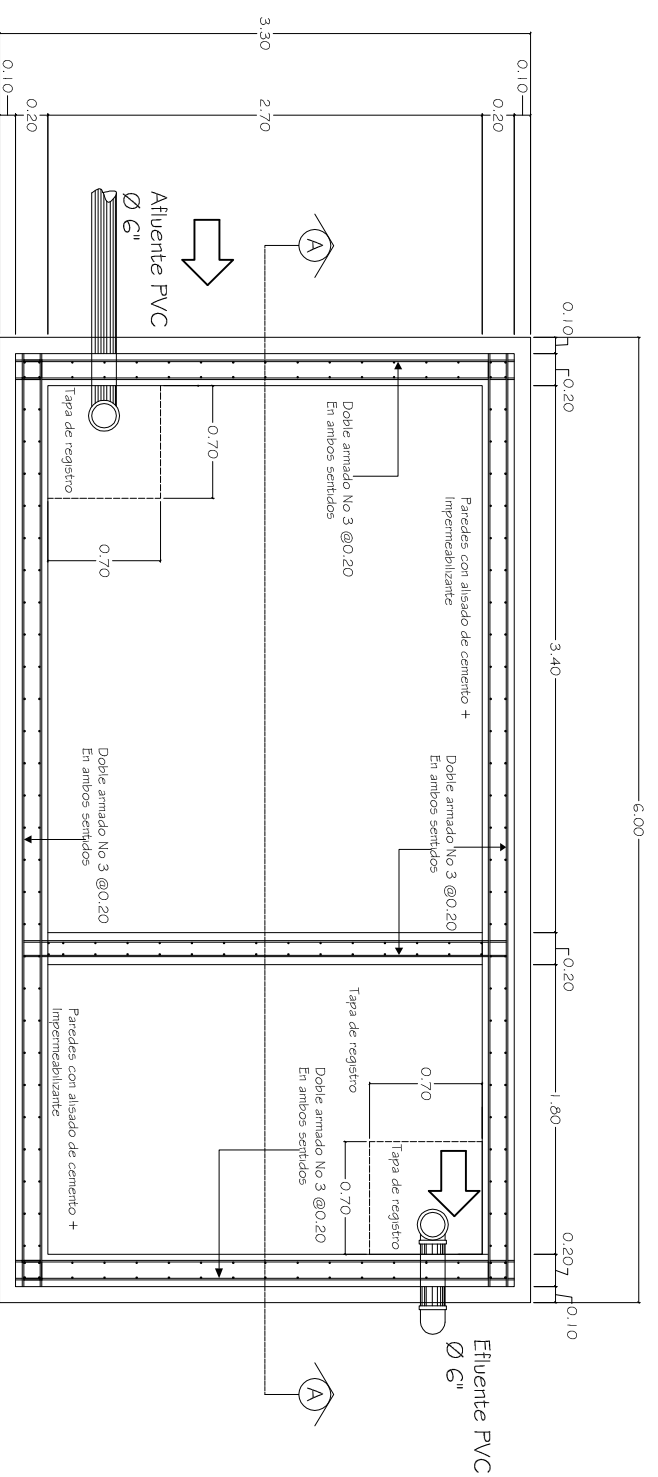
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO BARRIO CASABLANCA
CONTENIDO: POZOS DE VISITA

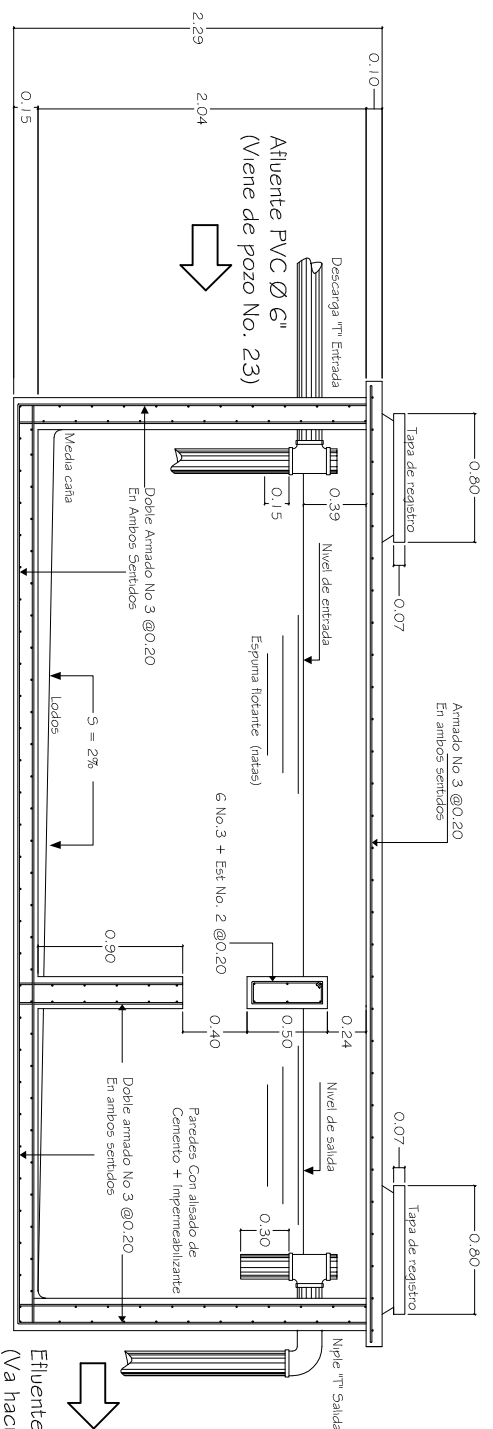
DISEÑO:	LESTHER POZ
CALCULO:	LESTHER POZ
DIBUJO:	LESTHER POZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA HOJA: 6 / 8

ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA
ASESOR DE EPS

Detalle de armado de la fosa séptica



Planta de fosa séptica
Escala 1/25



Sección A-A de fosa séptica
Escala 1/25

Especificaciones técnicas

La fosa séptica se debe construir con materiales no susceptibles a la corrosión o deterioro y con las especificaciones de concreto y acero válidas para los pozos de visita.

Mantenimiento:

Es recomendable no verter aguas de lluvia a las residuales, se deben evitar el uso de químicos para la limpieza de la fosa y el vertimiento de aceites. Se debe inspeccionar por lo menos unas dos veces por año, dicha inspección se debe limitar a medir los lodos y la nata en el deflector de salida.

La limpieza debe efectuarse mediante bombeo a vehículos sistema y no debe lavarse ni desinfectarse después de desocupada, ya que la pequeña cantidad de lodos que queda debe dejarse para propósitos de inoculación y reactivación del proceso de digestión.

Advertencia:

Al abrir el registro de la fosa séptica para hacer la limpieza o inspección, se debe tener cuidado de esperar un rato hasta tener la seguridad que el tanque se ha ventilado adecuadamente, pues los gases que se acumulan pueden causar explosiones o asfixias. Nunca se usen cerillos o antorchas para inspeccionar una fosa séptica.

Efluente PVC Ø6"
(Va hacia cabezal de descarga)



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO BARRIO CASABLANCA

CONTENIDO: DETALLES DE FOSA SÉPTICA

DISEÑO:	LESTHER FOZ
CALCULO:	LESTHER FOZ
DIBUJO:	LESTHER FOZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA HOJA: 8 / 8

ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA
 ASESOR DE EPS

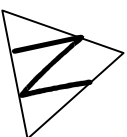
A

4ta. Avenida zona I

B

C

Contrucciones vecinas



1 ra. Calle zona I

D

E

3ra. Avenida zona I

F

Levantamiento topográfico

Escala 1/100

Estación	P. O.	Distancia (m)	Azimuth
A	B	24.15	191 13 0
B	C	5.25	146 13 0
C	D	47.50	101 13 0
D	E	5.25	56 13 0
E	F	22.55	11 13 0
F	A	54.95	282 53 0

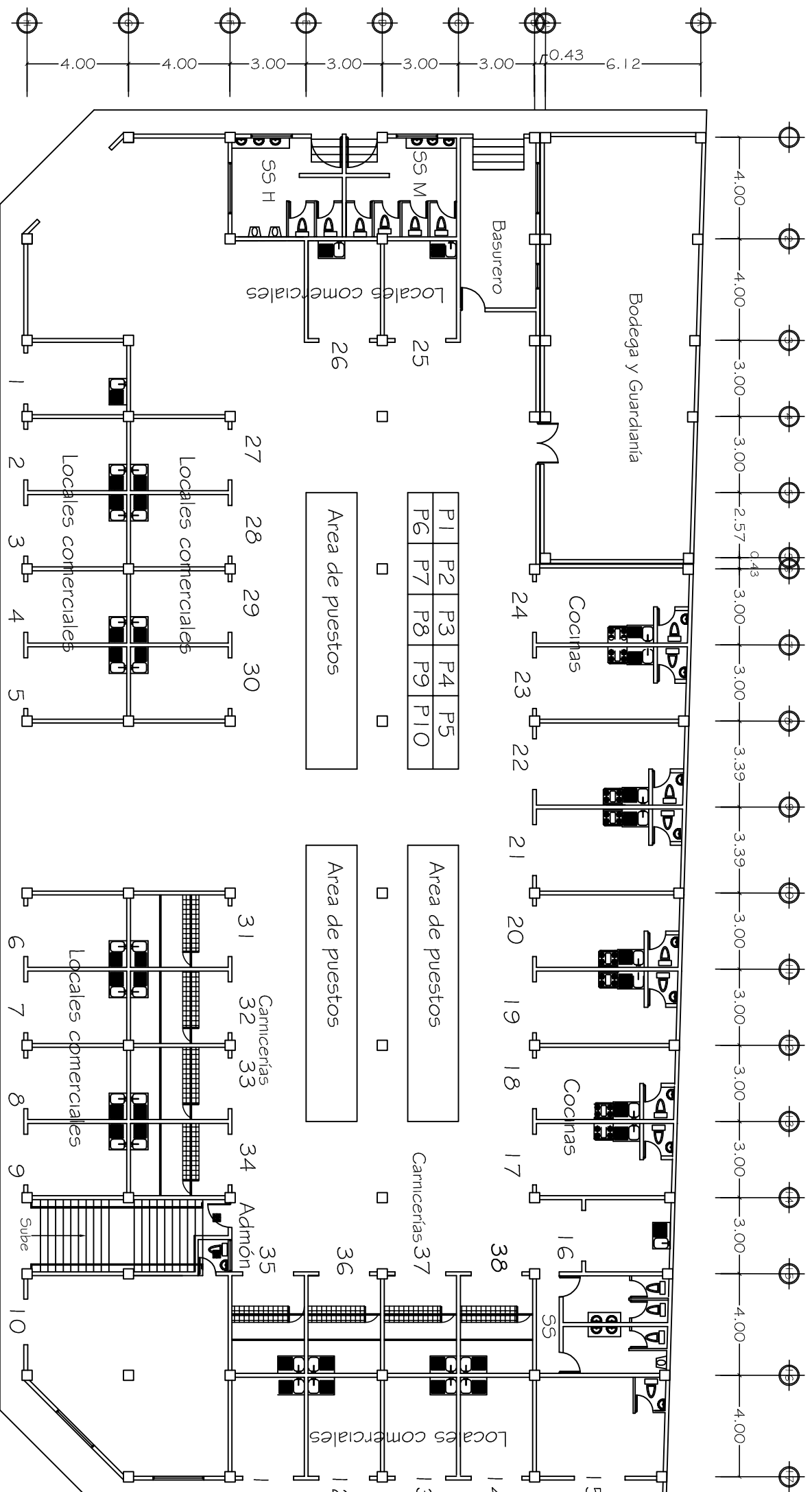


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA I
 CONTENIDO: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

DISENO: LESTHER FOZ
 CALCULO: LESTHER FOZ
 DIBUJO: LESTHER FOZ
 INGENIERO ASesor DE EPS

FECHA: FEBRERO DE 2.007.
 ESCALA: INDICADA HOJA: 1 / 26



Planta arquitectónica, primer nivel
Escala 1/100

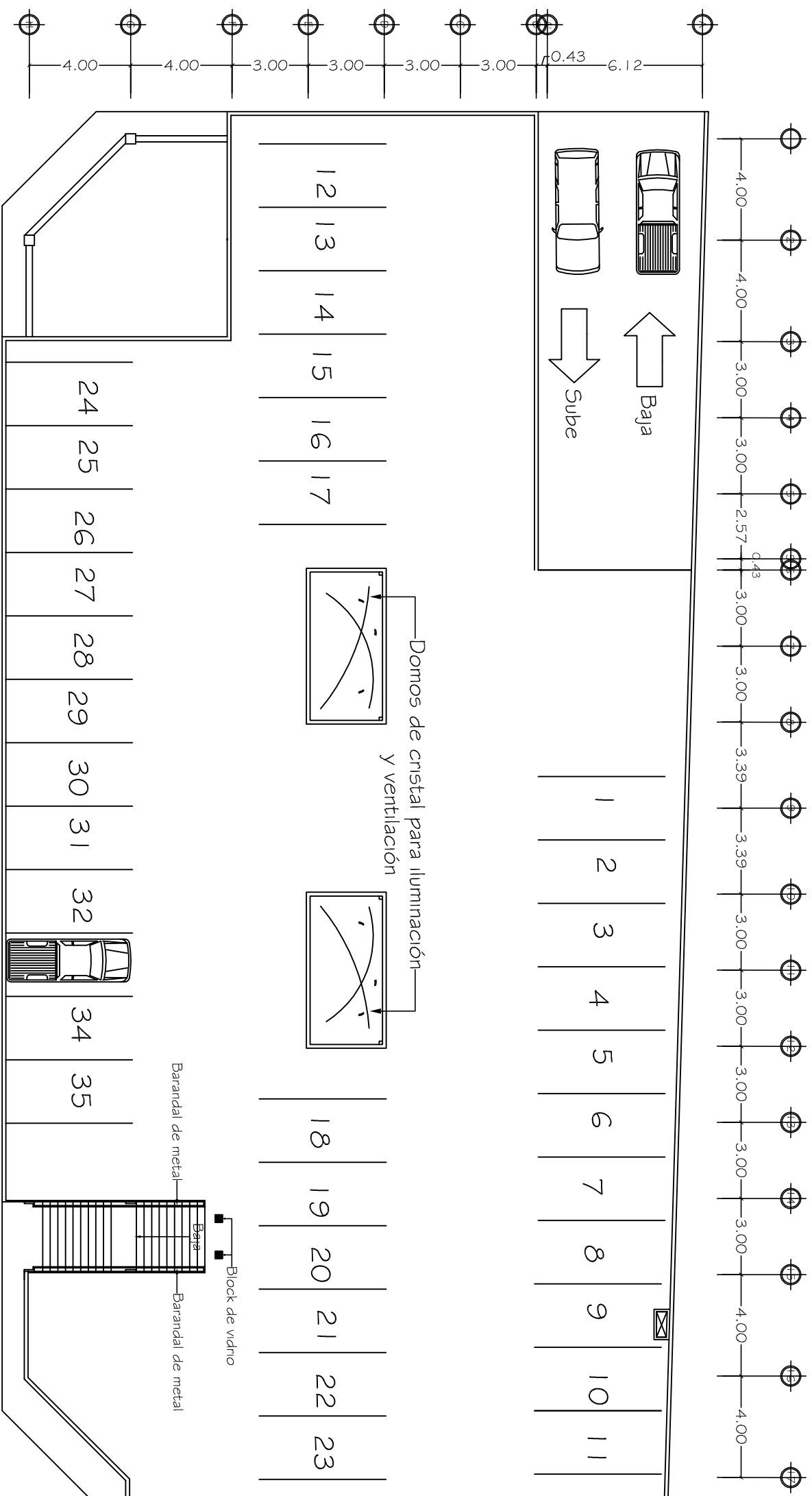


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA 1
 CONTENIDO: PLANTA ARQUITECTÓNICA DE PRIMER NIVEL

DISEÑO:	LESTHER FOZ
CALCULO:	LESTHER FOZ
DIBUJO:	LESTHER FOZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA HOJA: 2 / 26

ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA
 ASESOR DE EPS



Planta arquitectónica, segundo nivel

Escala 1/100

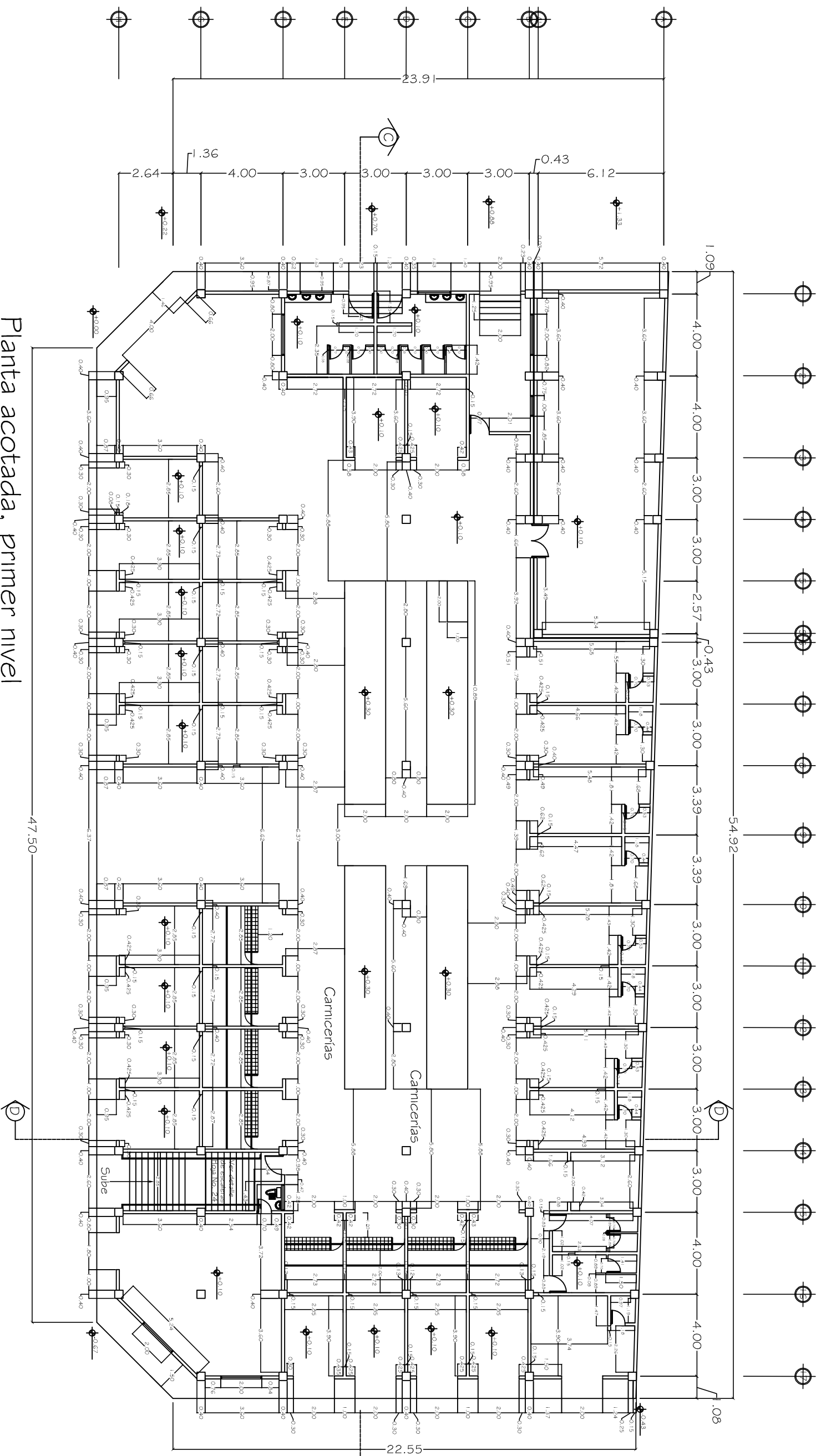


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA 1
 CONTENIDO: PLANTA ARQUITECTÓNICA DE SEGUNDO NIVEL

DISEÑO: LESTHER FOZ
 CALCULO: LESTHER FOZ
 DIBUJO: LESTHER FOZ
 FECHA: FEBRERO DE 2.007.
 ESCALA: INDICADA HOJA: 3 / 26

ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA
 ASESOR DE EPS



Planta acotada, primer nivel
Escala 1/100

Detalles de cortes
C-C y D-D
hoja No. 6

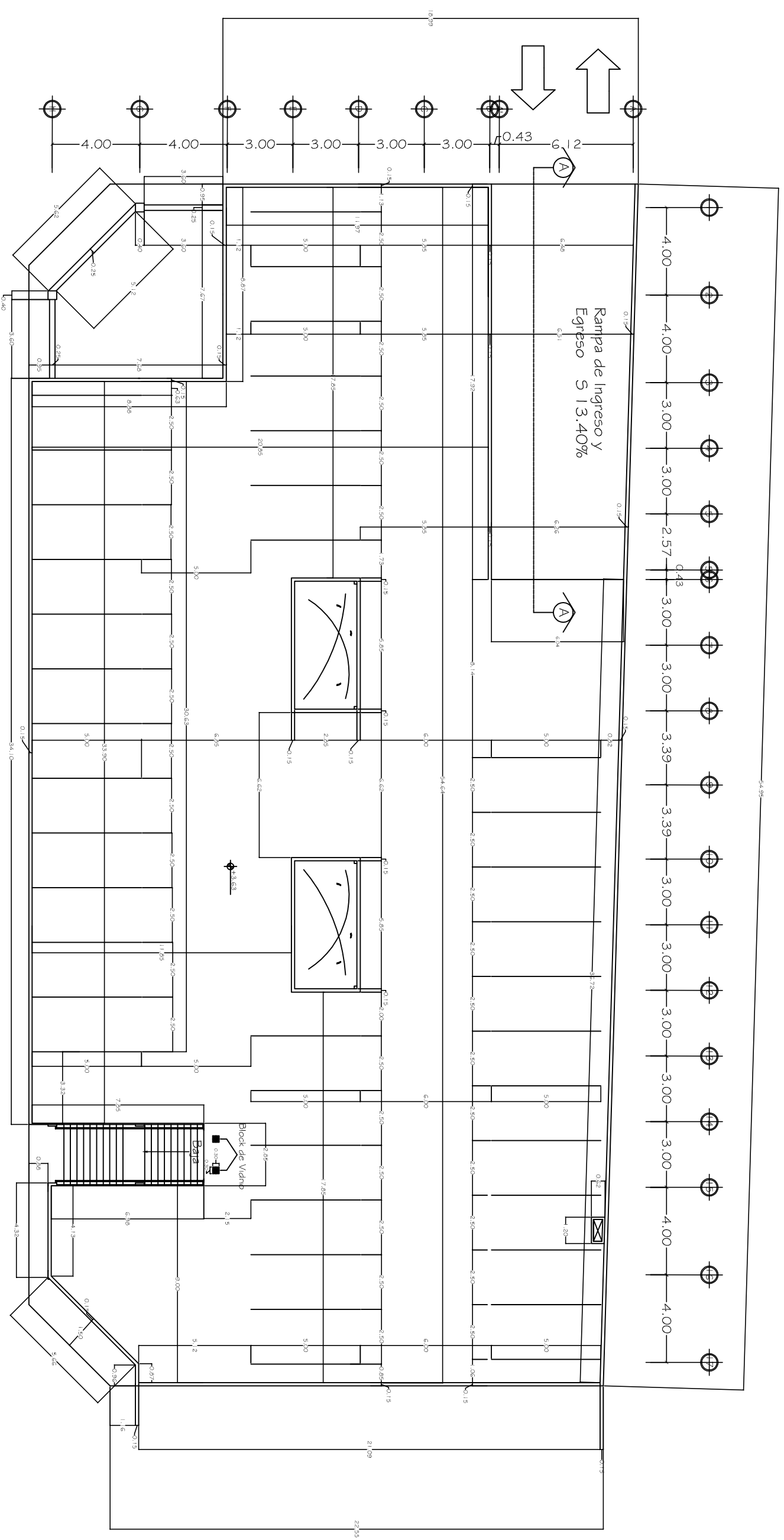


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

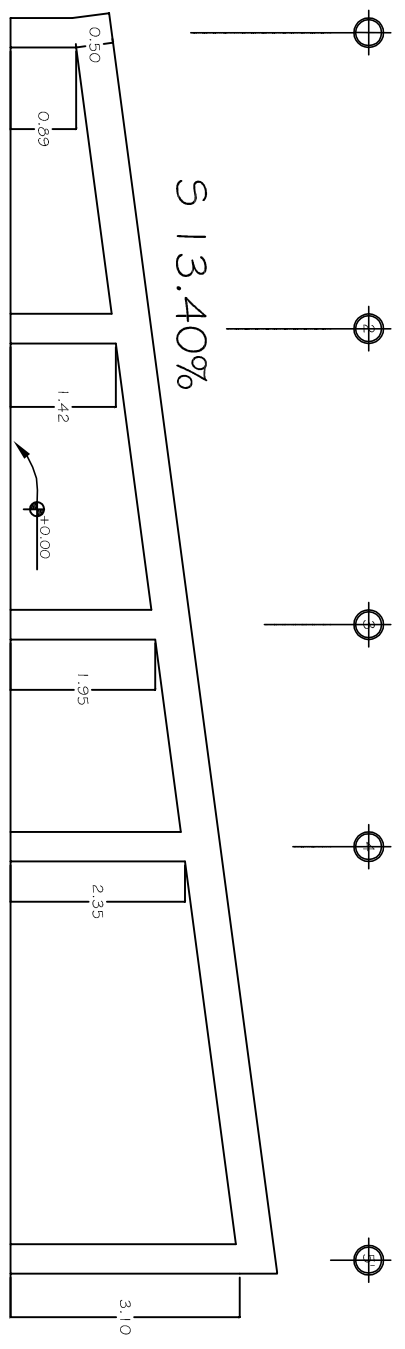
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA 1
CONTENIDO: PLANTA ACOTADA DE PRIMER NIVEL

DISEÑO:	LESTHER FOZ
CALCULO:	LESTHER FOZ
DIBUJO:	LESTHER FOZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA HOJA: 4 / 26

ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA
ASESOR DE EPS



Planta acotada, segundo nivel
Escala 1/100



Corte A-A Escala 1/50

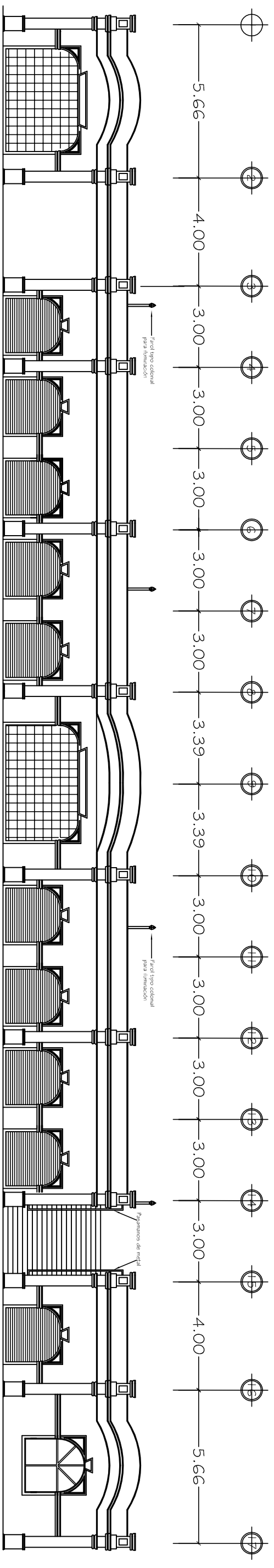


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

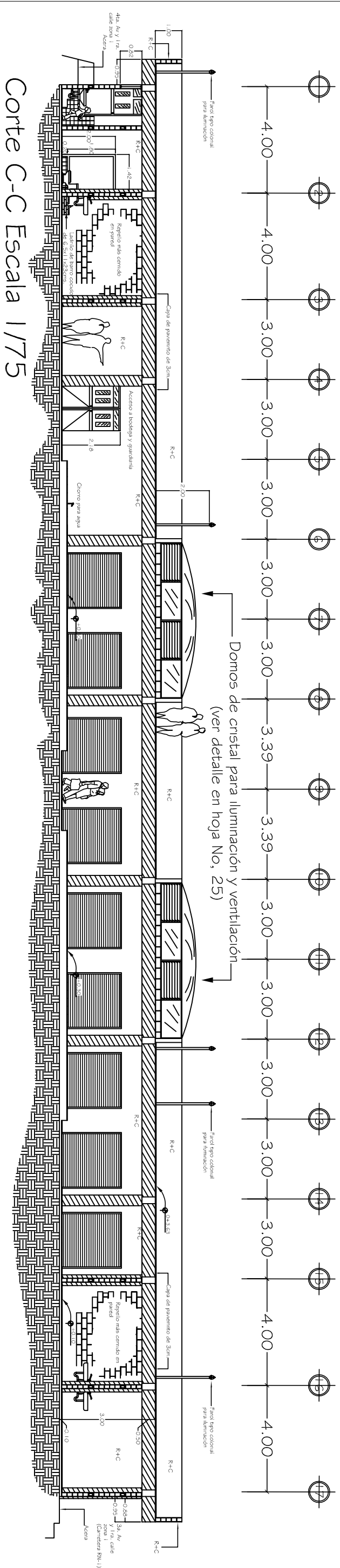
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA 1
 CONTENIDO: PLANTA ACOTADA DE SEGUNDO NIVEL

DISEÑO:	LESTHER POZ
CALCULO:	LESTHER POZ
DIBUJO:	LESTHER POZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA
	FOLIA 5 / 26

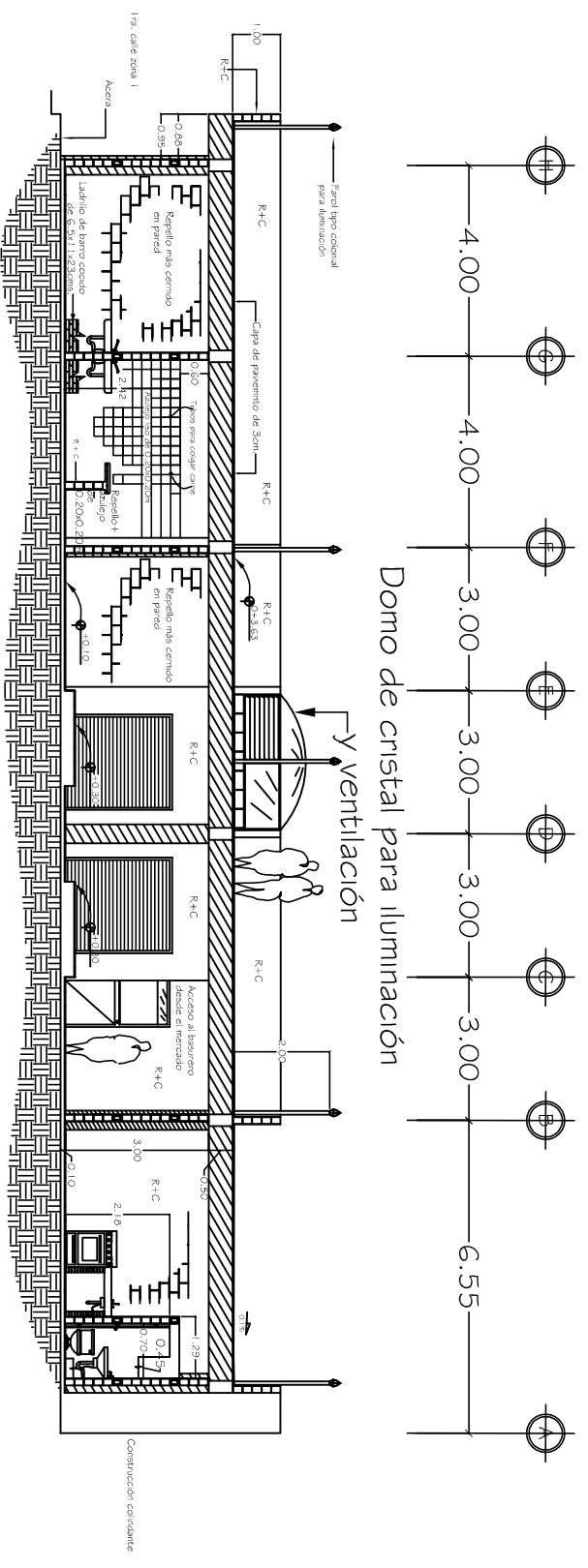
ING. ANGEL ROBERTO SANCHEZ GARCIA
 ASESOR DE EPS



Fachada Escala 1/75



Corte C-C Escala 1/75



Corte D-D Escala 1/75

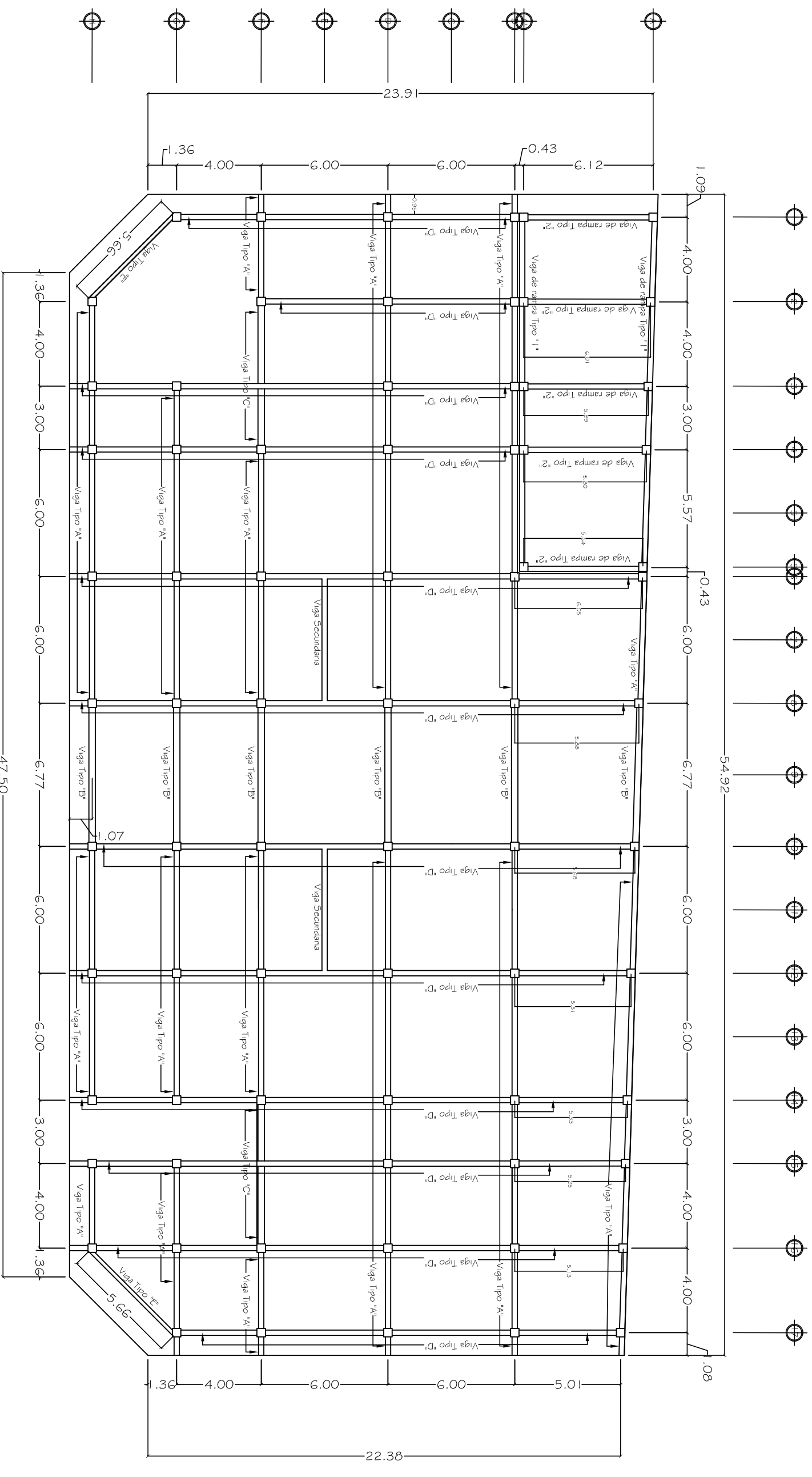


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA I
 CONTENIDO: FACHADA Y CORTES

DISEÑO:	LESTHER POZ
CALCULO:	LESTHER POZ
DIBUJO:	LESTHER POZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA HOJA: 6 / 26

ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA
 ASESOR DE EPS



Planta de distribución de vigas Escala 1/100



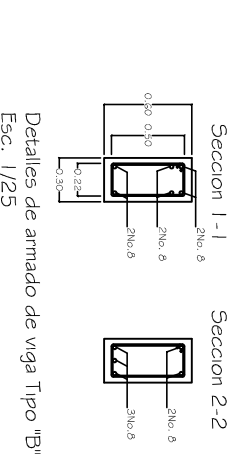
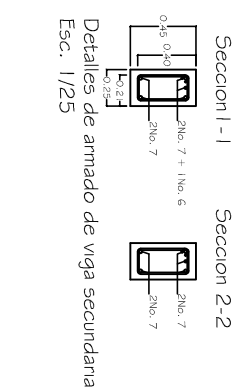
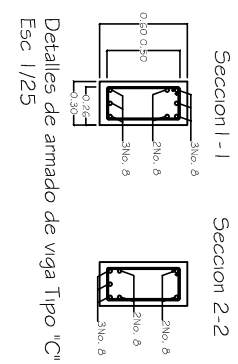
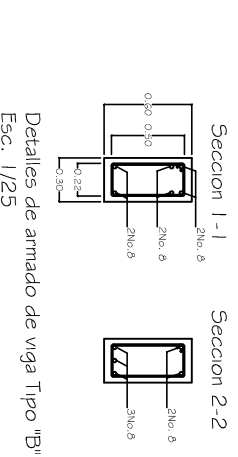
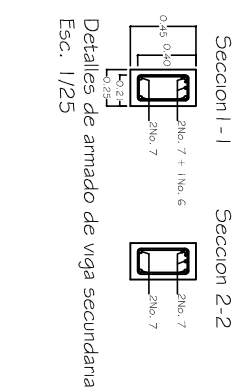
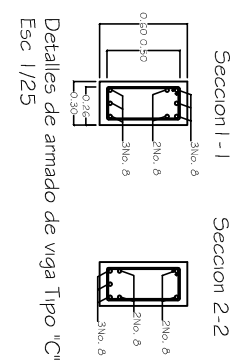
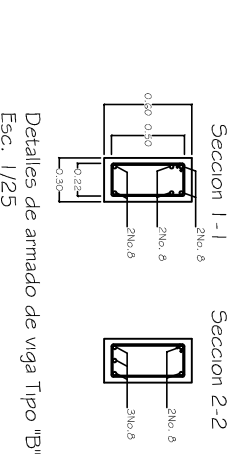
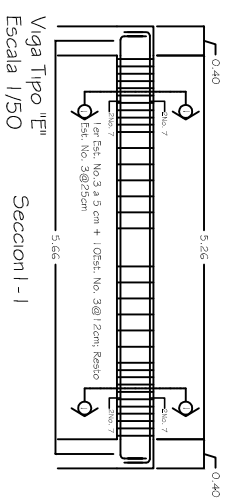
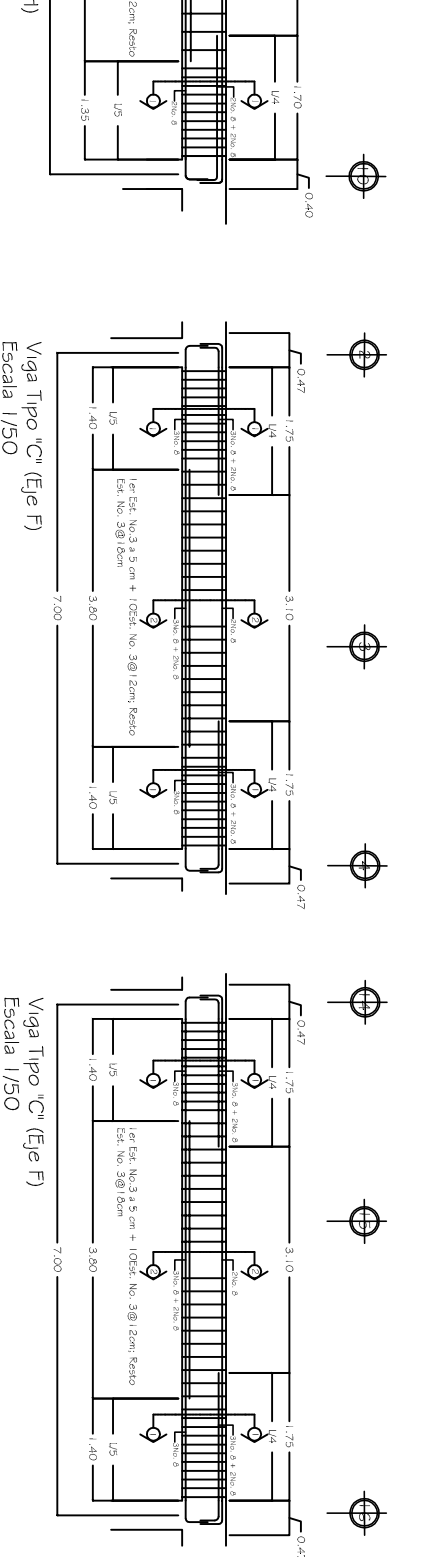
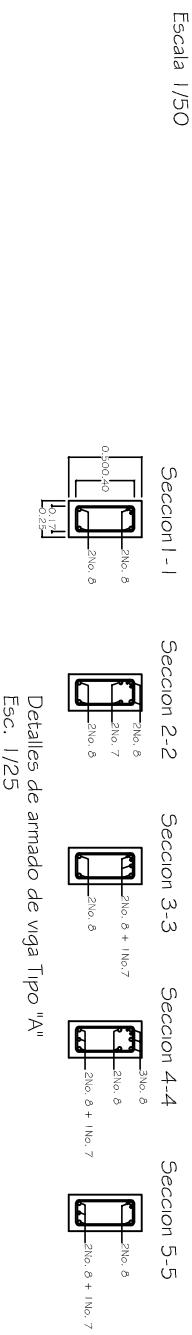
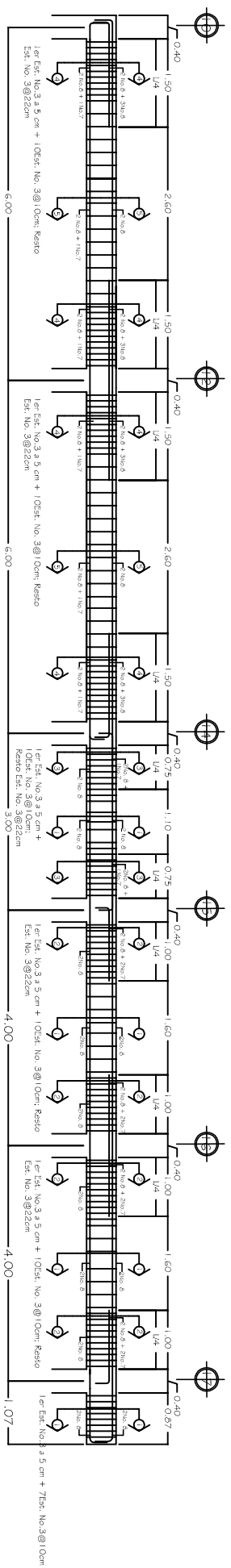
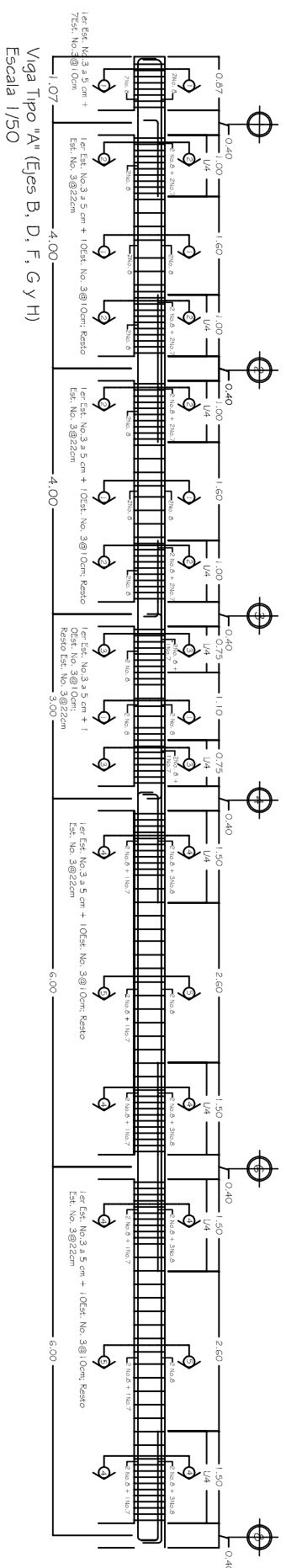
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO


PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA 1
 CONTENIDO: PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE VIGAS

DISEÑO:	LESTHER POZ
CALCULO:	LESTHER POZ
DIBUJO:	LESTHER POZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA HOJA: 7 / 26

ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA
 ASESOR DE EPS

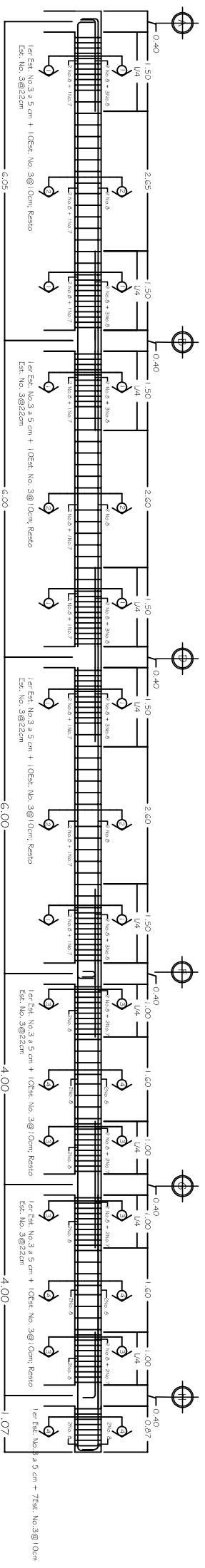
Armado de vigas en sentido x-x



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA 1	
CONTENIDO: DETALLES DE ARAMADO DE VIGAS EN SENTIDO X-X	
DISEÑO: LESTHER FOZ	CALCULO: LESTHER FOZ
DIBUJO: LESTHER FOZ	FECHA: FEBRERO DE 2.007.
ESCALA: INDICADA	HOJA: 8 / 26

Detalle de armado de viga de rampa Tipo "E"
Esc. 1/25

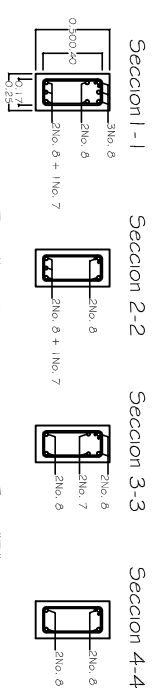
Armado de vigas en sentido y-y y armado de vigas de rampa



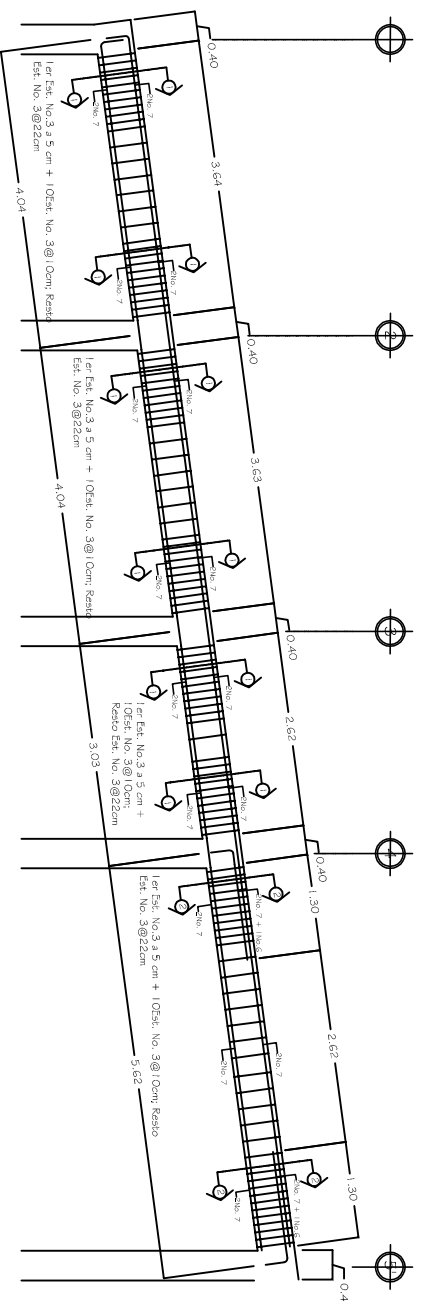
Viga Tipo "D" (Ejes 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16 y 17)
Escala 1/50

Nota: El tramo A-B de la viga tipo "D" tiene una luz variables según el número de eje, esto debido a la diagonal que limita el terreno en la construcción vecina; el armado de la viga es el mismo en todos ejes es el mismo, varía sólo la luz de la siguiente manera:

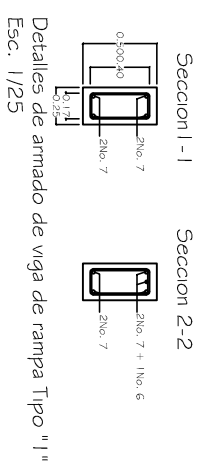
Eje	Luz (m)	Longitud de bastones (L/4) (m)
6	6.05	1.50
8	5.88	1.50
10	5.68	1.40
12	5.51	1.40
14	5.33	1.30
15	5.25	1.30
16	5.13	1.30
17	5.01	1.30



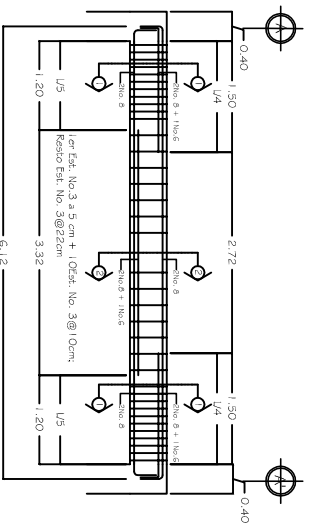
Detalles de armado de viga Tipo "D"
Esc. 1/25



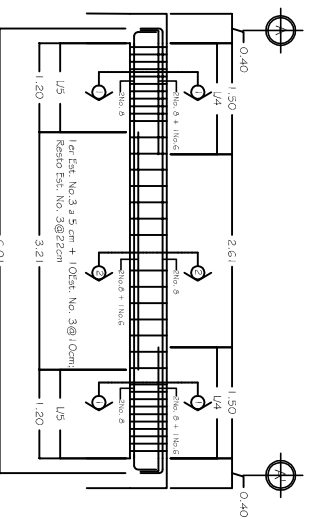
Viga de rampa Tipo "1" Ejes (A y A')
Escala 1/50



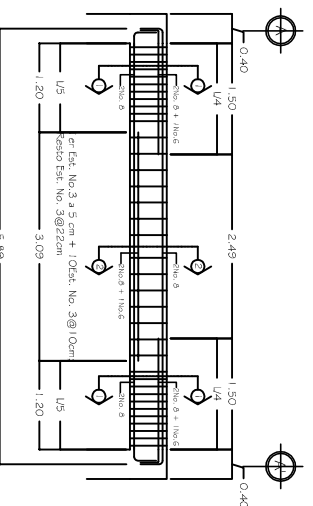
Detalles de armado de viga de rampa Tipo "1"
Esc. 1/25



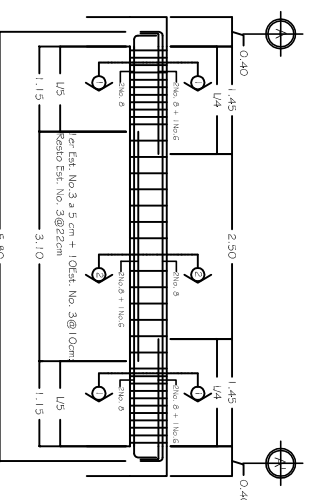
Viga de rampa Tipo "2" (Eje 1)
Escala 1/50



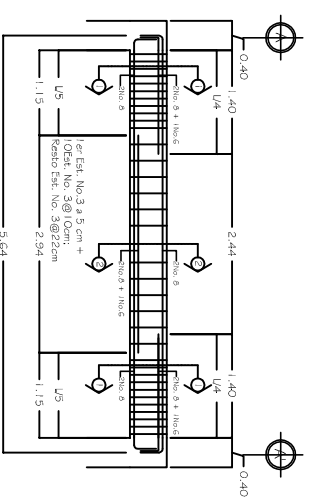
Viga de rampa Tipo "2" (Eje 2)
Escala 1/50



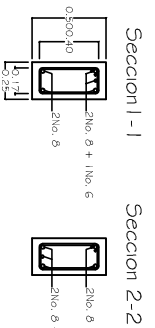
Viga de rampa Tipo "2" (Eje 3)
Escala 1/50



Viga de rampa Tipo "2" (Eje 4)
Escala 1/50



Viga de rampa Tipo "2" (Eje 5)
Escala 1/50



Detalles de armado de viga de rampa Tipo "2"
Esc. 1/25

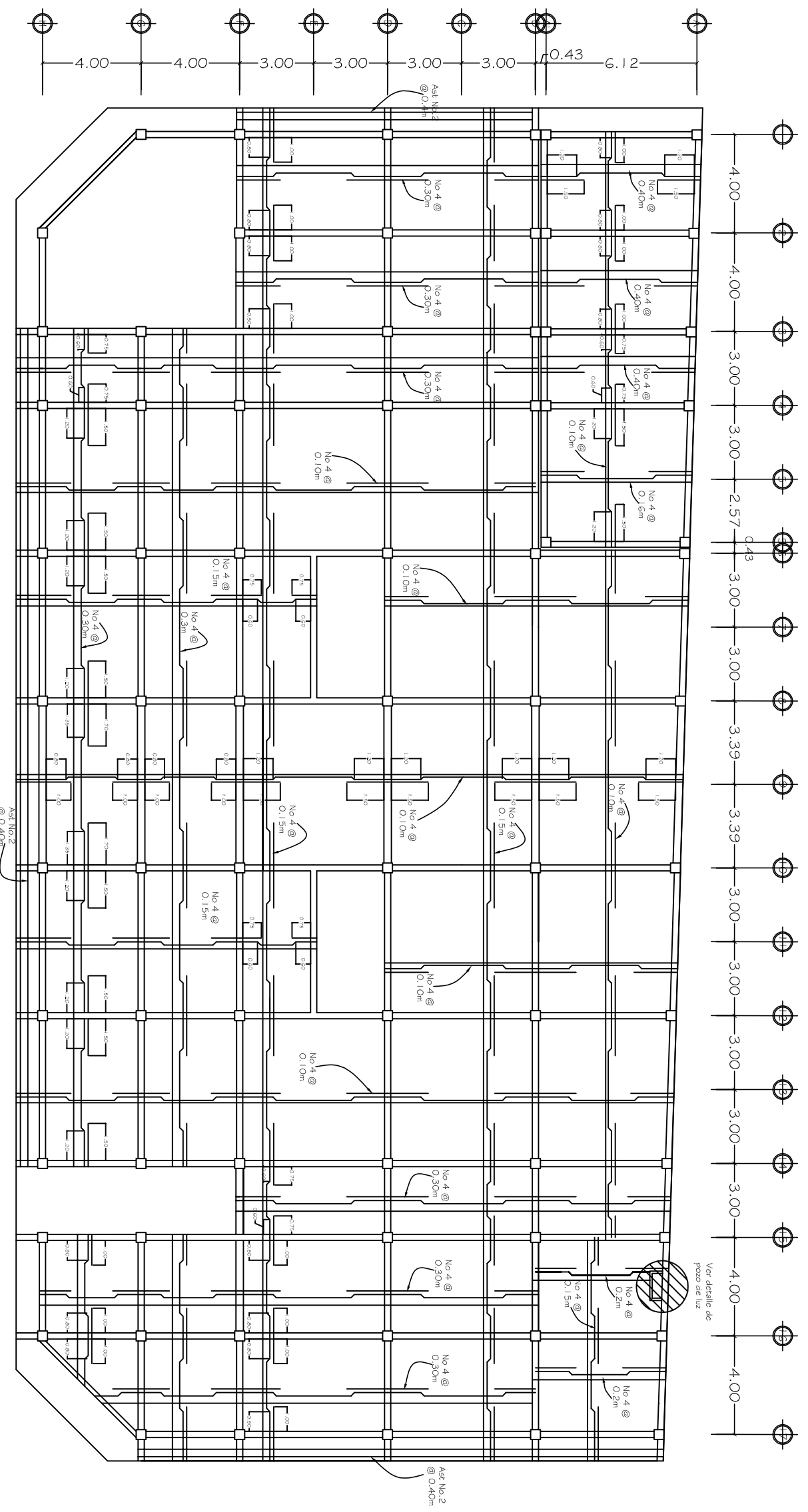


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA 1
CONTENIDO: DETALLES DE ARAMADO DE VIGAS EN SENTIDO Y-Y Y RAMPA

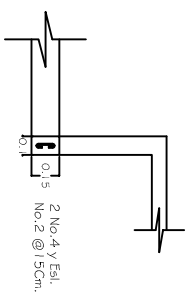
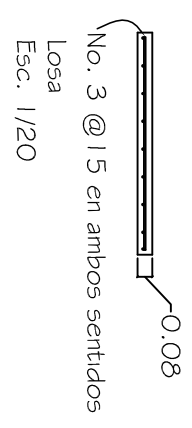
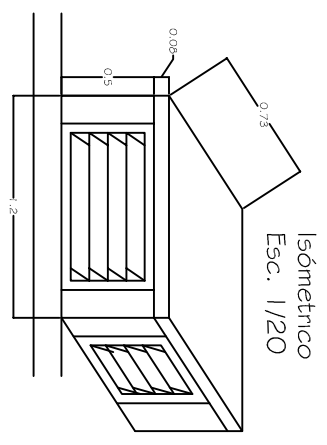
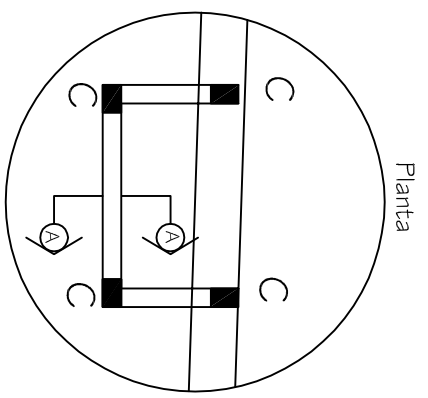
DISEÑO:	LESTHER FOZ
CALCULO:	LESTHER FOZ
DIBUJO:	LESTHER FOZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA HOJA: 9 / 26

ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA
ASESOR DE EPS



Planta de armado de losas
 Escala 1/100
 $t = 0.15m$

Detalle de pozo de luz

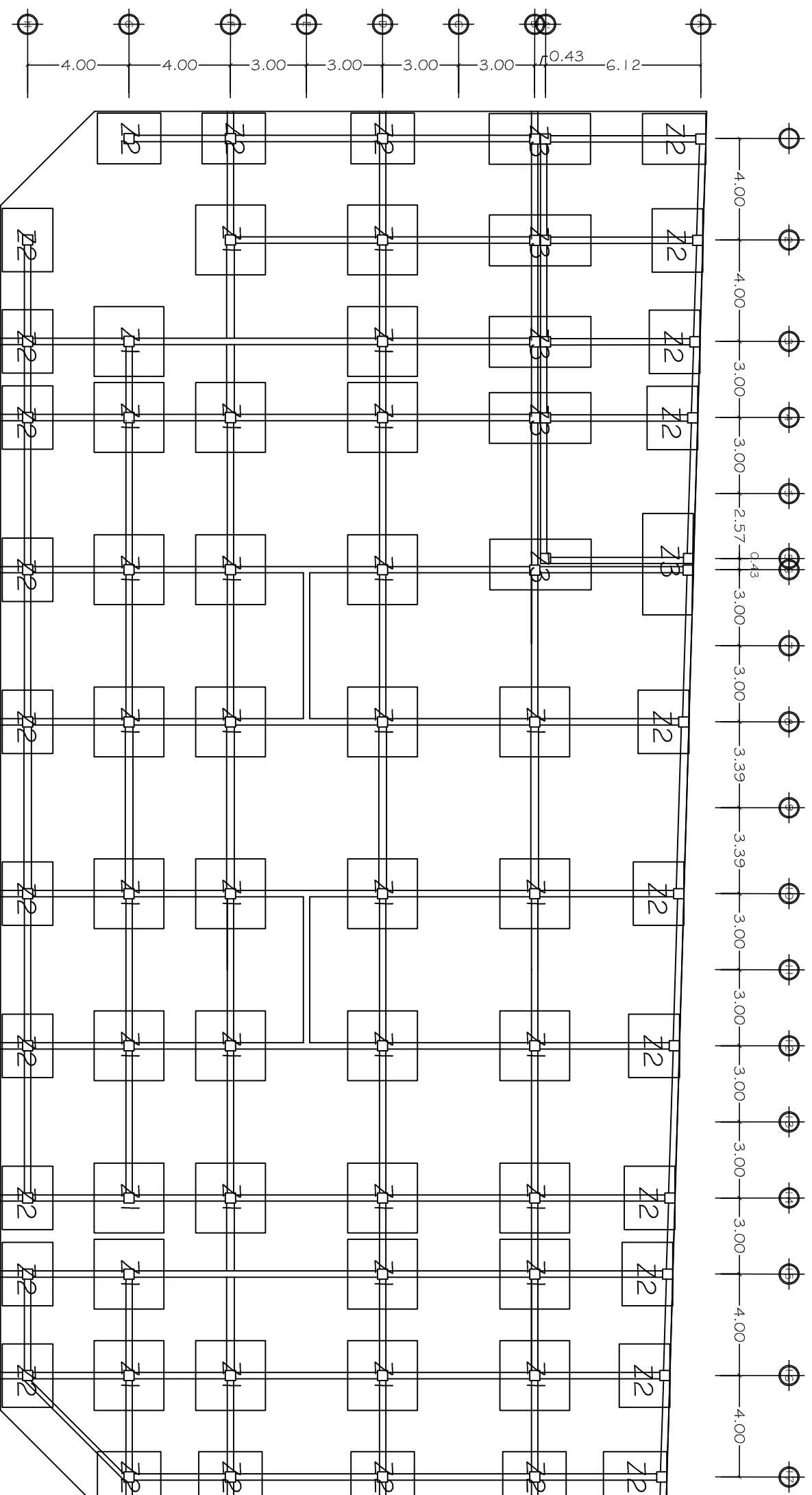


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA 1
 CONTENIDO: ARMADO DE LOSAS

DISEÑO:	LESTHER POZ
CALCULO:	LESTHER POZ
DIBUJO:	LESTHER POZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA HOJA: 11 / 26

ASESOR DE ETS
 ING. ANGEL ROBERTO SANCHEZ

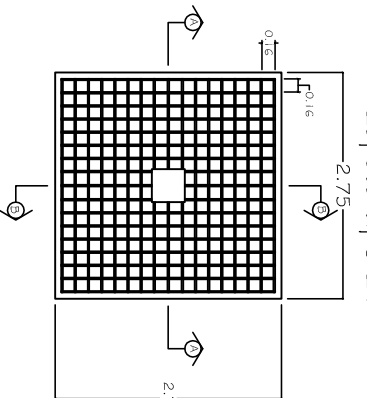


Planta de distribución de zapatas

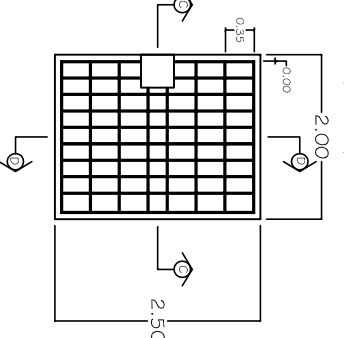
Escala 1/100

Detalles de armado de zapatas

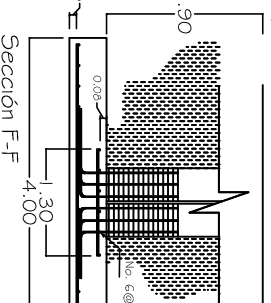
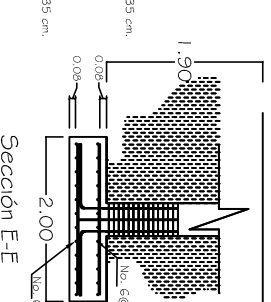
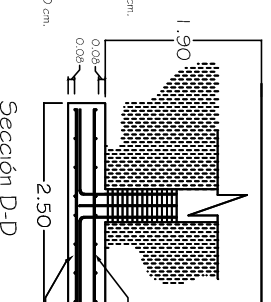
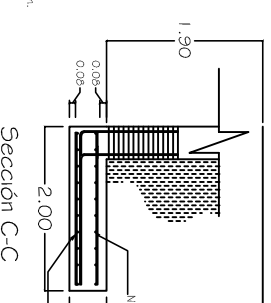
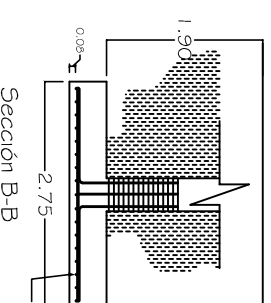
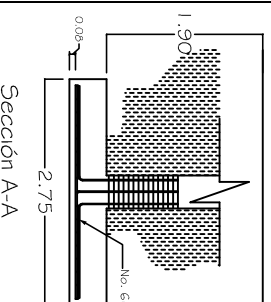
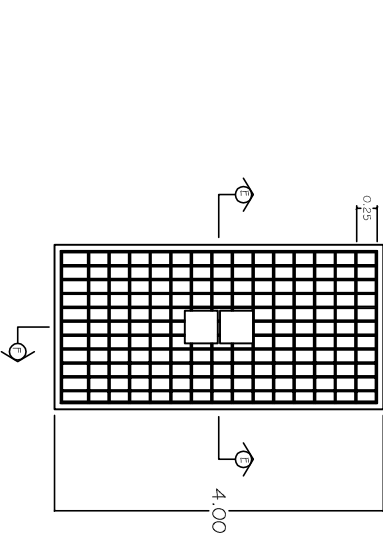
Zapata tipo Z1



Zapata tipo Z2



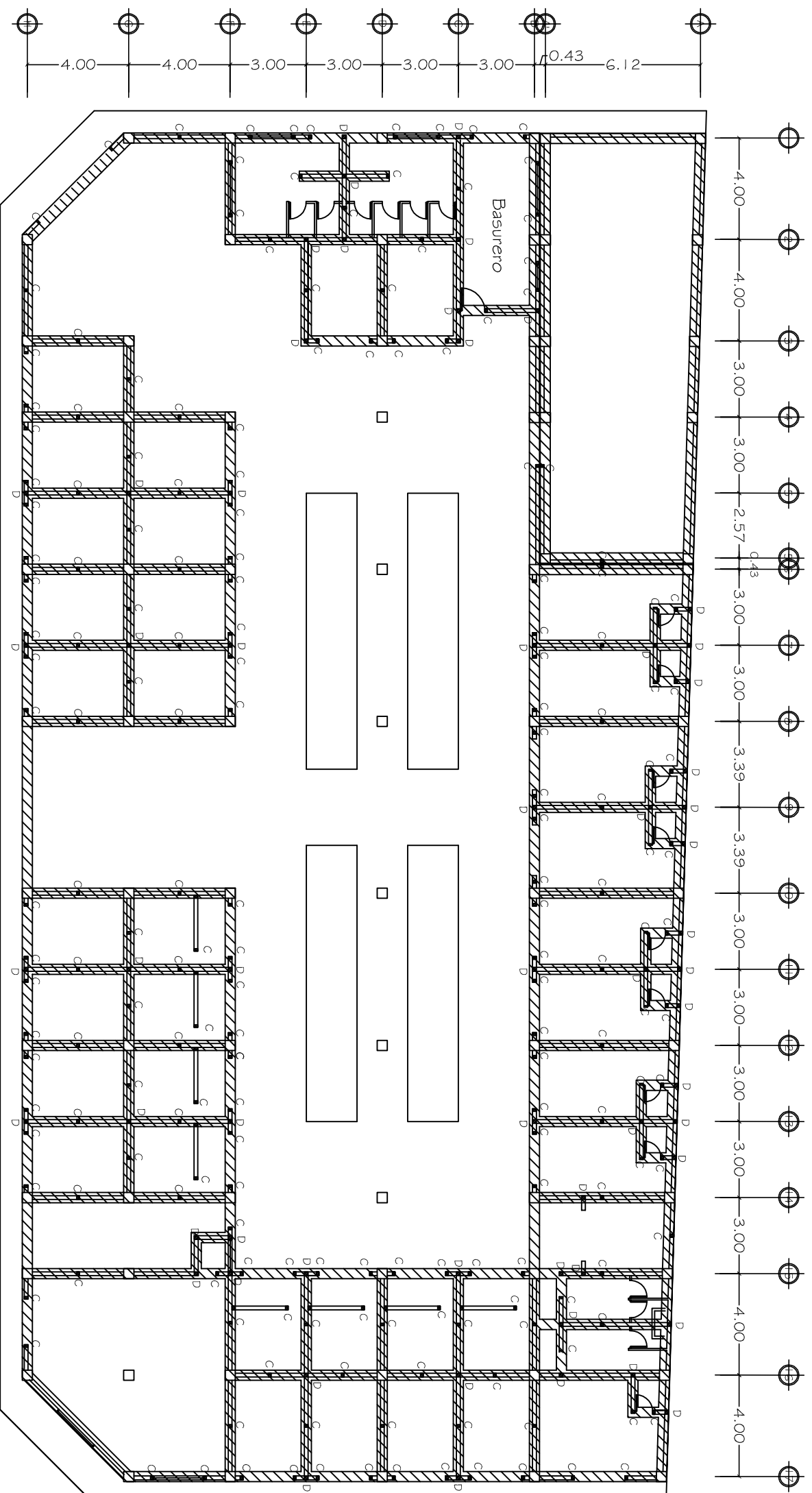
Zapata tipo Z3



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

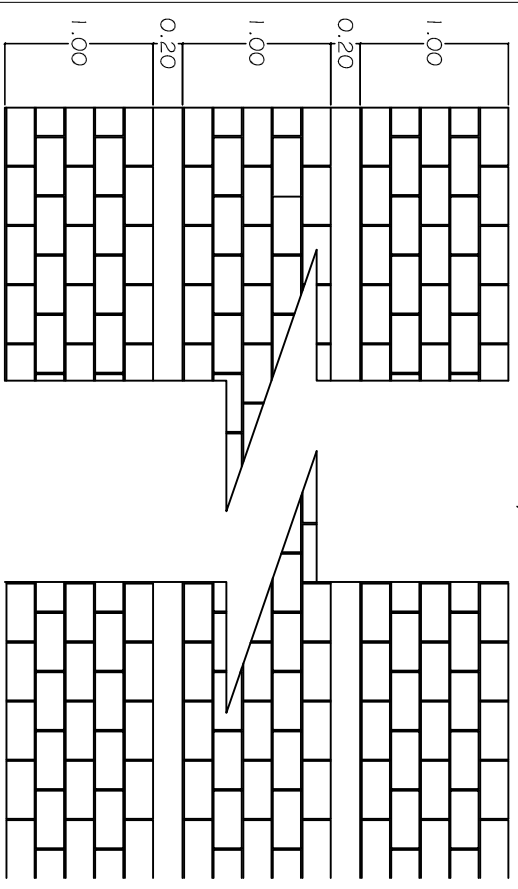
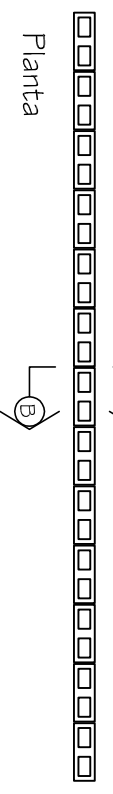
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA 1
 CONTENIDO: DISTRIBUCIÓN Y DETALLES DE ZAPATAS

DISEÑO:	LESTHER POZ
CALCULO:	LESTHER POZ
DIBUJO:	LESTHER POZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA
AGSOR DE ES	HOJA: 12 / 26
ING. ANGEL ROBERTO SUC GARCIA	



Planta de cemento corrido y mampostería reforzada

Escala 1/100

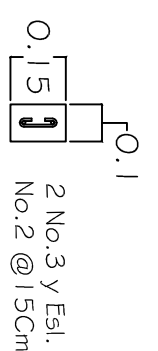


Detalles de mampostería Escala 1/25

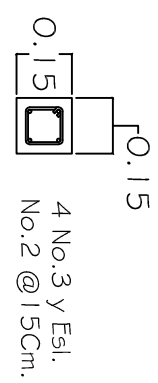


Corte típico de muro

Escala 1/10



Columna Tipo C



Columna Tipo D

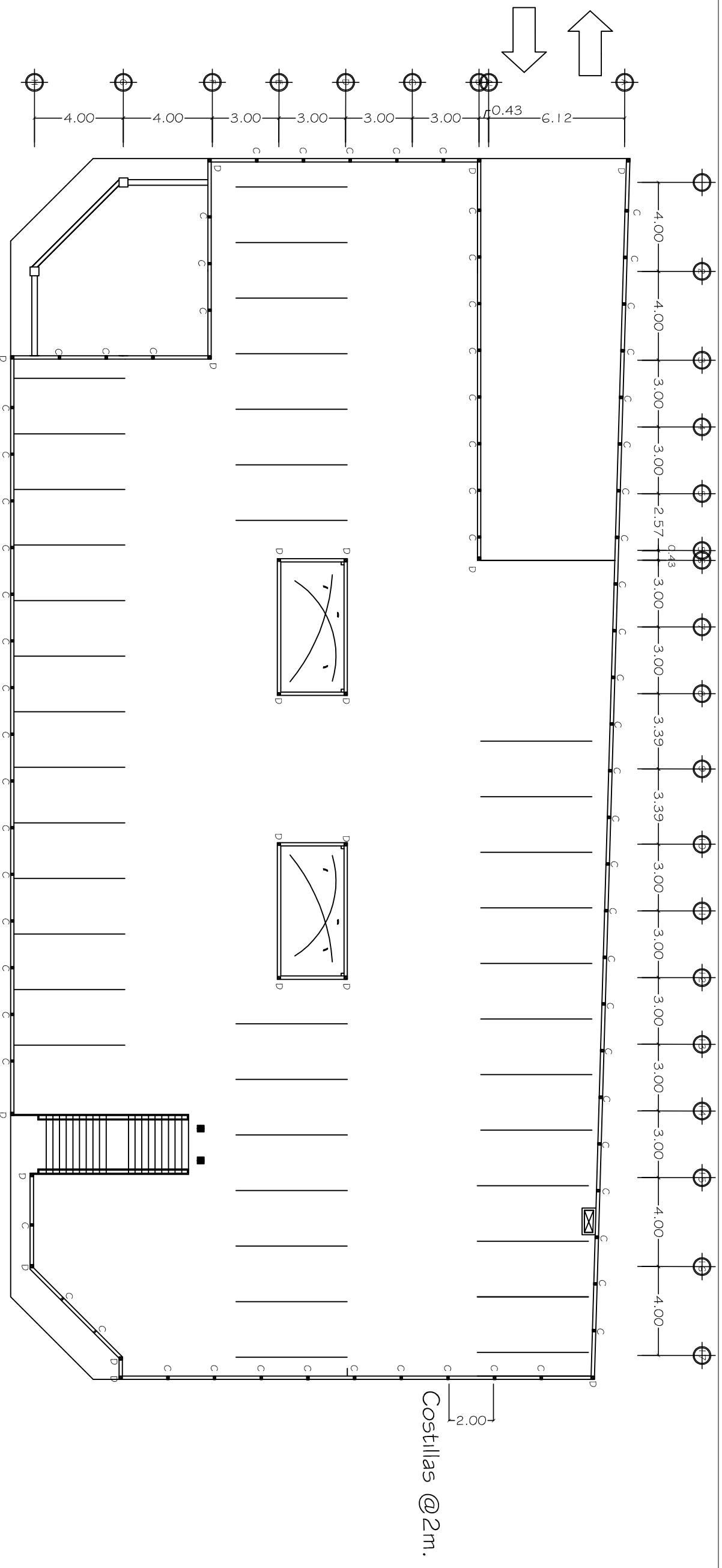


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

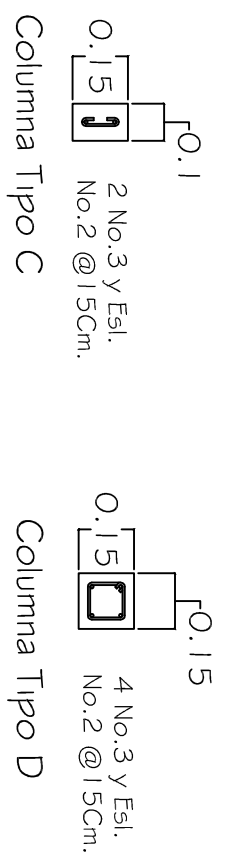
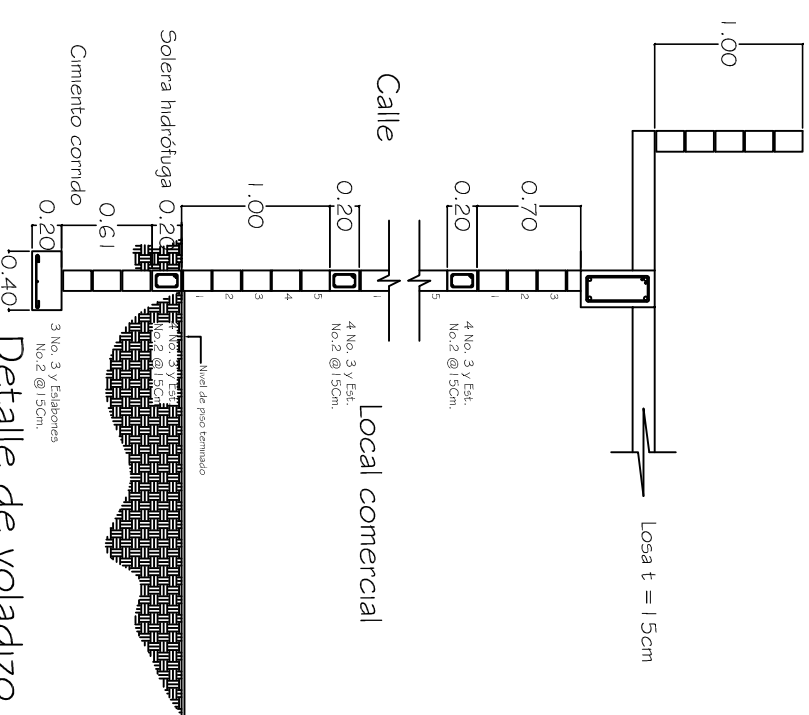
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA 1
 CONTENIDO: CIMIENTO CORRIDO Y REFUERZO DE MAMPOSTERÍA

DISEÑO:	LESTHER POZ
CALCULO:	LESTHER POZ
DIBUJO:	LESTHER POZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA
	HOJA: 13 / 26


ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA
 ASESOR DE EPS

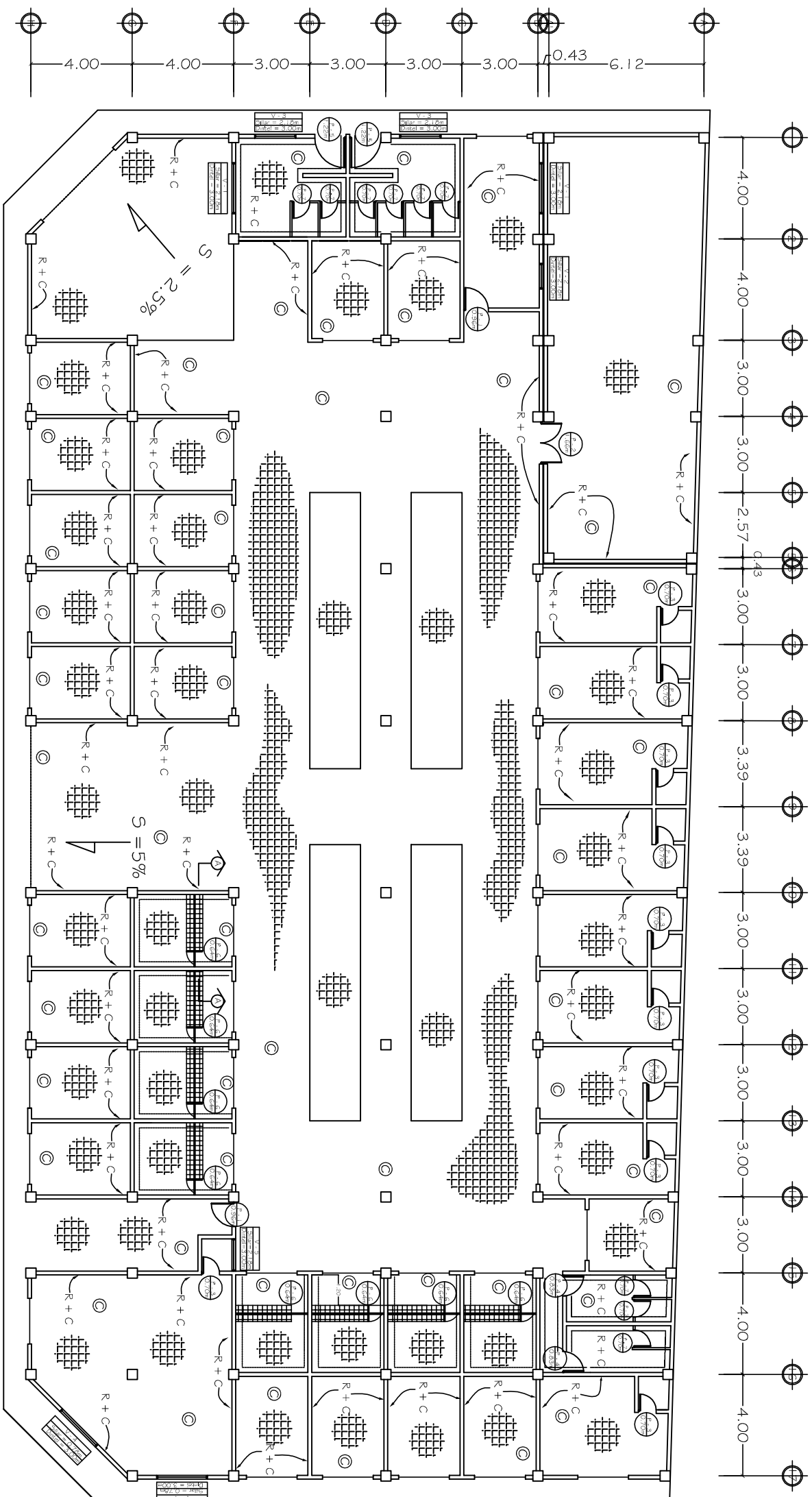


Mamposteria reforzada en segundo nivel
Escala 1/100



Escala 1/10

 <p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>	
<p>PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA 1</p>	
<p>CONTENIDO: MAMPOSTERÍA REFORZADA EN PLANTA ALTA</p>	
DISEÑO:	LESTHER POZ
CALCULO:	LESTHER POZ
DIBUJO:	LESTHER POZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA
<p>ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA ASESOR DE EPS</p>	
<p>HOJA: 14 / 26</p>	



Planta de acabados

Escala 1/100

Simbología de acabados	
	Avilejo liso de 0.15x0.15m (h = 1.20m)
	Avilejo tipo de 0.20x0.20m (h = 2.40m)
	Piso de granito de 0.30x0.30 con Zocalo
	Repelejo más cerámico en paredes
	Granzado en cielo
	Cortina metálica enrollable (h = 2.20)
	Reja metálica enrollable (h = 2.20m)

Especificaciones técnicas

Las cortinas metálicas a colocar en todas las puertas deben ser de alguna marca registrada, líder a nivel nacional, con las especificaciones técnicas que indique el fabricante de las mismas.

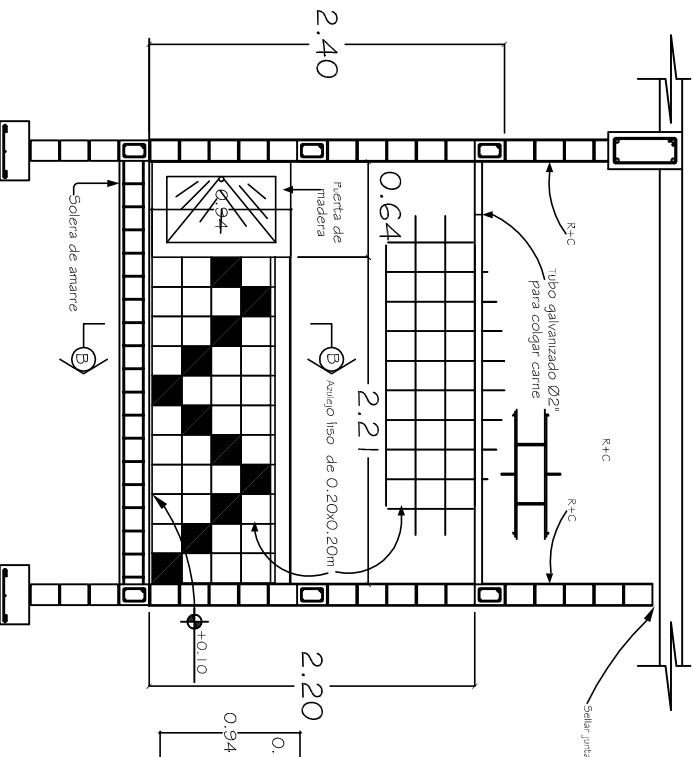
Las ventanas a utilizar en los ambientes que lo requieran deben ser marcos de mil-finish de aluminio y el vidrio nevado con paletas para la ventilación.

Todas las puertas que se indiquen en los planos deben ser de metal, con una altura de 2.18 metros que es donde se encuentra una solera intermedia. Las puertas de los baños generales deben tener una altura de 2.40m por encontrarse en un nivel más alto y el dintel de éstas estará en la viga.

Las puertas deben tener un pequeño tragaluz de vidrio nevado en la parte baja del dintel con el fin de proporcionar iluminación.

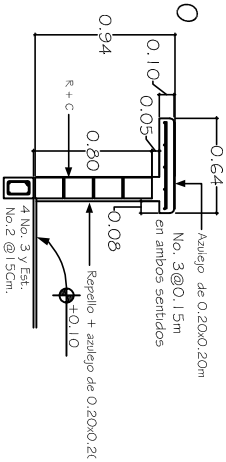
Detalle de puesto para carnicería (Corte A-A)

Escala 1/25



Detalle de mostrador de carnicería (Corte B-B)

Esc. 1/25



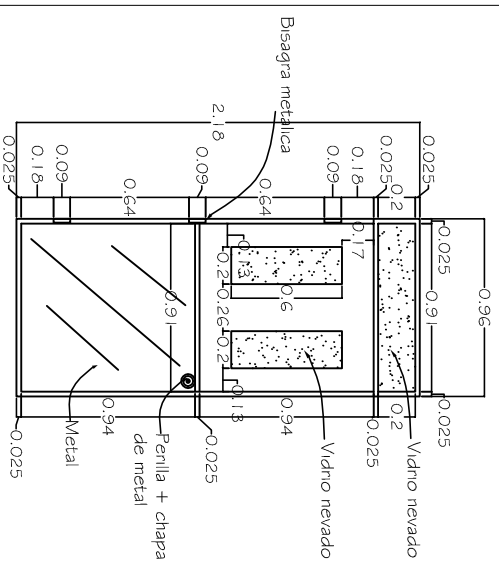
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA 1
 CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS

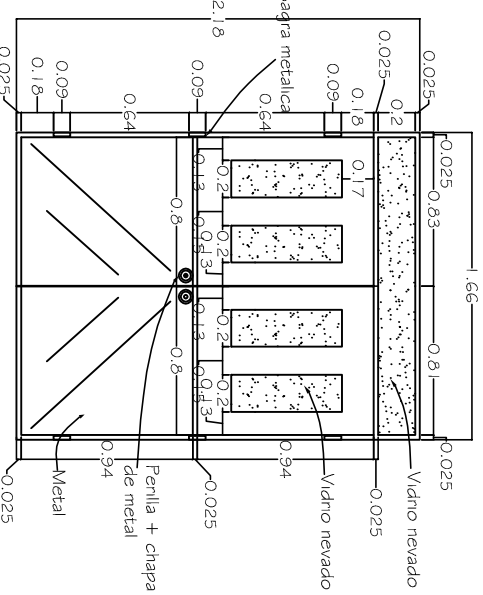
DISEÑO:	LESTHER FOZ
CALCULO:	LESTHER FOZ
DIBUJO:	LESTHER FOZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA HOJA: 15 / 26

ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA
 ASESOR DE EPS

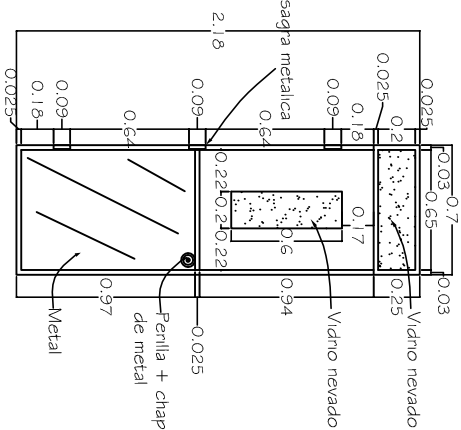
Puertas y ventanas



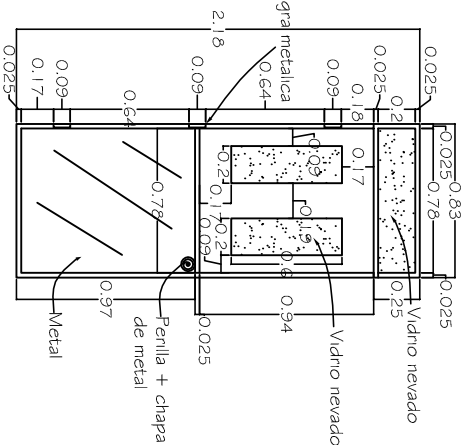
Puerta tipo 1
Esc. 1/20



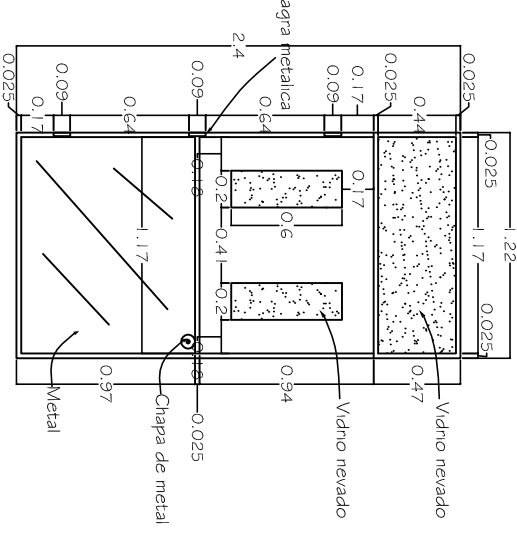
Puerta tipo 2
Esc. 1/20



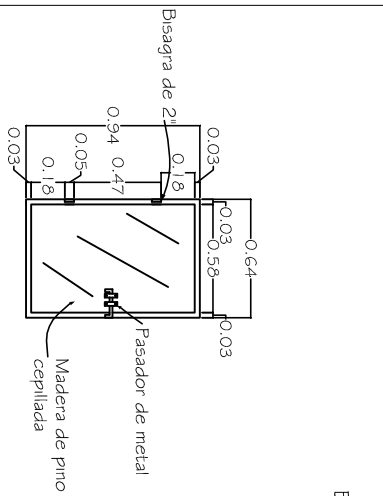
Puerta tipo 3
Esc. 1/20



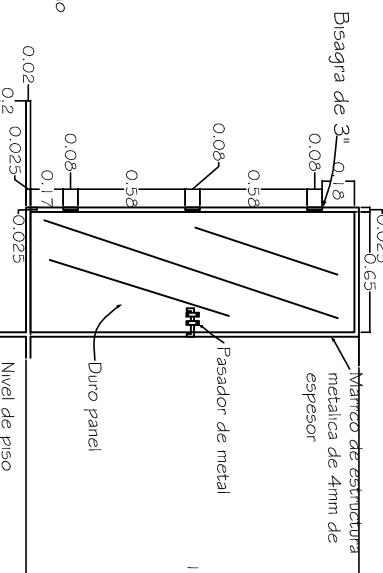
Puerta tipo 4
Esc. 1/20



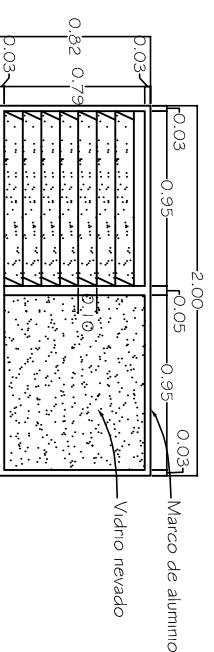
Puerta tipo 5
Esc. 1/20



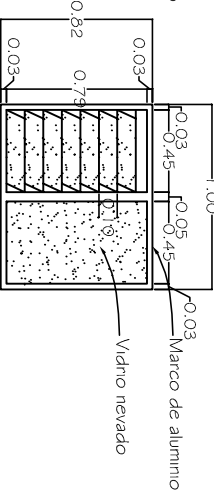
Puerta tipo 6
Esc. 1/20



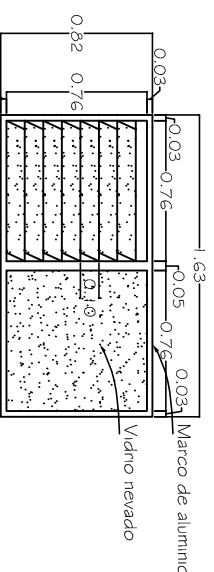
Puerta tipo 7
Esc. 1/20



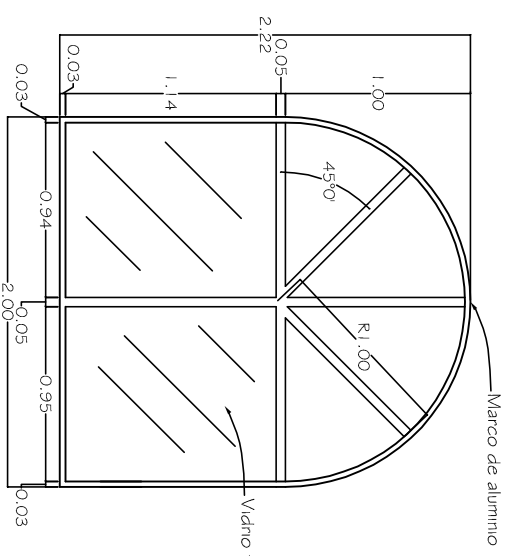
Ventana tipo V-1
Esc. 1/20



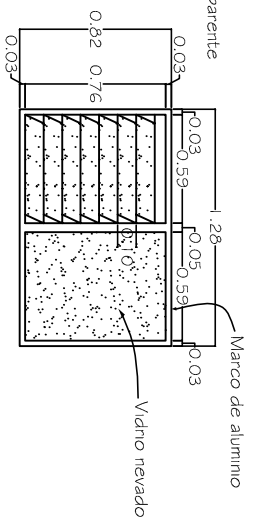
Ventana tipo V-2
Esc. 1/20



Ventana tipo V-3
Esc. 1/20



Ventana tipo V-5
Esc. 1/20



Ventana tipo V-6
Esc. 1/20

Planilla de puertas						
Tipo	Dimensiones		Cant.	Número de hojas	Material	Acabado
	Ancho	Alto				
P-1	0.96	2.18	2	1	Metal + vidrio nevado	Pintura anticorrosiva
P-2	1.66	2.18	1	2	Metal + vidrio nevado	Pintura anticorrosiva
P-3	0.70	2.18	10	1	Metal	Pintura anticorrosiva
P-4	0.83	2.18	2	1	Metal	Pintura anticorrosiva
P-5	1.22	2.40	2	1	Metal + vidrio nevado	Pintura anticorrosiva
P-6	0.64	0.94	8	1	Madera de pino cepillada	Barniz color natural
P-7	0.70	1.80	9	1	Duro panel + metal	Pintura color claro

Planilla de ventanas						
Tipo	Dimensiones				Material	Cantidad
	Ancho	Alto	Sillar	Dintel		
V-1	2.00	0.82	2.18	3.00	Vidrio nevado + Aluminio	2
V-2	1.00	0.82	2.18	3.00	Vidrio nevado + Aluminio	1
V-3	1.63	0.82	2.18	3.00	Vidrio nevado + Aluminio	2
V-4	2.00	2.22	0.78	3.00	Vidrio + Aluminio	2
V-5	1.28	0.82	2.18	3.00	Vidrio nevado + Aluminio	1

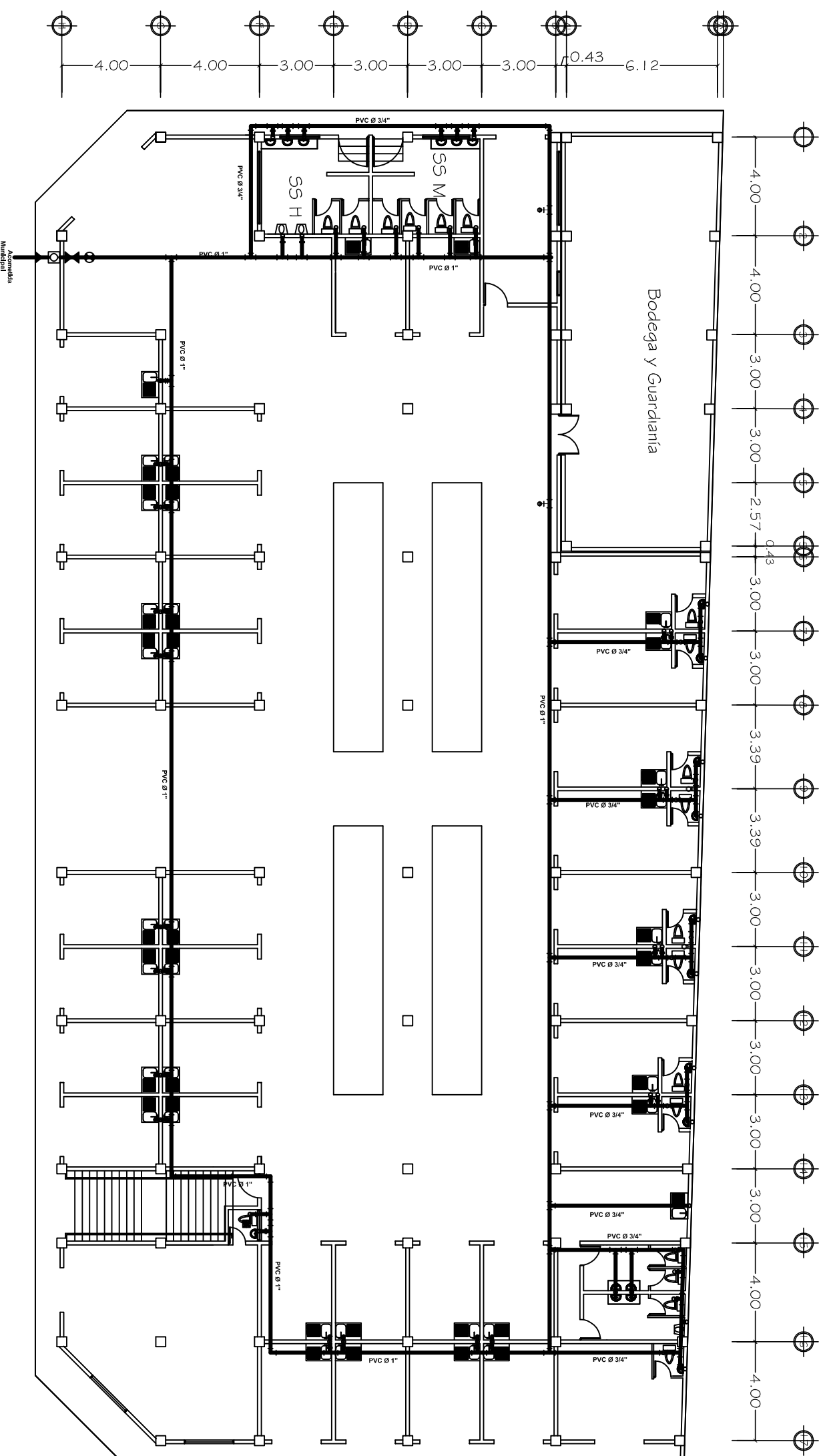


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA 1
CONTENIDO: PLANILLA DE PUERTAS Y VENTANAS

DISEÑO: LESTHER FOZ
CALCULO: LESTHER FOZ
DIBUJO: LESTHER FOZ
FECHA: FEBRERO DE 2.007.
ESCALA: INDICADA HOJA: 16 / 26

ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA
ASESOR DE EPS



Planta de instalación de plomería

Escala 1/100

Simbología de plomería	
Smb.	Significado
	Contador
	Tubería PVC Plajua fría (Ø indicado)
	Tubería CPVC Plajua caliente (Ø indicado)
	Llave de paso
	Llave de desague
	Llave de corona
	Tes horizontal
	Codo horizontal
	Llave de diorro
	Salida a artefacto PVC de 3/4"
	Salve agua al siguiente nivel

Nota: Todos los artefactos deben tener contralave

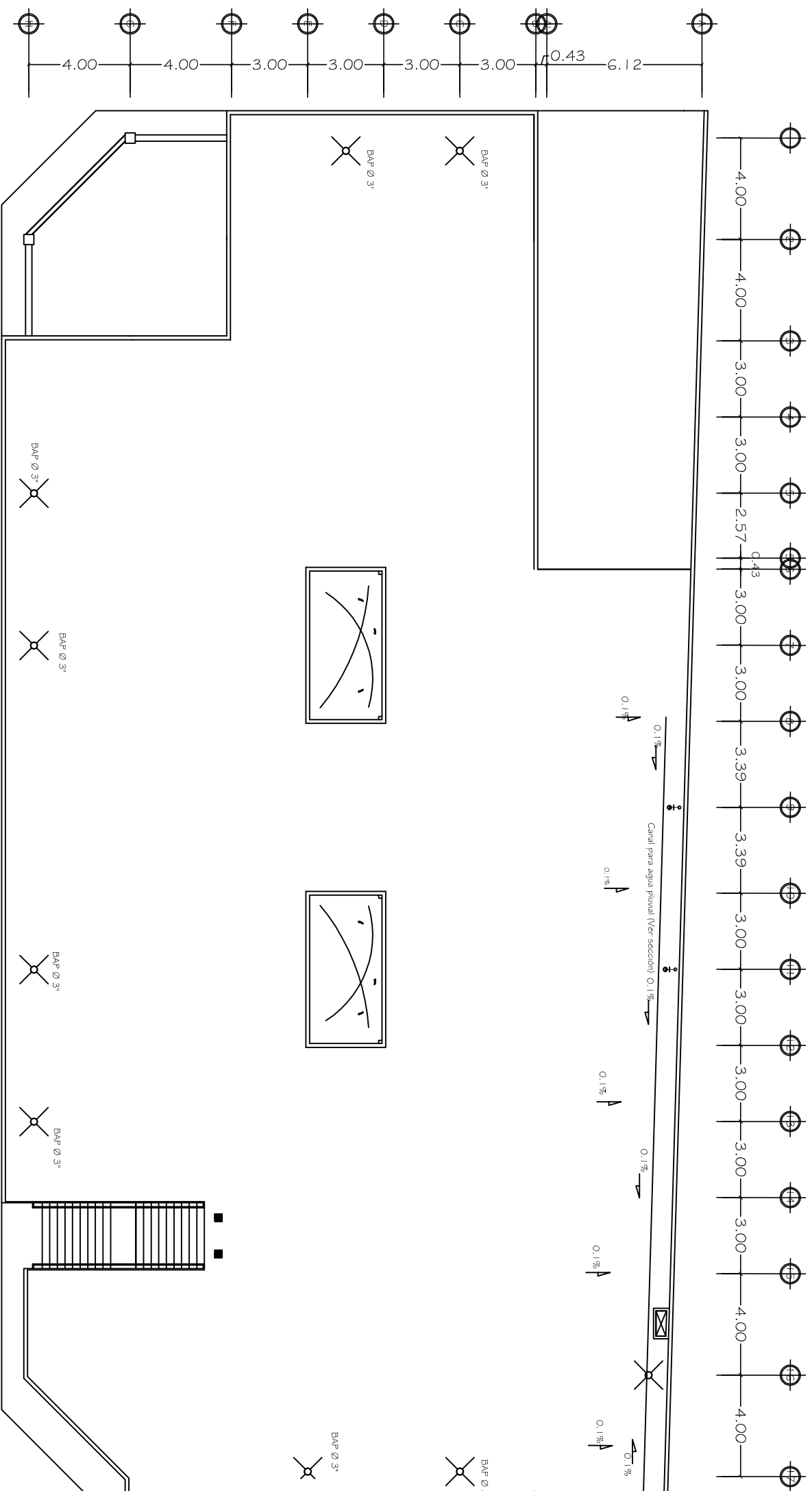


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA 1
 CONTENIDO: PLOMERÍA

DISEÑO: LESTHER POZ
 CALCULO: LESTHER POZ
 DIBUJO: LESTHER POZ
 FECHA: FEBRERO DE 2.007.
 ESCALA: INDICADA HOJA: 17 / 26

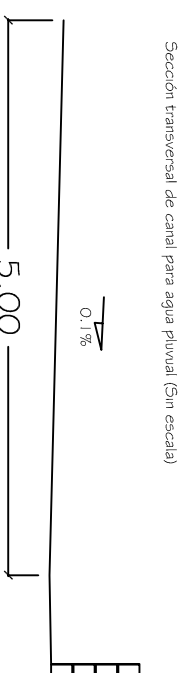
ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA
 ASESOR DE EPS



Plomería y drenaje en segundo nivel

Escala 1/1100

Nomenclatura de plomería y drenaje	
	Significado Llave de chorro para agua
	Significado Bajada de agua pluvial

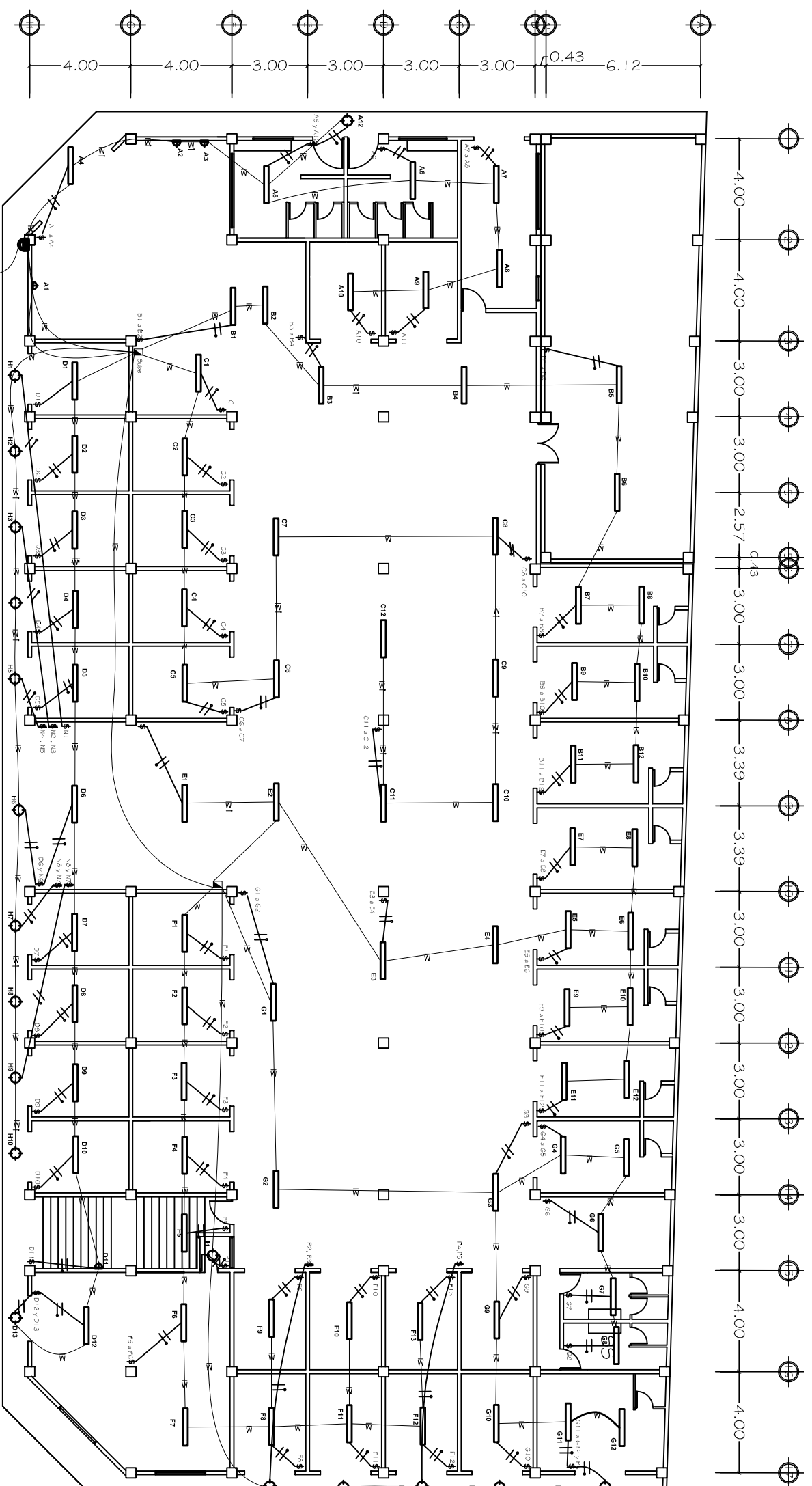


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA 1
 CONTENIDO: PLOMERÍA Y DRENAJE EN PLANTA ALTA

DISENO: LESTHER FOZ
 CALCULO: LESTHER FOZ
 DIBUJO: LESTHER FOZ
 FECHA: FEBRERO DE 2.007.
 ESCALA: INDICADA HOJA: 19 / 26

ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA
 ASESOR DE EPS



Planta de instalación eléctrica (Luz), primer nivel
Escala 1/100

SIMBOLOGIA DE ELECTRICIDAD	
SIMB.	SIGNIFICADO
	Contador eléctrico
	Tablero de distribución de circuitos
	Lámpara asanón en cielo (40 watt)
	Bombillo tipo "Ojo de buco" (40 watt)
	Lámpara en muro (40 watt)
	Interruptor simple
	Interruptor doble
	Tubería en cielo 3/4" PVC
	Tubería en piso o pared 3/4" PVC
	Conductor neutro No. 10
	Conductor positivo No. 10
	Tomacorriente simple pl/110 V. (I _n = 0.40 mts)
	Interruptor doble
	Circuito a Unidad 3
	Línea de puente
	Línea para calentador directo de Tablero de Distr.
	Salida de teléfono (I _n = 0.40 mts)
	Salida de televisión (I _n = 0.40 mts)
	Tubería en piso o pared 3/4" P/220 V. PVC (Circ. E.F.)

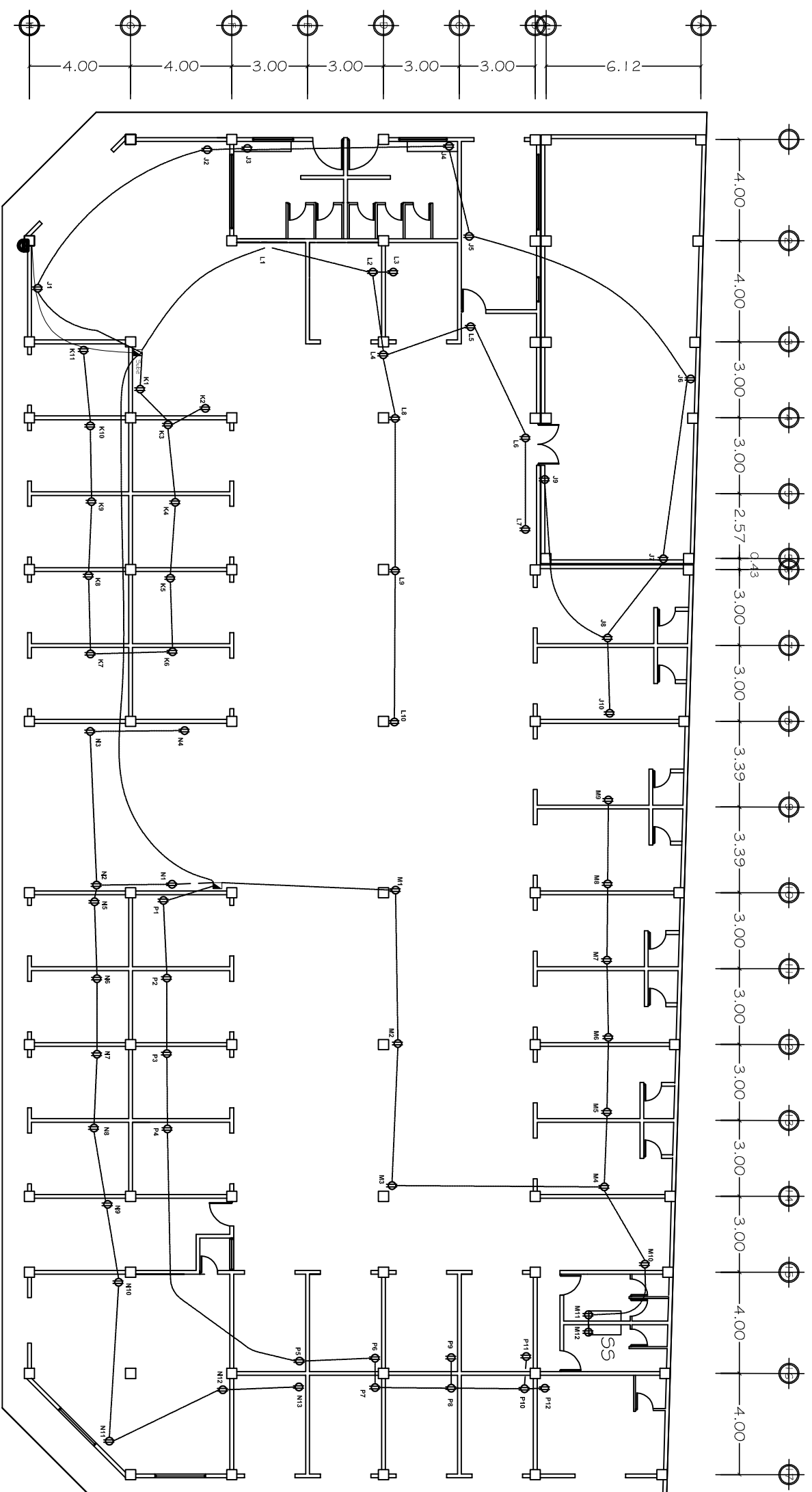


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA 1
 CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA (LUZ), PRIMER NIVEL

DISEÑO: LESTHER POZ
 CALCULO: LESTHER POZ
 DIBUJO: LESTHER POZ
 FECHA: FEBRERO DE 2.007.
 ESCALA: INDICADA HOJA: 20 / 26

ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA
 ASESOR DE EPS



Planta de instalación eléctrica (Fuerza), primer nivel
Escala 1/100

SIMB.	SIGNIFICADO
	Contador eléctrico
	Tablero de distribución de circuitos
	Lámpara adosada en cielo
	Bombillo tipo "Ojo de buey"
	Lámpara en muro
	Interruptor simple
	Interruptor doble
	Tubería en piso o pared 3/4" PVC
	Tubería en cielo 3/4" PVC
	Conductor neutro No. 10
	Conductor positivo No. 10
	Tomacorriente simple p/110 V. (I _n = 0.40 mts)
	Número de circuito
	Circuito a Unidad 3
	Línea de puente
	Línea para calentador directo de Tablero de Distr.

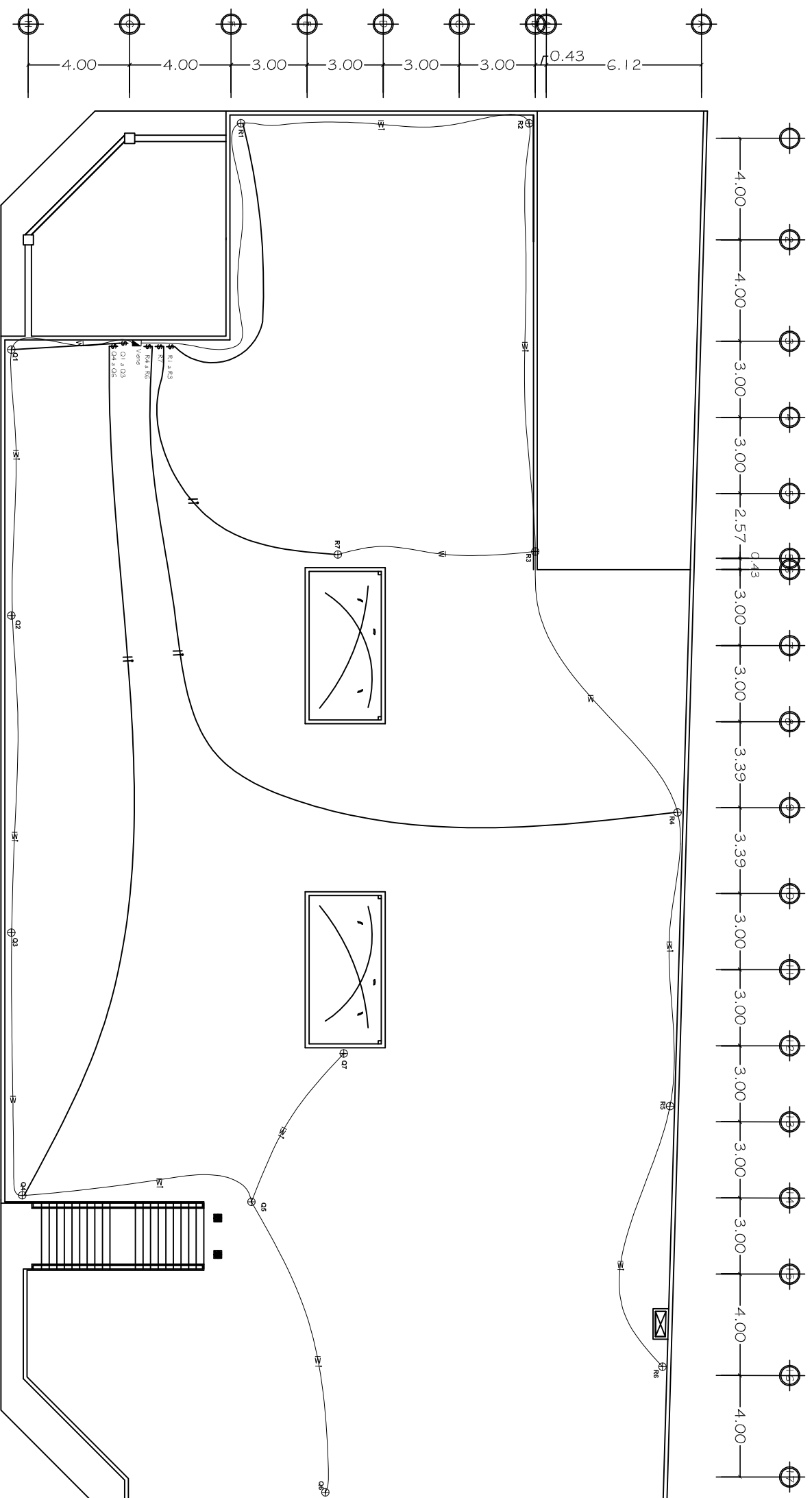


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA 1
 CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA (FUERZA), PRIMER NIVEL

DISEÑO:	LESTHER POZ
CALCULO:	LESTHER POZ
DIBUJO:	LESTHER POZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA HOJA: 21 / 26

ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA
 ASESOR DE EPS

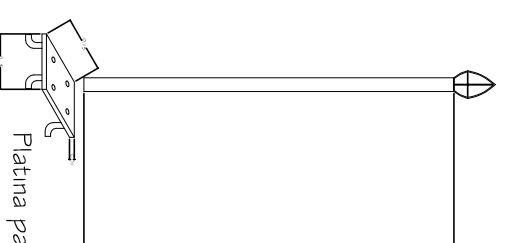


Instalación eléctrica de planta alta (Luz), segundo nivel

Escala 1/100

SIMB.	SIGNIFICADO
	Contador eléctrico
	Tablero de distribución de circuitos
	Lámpara asaseon. en cielo
	Bombillo tipo "Ojo de buca"
	Farol de metal tipo colonial (250 watt)
	Lámpara en muro
	Interruptor simple
	Interruptor doble
	Tubería en cielo 3/4" PVC
	Tubería en piso o pared 3/4" PVC
	Conductor neutro No. 10
	Conductor retorno No. 10
	Conductor positivo No. 10
	Tomacorriente simple p/110 V. (I _n = 0.40 mts)
	Número de circuito
	Circuito a Unidad 3
	Línea de puente
	Subida de tubería
	Línea para calentador directo de Tablero de Distr.
	Salida de teléfono (I _n = 0.40 mts)
	Salida de televisión (I _n = 0.40 mts)
	Tubería en piso o pared 3/4" P/220 V. PVC (Circ. E.F.)

Farol de metal tipo colonial Escala 1/20



Platina para emportrar farol

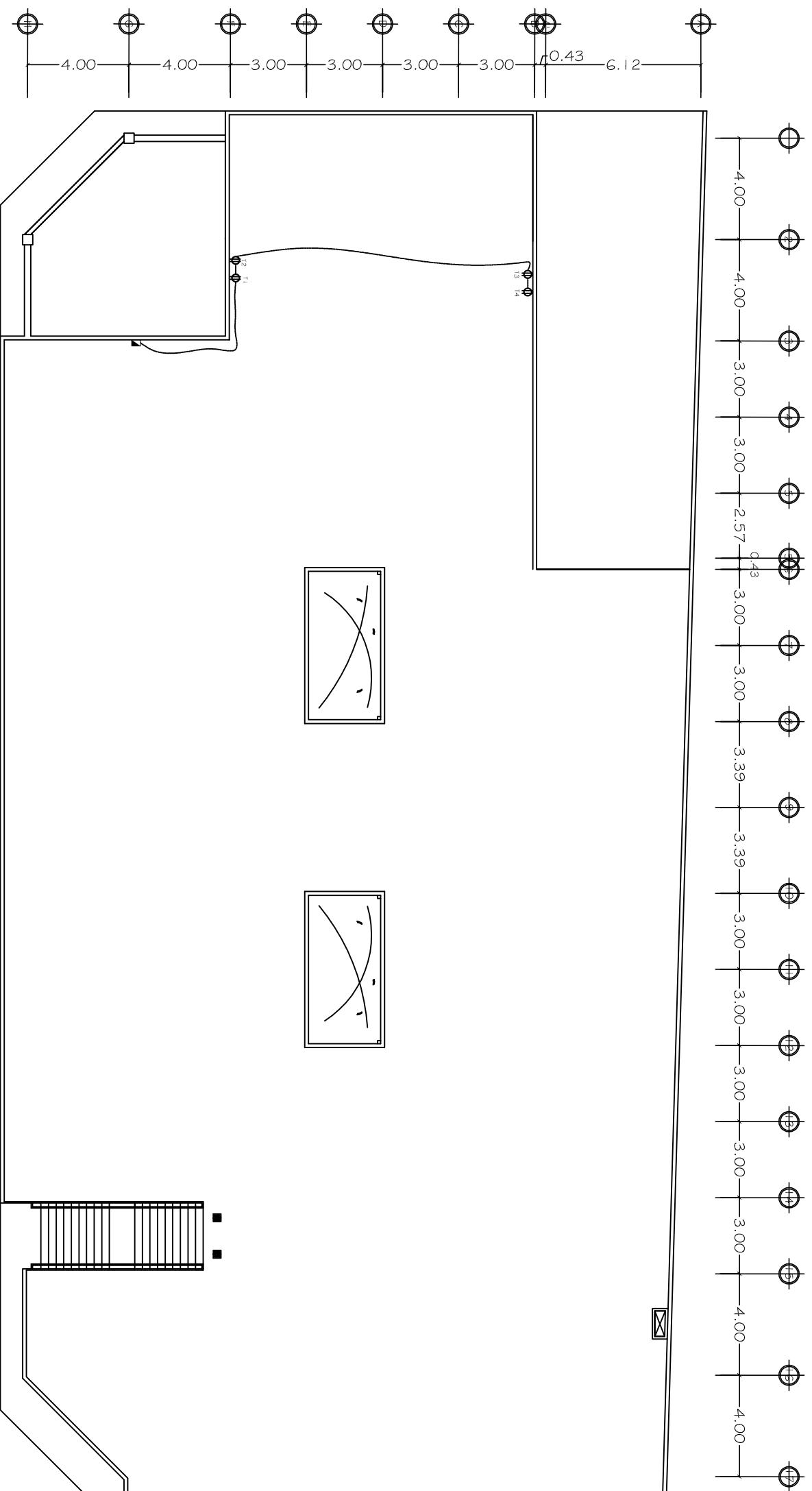


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA 1
 CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA (LUZ), SEGUNDO NIVEL

DISEÑO:	LESTHER FOZ
CALCULO:	LESTHER FOZ
DIBUJO:	LESTHER FOZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA HOJA: 22 / 26

ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA
 ASESOR DE EPS



Instalación eléctrica de planta alta (Fuerza), segundo nivel

Escala 1/100

SIMBOLOGIA DE ELECTRICIDAD

SIMB.	SIGNIFICADO
	Contrador eléctrico
	Tablero de distribución de circuitos
	Lámpara asacion en cielo
	Bombillo tipo "Ojo de buey"
	Lámpara en muro
	Interruptor doble
	Tubería en cielo 3/4" PVC
	Tubería en piso o pared 3/4" PVC
	Conductor neutro No. 10
	Conductor retorno No. 10
	Conductor positivo No. 10
	Tomacorriente simple p/110 V (h = 0.40 mts)
	Número de circuito
	Circuito a Unidad 3
	Linea de puente
	Subida de tubería
	Linea para calentador directo de Tablero de Distr.
	Salida de teléfono (h=0.40 mts)
	Salida de televisión (h = 0.40 mts)
	Tubería en piso o pared 3/4" P/220 V. PVC (Circ. E.P)

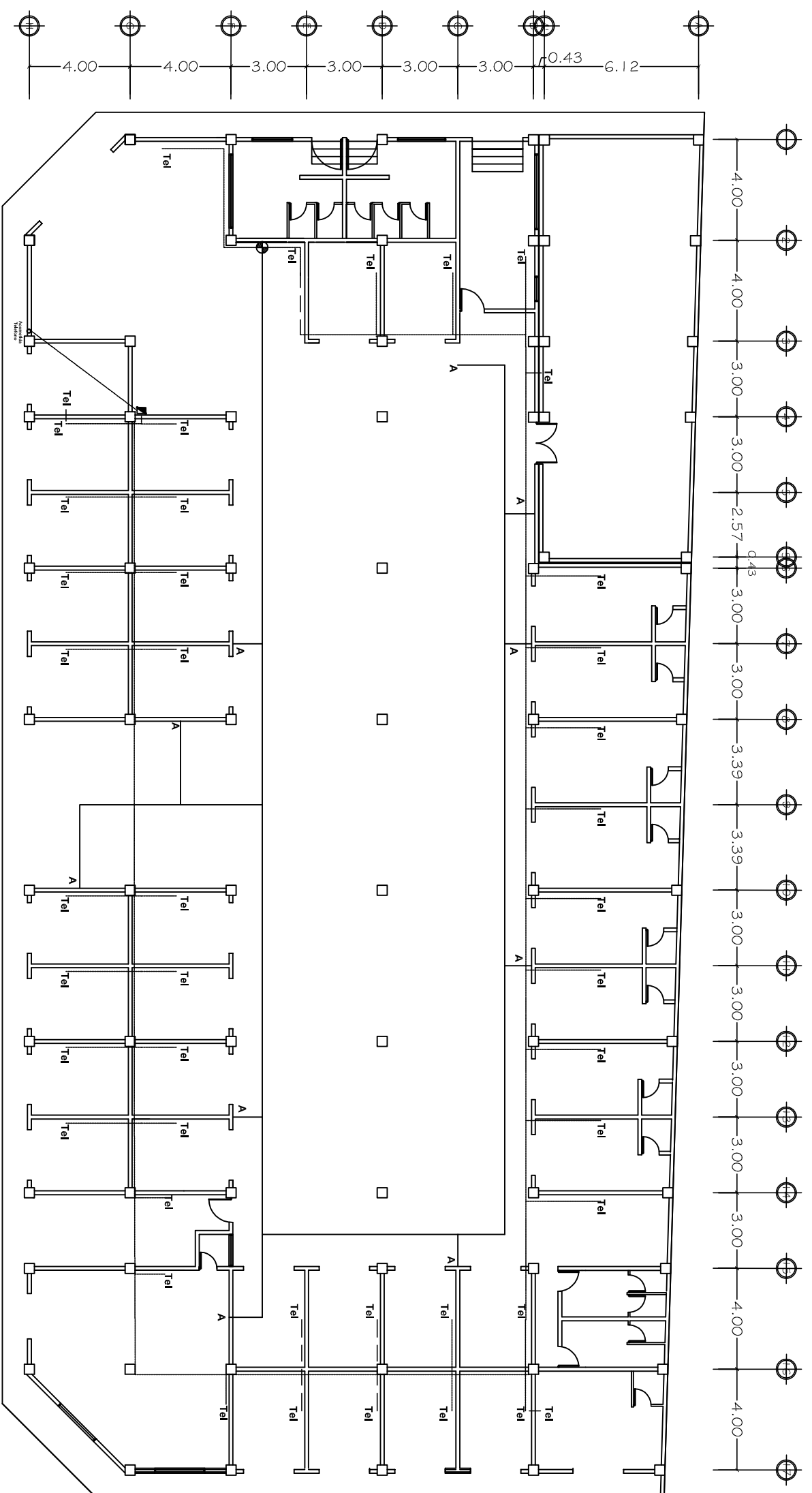


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE SALCALÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA 1
 CONTENIDO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE PLANTA ALTA (FUERZA)

DISEÑO:	LESTHER POZ
CALCULO:	LESTHER POZ
DIBUJO:	LESTHER POZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA HOJA: 23 / 26

ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA
 ASESOR DE EPS



Planta de instalaciones de teléfono y audio 1/100

SIMBOLOGIA	
■	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN TELEFÓNICA
▬	DUCTO EN PISO O PARED 3/4" PVC
Tel	SALIDA DE TELÉFONO (h=0.40 mts)
⊕	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE AUDIO
A	SALIDA DE AUDIO (h=2.20 mts)
—	DUCTO EN PISO O PARED 3/4" PVC

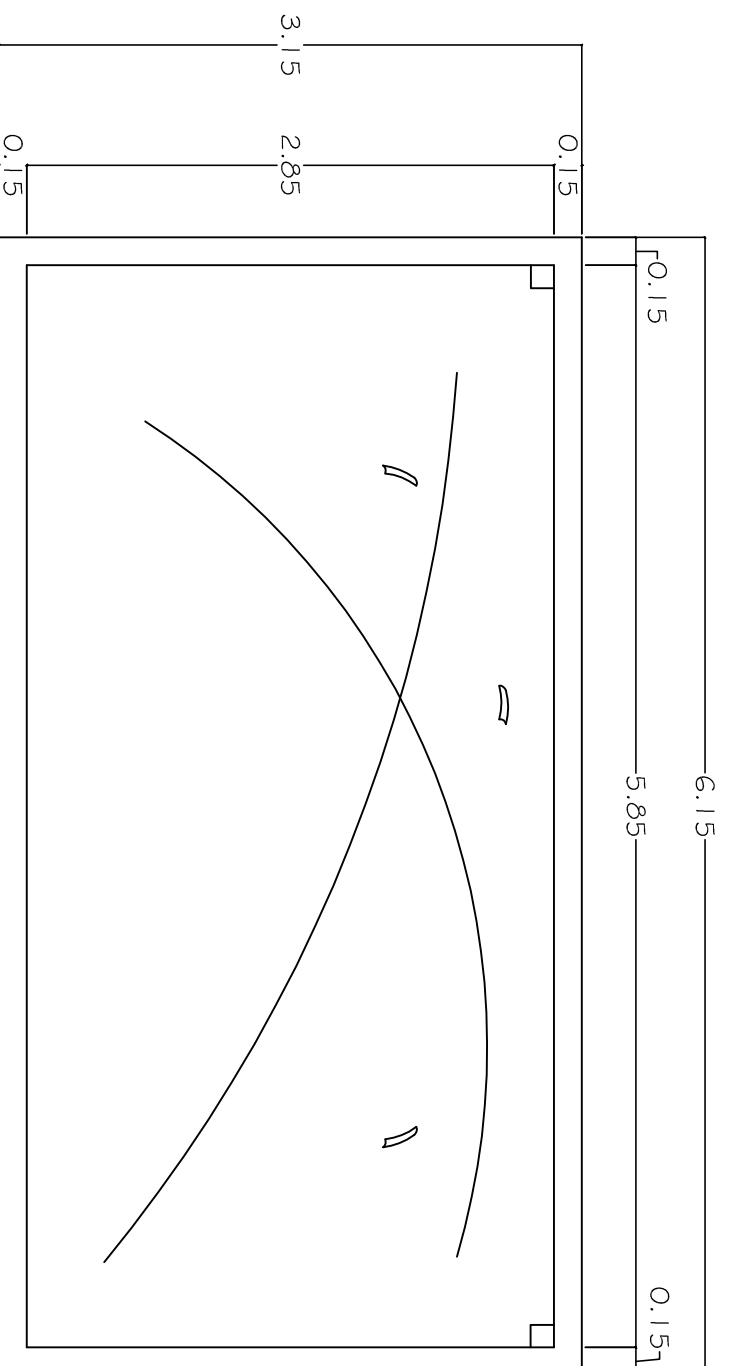


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

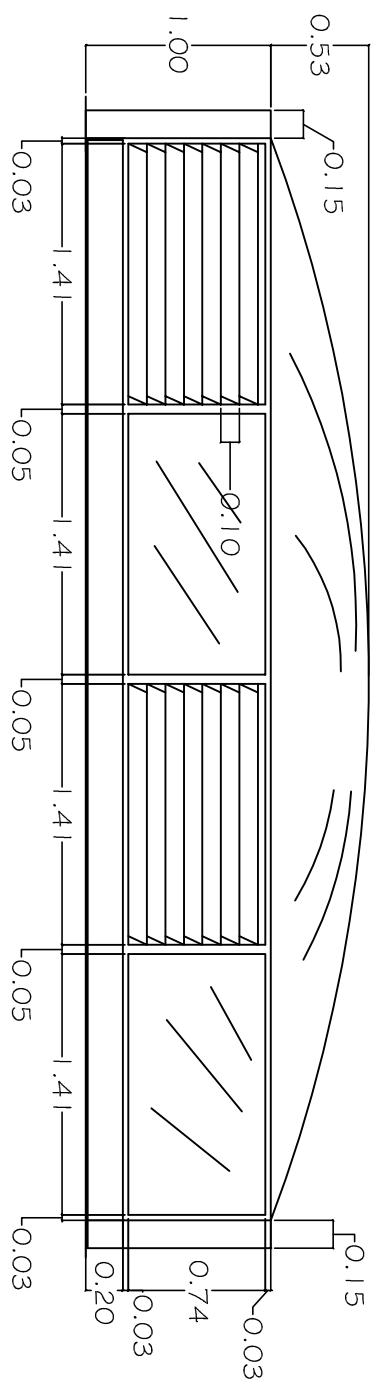
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA 1
 CONTENIDO: INSTALACIONES DE TELÉFONO Y AUDIO

DISEÑO:	LESTHER FOZ
CALCULO:	LESTHER FOZ
DIBUJO:	LESTHER FOZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA HOJA: 24 / 26

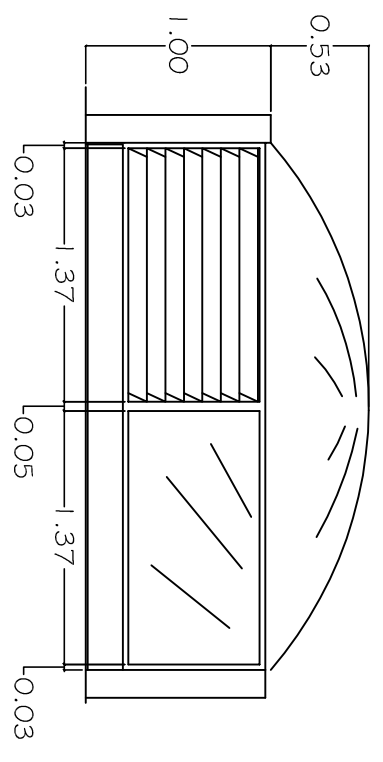
ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA
 ASESOR DE EPS



Planta de domo de cristal
Escala 1/20



Perfil de domo de cristal
Escala 1/20



Elevación de domo de cristal
Escala 1/20



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE SALCÁ, MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN MERCADO MUNICIPAL ZONA 1
 CONTENIDO: DETALLES DE DOMOS DE CRISTAL

DISEÑO:	LESTHER FOZ
CALCULO:	LESTHER FOZ
DIBUJO:	LESTHER FOZ
FECHA:	FEBRERO DE 2.007.
ESCALA:	INDICADA HOJA: 26 / 26

ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA
 ASESOR DE EPS