



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

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL MERCADO
MUNICIPAL No. 1 Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
ALDEA LLANO DE ÁNIMAS, MUNICIPIO DE AMATITLÁN, GUATEMALA**

Samuel Eduardo Valiente Leiva

Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, febrero de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATAMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL MERCADO MUNICIPAL No. 1 Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ALDEA LLANO DE ÁNIMAS, MUNICIPIO DE AMATITLÁN, GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

SAMUEL EDUARDO VALIENTE LEIVA

ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2010

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. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRUBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Jorge Alberto Lam Lan
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
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:

DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL MERCADO MUNICIPAL No. 1 Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ALDEA LLANO DE ÁNIMAS, MUNICIPIO DE AMATITLÁN, GUATEMALA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 19 de febrero de 2009.



Samuel Eduardo Valiente Leiva

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala 16 de octubre de 2009.
Ref.EPS.DOC.1473.10.09.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Samuel Eduardo Valiente Leiva** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200413202**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL MERCADO MUNICIPAL No. 1 Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ALDEA LLANO DE ÁNIMAS, MUNICIPIO DE AMATITLÁN, GUATEMALA”**.

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

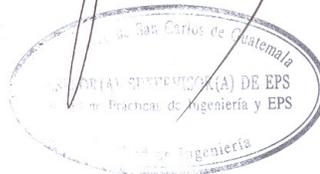
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Juan Merck Cos
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
JMC/ra



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 16 de octubre de 2009.
Ref.EPS.D.720.10.09

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL MERCADO MUNICIPAL No. 1 Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ALDEA LLANO DE ÁNIMAS, MUNICIPIO DE AMATITLÁN, GUATEMALA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Samuel Eduardo Valiente Leiva**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


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

NISZ/ra



Edificio de E.P.S., Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria zona 12, teléfono directo: 2442-3509

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
28 de noviembre 2009

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL MERCADO MUNICIPAL No. 1 Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ALDEA LLANO DE ÁNIMAS, MUNICIPIO DE AMATITLÁN, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Samuel Eduardo Valiente Leiva, quien contó con la asesoría de la Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
20 de enero de 2010

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

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL MERCADO MUNICIPAL No.1 Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ALDEA LLANO DE ÁNIMAS, MUNICIPIO DE AMATITLÁN, GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Samuel Eduardo Valiente Leiva, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

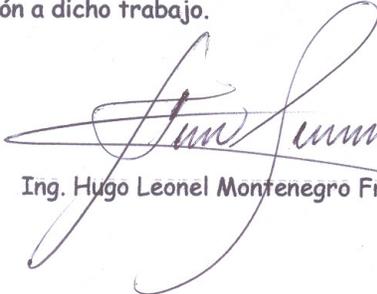
/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Samuel Eduardo Valiente Leiva, titulado DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL MERCADO MUNICIPAL No. 1 Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ALDEA LLANO DE ÁNIMAS, MUNICIPIO DE AMATITLÁN, GUATEMALA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, febrero de 2010

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.067.2010

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL MERCADO MUNICIPAL No. 1 Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ALDEA LLANO DE ÁNIMAS, MUNICIPIO DE AMATITLÁN, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Samuel Eduardo Valiente Leiva**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, febrero de 2010

/gdech

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS

Porque Jehová da la sabiduría, y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia (Proverbios 2:6)

MIS PADRES

Francisco Javier Valiente Portillo

Sandra Elizabeth Leiva Ochoa de Valiente

Por apoyarme en todo tiempo, aconsejándome en el temor de Dios y ahora les dedico este acto que es fruto de sus esfuerzos.

MI HERMANO

René Francisco Valiente Leiva

Por su apoyo, amor y consejos, en todos los aspectos de mi vida.

MIS ABUELOS, TÍOS Y PRIMOS

Por enseñarme el valor de una familia unida.

En especial a mi abuelo Raymundo Valiente Guevara (D.E.P.).

MIS AMIGOS

Que de alguna forma contribuyeron en la elaboración de este trabajo, en especial a:

Ismael Ardón, Bernabé Gramajo, Saúl Azurdía, Mario David Bolaños, Cristóbal Aguilar, Nery Carrillo, Arq. Haroldo García y Arq. Juan Carlos Medina.

Ing. Juan Merck Cos, que de forma desinteresada compartió sus conocimientos.

**La Municipalidad de Amatitlán,
departamento de Guatemala.**

Por haberme permitido realizar mi trabajo de graduación en la Oficina Municipal de Planificación.

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por todas las bendiciones a mi vida y por todo lo que me tiene preparado.

MIS PADRES Y HERMANO

Por la maravillosa familia que formamos.

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Por brindarme el conocimiento técnico y científico.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA**

Mi alma máter.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XXI
OBJETIVOS	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

- 1.1. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Amatitlán, Guatemala **1**
 - 1.1.1. Descripción de las necesidades. **1**
 - 1.1.2. Evaluación y priorización de las necesidades. **3**

2.FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de la edificación de dos niveles para el Mercado

Municipal No. 1, Municipio de Amatitlán, Guatemala

- 2.1.1. Descripción del proyecto **5**
- 2.1.2. Investigación preliminar **6**
 - 2.1.2.1. Terreno disponible **6**
 - 2.1.2.2. Análisis de suelos **6**
 - 2.1.2.2.1. Ensayo triaxial **6**
- 2.1.3. Diseño arquitectónico **10**
 - 2.1.3.1. Ubicación del edificio en el terreno **10**

2.1.3.2.	Distribución de ambientes	10
2.1.3.3.	Altura del edificio	11
2.1.3.4.	Selección del sistema estructural a usar	11
2.1.4.	Análisis estructural	12
2.1.4.1.	Predimensionamiento estructural	12
2.1.4.2.	Modelos matemáticos de marcos dúctiles	18
2.1.4.3.	Cargas horizontales y verticales aplicadas a los marcos dúctiles	18
2.1.4.4.	Análisis de marcos dúctiles utilizando un software y comprobación por un método numérico	45
2.1.4.5.	Momentos últimos por envolvente de momentos	51
2.1.4.6.	Diagrama de momentos y cortes	52
2.1.5.	Diseño estructural	56
2.1.5.1.	Losas	56
2.1.5.2.	Vigas	57
2.1.5.3.	Columnas	67
2.1.5.4.	Cimientos	79
2.1.6.	Instalaciones eléctricas	98
2.1.7.	Instalaciones hidráulicas	98
2.1.8.	Planos constructivos	98
2.1.9.	Presupuesto	100

2.2. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Llano de Ánimas, Municipio de Amatitlán, Guatemala

2.2.1.	Descripción del proyecto	103
2.2.2.	Ubicación geográfica	104
2.2.3.	Levantamiento topográfico	105
2.2.3.1.	Planimetría	105
2.2.3.2.	Altimetría	106

2.2.4.	Clima	106
2.2.5.	Descripción del sistema a utilizar	106
2.2.6.	Partes de un alcantarillado	108
2.2.6.1.	Colector	108
2.2.6.2.	Pozos de visita	108
2.2.6.3.	Conexiones domiciliarias	109
2.2.7.	Período de diseño	109
2.2.8.	Población futura	110
2.2.9.	Determinación de caudales	111
2.2.9.1.	Población tributaria	111
2.2.9.2.	Dotación	111
2.2.9.3.	Factor de retorno	111
2.2.9.4.	Caudal sanitario	111
2.2.9.4.1.	Caudal domiciliar	112
2.2.9.4.2.	Caudal comercial	112
2.2.9.4.3.	Caudal industrial	113
2.2.9.4.4.	Caudal por conexiones ilícitas	113
2.2.9.4.5.	Caudal de infiltración	113
2.2.9.5.	Caudal medio	114
2.2.9.6.	Factor de caudal medio	114
2.2.9.7.	Factor de Harmond	114
2.2.9.8.	Caudal de diseño	115
2.2.10.	Fundamentos hidráulicos	115
2.2.10.1.	Ecuación de Manning para flujo de canales	116
2.2.10.2.	Relaciones de diámetro y caudales	116
2.2.10.3.	Relaciones hidráulicas	117
2.2.11.	Parámetros de diseño hidráulico	117
2.2.11.1.	Coeficiente de rugosidad	117
2.2.11.2.	Sección llena y parcialmente llena	118

2.2.11.3.	Velocidades máximas y mínimas	119
2.2.11.4.	Diámetro de colector	120
2.2.11.5.	Profundidad del colector	120
2.2.11.6.	Profundidad mínima del colector	120
2.2.11.6.1.	Profundidad mínima del colector	120
2.2.11.6.2.	Ancho de zanja	121
2.2.11.6.3.	Volumen de excavación	122
2.2.11.6.4.	Cotas invert	122
2.2.12.	Ubicación de los pozos de visita	123
2.2.13.	Profundidad de los pozos de visita	124
2.2.14.	Características de las conexiones domiciliarias	125
2.2.15.	Diseño hidráulico	125
2.2.16.	Ejemplo de diseño de un tramo	127
2.2.17.	Desfogue	130
2.2.17.1.	Ubicación	130
2.2.17.2.	Propuesta de tratamiento	130
2.2.17.2.1.	Diseño de fosas sépticas	131
2.2.17.2.2.	Dimensionamiento de los pozos de absorción	133
2.2.18.	Elaboración de planos	133
2.2.19.	Elaboración de presupuesto	134
2.2.20.	Evaluación socioeconómica	135
2.2.20.1.	Valor presente neto	135
2.2.20.2.	Tasa interna de retorno	136
2.2.21.	Evaluación de impacto ambiental	137
	CONCLUSIONES	139
	RECOMENDACIONES	141
	BIBLIOGRAFÍA	143
	ANEXOS	145
	APÉNDICES	153

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Dimensiones de viga	14
2	Área tributaria para columna crítica	15
3	Dimensiones de columna	18
4	Planta primer nivel módulo 1, marcos analizados	22
5	Carga muerta y carga viva – Marco eje D, módulo 1 (sentido X)	25
6	Carga muerta y carga viva – Marco eje 2, módulo 1 (sentido Y)	25
7	Corte basal módulo 1 (sentido X)	31
8	Corte basal módulo 1 (sentido Y)	31
9	Distribución del corte basal por niveles, módulo 1 (sentido X)	33
10	Distribución del corte basal por niveles, módulo 1 (sentido Y)	33
11	Distribución del corte basal por niveles, por marcos eje D, módulo 1 (sentido X)	36
12	Distribución del corte basal por niveles, por marcos eje 2, módulo 1 (sentido Y)	36
13	Posición del centroide de masa (C.M) y centroide de rigidez (C.R.), módulo 1	41
14	Corte total traslación + torsión eje D, módulo 1 (sentido X)	44
15	Corte total traslación + torsión eje 2, módulo 1 (sentido Y)	44
16	Momentos carga muerta vigas eje D, módulo 1 (sentido X)	45
17	Momentos carga muerta columnas eje D, módulo 1 (sentido X)	46
18	Momentos carga viva vigas eje D, módulo 1 (sentido X)	46
19	Momentos carga viva columnas eje, D módulo 1 (sentido X)	47

20	Momentos carga sismo vigas eje D, módulo 1 (sentido X)	47
21	Momentos carga sismo columnas eje D, módulo 1 (sentido X)	48
22	Momentos carga muerta vigas eje 2, módulo 1 (sentido Y)	48
23	Momentos carga muerta columnas eje 2, módulo 1 (sentido Y)	49
24	Momentos carga viva vigas eje 2, módulo 1 (sentido Y)	49
25	Momentos carga viva columnas eje 2, módulo 1 (sentido Y)	50
26	Momentos carga sismo vigas eje 2, módulo 1 (sentido Y)	50
27	Momentos carga sismo columnas eje 2, módulo 1 (sentido Y)	51
28	Envolvente de momentos vigas eje D, módulo 1 (sentido X)	52
29	Envolvente de momentos vigas eje 2, módulo 1 (sentido Y)	52
30	Momentos columnas eje D, módulo 1 (sentido X)	53
31	Momentos columnas eje 2, módulo 1 (sentido Y)	53
32	Cortante vigas eje D, módulo 1 (sentido X)	54
33	Cortante vigas eje 2, módulo 1 (sentido Y)	54
34	Cortante columnas eje D, módulo 1 (sentido X)	55
35	Cortante columnas eje 2, módulo 2 (sentido Y)	55
36	Detalle isométrico losa prefabricada	56
37	Detalle inicio modulación losa prefabricada	57
38	Envolvente de momentos viga 1 – 2 eje D, módulo 1	58
39	Diagrama de corte viga 1 – 2 eje D, módulo 1	62
40	Corte que falta por resistir viga 1 – 2 eje D, módulo 1	63
41	Armado viga 1 – 2 eje D, módulo 1	66
42	Nomogramas de moreland ACI 318-05	70
43	Sección columna 2do. nivel, módulo 1	75
44	Detalle de confinamiento en columna 2do. nivel, módulo 1	78
45	Dimensiones de zapata tipo z-1 del módulo 1	81
46	Carga y momentos sobre zapata, módulo 1	82
47	Falla corte simple o corte por flexión	84
48	Falla corte punzonante	85

49	Dimensiones zapata excéntrica	90
50	Esfuerzos en el terreno	91
51	Análisis de zapata excéntrica	92
52	Detalle de zapata excéntrica	95
53	Carga distribuida sobre las gradas	96
54	Detalle de armado de gradas	97
55	Ubicación de la aldea Llano de ánimas	104
56	Sección parcialmente llena	118
57	Mapa de microzonificación sísmica de Guatemala	147
58	Valor K_x y K_y	149
59	Resultado estudio de suelos, ensayo de compresión triaxial	151

TABLAS

I	Necesidades de servicios básicos e infraestructura del área rural del municipio de Amatitlán, Guatemala	1
II	Datos del ensayo triaxial no consolidado y no drenado	7
III	Factores de forma, inclinación y profundidad	9
IV	Tabla 9.5 (a) Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calcúlen las deflexiones	13
V	Cuadro 8.1 – Cargas vivas en edificaciones	20
VI	Coeficiente Z	27
VII	Coeficiente I	27
VIII	Armado longitudinal de la viga 1-2 entrepiso eje D, módulo 1	61
IX	Refuerzo a flexión zapata excéntrica	94
X	Presupuesto del mercado municipal No. 1 de Amatitlán, Guatemala	100
XI	Coeficiente de rugosidad “n” de diversos materiales	118
XII	Profundidad mínima a la cota invert (tubería de concreto)	121
XIII	Ancho de zanja	121
XIV	Parámetros de diseño proyecto de alcantarillado sanitario aldea Llano de Ánimas, Amatitlán, Guatemala	126
XV	Presupuesto del alcantarillado sanitario de aldea Llano de Ánimas Amatitlán, Guatemala	134
XVI	Hoja de cálculo de sistema de alcantarillado sanitario	147
XVI	Armado longitudinal de vigas del módulo 1, cubierta sentido X	155
XVII	Armado longitudinal de vigas del módulo 1, entrepiso sentido X	156
XVIII	Armado longitudinal de vigas del módulo 1, cubierta sentido Y	157
XIX	Armado longitudinal de vigas del módulo 1, entrepiso sentido Y	158

XX	Armado longitudinal de vigas del módulo 2, cubierta sentido X	159
XXI	Armado longitudinal de vigas del módulo 2, entrepiso sentido X	160
XXII	Armado longitudinal de vigas del módulo 2, cubierta sentido Y	161
XXIII	Armado longitudinal de vigas del módulo 2, entrepiso sentido Y	162
XXIV	Armado longitudinal de vigas del módulo 3, cubierta sentido X	163
XXV	Armado longitudinal de vigas del módulo 3, cubierta sentido X	164
XXVI	Armado longitudinal de vigas del módulo 3, entrepiso sentido X	165
XXVII	Armado longitudinal de vigas del módulo 3, cubierta sentido Y	166
XXVIII	Armado longitudinal de vigas del módulo 3, entrepiso sentido Y	166
XXIX	Armado longitudinal de vigas del módulo 4, cubierta sentido X	167
XXX	Armado longitudinal de vigas del módulo 4, entrepiso 2 sentido X	168
XXXI	Armado longitudinal de vigas del módulo 4, entrepiso 1 sentido X	169
XXXII	Armado longitudinal de vigas del módulo 4, cubierta sentido Y	170
XXXIII	Armado longitudinal de vigas del módulo 4, entrepiso 2 sentido Y	171
XXXIV	Armado longitudinal de vigas del módulo 4, entrepiso 1 sentido Y	172
XXXV	Armado transversal de vigas del módulo 1	173
XXXVI	Armado transversal de vigas del módulo 2	174
XXXVII	Armado transversal de vigas del módulo 3	175
XXXVIII	Armado transversal de vigas del módulo 4, sentido X	176
XXXIX	Armado transversal de vigas del módulo 4, sentido Y	177
XL	Armado longitudinal de columnas	178
XLI	Armado transversal de columnas	178
XLII	Armado zapatas concéntricas	179
XLIII	Hoja de cálculo de sistema de alcantarillado sanitario	181
XLIV	Hoja de cálculo de sistema de alcantarillado sanitario	182

LISTA DE SÍMBOLOS

A_g	Área gruesa
A_s	Área de acero requerida por el momento
A_{st}	Área de acero longitudinal en la columna
$A_{smáx}$	Área de acero máxima
$A_{smín}$	Área de acero mínima
A_z	Área de la zapata
b	Base de la viga
c	Cohesión
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
cm^2	Centímetro cuadrado
C.M.	Carga muerta
C.m.	Centroide de masa
C.r.	Centroide de rigidez
C.V., W_v	Carga viva
d	Peralte efectivo
d_c, d_q, d_γ	Factor de profundidad
D.H.	Distancia horizontal
e	Excentricidad
e_d	Excentricidad de diseño
E_c	Módulo de elasticidad del concreto
E_r	Deformación en rotura
$f'c$	Resistencia última del concreto
F.C.U.	Factor de carga última
Fi	Fuerza sísmica en el nivel "i"

fy	Esfuerzo de fluencia del acero
G	Módulo de elasticidad a corte del concreto
J_r	Rigidez rotacional del nivel
k	Rigidez
K	Factor de longitud efectiva
kg	Kilogramo
k'_{x,y}	Variabes de Bressler
l_u	Luz libre
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
ml	Metro lineal
M₁	Momento mayor en extremo de columna
M₂	Momento menor en extremo de columna
M-	Momento negativo (kg-m)
M+	Momento positivo (kg-m)
M'_t	Momento de trabajo
M_u	Momento último (kg-m)
n	Período de diseño (años)
N_q, N_c, N_γ	Factores de carga adimensionales
NR	Norma recomendada (AGIES)
P_f	Población futura
P_n	Carga axial nominal
P_o	Población inicial
P'_t	Carga axial de trabajo
psi	Libras por pulgada cuadrada (lb/pulg ²)
P_u'	Carga axial última de columna
q	Desviador de rotura
Q	Índice de estabilidad de piso

q_h	Capacidad soporte del suelo
$q_{\text{diseño}}$	Presión de diseño
q_{dis}	Caudal de diseño
$q_{\text{máx}}$	Presión máxima sobre el suelo
q_{min}	Presión mínima sobre el suelo
r	Radio de giro, tasa de crecimiento de la población
rec	Recubrimiento
s	Separación de estribos
$s_{\text{máx}}$	Separación máxima entre estribos
S_c	Factor de forma
S_q, S_γ	Factores de inclinación
t	Peralte de la zapata
T_o	Momento torsional
ton	Tonelada
T_{viga}	Altura de la viga
u	Presión intersticial
U	Carga última por combinación de cargas
V_b	Corte basal
φV_c	Corte que resiste el concreto
φV_s	Corte que resiste el acero
V_u	Corte actuante
%	Porcentaje
φ	Factor de reducción de capacidad
Δ	Deriva
γ_{concreto}	Peso específico del concreto armado
Ψ	Relación de rigideces
ρ	Cuantía de acero

GLOSARIO

Análisis estructural	Consiste en determinar los efectos máximos producidos por las cargas mayoradas sobre los elementos estructurales.
Área de acero requerida	Cantidad de acero, calculada para resistir el momento actuante en el elemento estructural.
Área de acero mínima	Cantidad de acero, determinada para la sección y límite de fluencia.
ACI	“Instituto Americano del Concreto” (American Concrete Institute).
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
ASTM	“Sociedad Americana para Pruebas y Materiales” (American Society for Testing and Materials).

Carga muerta	Peso muerto soportado por un elemento estructural, incluyendo el propio
Carga viva	Peso variable dado por el personal, maquinaria móvil, etc., soportado por un elemento estructural.
Caudal	Volumen por unidad de tiempo (por ejemplo m ³ /s o l/s)
Cimiento corrido	Es el que se construye para soportar un muro.
Columna	Elemento estructural que se usa principalmente para resistir carga axial de compresión y que tiene una altura de, por lo menos, tres veces su menor dimensión lateral.
Concreto reforzado	Concreto que contiene refuerzo por medio de barras de acero.
Cota invert	Cota de la parte inferior interna de una tubería.

Esfuerzo	Fuerza por unidad de área.
Estribo	Elemento de una estructura que resiste el esfuerzo de corte.
Excentricidad	Sucede cuando el centroide de rigidez no coincide con el centroide de masa, se produce excentricidad, esto es debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura.
Envolvente de momentos	Representa el efecto de la superposición de las cargas muerta, viva, sismo y más si existieran.
Fluencia	Sobrepasando el límite de elasticidad, todo aumento de carga produce deformaciones plásticas o permanentes que ya no son proporcionales al aumento de carga sino que adoptan valores crecientes para incrementos de cargas iguales.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal

Momento

Esfuerzo al que se somete un cuerpo, debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia de su centro de masa.

Momento resistente

Es el momento que puede resistir una estructura con cierta cantidad de refuerzo.

Peralte efectivo

Distancia desde la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo longitudinal.

Rigidez

Es la capacidad de un objeto sólido o elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones o desplazamientos.

SEAOC

“Asociación de Ingenieros Estructurales de California”
(Structural Engineers Association of California)

Zapata

Tiene por objeto transmitir la carga al subsuelo a una presión adecuada a las propiedades del suelo.

Zapata aislada

Es la que soporta una sola columna.

RESUMEN

Este trabajo de graduación consta de dos capítulos que contienen el estudio técnico de dos proyectos, uno de alcantarillado sanitario para la aldea Llano de Ánimas, y el otro el diseño de la edificación de dos niveles para el mercado municipal No. 1, ambos en jurisdicción del municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala.

En el capítulo uno se describen las necesidades de servicios básicos e infraestructura del área rural del municipio de Amatitlán, Guatemala; a partir de estas necesidades y con el apoyo de los alcaldes auxiliares de las comunidades se realizó la priorización, para seleccionar los proyectos a desarrollarse en este trabajo de graduación.

El capítulo dos comprende el estudio técnico de ambos proyectos, primero el mercado municipal, describiendo los conceptos y detallando los cálculos que conlleva el diseño de un proyecto de este tipo; para el caso del drenaje sanitario se presenta de forma similar.

Al final se presentan las conclusiones y recomendaciones, planos y presupuestos correspondientes a cada proyecto.

OBJETIVOS

General:

–Diseñar la edificación de dos niveles para el mercado municipal No. 1 y el sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Llano de Ánimas, municipio de Amatitlán, Guatemala.

Específicos:

1. Realizar una investigación diagnóstica de las necesidades de servicios básicos e infraestructura del área rural, del municipio de Amatitlán, Guatemala.
2. Capacitar a los miembros del COCODE de la aldea Llano de Ánimas, sobre la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de graduación contiene el desarrollo de dos proyectos: diseño de la edificación de dos niveles para el mercado municipal No. 1 y sistema de alcantarillado sanitario para aldea Llano de Ánimas.

En la primera parte, se realizó la recopilación de información de las necesidades de las comunidades del área rural de Amatitlán, para luego priorizar y escoger las urgentes, esto con la ayuda de entrevistas a los alcaldes auxiliares de cada comunidad.

En la segunda parte, la fase de servicio técnico profesional se presenta el desarrollo de ambos proyectos, diseñados con el fin de cubrir necesidades básicas, para mejorar la calidad de vida de los habitantes.

El primer proyecto trata de un edificio con tres módulos de dos niveles y un módulo de tres niveles para el mercado municipal No. 1, el primer nivel será ocupado por las áreas semihúmeda y húmeda, el segundo nivel por el área seca y el tercer nivel se utilizará como aulas para tutorías y sala cuna, con oficinas para Dirección, secretaría y enfermería; cada nivel constará con servicios sanitarios para hombres y mujeres. Los cuatro módulos estarán diseñados con sistema de marcos espaciales dúctiles. La cantidad de personas beneficiadas directamente es de 72,265 habitantes y el costo al que asciende el proyecto es de Q. 15, 815,200.73.

El segundo proyecto alcantarillado sanitario para aldea Llano de Ánimas, está conformado por: un colector principal de 2,148 metros de longitud, y 33

pozos de visita, de acuerdo a especificaciones del INFOM (Instituto de Fomento Municipal), la tubería a utilizar será PVC norma ASTM 3034 de diámetro 6". El flujo del caudal será por gravedad, por lo que se tomaron las pendientes del terreno, cuidando que dichas pendientes no provoquen que las velocidades dentro de las alcantarillas estén fuera de especificaciones.

El desfogue será a dos plantas de tratamiento, tipo primario, por medio de fosas sépticas y pozos de absorción. La cantidad de personas que se beneficiarán con este proyecto es de 1,146 habitantes y el costo asciende a Q. 2, 551,383.90.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del área rural del municipio de Amatitlán, Guatemala

1.1.1. Descripción de las necesidades

El municipio de Amatitlán en su casco urbano cuenta con la mayor parte de servicios esenciales para la población, no siendo así en el área rural que está compuesta por 19 aldeas, debido a lo anterior y al crecimiento de la población, se requieren servicios tales como:

Tabla I. Necesidades de servicios básicos e infraestructura del área rural del municipio de Amatitlán, Guatemala

Necesidades	Descripción de la necesidad
Salón Comunal	14 aldeas carecen de instalaciones para salón comunal.
Puesto de salud	12 aldeas carecen de instalaciones para puesto de salud y otras 4 necesitan mejoras generalizadas.
Pavimentación de calles	18 aldeas necesitan pavimentación de sus calles, para evitar problemas de polución en verano y lodo en invierno.

Instalaciones deportivas y recreativas	12 aldeas necesitan de dichas instalaciones, para la recreación de sus habitantes.
Sistema de agua potable	12 aldeas mencionaron esta necesidad. Muchas se abastecen de la laguna de calderas, pero el servicio es irregular y las que cuentan con tanque elevado no lo utilizan, porque no se cuenta con el equipamiento.
Remodelación de escuela	Las 19 aldeas necesitan remodelación de las escuelas.
Alumbrado público	Las 19 aldeas cuentan con este servicio, pero el mantenimiento es deficiente.
Drenaje sanitario	1 aldea cuenta con ese servicio pero no funciona, debido a que no se cuenta con planta de tratamiento y las otras 18 aldeas no tienen este servicio.
Tanque elevado para agua potable	4 aldeas necesitan de tanque elevado y equipar los pozos.
Recolección de basura	10 aldeas mencionaron que no cuentan con este servicio.
Transporte	1 aldea mencionó que necesitan que este servicio sea regular.
Letrinas	1 aldea mencionó la necesidad de más letrinas.
Basura en playa del lago	La aldea El Salitre mencionó que el lago es un lugar turístico, por lo que necesitan basureros en la playa pública para evitar que se contamine aún más.

Fuente: Entrevistas con alcaldes auxiliares del área rural Amatitlán, elaboración propia.

Estas necesidades se encuentran, como ya se mencionó, en el área rural del municipio, ya que en la cabecera son otras las necesidades: congestión vehicular, mercados municipales deteriorados, carencia de una estación para buses, siendo éstas algunas de las principales necesidades a solucionar.

1.1.2. Evaluación y priorización de las necesidades

La evaluación y priorización de las necesidades, se realizó por medio de entrevistas a los alcaldes auxiliares de las comunidades, además de tomar en cuenta la opinión de la directora de la Oficina Municipal de Planificación y se llegó a lo siguiente:

- Drenajes sanitarios
- Remodelación de escuelas
- Sistema de agua potable
- Pavimentación de calles
- Puestos de salud
- Salón comunal
- Instalaciones deportivas y recreativas
- Recolección de basura
- Tanque elevado para agua potable
- Alumbrado público
- Transporte
- Letrinas y
- Basura en playa del lago.

Muchas de las soluciones para las necesidades mencionadas anteriormente, ya están siendo planificadas por parte de la municipalidad, respondiendo a las solicitudes de los COCODES. Sin embargo existen dos

proyectos que se encuentran pendientes de un proceso adecuado de planificación: diseño de la edificación de dos niveles para el mercado municipal No. 1 y el sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Llano de ánimas, del municipio de Amatitlán, Guatemala.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de la edificación de dos niveles para el mercado municipal No. 1, municipio de Amatitlán, Guatemala

2.1.1. Descripción del proyecto

El edificio constará de tres módulos de dos niveles y un módulo de tres niveles, en los cuales el primer nivel será ocupado por las áreas semihúmeda y húmeda, el segundo nivel por el área seca y el tercer nivel se utilizará para aulas para tutorías y sala-cuna con oficinas para Dirección, secretaría y enfermería; cada nivel contará con servicios sanitarios para hombres y mujeres. El acceso a las instalaciones será por medio de una entrada principal y dos entradas secundarias, estará diseñado para que las personas discapacitadas puedan acceder al mismo, por medio de dos módulos de rampas, además de tres módulos de gradas. Contará con área administrativa como se describe a continuación: oficina para el administrador, recepción, secretaría, contabilidad, archivo, enfermería, sala de espera, sala de reuniones y servicio sanitario privado. Además contará con un área de bodega, lavado y limpieza de productos, habitación para guardia de seguridad, control de higiene y calidad, decomisos e incineración, basura orgánica y desechos sólidos, y rampa de carga y descarga. También contará con instalaciones de energía eléctrica, agua potable y drenajes. La estructura estará compuesta por marcos dúctiles de concreto armado con losas de entepiso prefabricadas de vigueta con *topping* de 5cm de espesor, las

cuales serán fundidas con formaleta que luego será recuperada, esto para reducir el peso de la estructura y la cubierta final será de estructura metálica con lámina.

2.1.2. Investigación preliminar

2.1.2.1. Terreno disponible

El terreno que se va a utilizar es en el cual está ubicado el mercado municipal No. 1, actualmente, entre la cero y la segunda avenida y sexta calle del casco urbano de la cabecera municipal de Amatitlán, a un costado de la parroquia San Juan Bautista, el cual tiene medidas aproximadas de 95.25m X 35.66m, dando como resultado un área de 3396.62m².

2.1.2.2. Análisis de suelos

Antes de la planificación de un proyecto de estructuras, se debe conocer el medio físico donde dicha estructura se sustentará, y conocer datos técnicos como el valor soporte del suelo y el peso específico.

2.1.2.2.1. Ensayo triaxial

Para el estudio de suelos de éste proyecto, se excavó un pozo con una profundidad de 2.5m del cual se extrajo una muestra inalterada de 1 pié³.

A dicha muestra inalterada, se le practicó el ensayo de compresión triaxial, no drenada no consolidada, según norma ASTM D-2850, el ensayo fue

llevado a cabo en el laboratorio de Mecánica de Suelos del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII). Los datos obtenidos se muestran en la tabla II.

Tabla II. Datos del ensayo triaxial no consolidado y no drenado

Probeta No.	1	1	1
Presión lateral (ton/m ²)	5	10	20
Desviador en rotura q(ton/m ²)	9.00	12.93	20.95
Presión intersticial u(ton/m ²)	X	X	X
Deformación en rotura Er(%)	1.0	5.0	8.5
Densidad seca (ton/m ³)	1.11	1.11	1.11
Densidad húmeda (ton/m ³)	1.62	1.62	1.62
Humedad (%)	45.9	45.9	45.9
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA: ϕ=14.51°	COHESIÓN: Cu= 2.4 ton/m ²		

Fuente: CII, 19 de febrero de 2009.

- **Cálculo de la capacidad soporte del suelo por el método de Terzaghi**

La capacidad soporte de un suelo, es la capacidad que tiene un suelo de soportar una carga, sin que se produzca una falla en su masa.

Para calcular dicha capacidad, se utilizará el método desarrollado por el profesor Terzaghi, que se describe a continuación.

El cálculo se hace de forma iterativa, cambiando las dimensiones de la zapata y luego haciendo un promedio de los resultados.

Factores de capacidad de carga adimensionales:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \left(\frac{1 + \operatorname{sen} \phi}{1 - \operatorname{sen} \phi} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1)(\cot \phi)$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1)(\tan \phi)$$

Donde:

N_q , N_c , N_γ : factores de forma adimensionales

ϕ : ángulo de fricción interna

$$N_q = e^{\pi \tan 14.51} * \frac{1 + \operatorname{sen} 14.51}{1 - \operatorname{sen} 14.51} = 3.76$$

$$N_c = (3.76 - 1)(\cot 14.51) = 10.66$$

$$N_\gamma = 1.5(3.76 - 1)(\tan 14.51) = 1.07$$

Factores adimensionales de forma, inclinación y profundidad respectivamente:

$$S_c = 1 + 0.20 \left[\frac{B}{L} \right] \left[\tan^2 \left[45 + \frac{\phi}{2} \right] \right]$$

$$S_q = S_\gamma = 1 + 0.10 \left[\frac{B}{L} \right] \left[\tan^2 \left[45 + \frac{\phi}{2} \right] \right]$$

$$d_c = 1 + 0.20 \left[\frac{D_f}{L} \right] \left[\tan \left[45 + \frac{\phi}{2} \right] \right]$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.10 \left[\frac{D_f}{L} \right] \left[\tan \left[45 + \frac{\phi}{2} \right] \right]$$

Donde:

S_c : factor de forma

S_q , S_γ : factor de inclinación

d_q , d_γ , d_c : factores de profundidad

Tabla III. Factores de forma, inclinación y profundidad

	1 X 1 (m)	1.5 X 1.5 (m)	2 X 2 (m)	2.5 X 2.5 (m)
S_c	1.33	1.33	1.33	1.33
$S_q = S_\gamma$	1.17	1.17	1.17	1.17
d_c	1.39	1.26	1.19	1.16
$d_q = d_\gamma$	1.19	1.13	1.10	1.08

Fuente: Elaboración propia.

$$C = 2400 \text{ kg/m}^2 \text{ (cohesión)}$$

$$\varphi = 14.51^\circ \text{ (ángulo de fricción interna)}$$

$$q_o = \gamma * D_f = (1.62)(1.50) = 2.43 \text{ ton/m}^2$$

Presión total neta:

$$q_h = C * N_c * d_c * S_c + q_o * N_q * d_q * S_q + \frac{1}{2} * B * \gamma * N_\gamma * D_\gamma * S_\gamma$$

Donde:

q_h : capacidad de carga unitaria

C : cohesión

d_q, D_γ, d_c : factores de profundidad

S_c : factor de forma

S_q, S_γ : factor de inclinación

B : ancho de la cimentación

$$q_{h1} = (2.4)(10.66)(1.39)(1.33) + (2.43)(3.76)(1.19)(1.17) + 1/2(1)(1.62)(1.07)(1.19)(1.17) = 61.23 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{h2} = (2.4)(10.66)(1.26)(1.33) + (2.43)(3.76)(1.13)(1.17) + 1/2(1.5)(1.62)(1.07)(1.13)(1.17) = 56.67 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{h3} = (2.4)(10.66)(1.19)(1.33) + (2.43)(3.76)(1.10)(1.17) + 1/2(2.0)(1.62)(1.07)(1.10)(1.17) = 54.48 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{h4} = (2.4)(10.66)(1.16)(1.33) + (2.43)(3.76)(1.08)(1.17) + 1/2(2.5)(1.62)(1.07)(1.08)(1.17) = 53.75 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{h\text{promedio}} = (61.23 + 56.67 + 54.48 + 53.75) / 4 = 56.53 \text{ ton/m}^2$$

Factor de seguridad = 3

$$q_h = 56.53 / 3 = 18.84 \text{ ton/m}^2$$

2.1.3. Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico se ocupa de la proyección y distribución de los ambientes, de acuerdo a las necesidades de cada edificación y de acuerdo a su ocupación. El fin es crear espacios, donde los seres humanos puedan desarrollar cualquier tipo de actividades.

De esta forma se deducen las características físicas, que debe reunir la edificación para un mercado municipal.

2.1.3.1. Ubicación del edificio en el terreno

El edificio ocupará totalmente el terreno, aprovechando al cien por ciento del área disponible, dejando banquetas de un metro y medio en todo el perímetro del edificio.

2.1.3.2. Distribución de ambientes

Los ambientes se distribuirán de acuerdo a las necesidades de un mercado, separando las áreas semihúmeda, húmeda, seca, área administrativa, servicios sanitarios, área educativa y se dejarán anchos de pasillos mínimos por seguridad de los usuarios, marcando rutas de evacuación en caso de emergencias, por lo que los pasillos serán alineados lo mejor posible con las salidas tanto principal como secundarias.

2.1.3.3. Altura del edificio

La altura de los marcos por nivel será de 3.50m en los módulos de dos niveles, cuidando que la altura de la fachada del mercado no supere a la fachada de la parroquia, la altura de los marcos por nivel del módulo de tres niveles será también de 3.50m, en este módulo no importa que la altura sea mayor que la de la parroquia, ya que este módulo se encuentra en la parte trasera del mercado y no compite visualmente con la fachada de la iglesia. La altura de cada nivel será de 3.5m, para que en la parte superior de cada nivel, haya suficiente espacio para la circulación del viento, permitiendo que los olores, que son muy fuertes en ciertas áreas del mercado, puedan ser evacuados por medio de ventanales en la parte superior de la estructura.

2.1.3.4. Selección del sistema estructural

La selección del sistema estructural a usar responde a factores como: la economía, materiales disponibles en el área, forma y dimensiones de los ambientes, mano de obra, costo de mantenimiento, etc.

Con base a estos aspectos, se eligió utilizar el sistema de marcos espaciales dúctiles con nudos rígidos, el peso de la estructura será distribuida al suelo por medio de zapatas aisladas; los muros serán solo para divisiones por lo que no soportaran cargas y trabajarán independientemente de la estructura, pero también estarán confinados por medio de soleras y columnas, y estarán sustentados por medio de cimiento corrido. Las losas serán prefabricadas debido al requerimiento de las luces entre apoyos.

2.1.4. Análisis estructural

Consiste en determinar los efectos máximos producidos por las cargas mayoradas, sobre los elementos estructurales como lo son vigas, columnas, losas y zapatas.

2.1.4.1. Predimensionamiento estructural

Antes de determinar las dimensiones finales, es necesario realizar un predimensionamiento, aquí es necesario recurrir a la experiencia en obras similares, y utilizando conocimientos de los elementos que componen el sistema estructural, tomando en cuenta los materiales y las solicitaciones a que será sometido. Para determinar las dimensiones, se tomará como base este predimensionamiento.

Para este trabajo se presentarán los cálculos del módulo 1, para los marcos críticos en ambos sentidos.

Predimensionamiento de viga:

Para el predimensionamiento se utilizarán los siguientes criterios, por cada metro lineal de luz de la viga, se aumentará ocho por ciento de peralte y la base puede ser entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{3}$ del peralte. Esto es:

$$T_{\text{viga}} = \text{luz libre de viga} * 0.08, \text{ o sea el } 8\% \text{ de la luz libre}$$

El código ACI 318-05 capítulo 9 tabla 9.5(a). Ver tabla IV, en la cual se presentan diferentes condiciones de empotramiento, en este caso se utilizó el caso cuando una viga tiene continuidad en un extremo.

Luego se calculó un promedio de ambos resultados.

Tabla IV. Tabla 9.5(a) Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones

	Espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un Extremo continuo	Ambos Extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18.5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

Fuente: código ACI 318-05

Longitud de la viga crítica = 7.37m

$$h_{viga} = 8\% * \text{Longitud de la viga}$$

$$h_{viga} = 0.08 * 7.37m = 0.5896m$$

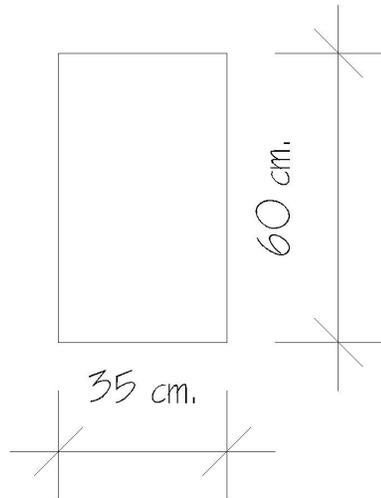
$$h_{viga} = \frac{L}{18.5} = \frac{7.37m}{18.5} = 0.39838m$$

$$h_{promedio} = \frac{0.5896m + 0.39838m}{2} = 0.49399m$$

$$b = \frac{h_{promedio}}{2} = \frac{0.49399m}{2} = 0.24700m$$

Se propone utilizar una sección de 60cm X 35cm, debido a que la carga viva que se utilizará es alta porque se trata de un mercado.

Figura 1 Dimensiones de viga



Fuente: Elaboración propia

Predimensionamiento de columna:

El método que se utilizará para predimensionar las columnas, se basa en el cálculo de la carga axial aplicada a la columna crítica, y de esta se determina el área bruta de la sección de la columna, por medio de la ecuación (10-2) del código ACI 318-05 capítulo 10 sección 10.3.6.2, al tener este valor, se puede proponer las medidas de la sección, para cumplir con esta área requerida. En este caso, las dimensiones de la sección de la columna crítica, se utilizarán en todas las columnas, para guardar simetría y evitar diferencias de rigidez de un marco a otro y de un nivel a otro.

$$\phi P_{n(\max)} = 0.8\phi[0.85f'c(A_g - A_{st}) + f_y A_{yt}] \quad \text{Ecuación (10-2) ACI 318-05}$$

$$1\%A_g \leq A_{st} \leq 8\%A_g$$

Donde:

P_n : carga nominal que resiste la columna con carga axial pura

0.8, 0.85: constantes

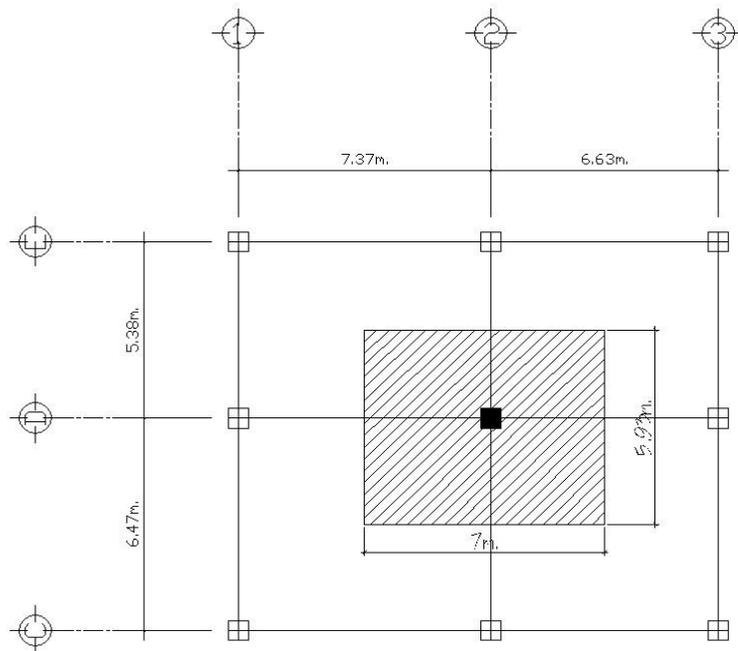
ϕ : factor de reducción de capacidad

f'_c : resistencia del concreto a la compresión

A_g : área gruesa de la columna

A_{st} , A_{yt} : área de acero longitudinal

Figura 2 Área tributaria para columna crítica



Fuente: Elaboración propia

Datos

$$\text{Área tributaria} = 7\text{m} \times 5.93\text{m} = 41.51\text{m}^2$$

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

$$f'c = 280 \frac{kg}{cm^2}$$

$$fy = 4200 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\text{Igualando } \phi P_{n(\max)} = Pu$$

Para columnas del segundo nivel:

$$Pu_{2do.nivel} = 1.4(C.M. \text{ cubierta} * A_t) + 1.7(C.V. \text{ cubierta} * A_t)$$

Donde:

$Pu_{2do.nivel}$: carga última sobre columna segundo nivel

1.4, 1.7: constantes

$C.M. \text{ cubierta}$: carga muerta sobre la cubierta del edificio

$C.V. \text{ cubierta}$: carga viva sobre la cubierta del edificio

A_t : área tributaria de carga para la columna del segundo nivel

$$Pu_{2do.nivel} = 1.4 \left(352 \frac{kg}{m^2} * 41.51 m^2 \right) + 1.7 \left(50 \frac{kg}{m^2} * 41.51 m^2 \right)$$

$$Pu_{2do.nivel} = 23984.kg$$

$$23984.kg = 0.8 * 0.7 \left[0.85 * 280 \frac{kg}{cm^2} (A_g - 0.01A_g) + 4200 \frac{kg}{cm^2} * 0.01A_g \right]$$

despejando A_g se obtiene:

$$A_g = 154.27 cm^2$$

Para columnas del primer nivel:

$$Pu_{1er.nivel} = 1.4 \left(C.M. losa * A_t + A_{columna superior} * l_{col. sup.} * \gamma_{concreto} \right) + 1.7 (C.V. mercado * A_t)$$

Donde:

$Pu_{1er.nivel}$: carga última sobre columna primer nivel

1.4, 1.7: constantes

$C.M. losa$: carga muerta debido a la losa de entrepiso

$C.V. mercado$: carga viva sobre por ocupación del mercado

A_t : área tributaria de carga para la columna del primer nivel

$A_{columna superior}$: área transversal de la columna superior

$l_{col. sup.}$: altura de la columna superior

$\gamma_{concreto}$: peso específico del concreto

$$Pu_{1er.nivel} = 1.4 \left(352 \frac{kg}{m^2} * 41.51m^2 + 0.25m^2 * 3.5m * 2400 \frac{kg}{m^3} \right) + 1.7 \left(1.7600 \frac{kg}{m^2} * 41.51m^2 \right)$$

$$Pu_{1er.nivel} = 65736.kg$$

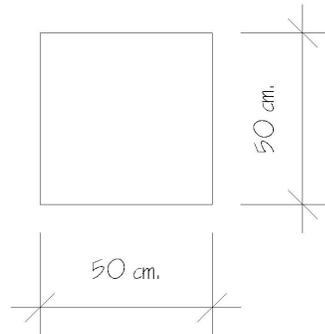
$$65736.kg = 0.8 * 0.7 \left[0.85 * 280 \frac{kg}{cm^2} (A_g - 0.01A_g) + 4200 \frac{kg}{cm^2} * 0.01A_g \right]$$

despejando A_g se obtiene:

$$A_g = 422.83cm^2$$

Se propone utilizar una sección de 50cm X 50cm = 2500cm², que es mucho mayor que el área requerida, debido a que en el predimensionamiento no se toma en cuenta el efecto del sismo.

Figura 3 Dimensiones de columna



Fuente: Elaboración propia

2.1.4.2. Modelos matemáticos de marcos dúctiles

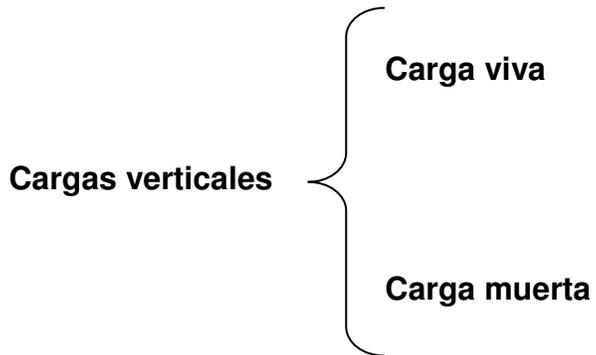
Un marco dúctil se define como un sistema estructural que consta de columnas y vigas que están sujetos rígidamente, es decir, cuando las juntas son capaces de transmitir flexión entre los miembros. Los modelos matemáticos representan la geometría y la forma en que las cargas están aplicadas a los marcos, los cuales se utilizan para el análisis estructural.

2.1.4.3. Cargas horizontales y verticales aplicadas a los marcos dúctiles

Las diferentes cargas que se aplican a los marcos se clasifican según la dirección en que se aplican como, verticales o gravitacionales y horizontales que pueden ser provocadas por distintos factores como se explicará más adelante.

a. Cargas verticales o gravitacionales

Estas cargas se dividen en:



- **Cargas vivas (C.V.)**

AGIES en la norma NR-2 sección 8.3.1 las define como *“aquellas producidas por el uso y la ocupación de la edificación. Los agentes que producen estas cargas no están rígidamente sujetos a la estructura. Estos incluyen, pero no están limitados a los ocupantes en sí, el mobiliario y su contenido así como el equipo no fijo.”*

En la tabla V, se muestran los valores de carga viva para diferentes tipos de ocupación especificados en las normas AGIES.

Tabla V Cuadro 8.1 - Cargas vivas en edificaciones

Tipo de ocupación o uso	W_v (kg/m²)	P_v (kg)
Vivienda	200	0
Oficina	250	800
Hospitales - encamamiento y habitaciones	200	0
Hospitales - servicios médicos y laboratorio	350	800
Hoteles - alas de habitaciones	200	0
Hoteles - servicios y áreas públicas	500	800
Escaleras privadas	300	Ver 8.3.3(d)
Escaleras públicas o de escape	500	Ver 8.3.3(d)
Balcones, cornisas y marquesinas	300	0
Áreas de salida y/o escape	500	0
Vestíbulos públicos	500	0
Plazas y áreas públicas a nivel de calle	500	800
Salones de reunión	300	0
Con asientos fijos		
Sin asientos fijos	500	0
Escenarios y circulaciones	500	0
Instalaciones deportivas públicas	500	0
Zonas de circulación		
Zonas de asientos	400	0
Canchas deportivas	ver nota ^(a)	0
Aulas y escuelas	200	400
Bibliotecas	200	400
Áreas de lectura		
Depósito de libros	600	800
Almacenes	350	800
Minoristas		
Mayoristas	500	1200
Estacionamientos y garajes	250	Ver 8.3.3(c)
Automóviles		
Vehículos pesados	según vehículo	Ver 8.3.3(c)
Rampas de uso colectivo	750	Ver 8.3.3(c)
Corredores de circulación	500	Ver 8.3.3(c)
Servicio y reparación	500	Ver 8.3.3(c)
Bodegas	600	800
Cargas livianas		
Cargas pesadas	1200	1200

Fuente: Norma AGIES NR-2: 2000, pag. 27

Continuación

Fábricas	400	800
Cargas livianas	600	1200
Cargas pesadas		
Cubiertas pesadas (inciso 8.3.3(f))	200	
Azoteas de concreto con acceso	100	
Azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	75 ^(b)	
Azoteas inclinadas más de 20°		
Cubiertas livianas (inciso 8.3.3(g))	50 ^(b)	
Techos de láminas, tejas, cubiertas plásticas, lonas, etc. (aplica a la estructura que soporta la cubierta final)		
Notas: ^(a) carga depende del tipo de cancha ^(b) sobre proyección horizontal		

Fuente: Norma AGIES NR-2: 2000, pag. 28

Las cargas vivas utilizadas en este proyecto son:

Carga para área de mercado = 600 kg/m²

Carga para área de aulas = 200 kg/m²

Carga para área de cubierta liviana = 50 kg/m² (esta carga aplica sobre la proyección horizontal)

- **Cargas muertas (C.M.)**

Estas cargas son las provocadas por los miembros estructurales y cualquier otro objeto que se encuentre permanentemente sobre la estructura.

En el caso de un edificio estas cargas se componen por el peso de las losas, vigas, columnas, muros, estructura de cubierta, ventanas, puertas, instalaciones (drenajes, hidráulicas, eléctricas y otras si las hubiese), acabados y otros.

Estas cargas se pueden determinar, con buena exactitud, a partir de los pesos volumétricos de los materiales que se utilicen, con ayuda de tablas que proporcionan estos datos.

Las cargas muertas utilizadas para este proyecto son:

Peso concreto = 2400 kg/m^3

Peso propio + C.M. losa = 352 kg/m^2

Peso acabados = 80 kg/m^2

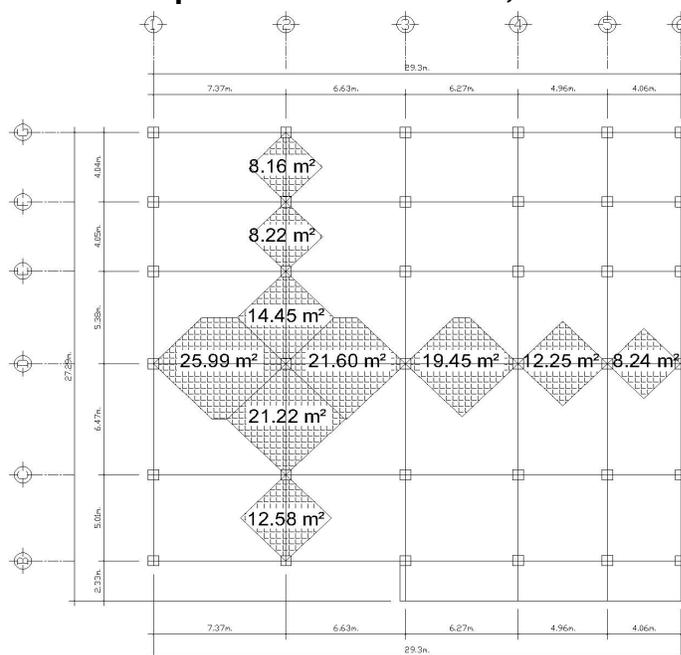
Peso tabiques = 80 kg/m^2

Peso vidrieras 2mm = 5 kg/m^2

Peso mampostería = 195 kg/m^2

A continuación se detalla la integración de cargas para el módulo 1, tanto en los marcos del sentido X como sentido Y.

Figura 4 Planta primer nivel módulo 1, marcos analizados



Fuente: Elaboración propia

Integración de cargas M1 eje D (Sentido X)

Carga muerta (C.M.)

Entre eje 1 – eje 6	Entrepiso	Cubierta
$W_{\text{losa}} = (5.93\text{m} \times 7.37\text{m})(352\text{kg}/\text{m}^2) / 7.37\text{m} = 2087.36 \text{ kg/m}$		_____
$W_{\text{acabados}} = (1.15\text{m} \times 7.37\text{m})(80\text{kg}/\text{m}^2) / 7.37\text{m} = 92.00 \text{ kg/m}$		80.00 kg/m
$W_{\text{viga}} = (0.6\text{m} \times 0.35\text{m})(2400\text{kg}/\text{m}^3) = 504.00 \text{ kg/m}$		192.00 kg/m
$W_{\text{tabiques}} = (5.93\text{m} \times 7.37\text{m})(80\text{kg}/\text{m}^2) / 7.37\text{m} = 474.40 \text{ kg/m}$		_____
	$\Sigma\text{CM} = 3,157.76 \text{ kg/m}$	272.00 kg/m

Carga viva (C.V.)

eje1 – eje 2	Entrepiso	Cubierta
$W_v = (12.59\text{m}^2 + 13.40\text{m}^2)(600\text{kg}/\text{m}^2) / 7.37\text{m} = 2,115.88 \text{ kg/m}$		176.32 kg/m
eje 2 – eje 3		
$W_v = (21.60\text{m}^2)(600\text{kg}/\text{m}^2) / 6.63\text{m} = 1,954.75 \text{ kg/m}$		162.90 kg/m
eje 3 – eje 4		
$W_v = (19.45\text{m}^2)(600\text{kg}/\text{m}^2) / 6.27\text{m} = 1,861.24 \text{ kg/m}$		155.10 kg/m
eje 4 – eje 5		
$W_v = (12.25\text{m}^2)(600\text{kg}/\text{m}^2) / 4.96\text{m} = 1,481.85 \text{ kg/m}$		123.49 kg/m
eje 5 – eje 6		
$W_v = (8.24\text{m}^2)(600\text{kg}/\text{m}^2) / 4.06\text{m} = 1,2117.73 \text{ kg/m}$		101.48 kg/m

Integración de cargas M1 eje 2 (Sentido Y)

Carga muerta (C.M.)

Entre eje B – eje G	Entrepiso	Cubierta
$W_{\text{acabados}} = (0.15\text{m}^2 \cdot 5.01\text{m} + 0.2\text{m} \cdot 5.01\text{m})(80\text{kg/m}^2) / 5.01\text{m} = 92.00 \text{ kg/m}$		72.00 kg/m
$W_{\text{viga}} = (0.35\text{m} \cdot 0.2\text{m})(2400 \text{ kg/m}^3)$	$= 504.00 \text{ kg/m}$	168.00 kg/m
$\Sigma \text{C.M.}$	$= 596.00 \text{ kg/m}$	208.00 kg/m

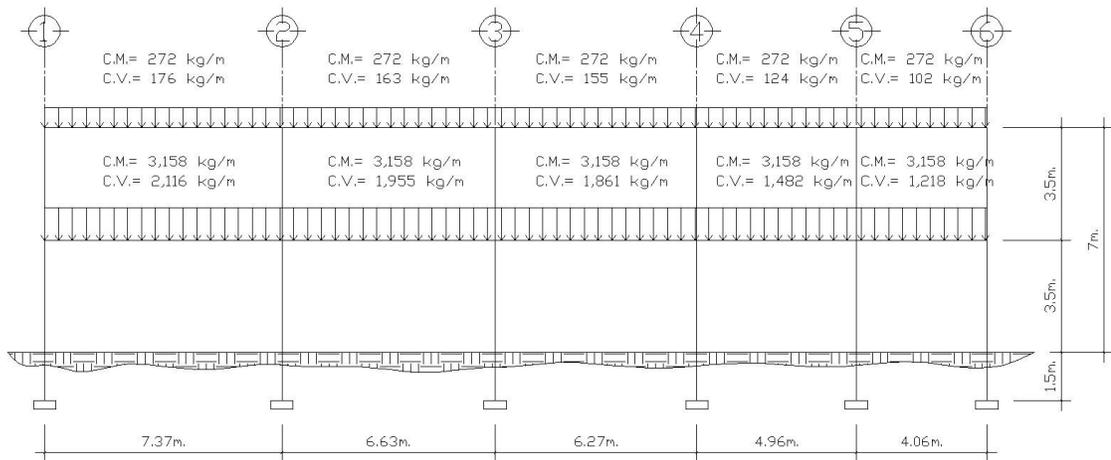
Carga viva (C.V.)

eje B – eje C	Entrepiso	Cubierta
$W_v = (12.58\text{m}^2)(600\text{kg/m}^2) / 5.01\text{m} =$	1,506 kg/m	125.50 kg/m
eje C – eje D		
$W_v = (21.22\text{m}^2)(600\text{kg/m}^2) / 6.47\text{m} =$	1,967.85 kg/m	163.99 kg/m
eje D – eje E		
$W_v = (14.45\text{m}^2)(600\text{kg/m}^2) / 5.38\text{m} =$	1,611.52 kg/m	134.29 kg/m
eje E – eje F		
$W_v = (8.22\text{m}^2)(600\text{kg/m}^2) / 4.05\text{m} =$	1,217.78 kg/m	101.48 kg/m
eje F – eje G		
$W_v = (8.16\text{m}^2)(600\text{kg/m}^2) / 4.04\text{m} =$	1,211.88 kg/m	100.99 kg/m

De la misma forma, se procede para los marcos críticos de los otros módulos para integrar las cargas.

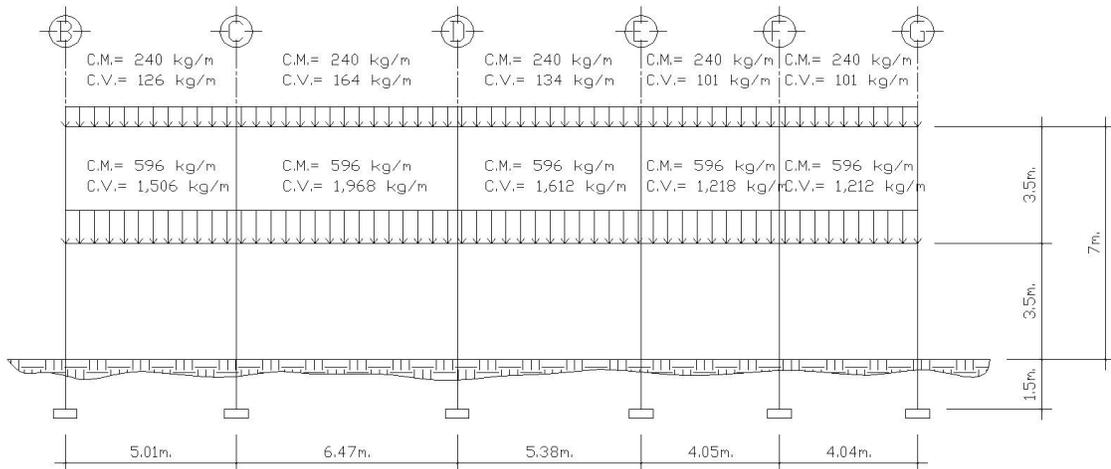
Las figuras 5 y 6 muestran los modelos que se obtienen de la carga muerta y viva.

Figura 5 Carga muerta y carga viva – Marco eje D, módulo 1 (sentido X)



Fuente: Elaboración propia

Figura 6 Carga muerta y carga viva – Marco eje 2, módulo 1 (sentido Y)



Fuente: Elaboración propia

b. Cargas horizontales

Este tipo de cargas pueden ser provocadas por sismo, viento, empuje de suelo, empuje de fluidos, etc. Estas cargas son dinámicas, esto quiere decir que es muy baja la probabilidad de que todas actúen al mismo tiempo sobre una estructura. Guatemala está situada en una zona de gran actividad sísmica, tanto tectónica como volcánica, por lo que es crítico tomar en cuenta la carga sísmica para todo proyecto estructural.

- **Carga sísmica**

Esta carga es directamente proporcional al peso total de la estructura, considerando que la estructura está empotrada a nivel del suelo donde será el punto de aplicación, a esta carga se le conoce como corte basal (V_b), esta carga luego se distribuye a cada nivel de la estructura y posteriormente se distribuye por marcos proporcional a la rigidez de los elementos estructurales.

Hacer un análisis sísmico de tipo dinámico, es muy complicado, por lo que se utilizará el método alternativo equivalente estático de la SEAOC, el cual se desarrolla a continuación.

Método estático equivalente SEAOC

$$V_b = Z I K C S W \quad \text{Ecuación (3 – 1) capítulo 13 sección 1 SEAOC}$$

Donde:

Z: coeficiente que depende la zona sísmica

I: coeficiente que depende del tipo de ocupación e importancia de la estructura

K: factor que depende del sistema estructural utilizado

C: coeficiente que depende del periodo fundamental de vibración "T"

S: coeficiente que depende del tipo de suelo sobre el cual está la estructura

W: total de la carga muerta mas 25% de la carga viva

Descripción de cada variable de la ecuación (3-1)

- **Z** = coeficiente que depende de la zona sísmica como se especifica en el anexo 1 y tabla VI.

Tabla VI Coeficiente Z

Zona sísmica	0	1	2	3	4
Coeficiente Z	0	3/16	3/8	3/4	1

Fuente: Table 3-1. Z-Coefficient, Chapter 13 section 1 SEAOC

- **I** = coeficiente que depende del tipo de ocupación e importancia de la estructura después de un sismo, como se especifica en la tabla VII.

Tabla VII Coeficiente I

Tipo de ocupación	I
Complejo esencial	1.50
Complejo de alto riesgo	1.25
Todos los demás	1.00

Fuente: Table 3-2. I-Coefficient, Chapter 13 section 1 SEAOC

- **K** = factor de fuerza horizontal, que depende del sistema estructural utilizado.

Edificios con sistemas de marcos espaciales dúctiles resistentes a momento, diseñados bajo el criterio de que los marcos dúctiles deberán tener la capacidad de resistir el total requerido de la fuerza horizontal, se debe tomar **K = 0.67**.

- **C** = el valor de C debe ser determinado de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$C = \frac{1}{15\sqrt[3]{T}}$$

Ecuación (3 – 2) capítulo 13 sección 1 SEAOC

- El valor de C no necesita exceder 0.12.
- Los valores de C y S como es indicado más adelante, y su producto C*S no necesitan exceder 0.14.

“T” periodo fundamental de vibración de la estructura

- El periodo fundamental de vibración de la estructura T puede ser determinado por la siguiente formula:

$$T = \frac{0.05h_n}{\sqrt[3]{D}}$$

Ecuación (3 – 3A) capítulo 13 sección 1 SEAOC

Donde: h_n = altura total de la estructura en pies.

D = longitud de la estructura en dirección paralela al sismo en pies.

- **S** = coeficiente que representa la interacción dinámica entre el suelo y la estructura, debe determinarse a partir de datos adecuadamente sustentados por un estudio geotécnico. Si no se cuenta con el estudio geotécnico, el valor de **S** debe ser **1.5**.
- **W** = total de la carga muerta más 25% de la carga viva.

Cálculo de peso por niveles:

$$W_{\text{vidriera}} = (\text{peso vidrio 2mm}) * (\text{longitud de la vidriera}) * (\text{altura de la vidriera})$$

$$W_{\text{vigas}} = (\text{peso específico del concreto armado}) * [(\text{área de la sección transversal de la viga} * \text{longitud del eje X} * \text{cantidad de ejes}) + (\text{área de la sección transversal de la viga} * \text{longitud del eje Y} * \text{cantidad de ejes})]$$

$$W_{\text{col.}} = (\text{peso específico del concreto armado}) * (\text{área de la sección transversal de la columna} * \text{altura de la columna} * \text{cantidad de columnas})$$

$$W_{\text{mampostería}} = (\text{peso de la mampostería}) * [(\text{longitud de la mampostería eje X}) * (\text{altura de la mampostería}) + (\text{longitud de la mampostería eje Y}) * (\text{altura de la mampostería})]$$

$$W_{\text{c.v.}} = (\text{Carga viva cubierta}) * (\text{área de cubierta}) * (25\%)$$

MÓDULO 1

2do. Nivel.

$$W_{\text{vidriera}} = 5 \text{ kg/m}^2 * 24.96 \text{ m} * 1.4 \text{ m} = 174.72 \text{ kg.}$$

Eje 1

$$W_{\text{vidriera}} = 5 \text{ kg/m}^2 * 31.63 \text{ m} * 1.35 \text{ m} = 213.50 \text{ kg.}$$

Eje B

$$W_{\text{vigas}} = 2400 \text{ kg/m}^3 (0.08 \text{ m}^2 * 29.3 \text{ m} * 6 + 0.07 \text{ m}^2 * 24.96 \text{ m} * 6) = 58,913.28 \text{ kg.}$$

$$W_{\text{col.}} = 2400 \text{ kg/m}^3 (0.16 \text{ m}^2 * 1.75 \text{ m} * 36) = \underline{37,800.00 \text{ kg.}}$$

$$W_{\text{C.M.}} = \mathbf{97,101.50 \text{ kg.}}$$

$$W_{\text{c.v.}} = 50 \text{ kg/m}^2 * 766.95 \text{ m}^2 * 0.25 = \mathbf{9,586.88 \text{ kg.}}$$

$$W_{\text{n2}} = W_{\text{C.M.}} + W_{\text{c.v.}} = \mathbf{106,688.38 \text{ kg.}}$$

1er. Nivel.

$$W_{\text{mampostería}} = 195 \text{ kg/m}^2 * (24.96 \text{ m} * 1.65 \text{ m} + 31.63 \text{ m} * 1.6 \text{ m}) = 17,899.44 \text{ kg.}$$

$$W_{\text{vidriera}} = 5 \text{ kg/m}^2 * 24.96 \text{ m} * (0.1 \text{ m} + 1.15 \text{ m}) = 156.00 \text{ kg.}$$

Eje 1

$$W_{\text{vidriera}} = 5 \text{ kg/m}^2 * 31.63 \text{ m} * (0.15 \text{ m} + 1.15 \text{ m}) = 205.60 \text{ kg.}$$

Eje B

$$W_{\text{vigas}} = 2400 \text{ kg/m}^3 (0.21 \text{ m}^2 * 29.3 \text{ m} * 6 + 0.21 \text{ m}^2 * 24.96 \text{ m} * 6) = 164,082.24 \text{ kg.}$$

$$W_{\text{col.}} = 2400 \text{ kg/m}^3 (0.25 \text{ m}^2 * 3.5 \text{ m} * 36) = 75,600.00 \text{ kg.}$$

$$W_{\text{losa}} = 352 \text{ kg/m}^2 * 766.95 \text{ m}^2 = \underline{269,966.40 \text{ kg.}}$$

$$W_{\text{c.m.}} = \mathbf{527,909.68 \text{ kg.}}$$

$$W_{\text{c.v.}} = 600 \text{ kg/m}^2 * 766.95 \text{ m}^2 * 0.25 = \mathbf{115,042.50 \text{ kg.}}$$

$$W_{n1} = W_{\text{C.M.}} + W_{\text{c.v.}} = \mathbf{642,952.18 \text{ kg.}}$$

Peso total del módulo 1:

$$W_{\text{total}} = W_{n2} + W_{n1} = 106,688.38 \text{ kg} + 642,952.18 \text{ kg} = \mathbf{749,640.56 \text{ kg.}}$$

$$W_{\text{total}} = \mathbf{749.64 \text{ ton}}$$

Cálculo del corte basal:

Corte basal

Módulo 1

$$V_b = Z I K C S W_{\text{total}} + 25\% \text{ C.V.}$$

$$Z=1 \quad S=1.5 \quad C = \frac{1}{15 \sqrt[3]{T}} \quad T = \frac{0.05 h_n}{\sqrt[3]{D}}$$

$$I=1.25$$

$$K=0.67$$

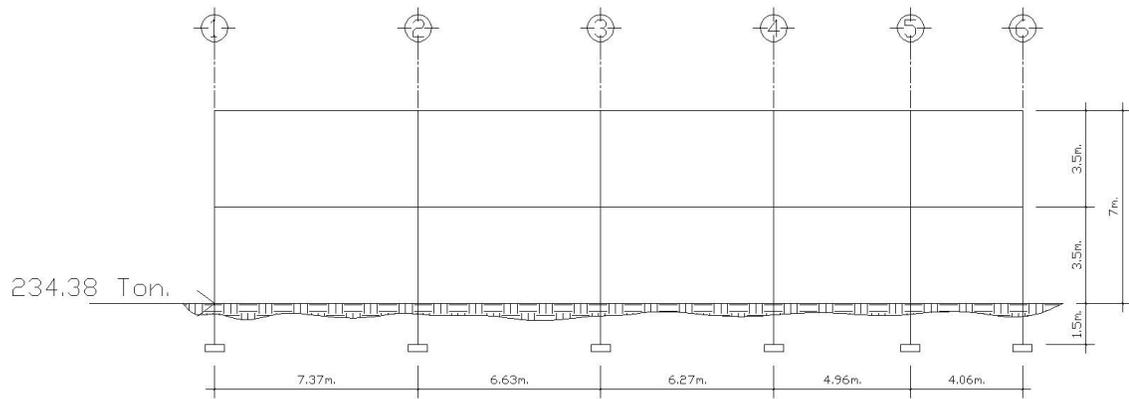
$$T_x = \frac{0.05 * 22.96}{\sqrt[3]{96.10 \text{ pies}}} = 0.117 \text{ seg.}; \quad C_x = \frac{1}{15 \sqrt[3]{0.117 \text{ seg}}} = 0.1949 \quad C \leq 0.12$$

$$T_y = \frac{0.05 * 22.96}{\sqrt[3]{81.87 \text{ pies}}} = 0.127 \text{ seg.}; \quad C_y = \frac{1}{15 \sqrt[3]{0.127 \text{ seg}}} = 0.1871 \quad C * S \leq 0.14$$

$$V_{bx} = (1) (1.25) (0.67) (0.14) * (625 \text{ ton.}) + 125 \text{ ton} = 234.38 \text{ ton}$$

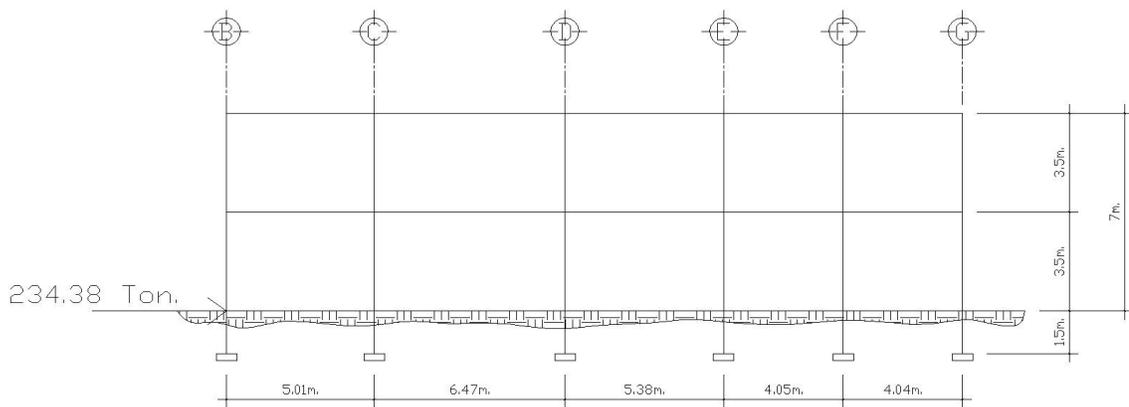
$$V_{by} = (1) (1.25) (0.67) (0.14) * (625 \text{ ton.}) + 125 \text{ ton} = 234.38 \text{ ton}$$

Figura 7 Corte basal módulo 1 (Sentido X)



Fuente: Elaboración propia

Figura 8 Corte basal módulo 1 (Sentido Y)



Fuente: Elaboración propia

Distribución del corte basal sobre la altura de la estructura:

$$F_i = \frac{(V_b - F_t)w_i h_i}{\sum_{i=1}^n w_i h_i} \quad \text{Ecuación (3 - 5) capítulo 13 sección 1 SEAO}$$

$F_i=0$, si $T \leq 0.7$ seg

Donde:

F_i : fuerza horizontal en el nivel i

V_b : corte basal

F_t : fuerza en la cúspide de la estructura

w_i : peso de la estructura en el nivel i

h_i : altura del nivel i medida desde el nivel basal

Distribución de corte basal por niveles

Módulo 1

Sentido X

$$W_1 * H_1 = 642.95 \text{ kg} * 3.5 \text{ m} = 2,250.33 \text{ kg.m}$$

$$W_2 * H_2 = 106.69 \text{ kg} * 7.0 \text{ m} = \underline{746.83 \text{ kg.m}}$$
$$\sum W_i * H_i = 2,997.16 \text{ kg.m}$$

$$F_{x2} = \frac{(234.38 \text{ ton})(746.83 \text{ kg.m})}{2,997.16 \text{ kg.m}} = 58.40 \text{ ton}$$

$$F_{x1} = \frac{(234.38 \text{ ton})(2,250.33 \text{ kg.m})}{2,997.16 \text{ kg.m}} = 175.98 \text{ ton}$$

Sentido Y

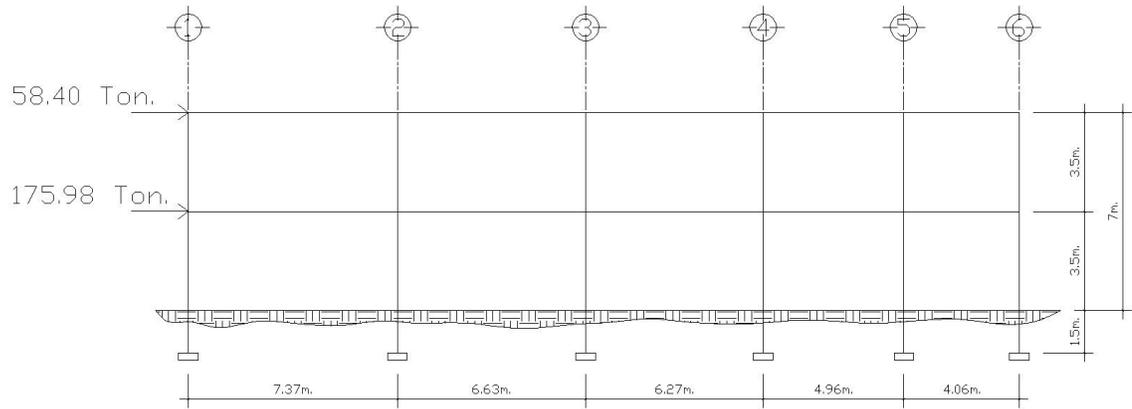
$$W_1 * H_1 = 642.95 \text{ kg} * 3.5 \text{ m} = 2,250.33 \text{ kg.m}$$

$$W_2 * H_2 = 106.69 \text{ kg} * 7.0 \text{ m} = \underline{746.83 \text{ kg.m}}$$
$$\sum W_i * H_i = 2,997.16 \text{ kg.m}$$

$$F_{y2} = \frac{(234.38 \text{ ton})(746.83 \text{ kg.m})}{2,997.16 \text{ kg.m}} = 58.40 \text{ ton}$$

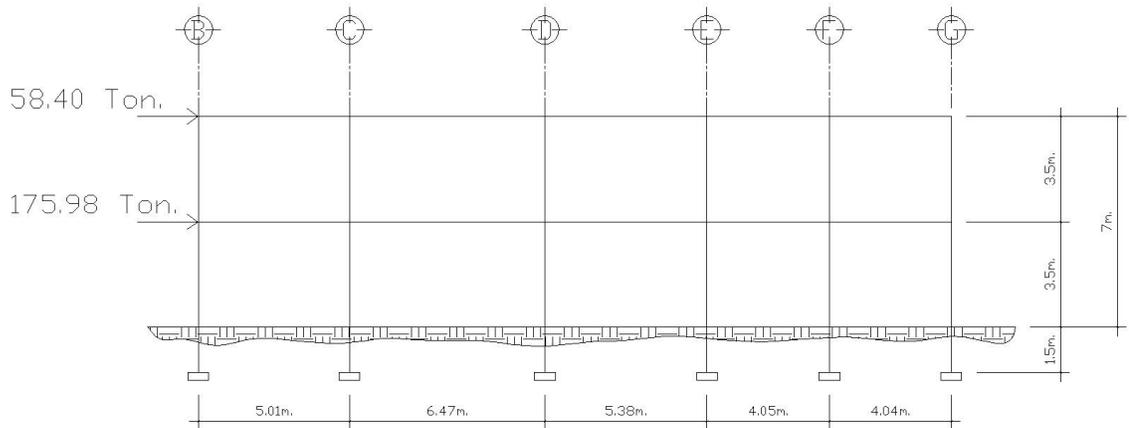
$$F_{y1} = \frac{(234.38 \text{ ton})(2,250.33 \text{ kg.m})}{2,997.16 \text{ kg.m}} = 175.98 \text{ ton}$$

Figura 9 Distribución del Corte basal por niveles, módulo 1 (Sentido X)



Fuente: Elaboración propia

Figura 10 Distribución del Corte basal por niveles, módulo 1 (Sentido Y)



Fuente: Elaboración propia

Distribución por niveles, por marcos

Módulo 1

La distribución del corte de cada nivel a cada marco, se hace por medio de las rigideces de los elementos verticales resistentes a la fuerza horizontal (columnas).

La fórmula de la rigidez para una columna se presenta a continuación:

$$k = \frac{V}{\Delta}$$
$$\Delta = \Delta_{flexión} + \Delta_{corte} = \frac{VH^3}{12E_cI} + \frac{1.2VH}{GA}$$
$$k = \frac{V}{\frac{VH^3}{12E_cI} + \frac{1.2VH}{GA}}$$

donde:

$$I = \frac{1}{12}bL^2; A = bL; G = 0.4E_c$$

$$k = \frac{E_cA}{H \left[\left(\frac{H}{L} \right)^2 + 3 \right]}$$

En el caso de esta estructura E_c , A , H y L son constantes, ya que todas las columnas tienen la misma sección y están hechas del mismo material; de lo contrario se debe calcular la rigidez de cada elemento vertical, tomando en cuenta columnas y muros de corte si los hubiese.

Distribución de fuerza lateral por marcos:

$$F_{ix} = \frac{E_x * K_{marco}}{K_{piso}}$$

$$F_{iy} = \frac{E_y * K_{marco}}{K_{piso}}$$

Donde:

F_{ix} : fuerza en dirección x nivel i por cada nivel

F_{iy} : fuerza en dirección y nivel i por cada nivel

K_{marco} : rigidez del marco en cada dirección

K_{piso} : rigidez del piso

Módulo 1

Rigidez de marcos:

Marco B: 6K

Marco C: 6K

Marco D: 6K

Marco E: 6K

Marco F: 6K

Marco G: 6K

36K

Marco 1: 6K

Marco 2: 6K

Marco 3: 6K

Marco 4: 6K

Marco 5: 6K

Marco 6: 6K

36K

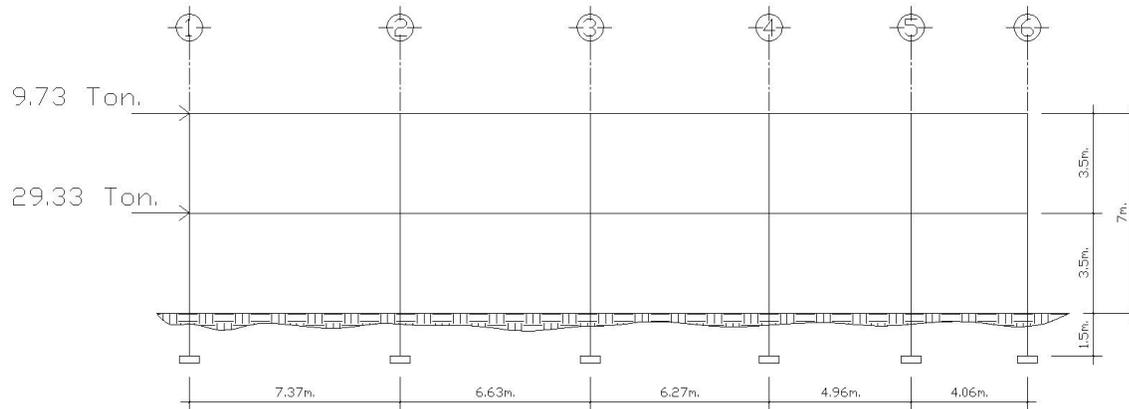
$$F_{Dx2} = \frac{58.40 \text{ ton} * \cancel{6K}}{36K} = 9.73 \text{ ton}$$

$$F_{Dx1} = \frac{175.98 \text{ ton} * \cancel{6K}}{36K} = 29.33 \text{ ton}$$

$$F_{2y2} = \frac{58.40 \text{ ton} * \cancel{6K}}{36K} = 9.73 \text{ ton}$$

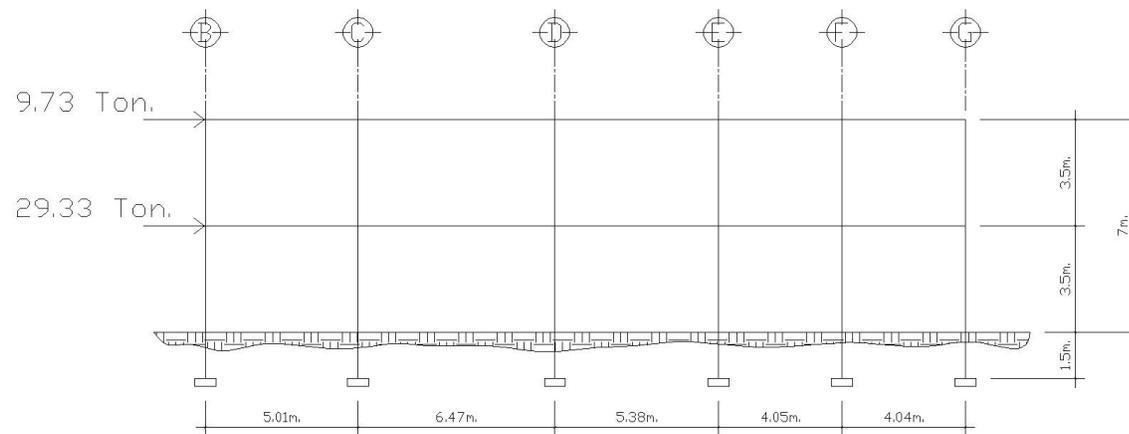
$$F_{2y1} = \frac{175.98 \text{ ton} * \cancel{6K}}{36K} = 29.33 \text{ ton}$$

Figura 11 Distribución del Corte basal por niveles, por marcos eje D, módulo 1 (Sentido X)



Fuente: Elaboración propia

Figura 12 Distribución del Corte basal por niveles, por marcos eje 2, módulo 1 (Sentido Y)



Fuente: Elaboración propia

- **Incremento de corte por torsión**

Además del corte por traslación se debe calcular el corte por torsión, este corte se origina por la variación entre el centroide de masa (C.M.) y el centroide de rigidez (C.R.).

La distancia entre ambos centroides se denomina excentricidad “e”, la cual multiplicada por el cortante sísmico, que actúa en el nivel, produce el momento torsional “ T_o ”, que debe ser resistido por los elementos verticales, que forman el sistema que resiste las cargas sísmicas, simultáneamente con los cortantes directos debidos a estas cargas.

La torsión no es más que un giro alrededor de un eje vertical, que coincide con el centroide de rigidez. Siempre se busca eliminar la torsión de una estructura, por medio de un diseño simétrico con excentricidad cero o casi cero.

Además de las excentricidades reales hay que tomar en cuenta las excentricidades accidentales. Las causas principales que generan las excentricidades accidentales, incluyen la componente rotacional del movimiento del terreno alrededor de un eje vertical, las diferencias entre los valores asumidos de rigideces y masas, el patrón asimétrico de las relaciones no lineales de fuerza-deformación. Otros factores de menor importancia son la asimetría de las constantes de amortiguamiento y las deformaciones en dirección perpendicular a la considerada.

Debido a lo complejo de determinar los efectos dinámicos sobre la torsión, estudios realizados por Newmark Rosenblueth, indican que se debe considerar un factor de magnificación dinámica que incremente la excentricidad calculada multiplicándola por 1.5. Además se debe considerar la excentricidad accidental

$$P_{\text{vigas}} = (192)[(29.3)(14.65)(6)] + (168)[(24.96)(7.37) + (27.29)(14) + (27.29)(20.27) + (27.29)(25.23) + (27.29)(29.29)] = 443,695.26 \text{ kg.m}$$

$$P_{\text{vidriera}} = (7.5)[(14)(7) + (2.33)(14) + (15.29)(21.64)] = 3,461.22 \text{ kg.m}$$

$$P_{\text{sillar}} = (195)(1.65)[(14)(7) + (2.33)(14) + (15.29)(21.64)] = 148,486.21 \text{ kg.m}$$

$$P_{\text{colum.}} = (384)(3.1)[(6)(7.37) + (6)(14) + (6)(20.27) + (6)(25.23) + (6)(29.29)] = 86,813.18 \text{ kg.m}$$

$$\Sigma w_i = 269,967.70 + 42,854.4 + 60,479.04 + 424.35 + 18,204.62 = 391,930.11 \text{ kg.m}$$

$$\Sigma w_i \cdot Y$$

$$P_{\text{losa}} = (352)[(24.96 \cdot 7.37)(12.48) + (24.96 \cdot 6.63)(12.48) + (27.29 \cdot 6.27)(11.31) + (27.29 \cdot 4.96)(11.31) + (27.29 \cdot 4.06)(11.31)] = 3,196,254.40 \text{ kg.m}$$

$$P_{\text{vigas}} = (168)[(24.96)(12.48) \cdot 2 + (27.29)(11.31) \cdot 4] + (192)[(29.3)(5.01) + (29.3)(11.48) + (29.3)(16.86) + (29.3)(20.91) + (29.3)(24.95)] = 757,680.78 \text{ kg.m}$$

$$P_{\text{vidriera}} = (7.5)[(2.33)(-1.16) + (15.29)(-2.33)] = -287.46 \text{ kg.m}$$

$$P_{\text{sillar}} = (195)(1.65)[(2.33)(-1.16) + (15.29)(-2.33)] = -12,332.19 \text{ kg.m}$$

$$P_{\text{colum.}} = (384)(3.1)[(6)(5.01) + (6)(11.48) + (6)(16.86) + (6)(2.91) + (6)(24.95)] = 437,186.30 \text{ kg.m}$$

$$\Sigma w_i = 391,930.11 \text{ kg}$$

$$X_{c.m.} = \frac{4039,255.86 + 443,695.26 + 3461.22 + 148,486.21 + 686,813.18}{391,930.11} = 13.58 \text{ m}$$

$$Y_{c.m.} = \frac{3196,254.4 + 757,680.78 - 287.46 - 12,332.19 + 437,186.30}{391,930.11} = 11.17 \text{ m}$$

**Centro de rigidez
1er. y 2do. niveles**

Módulo 1

**K= todas las columnas iguales en
ambos sentidos respecto a "0"**

$$X_{C.R.} = \frac{\sum k_y X_i}{\sum k_y} = \frac{k_y * \sum X_i}{k_y * \sum No. col.}$$

Donde:

$X_{C.R.}$: posición del centro de rigidez en "X" respecto a "0"

K_y : rigidez de los elementos verticales en sentido "Y"

X_i : posición del elemento vertical respecto a "0" en dirección "X"

$$X_{C.R.} = \frac{(6*7.37+6*14+6*20.27+6*25.23+6*29.29)}{36} = 16.03 \text{ m}$$

$$Y_{C.R.} = \frac{\sum k_x Y_i}{\sum k_x} = \frac{k_x * \sum Y_i}{k_x * \sum No. col.}$$

Donde:

$Y_{C.R.}$: posición del centro de rigidez en "Y" respecto a "0"

K_x : rigidez de los elementos verticales en sentido "X"

Y_i : posición del elemento vertical respecto a "0" en dirección "Y"

$$Y_{C.R.} = \frac{(6*5.01+6*11.48+6*16.86+6*20.91+6*24.95)}{36} = 13.20 \text{ m}$$

Cálculo de excentricidades

Módulo 1

Excentricidad real:

$$e_x = 16.03 - 13.58 = 2.45 \text{ m}$$

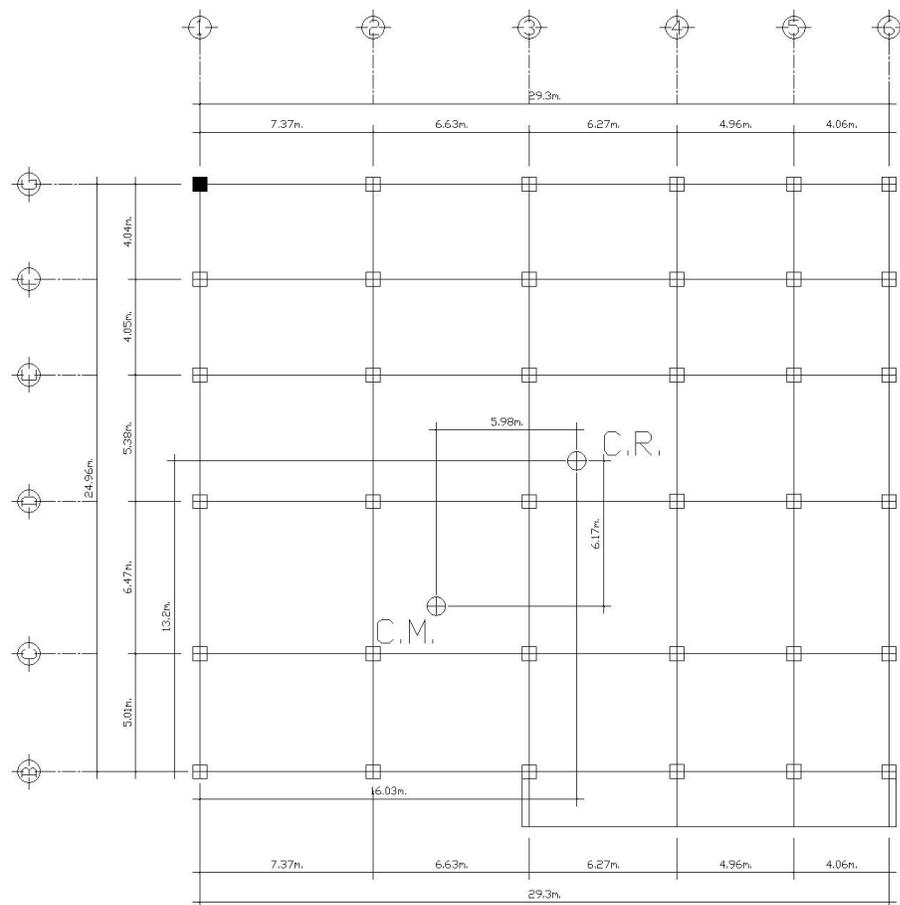
$$e_y = 13.20 - 11.17 = 2.03 \text{ m}$$

Excentricidad de diseño:

$$e_{dx} = 1.5(2.45) + 0.1(24.96) = 6.17 \text{ m}$$

$$e_{dy} = 1.5(2.03) + 0.1(29.3) = 5.98 \text{ m}$$

Figura 13 Posición del centroide de masa (C.M.) y centroide de rigidez (C.R.) módulo 1



Fuente: Elaboración propia

Cálculo corte por torsión:

Para calcular de forma aproximada los cortantes adicionales debido a los momentos torsionales, se puede asumir que los elementos verticales en cada nivel, se encuentran empotrados en sus extremos a diafragmas rígidos. Las fuerzas cortantes torsionales, que actúan en cada elemento vertical, se pueden considerar que son directamente proporcionales a su rigidez lateral y a su centro de rigidez, e inversamente proporcionales a la rigidez rotacional total del nivel (J_r) respecto al centro de rigidez.

2do. nivel = 1er. Nivel

Módulo 1

$$J_r = \sum(k_x * Y_{C.R.} + k_y * X_{C.R.})$$

Donde:

J_r : rigidez rotacional total del nivel, respecto al centro de rigidez

K_x : rigidez de los elementos verticales en sentido "X"

K_y : rigidez de los elementos verticales en sentido "Y"

$X_{C.R.}$: posición del centro de rigidez en "X" respecto a "0"

$Y_{C.R.}$: posición del centro de rigidez en "Y" respecto a "0"

$J_r =$

$$K[(6)(16.03)^2+(6)(8.66)^2+(6)(2.03)^2+(6)(4.25)^2+(6)(9.21)^2+(6)(13.27)^2+(6)(13.2)^2+(6)(8.19)^2+(6)(1.72)^2+(6)(7.72)^2+(6)(3.67)^2+(6)(11.76)^2]$$

$$J_r = 6424.18 K$$

$$T_o = (100\%)(V_b)(e_{mayor})+(30\%)(V_b)(e_{menor})$$

Donde

T_o : momento torsional

V_b : corte basal

$e_{mayor, menor}$: excentricidad mayor y menor respectivamente

$$T_o = (1)(234.38)(6.17) + 0.3(234.38)(5.98) = 1,866.60 \text{ ton-m}$$

Corte por torsión

$$V_x = \frac{T_o * Y_{C.R.} * k_x}{J_r}; \quad V_y = \frac{T_o * X_{C.R.} * k_y}{J_r}$$

$$V_{x2,1} = \frac{(1866.60 \text{ ton-m})(1.72 \text{ m}) * 6 \text{ K}}{6424.18 \text{ K}} = 3.00 \text{ ton}$$

$$V_{y2,1} = \frac{(1866.60 \text{ ton-m})(8.66 \text{ m}) * 6 \text{ K}}{6424.18 \text{ K}} = 15.10 \text{ ton}$$

Corte Total: Traslación + Torsión

Módulo 1

Eje D

$$V_{x2} = 9.73 \text{ ton} + 3.00 \text{ ton} = 12.73 \text{ ton}$$

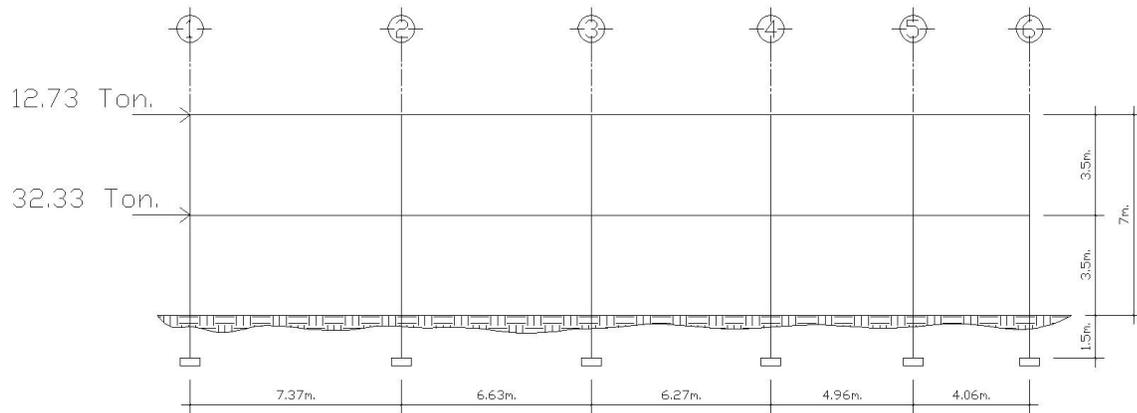
$$V_{x1} = 29.33 \text{ ton} + 3.00 \text{ ton} = 32.33 \text{ ton}$$

Eje 2

$$V_{y2} = 9.73 \text{ ton} + 15.10 \text{ ton} = 24.83 \text{ ton}$$

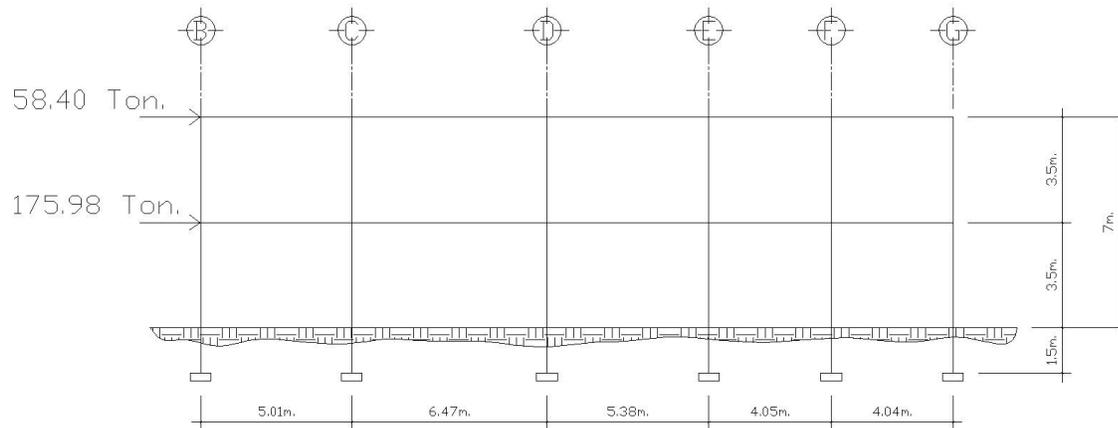
$$V_{y1} = 29.33 \text{ ton} + 15.10 \text{ ton} = 44.43 \text{ ton}$$

Figura 14 Corte total traslación + torsión eje D, módulo 1 (Sentido X)



Fuente: Elaboración propia

Figura 15 Corte total traslación + torsión eje 2, módulo 1 (Sentido Y)



Fuente: Elaboración propia

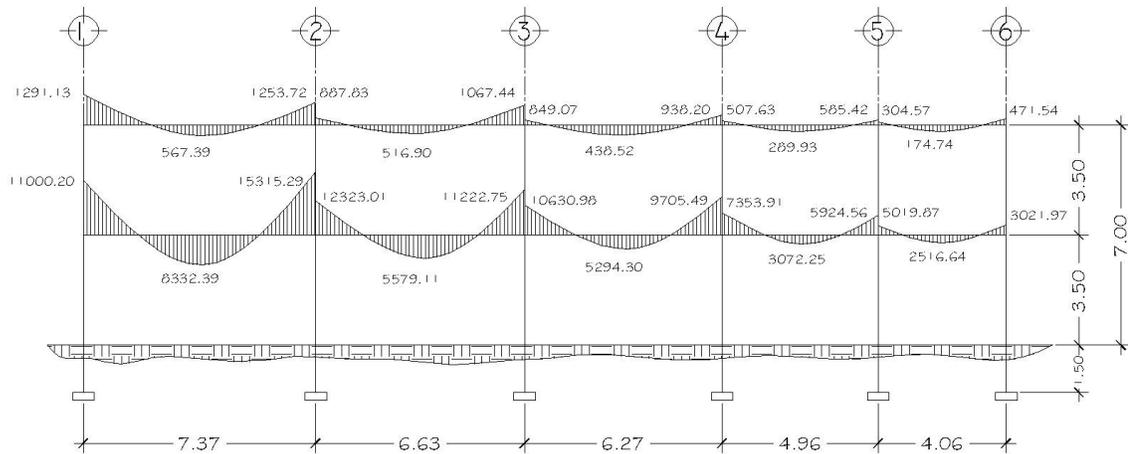
2.1.4.4. Análisis de marcos dúctiles utilizando un software y comprobación por un método numérico.

Para encontrar las fuerzas internas en los elementos estructurales, se utilizó el método aproximado de puntos de inflexión, luego se comparó con el resultado obtenido con el programa SAP2000®.

El análisis se realizó para las cargas consideradas en el proyecto, muerta, viva y sismo.

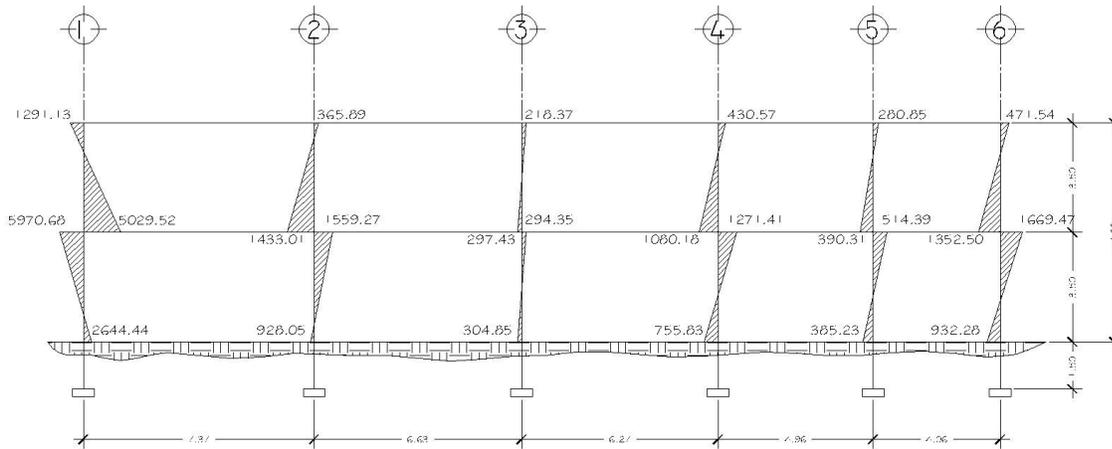
Los resultados se pueden ver en las figuras 16 a 27.

Figura 16 Momentos carga muerta vigas eje D, módulo 1 (Sentido X) (kg-m)



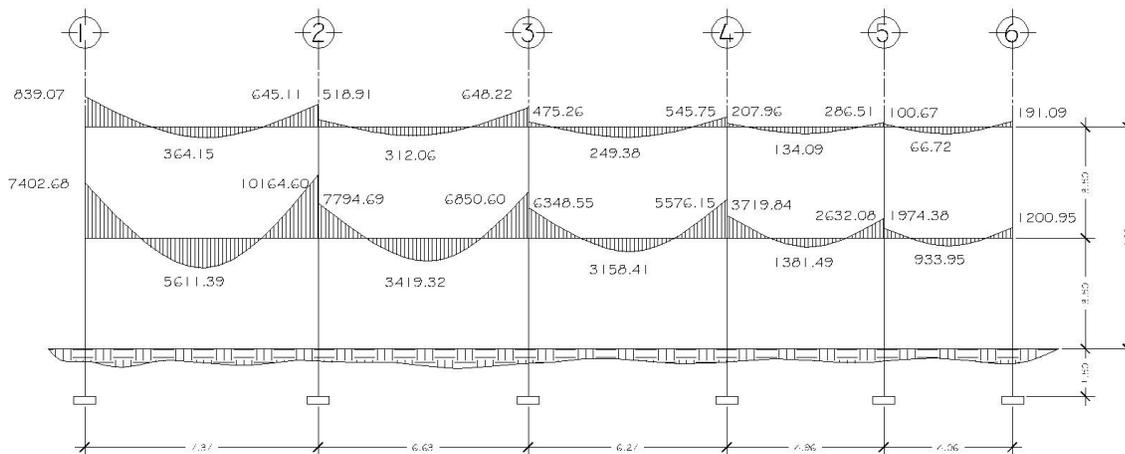
Fuente: Elaboración propia

Figura 17 Momentos carga muerta columnas eje D, módulo 1 (Sentido X) (kg-m)



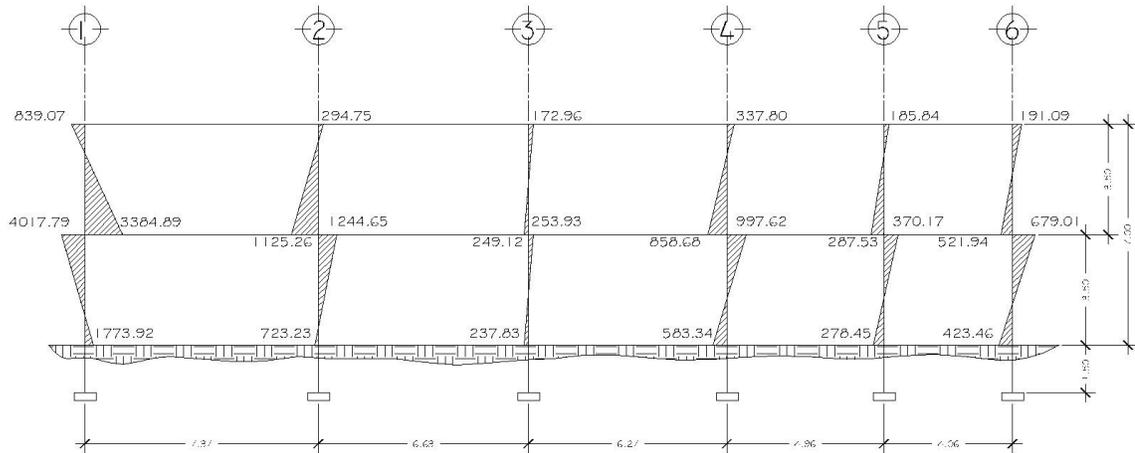
Fuente: Elaboración propia

Figura 18 Momentos carga viva vigas eje D, módulo 1 (Sentido X) (kg-m)



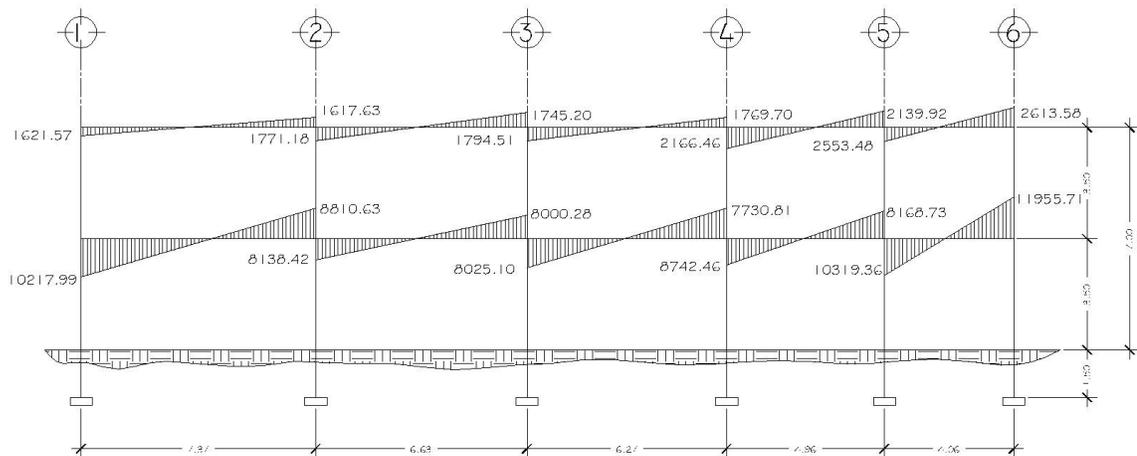
Fuente: Elaboración propia

Figura 19 Momentos carga viva columnas eje D, módulo 1 (Sentido X) (kg-m)



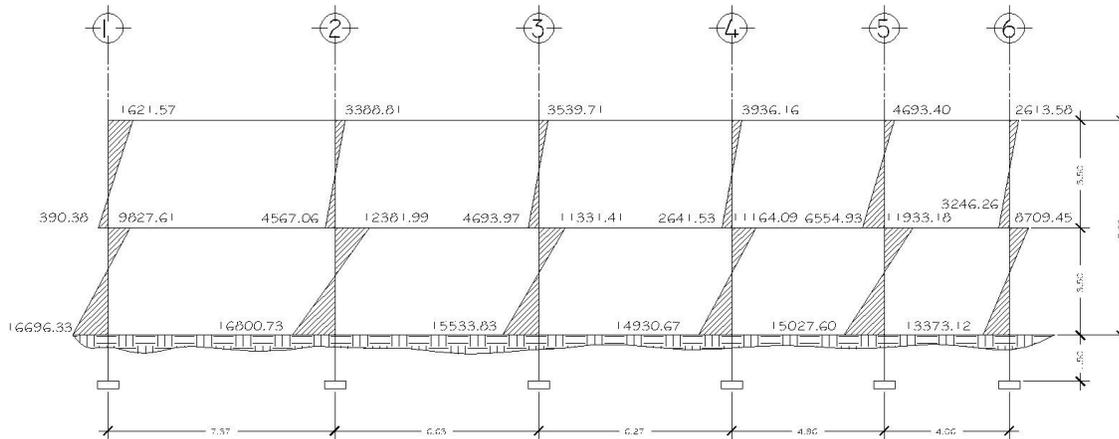
Fuente: Elaboración propia

Figura 20 Momentos carga sismo vigas eje D, módulo 1 (Sentido X) (kg-m)



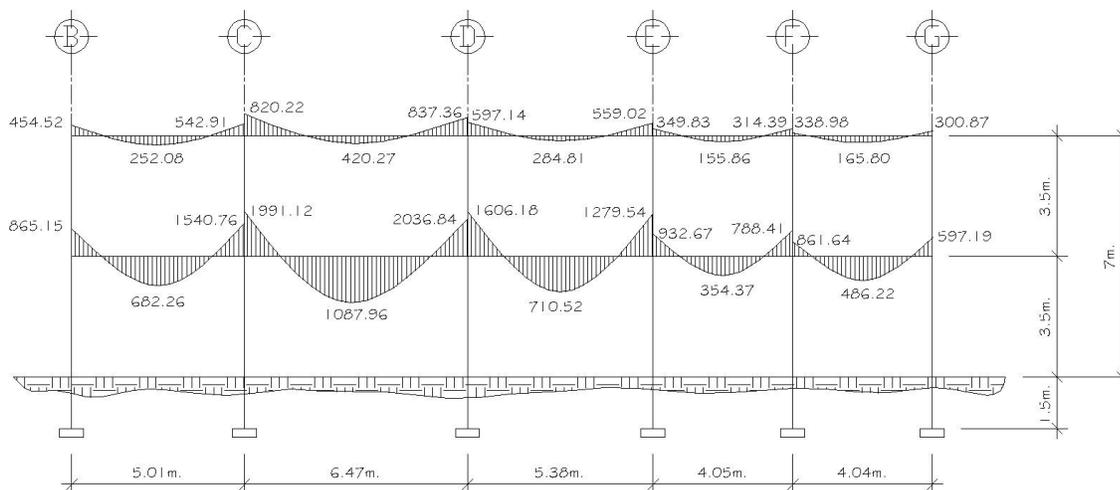
Fuente: Elaboración propia

**Figura 21 Momentos carga sismo columnas eje D, módulo 1
(Sentido X) (kg-m)**



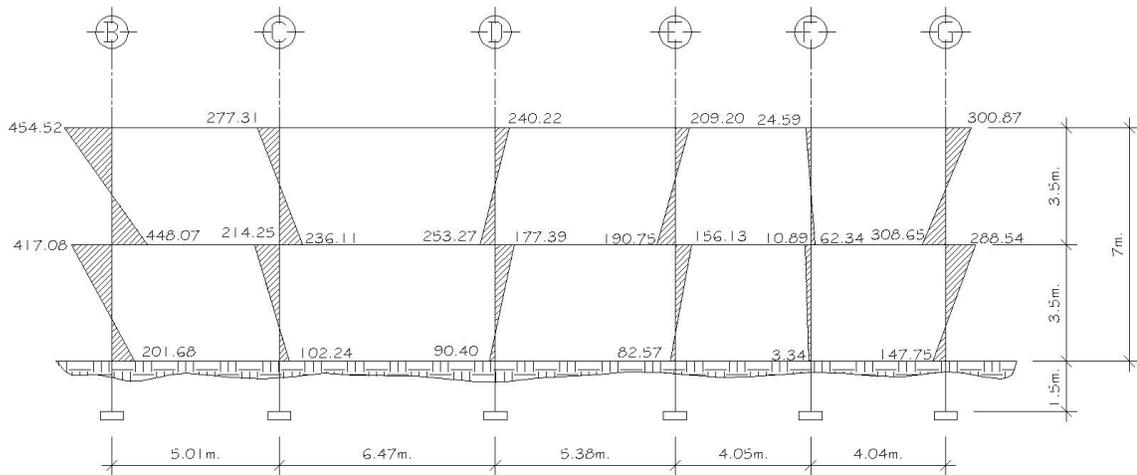
Fuente: Elaboración propia

**Figura 22 Momentos carga muerta vigas eje 2, módulo 1
(Sentido Y) (kg-m)**



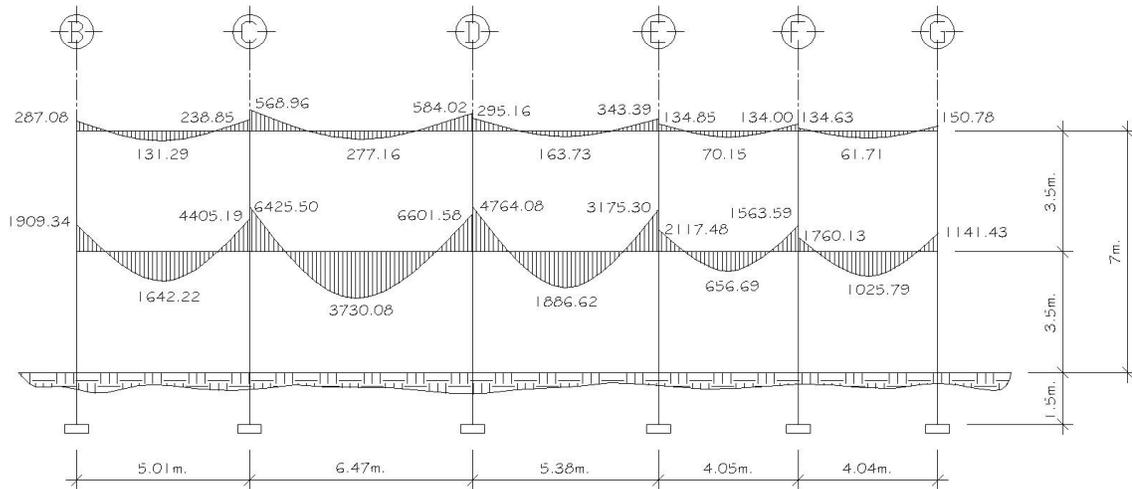
Fuente: Elaboración propia

Figura 23 Momentos carga muerta columnas eje 2, módulo 1 (Sentido Y) (kg-m)



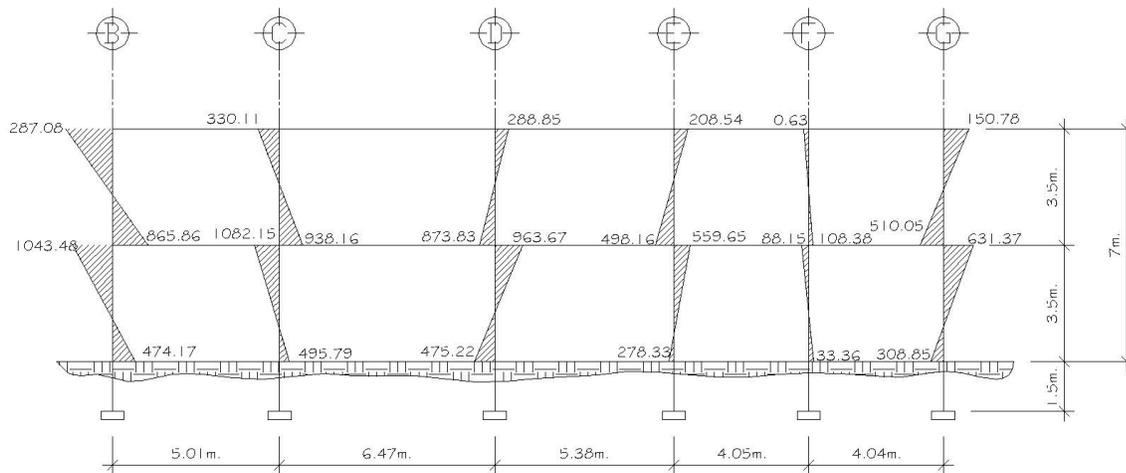
Fuente: Elaboración propia

Figura 24 Momentos carga viva vigas eje 2, módulo 1 (Sentido Y) (kg-m)



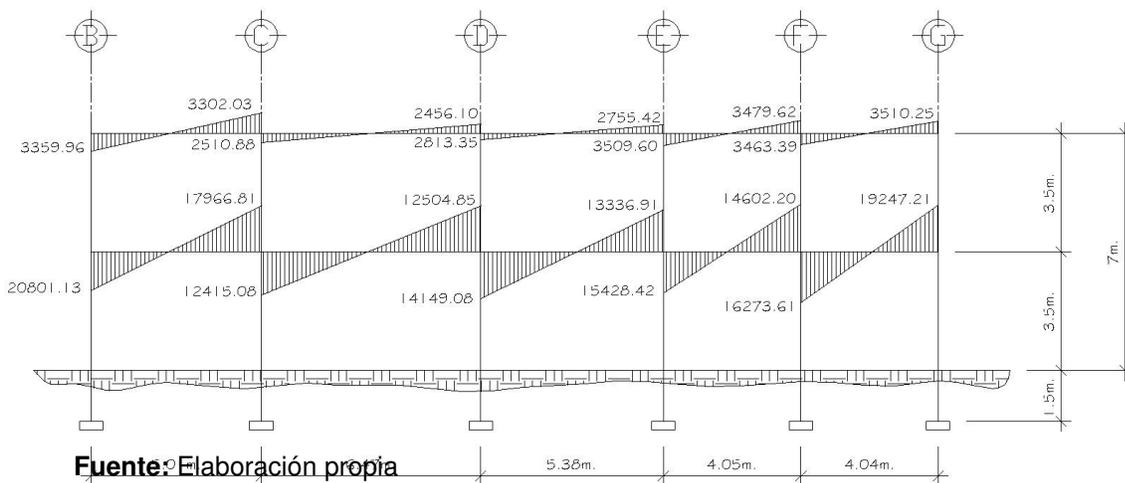
Fuente: Elaboración propia

Figura 25 Momentos carga viva columnas eje 2, módulo 1 (Sentido Y) (kg-m)



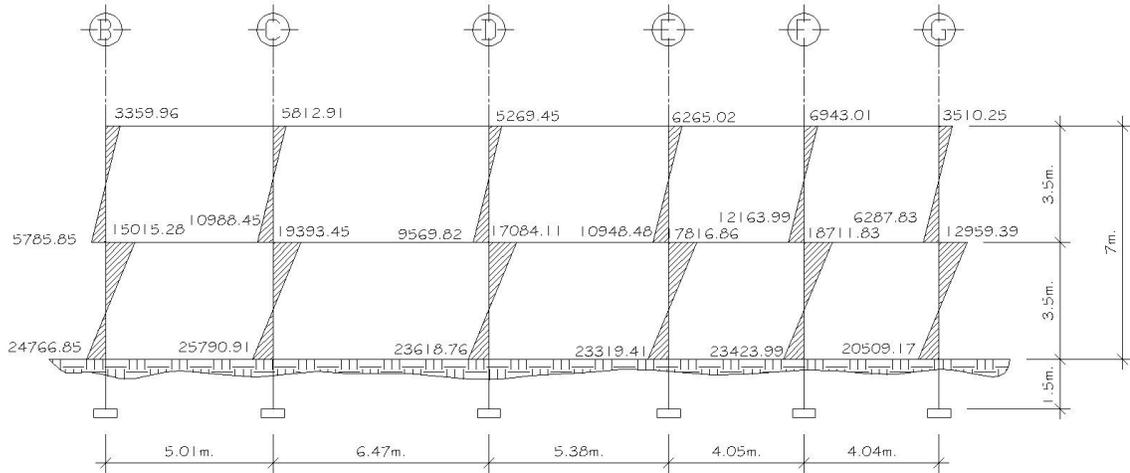
Fuente: Elaboración propia

Figura 26 Momentos carga sismo vigas eje 2, módulo 1 (Sentido Y) (kg-m)



Fuente: Elaboración propia

**Figura 27 Momentos carga sismo columnas eje 2, módulo 1
(Sentido Y) (kg-m)**



Fuente: Elaboración propia

2.1.4.5. Momentos últimos por envoltorio de momentos

La envoltorio de momentos representa el efecto de la superposición de las cargas muerta, viva y sismo; las combinaciones que se utilizan son las propuestas en el código ACI 318-05. Tomándose aquellas que magnifiquen los efectos de las cargas.

Se determinará cual es la más crítica, para la cual se diseñará para resistir dicha combinación.

Combinaciones de carga:

$$U_1 = 1.4C.M. + 1.7C.V.$$

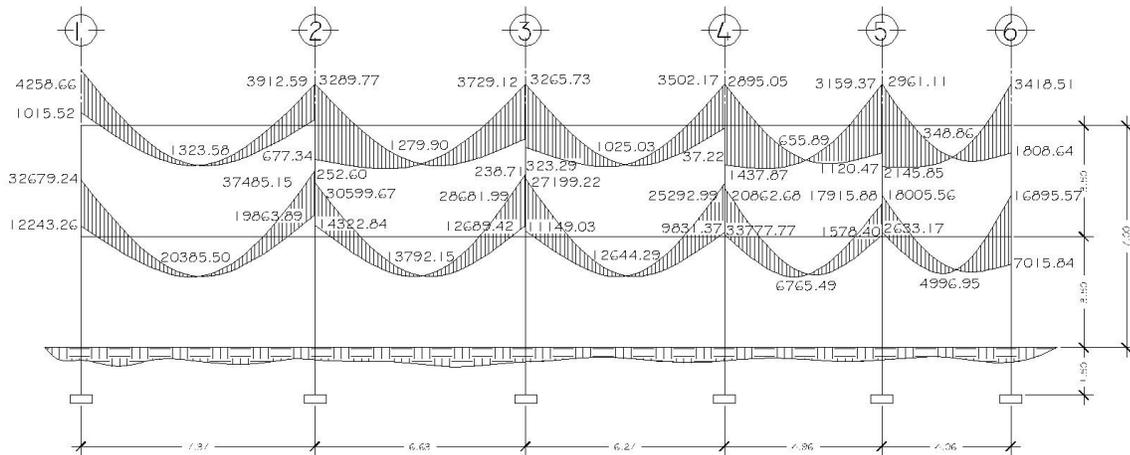
$$U_2 = 1.05C.M. + 1.275C.V. + 1.0S$$

$$U_3 = 1.05C.M. + 1.275C.V. - 1.0S$$

$$U_4 = 0.9C.M. + 1.0S$$

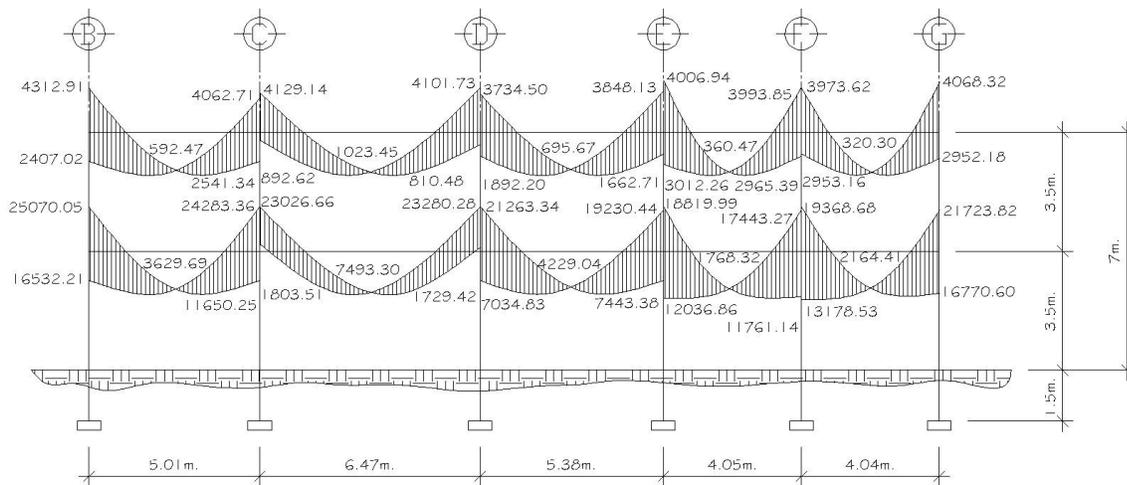
2.1.4.6. Diagrama de momentos y cortes

Figura 28 Envolvente de momentos vigas eje D, módulo 1 (Sentido X) (kg-m)



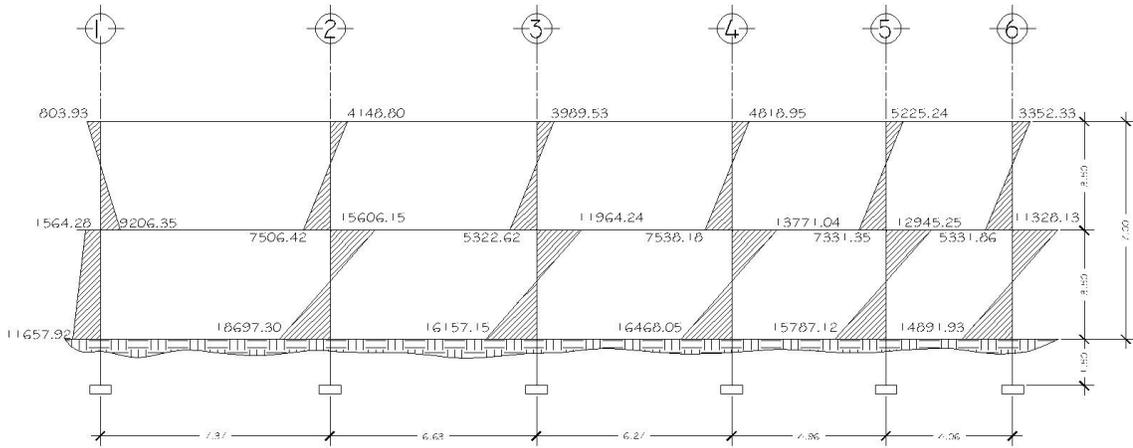
Fuente: Elaboración propia

Figura 29 Envolvente de momentos vigas eje 2, módulo 1 (Sentido Y) (kg-m)



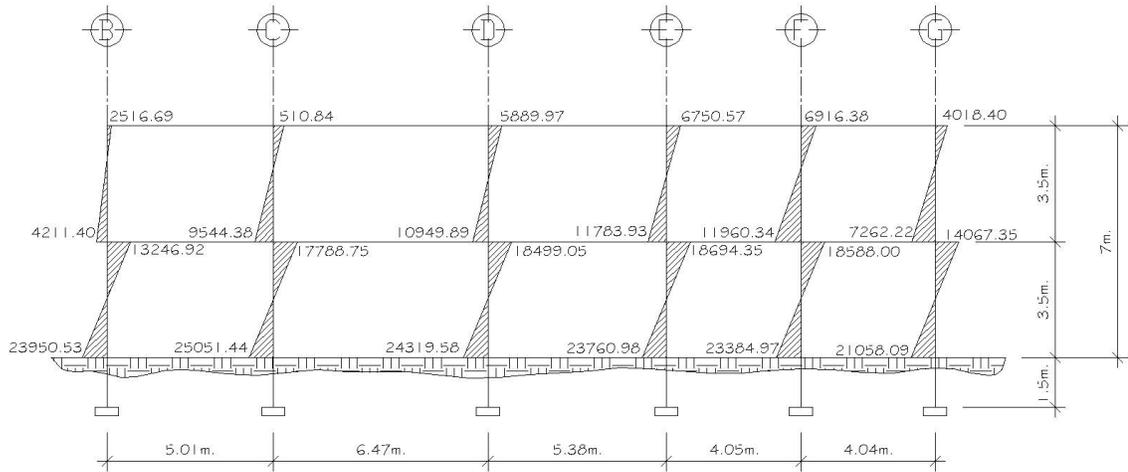
Fuente: Elaboración propia

Figura 30 Momentos columnas eje D, módulo 1 (Sentido X) (kg-m)



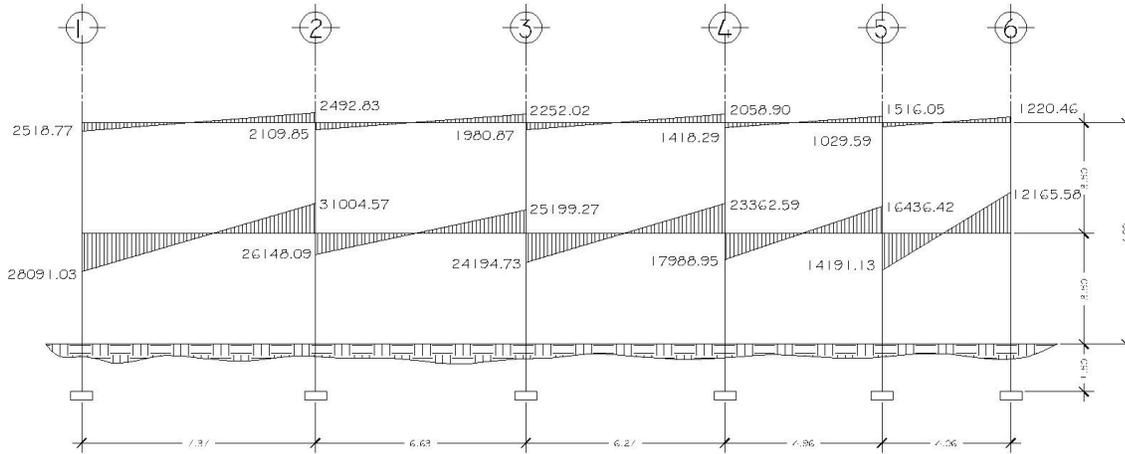
Fuente: Elaboración propia

Figura 31 Momentos columnas eje 2, módulo 1 (Sentido Y) (kg-m)



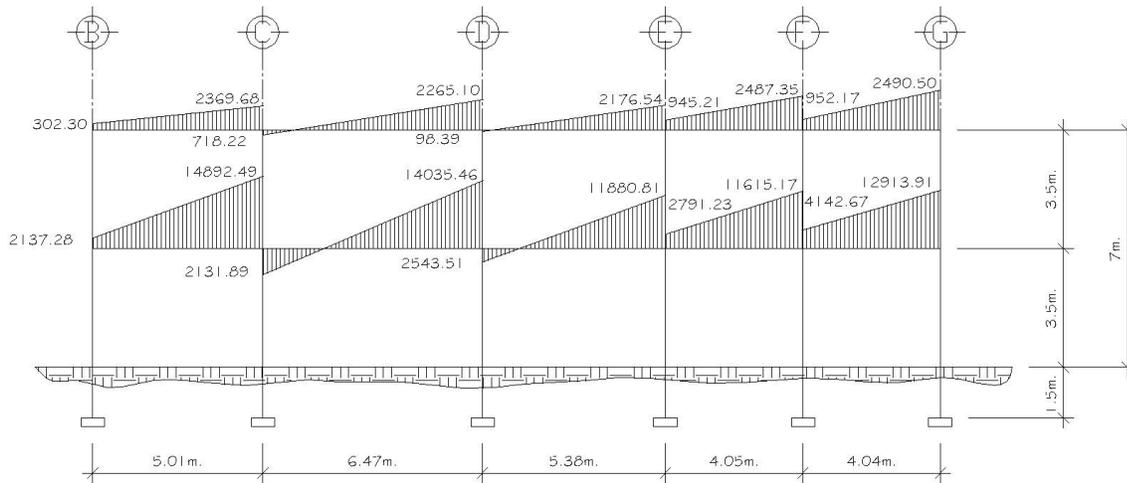
Fuente: Elaboración propia

Figura 32 Cortante vigas eje D, módulo 1 (Sentido X) (kg)



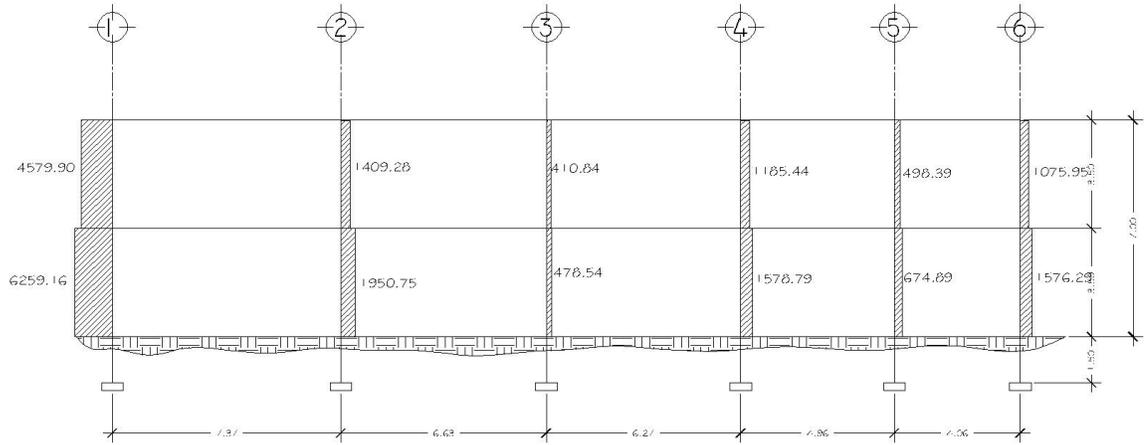
Fuente: Elaboración propia

Figura 33 Cortante vigas eje 2, módulo 1 (Sentido Y) (kg)



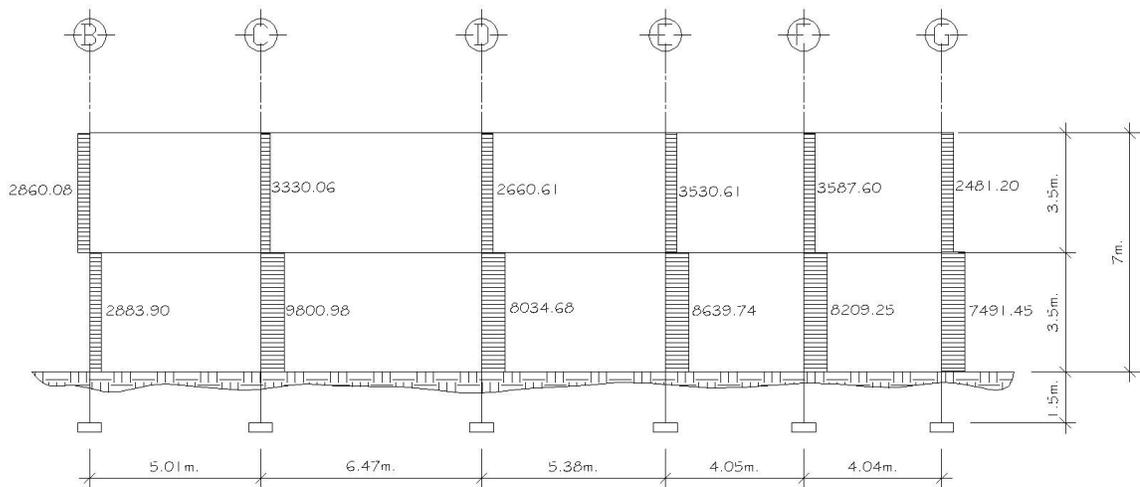
Fuente: Elaboración propia

Figura 34 Cortante columnas eje D, módulo 1 (Sentido X) (kg)



Fuente: Elaboración propia

Figura 35 Cortante Columnas eje 2, módulo 1 (Sentido Y) (kg)



Fuente: Elaboración propia

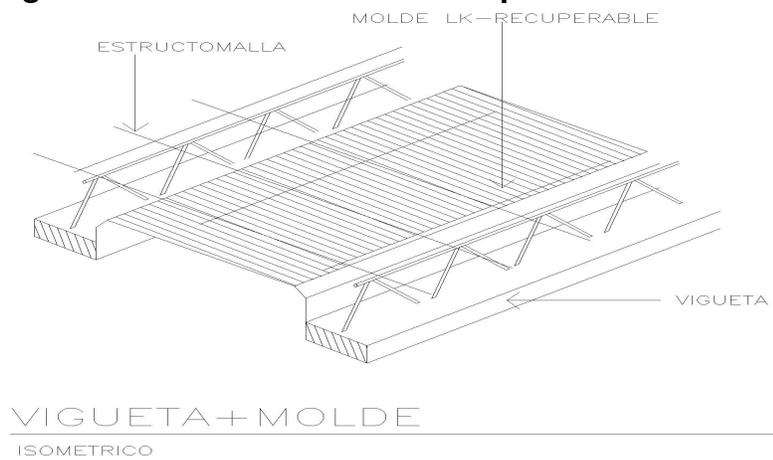
2.1.5. Diseño estructural

Es la etapa en la cual se utilizan los resultados del análisis estructural, para calcular el refuerzo de los elementos estructurales (vigas, columnas, losas y cimentación). El diseño de los elementos de concreto armado, serán con base al código ACI 318-05 y con las siguientes propiedades de los materiales: concreto con resistencia de 280 kg/cm^2 (4000 psi), acero estructural con resistencia de 4200 kg/cm^2 (Grado 60).

2.1.5.1. Losas

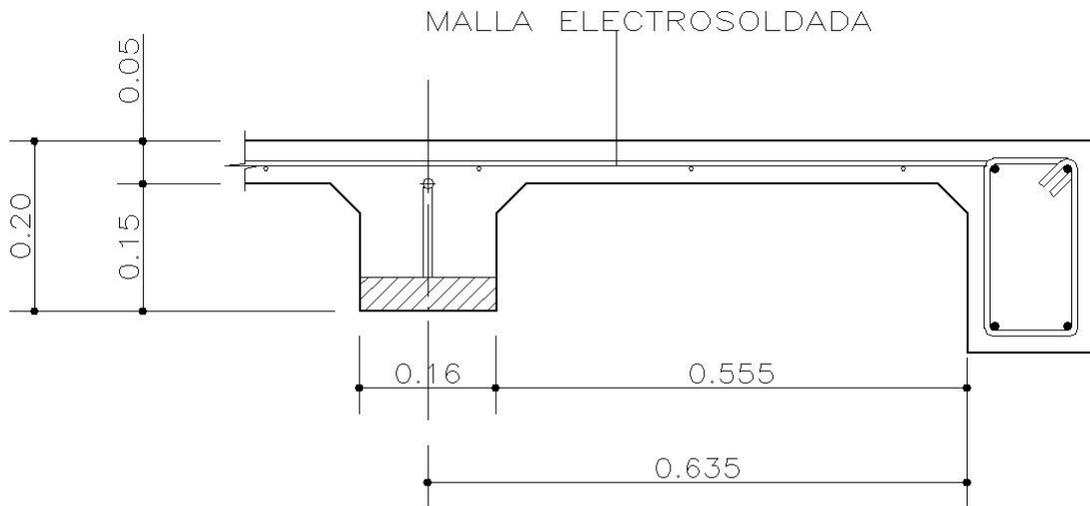
Las losas son elementos estructurales, que sirven como diafragmas, además de proporcionar superficies planas y útiles, estas pueden ser de cubierta o entepiso. Las losas para este proyecto serán prefabricadas con vigueta y fundidas con moldes que se recuperan después de la fundición. Las losas prefabricadas están diseñadas para resistir una carga viva de 600 kg/m^2 , carga muerta de 100 kg/m^2 y peso propio de 252 kg/m^2 . Los detalles se muestran a continuación.

Figura 36 Detalle isométrico losa prefabricada



Fuente: Elaboración propia

Figura 37 Detalle inicio modulación losa prefabricada



DETALLE 1 INICIO DE MODULACIÓN

VIGUETA J415 – MOLDE

Fuente: Elaboración propia

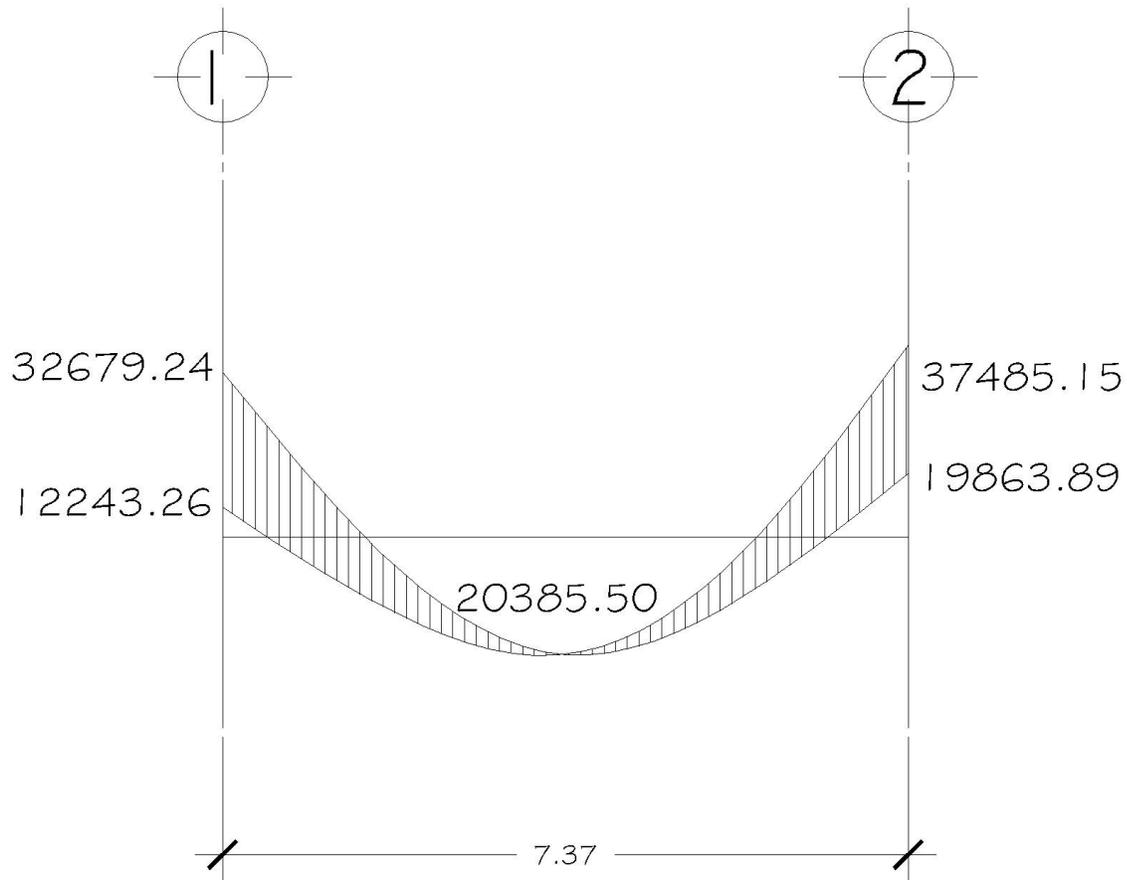
2.1.5.2. Vigas

- **Diseño de viga a flexión**

Las vigas son los elementos horizontales que reciben las cargas de las losas y las transmiten a las columnas, estas trabajan fundamentalmente a flexión, serán diseñadas por el método de resistencia última, que se basa en la suposición de que los elementos fallan cuando alcanzan su resistencia última, utilizando cargas factorizadas y reduciendo la resistencia de los materiales por medio del factor de reducción (ϕ), dicho factor varia según las condiciones del miembro estructural (flexión o corte).

El procedimiento para el diseño se ejemplifica a continuación tomando la viga de entrepiso 1 – 2 del eje D, módulo 1.

Figura 38 Envolvente de momentos Viga 1 – 2 eje D, módulo 1(kg-m)



Fuente: Elaboración propia

Datos:

$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

$b = 35 \text{ cm}$

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

$d = 53.46 \text{ cm}$

$\varphi = 0.90$

$M_{1-2-S} = -32679.24 \text{ kg-m}$

$M_{1-2+S} = -12243.26 \text{ kg-m}$

$M_{2-1-S} = -19863.89 \text{ kg-m}$

$M_{2-1+S} = -37485.15 \text{ kg-m}$

$M_{\downarrow} = 20385.50 \text{ kg-m}$

Primero se procede a calcular el área de acero (A_s) para cada momento de acuerdo a la siguiente ecuación:

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

Donde:

A_s = área de acero (cm^2)

M_u = momento último (kg – m)

b = base de la viga (cm)

d = peralte efectivo de la viga (cm)

$f'c$ = resistencia del concreto (kg/cm^2)

f_y = resistencia del acero (kg/cm^2)

Esta ecuación se basa en el balance de la fuerza de tensión y la de compresión (Tensión = Compresión) y la teoría del bloque equivalente de Whitney.

Sustituyendo datos en la ecuación:

$$A_{s(32679.24)} = \left[35 * 53.46 - \sqrt{(35 * 53.46)^2 - \frac{32679.24 * 35}{0.003825 * 280}} \right] * \frac{0.85 * 280}{4200}$$

$$A_{s(-)(32679.24)} = 17.64 \text{ cm}^2$$

$$A_{s(-)(19863.89)} = 10.33 \text{ cm}^2$$

$$A_{s(cL)(20385.50)} = 10.62 \text{ cm}^2$$

$$A_{s(+)(12243.26)} = 6.24 \text{ cm}^2$$

$$A_{s(+)(37485.15)} = 20.54 \text{ cm}^2$$

Luego se calcula el área de acero máxima y mínima, para verificar que las áreas de acero requerido, calculado anteriormente, se encuentre dentro del rango, si alguna área de acero requerida fuera menor que el $A_{s_{min}}$ se utilizará ésta y si fuera mayor, se debe calcular como viga doblemente reforzada o incrementar la sección. El área de acero mínima se calcula de la siguiente forma:

$$A_{s_{min}} = \frac{14.1}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14.1}{4200} * 35 * 53.46$$

$$A_{s_{min}} = 6.24 \text{ cm}^2$$

El área de acero máxima, para zona sísmica se calcula de la siguiente forma:

$$A_{s_{max}} = 0.5 * \frac{0.85 * \beta_1 * 6120 * f'_c}{6120(f_y + 6120)} * b * d$$

$$A_{s_{max}} = 0.5 * \frac{0.85 * 0.85 * 6120 * 280}{4200(4200 + 6120)} * 35 * 53.46$$

$$A_{s_{max}} = 26.72 \text{ cm}^2$$

Verificando que las áreas de acero requeridas estén dentro del rango:

$$A_{s_{min}} \leq A_{s_{req.}} \leq A_{s_{max}}$$

$$6.24 \text{ cm}^2 \leq 17.64 \text{ cm}^2 \leq 26.72 \text{ cm}^2$$

$$6.24 \text{ cm}^2 \leq 10.33 \text{ cm}^2 \leq 26.72 \text{ cm}^2$$

$$6.24 \text{ cm}^2 \leq 10.62 \text{ cm}^2 \leq 26.72 \text{ cm}^2$$

$$6.24 \text{ cm}^2 \leq 6.24 \text{ cm}^2 \leq 26.72 \text{ cm}^2$$

$$6.24 \text{ cm}^2 \leq 20.54 \text{ cm}^2 \leq 26.72 \text{ cm}^2$$

Como se observa, todas las áreas requeridas se encuentran dentro del rango.

Luego se procede a proponer diámetros de barras de acero para cubrir los momentos; el capítulo 21 del código ACI 318-05 en la sección 21.3.2.2 da los siguientes parámetros para calcular el refuerzo corrido y los bastones:

- a. La resistencia a momento positivo, en la cara del nudo, no debe ser menor que el 50% de la resistencia a momento negativo en esa misma cara.
- b. La resistencia a momento negativo o positivo, en cualquier sección a lo largo de la longitud del elemento, no debe ser menor de un 25% de la resistencia máxima a momento proporcionada en la cara de cualquiera de los nudos.
- c. Se deben proporcionar, como mínimo dos varillas corridas, en la cama superior e inferior.

Tabla VIII Armado longitudinal de la viga 1 – 2 entrepiso eje D, módulo 1

Seccion	M(Kg-m)	As ₁ (cm ²)	As ₂ /As ₁	As _{total} (cm ²)	Refuerzo Varillas
E ₁₋₂ -S	-32679.24	17.64	-----	17.64	4#8
E ₂₋₁ -S	-19863.89	10.33	-----	10.33	3#8
⊥	20385.50	10.62	-----	10.62	3#8
E ₁₋₂ +S	-12243.26	6.24	-----	6.24	2#8
E ₂₋₁ +S	-37485.15	20.54	-----	20.54	5#8

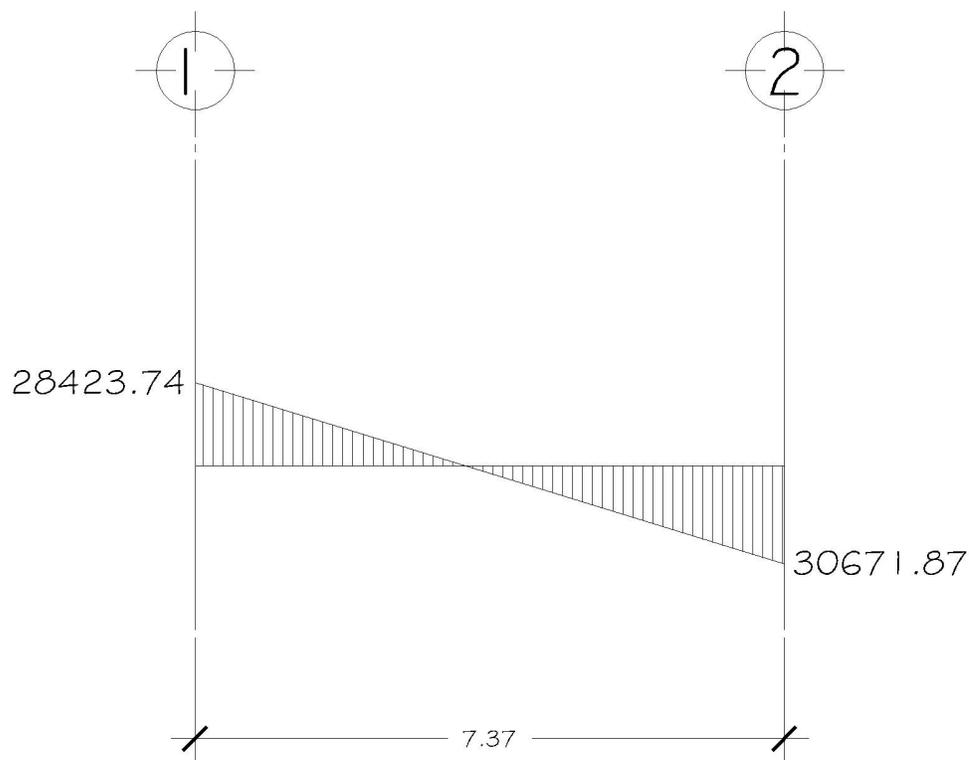
Fuente: Elaboración propia

En la figura 41 se detalla el armado de la viga.

- **Diseño de viga a corte**

Luego de calcular el armado por flexión, se calcula el refuerzo para resistir los esfuerzos de corte sobre la viga (estribos), para lo cual se recurre al diagrama de corte de la viga.

Figura 39 Diagrama de corte Viga 1 – 2 eje D, módulo 1(kg)



Fuente: Elaboración propia

El corte que resiste el concreto se calcula con la siguiente fórmula:

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

Donde:

0.53: constante

ϕ : factor de reducción de resistencia

f'c: resistencia del concreto

b: base de la viga

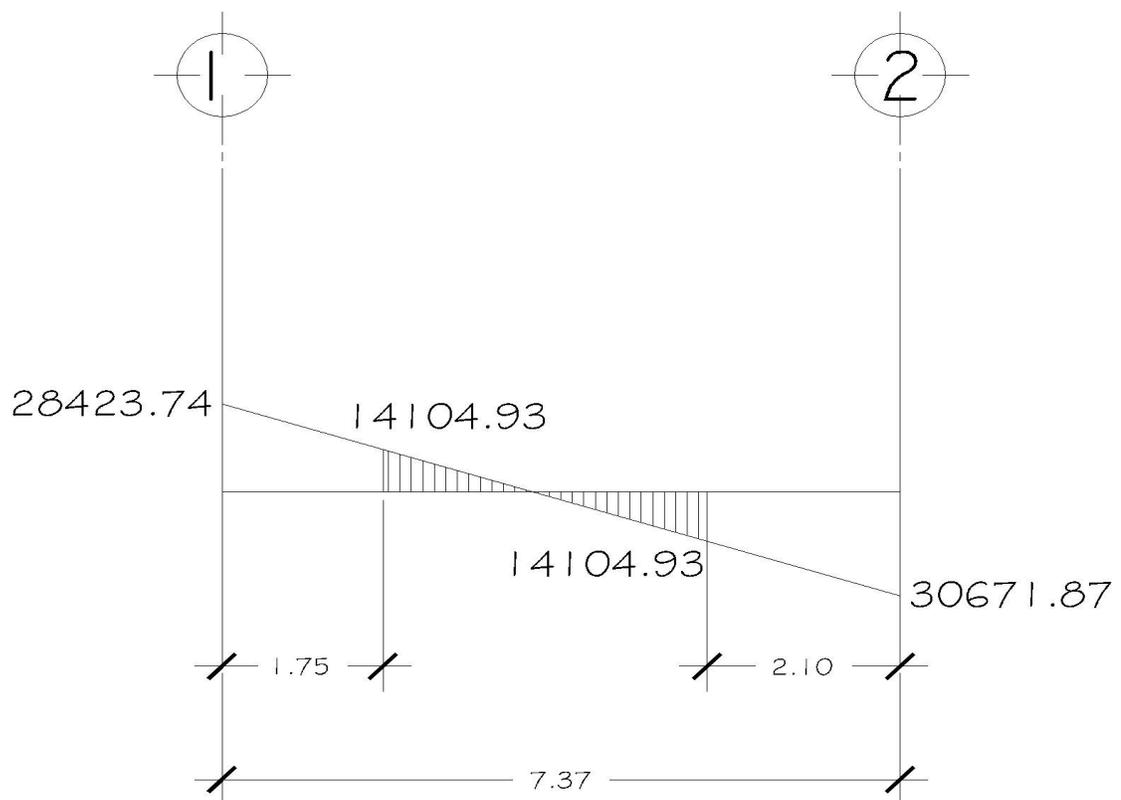
d: peralte efectivo de la viga

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{280} * 35 * 53.46$$

$$\phi V_c = 14104.93 \text{ kg}$$

30,671.87 kg > 14,104.93 kg (se necesita refuerzo a corte)

Figura 40 Corte que falta por resistir Viga 1 – 2 eje D, módulo 1(kg)



Fuente: Elaboración propia

Se propone utilizar estribos No. 4, se procede a calcular el espaciamiento de los estribos de acuerdo a los requerimientos de la sección 21.3.3.2 del código ACI 318-05.

Se deben colocar estribos cerrados de confinamiento en una longitud igual a dos veces la altura del elemento, medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos elementos del elemento en flexión. El primer estribo cerrado de confinamiento, debe estar situado a no más de 50 mm de la cara del elemento de apoyo.

El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder el menor de: (a), (b), (c) y (d):

- (a) $d/4$;
- (b) ocho veces el diámetro de las barras longitudinales más pequeñas;
- (c) 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento; y
- (d) 300 mm.

$$s_{\max} \leq \left\langle \begin{array}{l} \frac{d}{4} = \frac{53.46}{4} \approx 13.36 \text{ cm} \\ 8 * 2.84 = 22.72 \text{ cm} \\ 24 * 1.29 = 30.96 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right\rangle$$

Longitud de confinamiento = $2d = 2 * 60 \text{ cm.} = 120 \text{ cm}$

ó la necesaria para cubrir el corte que falta por resistir en este caso 210 cm en un extremo y 175 cm en el otro, como se muestra en la figura 40.

Utilizar estribo No. 4 @ 13 cm en la longitud de confinamiento.

Comprobando si el confinamiento propuesto es suficiente para resistir los esfuerzos de corte que están actuando se puede hacer la siguiente demostración (ACI 11.1.1):

$$\phi V_n \geq V_u \quad (11-1) \text{ ACI 318-05}$$

donde:

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

V_u = Corte actuante en la viga (kg)

$$\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s \quad (11-2) \text{ ACI 318-05}$$

donde:

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

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

$$\phi V_s = \frac{\phi 2 A_v f_y d}{s} \quad (11-15) \text{ ACI 318-05}$$

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 (4200 kg/ cm²)

d = Peralte de la viga (53.46 cm)

s = Espaciamiento de los estribos (13 cm)

Sustituyendo datos y sabiendo que la resistencia a corte del concreto es 14,104.93 kg. previamente calculado, se tiene que:

$$\phi V_n = 14104.93 + \frac{0.85 * 2 * 0.71 * 4200 * 53.46}{13}$$

$$\phi V_n = 34952. kg$$

$$\phi V_n \geq V_u$$

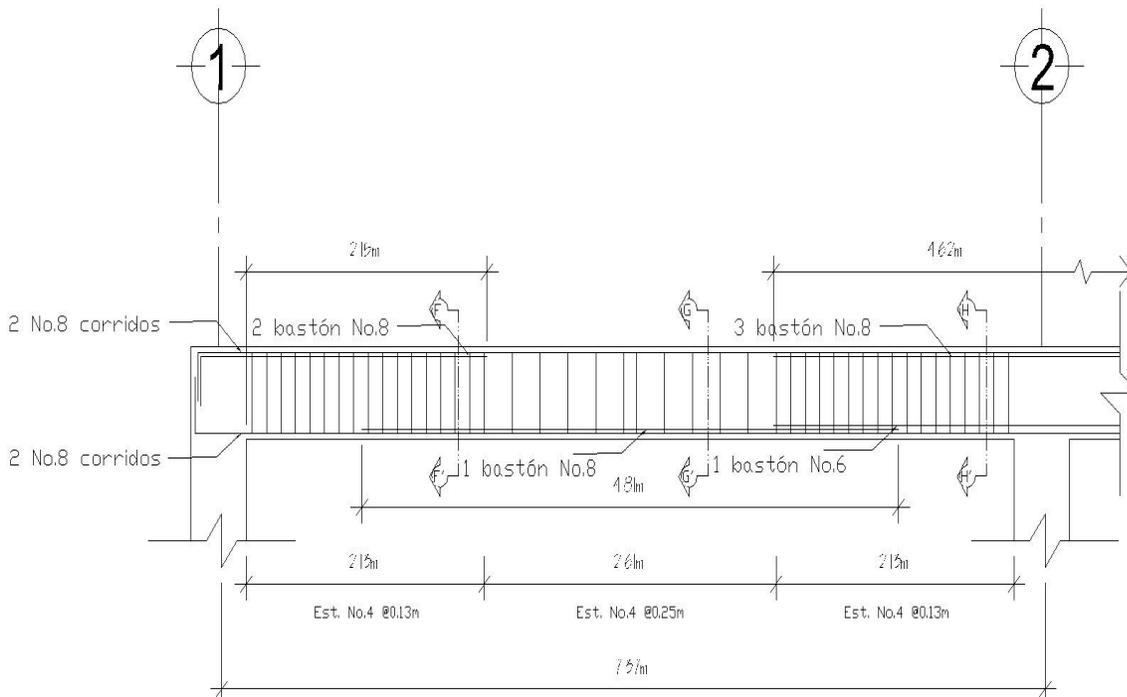
$$34,952. kg \geq 30,671.87. kg \text{ ok}$$

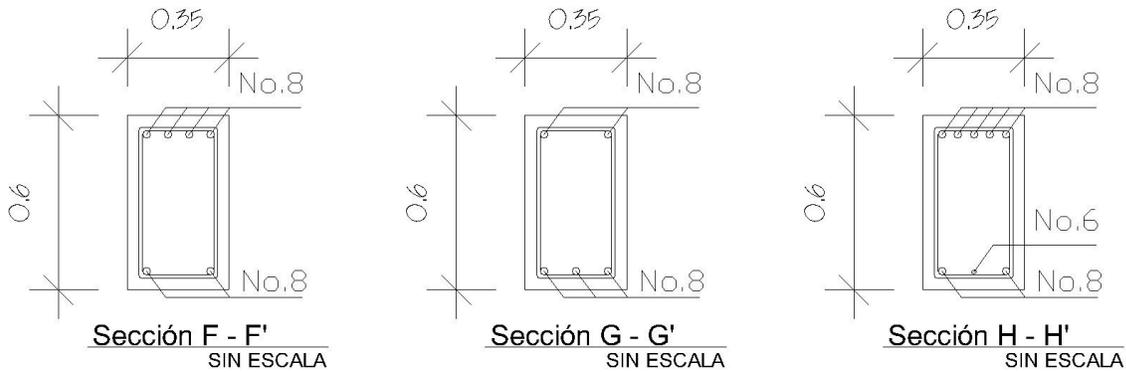
Ahora se calcula el espaciamiento en la zona donde no se necesita de confinamiento, según ACI 318-05 sección 21.3.3.4:

$$S_{\text{máx}} = d / 2 = 53.46 / 2 = 26.73 \approx 25 \text{ cm.}$$

Ver datos de diseño de todas las vigas en el apéndice 1.

Figura 41 Armado Viga 1 – 2 eje D, módulo 1(kg)





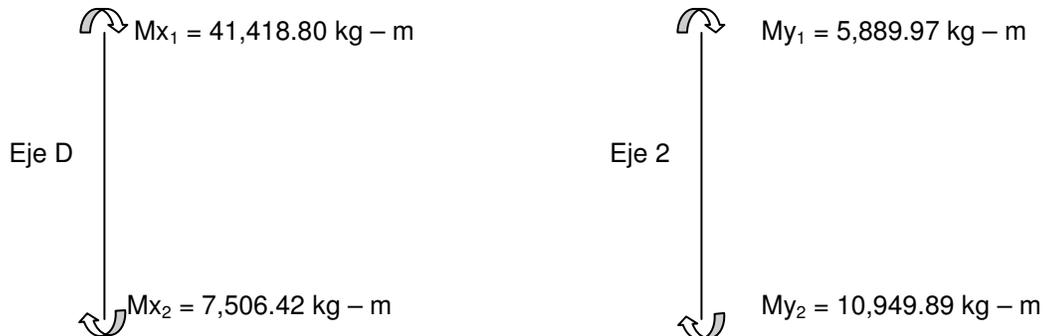
Fuente: Elaboración propia

2.1.5.3. Columnas

Las columnas son elementos estructurales sometidos a flexo-compresión, por lo cual además de diseñarse para resistir carga axial, también se deben reforzar para resistir momentos y esfuerzos cortantes. Debido a que la capacidad de carga de las columnas varía según la esbeltez, es necesario determinar este último parámetro y evaluar si se debe o no magnificar los momentos actuantes. A continuación se detalla el análisis y diseño de la columna crítica del módulo 1 intersección del eje D y el eje 2.

Cargas y momentos sobre la columna.
2do. Nivel.

$$Pu' = 1.4(41.51 \cdot 352) + 1.7(41.51 \cdot 50) = 23,984.48 \text{ Kg.}$$



Módulo de elasticidad del concreto: $E_c = 15100(280)^{1/2} = 252671.33 \text{ kg/cm}^2$

Eje D 2do Nivel.

Se determina el desplazamiento lateral del piso con la siguiente formula:

$$\Delta_0 = \frac{V_i * h_i}{E_c} \left(\frac{h_i^2}{3 * \sum I} + \frac{3}{\sum A} \right)$$

Donde:

Δ_0 : desplazamiento lateral del piso

V_i : corte del nivel

H_i : altura del nivel

$\sum I$: sumatoria de los momentos de inercia de los elementos verticales del nivel

$\sum A$: sumatoria de las áreas transversales de los elementos verticales del nivel

$$\frac{\Delta_{02do.}}{D} = \frac{12730 * 350}{252671.33} \left[\frac{350^2}{3 * 3125000} + \frac{3}{15000} \right] = 0.234 \text{ cm.}$$

$$\frac{\Delta_{max2do.}}{D} = 0.025(350) = 8.75 \text{ cm.}$$

Para determinar si un marco es arriostrado o no arriostrado, se calcula el índice de estabilidad de un piso (Q) con la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{\sum P_u * \Delta_0}{V_{us} * l_c} \quad (10 - 6) \text{ ACI 318-05}$$

Si Q es menor o igual que 0.05, se considera que es arriostrado, si no se considera no arriostrado.

Donde:

Q: índice de estabilidad de un piso

ΦP_u : sumatoria de las cargas verticales sobre todos los elementos verticales del nivel

Δ_o : desplazamiento lateral del piso

V_{us} : carga horizontal del nivel

l_c : luz libre de la columna del nivel

$$Q = \frac{18597.62 * 0.234}{12730 * 350} = 0.001 \leq 0.05$$

ARRIOSTRADO

Luego se procede a calcular la rigidez de las vigas y columnas, para luego calcular la relación de rigideces de los elementos a compresión respecto a los elementos a flexión (Ψ):

Rigidez de vigas y columnas:

$$K_{(rigidez)viga} = \frac{0.35 * I_g}{L}; \quad K_{(rigidez)columna} = \frac{0.70 * I_g}{L}$$

Donde:

K_{viga} : rigidez de la viga

$K_{columna}$: rigidez de la columna

I_g : momento de inercia grueso

L: longitud de la viga o columna respectivamente

$$K_{v_{1-2 \text{ 2do.}}} = \frac{0.35(1/12 * 20 * 40^3)}{687} = 54.34$$

$$K_{v_{2-3 \text{ 2do.}}} = \frac{0.35(1/12 * 20 * 40^3)}{613} = 60.90 \quad K_{v_{1-2 \text{ 1er.}}} = \frac{0.35(1/12 * 35 * 60^3)}{687} = 320.96$$

$$K_{\text{col } 2\text{do}} = \frac{0.70(1/12 \cdot 50^4)}{310} = 1176.08$$

$$K_{v_{2-3} \text{ 1er.}} = \frac{0.35(1/12 \cdot 35 \cdot 60^3)}{613} = 359.71$$

$$K_{\text{col } 1\text{er.}} = \frac{0.70(1/12 \cdot 50^4)}{290} = 1257.18$$

Relación de rigideces Ψ :

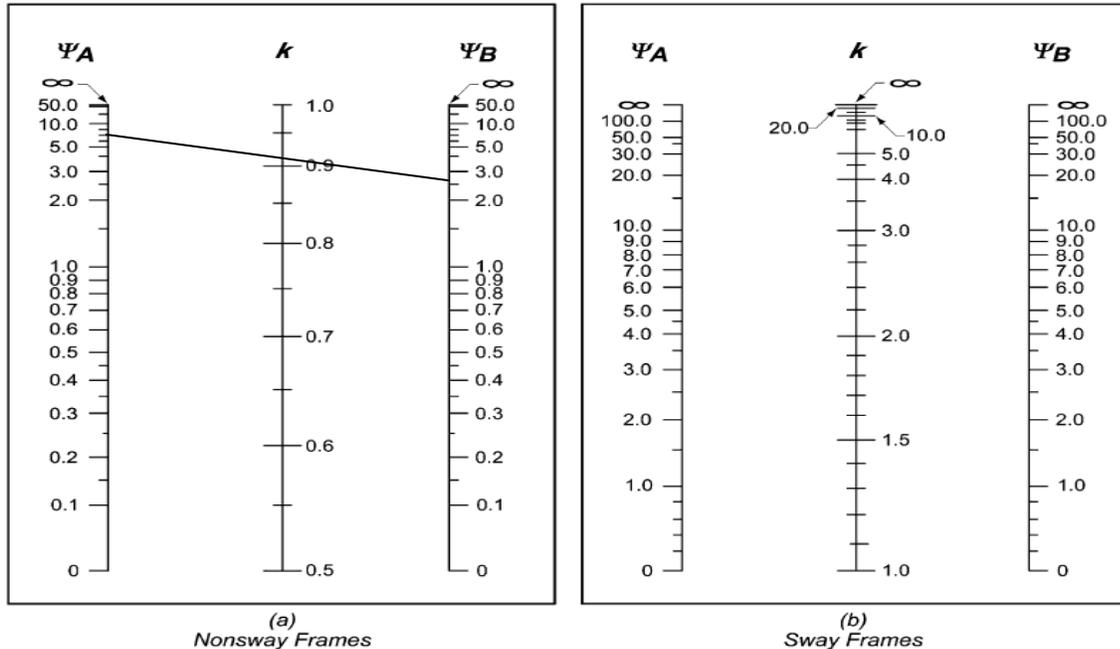
$$\Psi = \frac{(\sum K_{\text{col}})}{(\sum K_{\text{viga}})}$$

$$\Psi_a = \frac{1176.08}{54.34+60.90} = 10.21$$

$$\Psi_b = \frac{1176.08+1254.18}{320.96+359.71} = 3.57$$

Con la relación de rigideces se procede a calcular el factor de longitud efectiva (K), con los nomogramas de Moreland mostrados a continuación:

Figura 42 Nomogramas de Moreland ACI 318-05



Fuente: ACI 318-05, pág. 141

Se traza una línea recta desde Ψ_a hacia Ψ_b , el valor de K es la intersección con la línea central del nomograma, dando como resultado:

$$K \approx 0.93$$

Luego se calcula el radio de giro de la sección de la columna, según la sección 21.11.2 se puede considerar como el siguiente:

$$r = 0.3 \cdot h$$
$$r = 0.3 \cdot (50 \text{ cm.}) = 15 \text{ cm.}$$

donde:

r = radio de giro (cm)

h = dimensión total de la sección en la dirección en la cual se está considerando la estabilidad, para el caso de elementos rectangulares.

Luego se procede a calcular la esbeltez de la columna ($K l_u / r$), para luego compararla con la relación 34–12 (M_1/M_2), según ACI 318-05 sección 10.12.2:

$$\frac{K l_u}{r} \leq 34-12 \frac{M_1}{M_2}$$

Se puede ignorar los efectos de esbeltez en elementos a compresión, si se cumple la relación anterior.

Sustituyendo valores:

$$\frac{K l_u}{r} = \frac{0.93 \cdot 310}{15} = 19.22$$

$$34-12 \frac{M_1}{M_2} = 34-12 \frac{(4148.80)}{7506.42} = 27.37$$

$$19.22 \leq 27.37 \text{ ok}$$

Como si se satisface esta condición, no es necesario magnificar los momentos.

Se procede de la misma forma en la otra dirección, luego se calcula el área de acero requerida, para resistir la combinación de carga axial y momento sobre la columna.

Para calcular el acero longitudinal en la columna, se utilizan los diagramas de interacción, para calcular la carga máxima que resiste la columna con excentricidad en cada sentido, luego se utiliza la fórmula de *Bressler* para determinar la carga máxima que resiste la columna con excentricidad biaxial.

Datos:

$$M_{ux} = 7.51 \text{ ton-m}$$

$$M_{uy} = 10.95 \text{ ton-m}$$

$$F'_c = 0.280 \text{ ton/cm}^2$$

$$F_y = 4.20 \text{ ton/cm}^2$$

$$P_u = 23.98 \text{ ton}$$

Se calculan las excentricidades e_x y e_y , dividiendo el momento último entre de la carga última:

$$e_x = \frac{M_{x2}}{P_u} = \frac{7.51}{23.98} = 0.31 \text{ m.}$$

$$e_y = \frac{M_{y2}}{P_u} = \frac{10.95}{23.98} = 0.46 \text{ m.}$$

Luego se dividen las excentricidades entre las dimensiones en x e y de la sección de la columna respectivamente:

$$\frac{e_x}{x} = \frac{0.31}{0.50} = 0.62$$

$$\frac{e_y}{y} = \frac{0.46}{0.50} = 0.92$$

Para saber que diagrama de interacción se debe utilizar se calcula el valor de γ de la siguiente forma:

$$\gamma_x = \frac{h_x - 2 * d'}{h_x} = \frac{50 - 2 * 6.22}{50} = 0.75$$

$$\gamma_y = \frac{h_y - 2 * d'}{h_y} = \frac{50 - 2 * 6.22}{50} = 0.75$$

donde:

γ_x, γ_y = relación de secciones en sentido x e y , respectivamente

h_x, h_y = dimensión de la columna en sentido x e y , respectivamente

d' = distancia de la fibra extrema hacia el centroide de las barras longitudinales

Con la relación de secciones, la resistencia del concreto y el acero y el armado propuesto, se puede saber que diagrama de interacción utilizar. (ver anexo 2)

Se propone una cuantía de acero $\rho=1\%$ por lo que:

$$A_s = \rho * A_g$$

$$A_s = 0.01 * 50\text{cm} * 50\text{cm} = 25 \text{ cm}^2 \text{ (ver fig. 3)}$$

$$\text{Utilizar } 4 \#7 + 4 \#6 = 26.84 \text{ cm}^2$$

Luego se procede a obtener la cuantía de acero del diagrama de interacción, la cual se define con la siguiente expresión:

$$\rho_\mu = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * A_g} = \frac{26.84 * 4.2}{0.85 * 0.280 * 2500} = 0.18946$$

$$\rho_\mu = 0.18946$$

Con todos los datos anteriores, se obtiene los valores de las variables de *Bressler* ($k'x$ y $k'y$), que se muestran a continuación, a través de las gráficas de interacción de la columna:

$$k'x = 0.23$$

$$k'y = 0.12$$

Con estos valores se pueden 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 solo con excentricidad e_x ($e_y=0$)

P_y' = carga última que resiste la columna solo con excentricidad e_y ($e_x=0$)

$$P_x' = 0.23 * 0.280 * 2500 = 161 \text{ ton}$$

$$P_y' = 0.12 * 0.280 * 2500 = 84 \text{ ton}$$

Por último se debe calcular la carga última que resiste la columna sin excentricidad, esto es carga axial pura, de la siguiente forma:

$$P_o' = 0.85 * f'_c * A_g + A_g * f_y$$

Donde:

P_o' = carga última que resiste la columna con carga axial pura, $e_x=0$ y $e_y=0$

$$P_o' = 0.85 * 0.280 * 2500 + 2500 * 4.2$$

$$P_o' = 11,095 \text{ ton}$$

Aplicando la fórmula de *Bressler*, según ACI 318-05 secciones R 10.3.6 y R10.3.7:

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_x} + \frac{1}{P'_y} + \frac{1}{P'_o}}$$

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{161} + \frac{1}{84} + \frac{1}{11095}}$$

$$P'_u = 54.93 \text{ Ton}$$

El valor de P'_u debe ser mayor o igual que el valor P nominal (P_n), para que la propuesta de acero se la correcta:

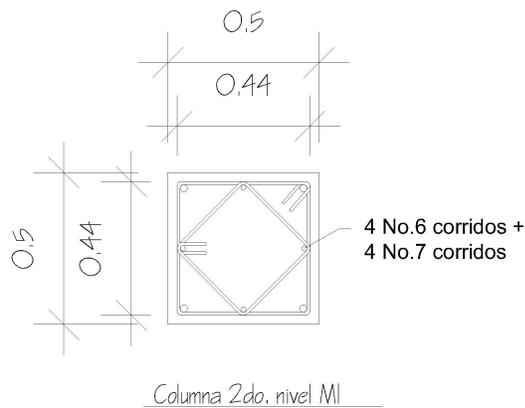
$$P'_u \geq P_n$$

$$P_n = \frac{P_u}{\phi}$$

$$P_n = \frac{23.98}{0.70} = 34.26 \text{ ton}$$

$$54.93 \text{ Ton} \geq 34.26 \text{ ton} \quad \text{OK}$$

Figura 43 Sección columna 2do. Nivel, módulo 1



Fuente: Elaboración propia

Luego de haber definido el armado longitudinal, se debe calcular el refuerzo a cortante, además esto le da mayor ductilidad a la columna, permitiéndole disipar más energía del sismo.

Verificando la resistencia a corte del concreto de la sección de la columna:

$$\phi V_c = \phi * 0.53 * \sqrt[3]{f'c} * b * d$$

Donde:

0.53: constante

ϕ : factor de reducción de resistencia

f'c: resistencia del concreto

b: base de la viga

d: peralte efectivo de la viga

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt[3]{280} * 50 * 46 = 17338 \text{ kg}$$

Comparando el corte resistente con el corte actuante (ver figuras 34 y 35), en cualquier columna del marco, se observa que solo requiere refuerzo por especificación según ACI 318-05 sección 21.4.4.2 y 21.4.4.4; la separación del refuerzo transversal no debe exceder a la menor de:

- a. La cuarta parte de la dimensión mínima del elemento,
- b. Seis veces el diámetro del refuerzo longitudinal, y
- c. $s = \frac{A_v}{\rho_s * (h - rec)}$; $\rho_s = 0.45 \left[\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right] \left[\frac{0.85 * f'c}{f_y} \right]$

Sustituyendo datos s_0 :

a. $\frac{50}{4} = 12.5 \approx 12 \text{ cm. X}$

b. $6 * 1.91 = 11.46 \approx 11 \text{ cm. X}$

c.
$$\rho_s = 0.45 \left(\frac{2500}{1411} - 1 \right) \left(\frac{0.85 * 280}{4200} \right) = 1.9681 \times 10^{-2}$$
$$s = \frac{4 * 0.71}{1.9681 \times 10^{-2} * 37.56} = 3.84 \text{ cm}$$
$$s \approx 4 \text{ cm OK}$$

La longitud de confinamiento debe ser la mayor de las siguientes:

- La altura del elemento, en la cara del nudo o en la sección donde puede ocurrir fluencia por flexión,
- Un sexto de la luz libre del elemento, y
- 450 mm.

Sustituyendo datos ℓ_0 :

- 50 cm. X
- $310 / 6 = 51.66 \text{ cm.} \approx 52 \text{ cm. OK}$
- 45 cm. X

Separación de los estribos en la longitud no confinada, debe satisfacer los siguientes requerimientos:

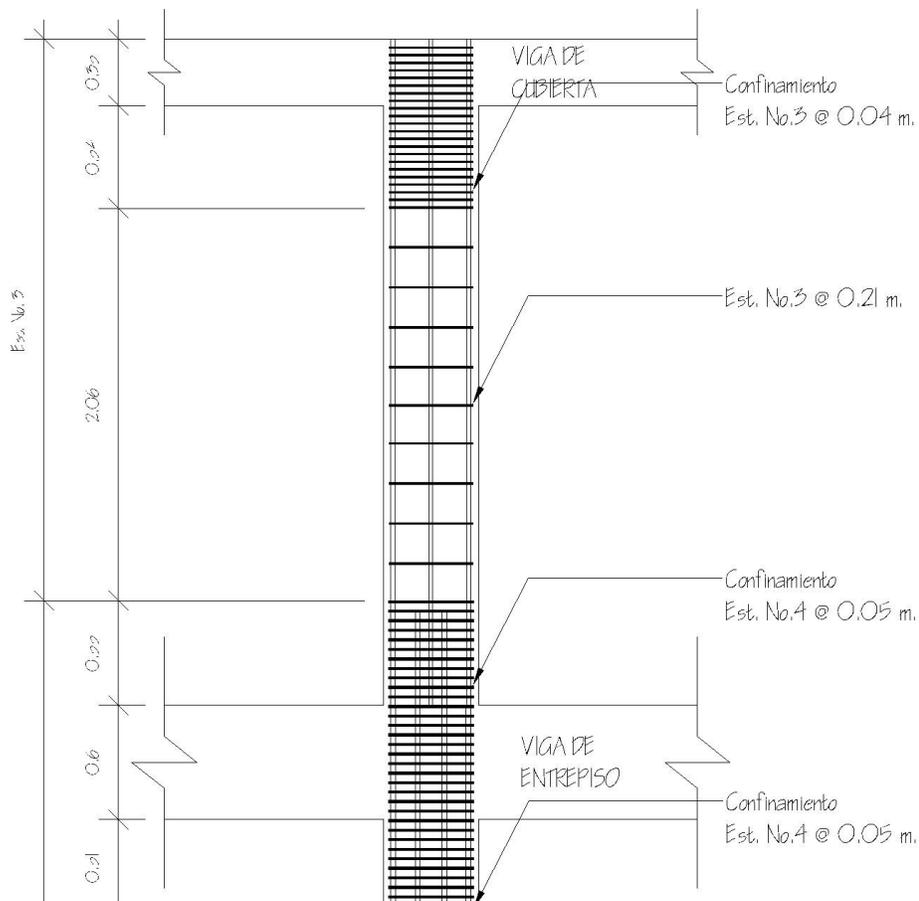
- 16 veces el diámetro del refuerzo longitudinal,
- 48 veces el diámetro de la barra del estribo,
- $d / 2$, y
- 500 mm.

Sustituyendo datos s:

- a. $16 * 1.91 = 30.56 \approx 30 \text{ cm. X}$
- b. $48 * 0.95 = 45.60 \approx 45 \text{ cm. X}$
- c. $43.94 / 2 = 21.97 \approx 21 \text{ cm. OK}$
- d. 50 cm. X

Ver datos de diseño de todas las columnas en apéndice 1.

Figura 44 Detalle de confinamiento en columna 2do. nivel, módulo 1



Fuente: Elaboración propia

El mismo procedimiento se aplica para calcular el refuerzo de la columna del primer nivel, dando como resultado:

Refuerzo columna segundo nivel: 4 No. 6 + 4 No. 7 corridos + est. No. 3 @ 0.04 m en long. confinada y el resto @ 0.21 m

Refuerzo columna primer nivel: 12 No. 8 corridos + est. No. 4 @ 0.05 m en long. confinada y el resto @ 0.21 m

2.1.5.4. Cimientos

En este proyecto se utilizarán zapatas concéntricas y zapatas excéntricas, para cargar las columnas, y cimiento corrido para cargar los muros de mampostería. Las zapatas son miembros estructurales que se usan para soportar columnas y muros, para transmitir sus cargas al suelo subyacente. El material más adecuado es el concreto reforzado, se utilizan para edificios de concreto reforzado, de acero estructural, puentes, torres y otras estructuras.

A continuación se detalla el procedimiento para el cálculo de las zapatas concéntricas y excéntricas.

- **Zapata concéntrica**

Para efectos de ejemplo se diseñará la zapata tipo Z-1, que corresponde al módulo 1.

Datos para el cálculo:

$P_u=65.74$ ton	$\gamma_{\text{concreto}}=2.4$ ton/m ³
$M_{u_x}=18.70$ ton-m	$f'_c=280$ kg/cm ²
$M_{u_y}=24.32$ ton-m	$f_y=4200$ kg/cm ²

$$\gamma_{\text{suelo}}=1.62 \text{ ton/m}^3$$

$$\rho_{\text{sop. suelo}}=18.84 \text{ ton/ m}^2$$

Se deben pasar las cargas últimas a cargas de servicio, por medio del factor de carga última que se describe a continuación:

$$F.C.U. = \frac{1.4C.M.+1.7C.V.}{C.M.+C.V.}$$

$$F.C.U. = \frac{65736.33}{41617.52} = 1.58$$

$$P't = P_u/F.C.U. = 65.74 \text{ ton}/1.58 = 41.61 \text{ ton}$$

$$M't_x = M_{u_x}/F.C.U. = 18.70 \text{ ton-m}/1.58 = 11.84 \text{ ton-m}$$

$$M't_y = M_{u_y}/F.C.U. = 24.32 \text{ ton-m}/1.58 = 15.39 \text{ ton-m}$$

Área de la zapata

$$A_z = \frac{1.5 * P'_t}{\rho_{\text{cap.sop}}}$$

Donde:

Az: área de la zapata

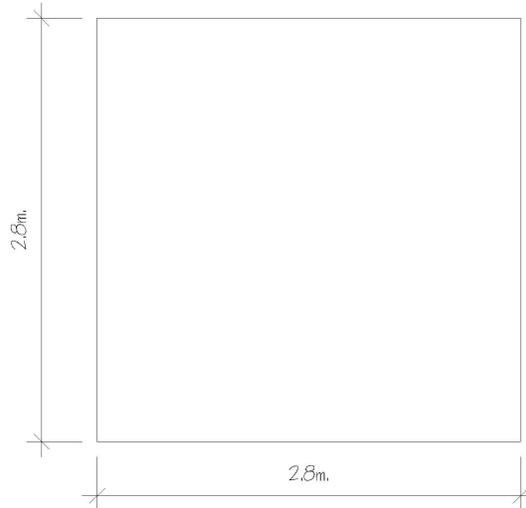
P't: carga de trabajo

$\rho_{\text{cap. sop}}$: capacidad soporte del suelo

$$A_z = 1.5 * 41.61 / 18.84 = 3.31 \text{ m}^2$$

Se propone utilizar una zapata de 2.80 m X 2.80 m dando un área de 7.84 m².

Figura 45 Dimensiones de zapata tipo Z-1 del módulo 1



Fuente: Elaboración propia

Chequeo de la presión sobre el suelo

Luego de haber dimensionado la zapata, se procede a calcular la carga máxima admisible ($q_{m\acute{a}x}$), la cual debe ser menor que el valor soporte del suelo y mayor que cero ($q_{m\acute{i}n}$), si se supone que las presiones están linealmente distribuidas, siempre que la excentricidad $e=M/P$ no supere el núcleo de la zapata es decir $e < K=L/6$.

Carga sobre zapata:

$$P=P_n+P_{propio}+P_{pcol}+P_{psuelo}$$

$$P_n=41.61 \text{ ton}$$

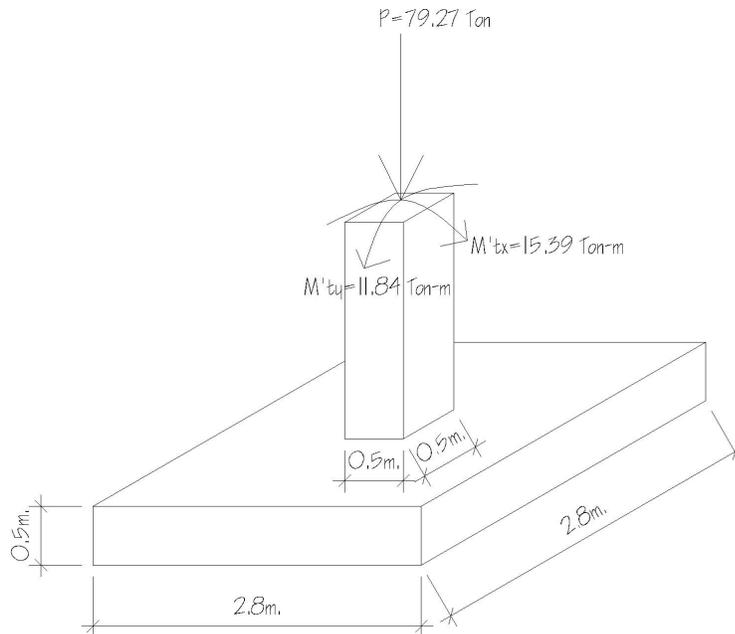
$$P_{propio}=2.4 \cdot 0.5^2 \cdot 7=4.2 \text{ ton}$$

$$P_{psuelo}=2.4 \cdot 2.8^2 \cdot 0.5=9.41 \text{ ton}$$

$$P_{pcol}=1.62 \cdot 2.8^2 \cdot 1.5=19.05 \text{ ton}$$

$$P=41.61+4.2+9.41+19.05=79.27 \text{ ton}$$

Figura 46 Carga y momentos sobre zapata, módulo 1



Fuente: Elaboración propia

Comprobación de $e < K$:

Datos:

$P=79.27$ ton

$M't_x=11.84$ ton-m

$M't_y=15.39$ ton-m

$e_x=11.84/79.27=0.15$ m

$e_y=15.39/79.27=0.19$ m

$K=2.8/6=0.47$ m

$e_x < K$ OK

$e_y < K$ OK

El valor de q_{\max} y q_{\min} se define mediante la siguiente expresión:

$$q_{\max}/q_{\min} = +\frac{P}{A_z} \pm \frac{M'_{tx}}{S_x} \pm \frac{M'_{ty}}{S_y}; \text{ donde } S_x, S_y = 1/6 * a * b^2$$

Donde:

q_{\max} : presión máxima sobre la masa de suelo

q_{\min} : presión mínima sobre la masa de suelo

P: carga sobre la zapata

A_z : área de la zapata

M'_{tx} : momento de trabajo sobre la zapata en sentido "x"

M'_{ty} : momento de trabajo sobre la zapata en sentido "y"

$S_{x,y}$: núcleo de la sección de la zapata sentido "x", "y" respectivamente

a, b: longitud del lado de la zapata

$$q_{\max}/q_{\min}=79.27/7.84 \pm 11.84/(1/6*2.8^3) \pm 15.39/(1/6*2.8^3)$$

$$q_{\max}/q_{\min}=10.11 \pm 3.24 \pm 4.21$$

$$q_{\max}=10.11+3.24+4.21= 17.56 \text{ ton/m}^2 < \rho_{\text{sop. suelo}}=18.84 \text{ ton/ m}^2 \quad \text{OK}$$

$$q_{\min}=10.11-3.24-4.21= 2.66 \text{ ton/m}^2 > 0 \quad \text{OK}$$

Presión de diseño

Debido a que las presiones en el suelo, varían de un punto a otro bajo la zapata, se debe calcular una presión de diseño uniforme.

$$q_{\text{diseño U}} = q_{\max} * F.C.U.$$

Sustituyendo valores:

$$q_{\text{diseño U}} = 18.84 * 1.58 = 27.74 \text{ ton/m}^2$$

Peralte efectivo de la zapata

$$d = t_{\text{asumido}} - \text{rec} - \phi \text{var}/2$$

$$t_{\text{asumido}} = 0.50 \text{ m}$$

Asumiendo ϕ varilla No. 5 = 1.59 cm.

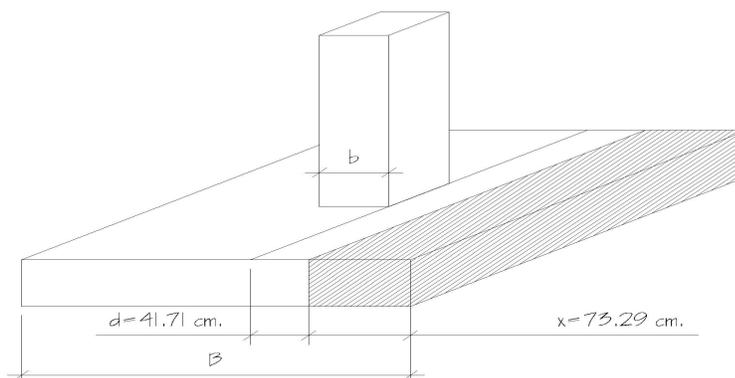
$$d = 50 - 7.5 - 1.59/2$$

$$d = 41.71 \text{ cm.}$$

Chequeo por corte simple o corte por flexión

La falla por esfuerzo cortante, en una zapata, ocurre a una distancia “d” (peralte efectivo) del rostro de la columna ver figura 47, por lo que se debe chequear que el esfuerzo cortante actuante en ese punto, sea menor que el esfuerzo cortante resistente, esto se debe chequear en ambos sentidos, en este caso por ser simétrico solo se analizará un sentido.

Figura 47 Falla corte simple o corte por flexión



Fuente: Elaboración propia

$$X = B/2 - b/2 - d$$

$$X = 280 \text{ cm.}/2 - 50 \text{ cm.}/2 - 41.71 \text{ cm.} = 73.29 \text{ cm.}$$

Corte actuante

$$V_{act.} = \text{área sombreada} * q_d U$$

$$V_{act.} = 2.8 \text{ m.} * 0.7329 \text{ m.} * 27.74 \text{ Ton/m}^2 = 56.93 \text{ Ton}$$

Corte resistente

$$\phi V_{resist.} = \phi * 0.53 * \sqrt[3]{f'c} * b * d = \frac{0.85 * 0.53 * \sqrt[3]{280} * 280 * 41.71}{1000}$$

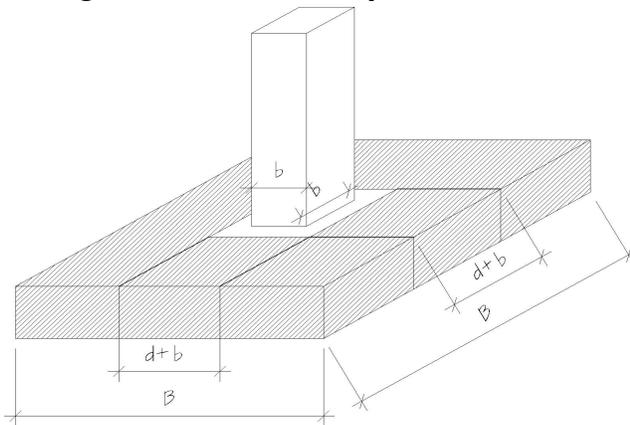
$$\phi V_{resist.} = 88.04 \text{ ton}$$

Como $V_{act.} < \phi V_{resist.}$ sí cumple, así que el peralte si resiste el cortante simple.

Chequeo por corte punzonante

La falla de corte por punzonamiento, se produce a una distancia de $d/2$ del perímetro de la columna, como consecuencia del efecto punzonante que produce la columna ver figura 48.

Figura 48 Falla corte punzonante



Fuente: Elaboración propia

Chequeo:

$$A_p = (b+d)^2 = (0.5+0.4171)^2 = 0.84 \text{ m}^2$$

$$A_T = (B)^2 = (2.8 \text{ m.})^2 = 7.84 \text{ m}^2$$

$$V_{act.} = q_d U * (A_{total \text{ zapata}} - A_{punzonamiento})$$

$$V_{act.} = 27.74 \text{ T/m}^2 (7.84 \text{ m}^2 - 0.84 \text{ m}^2) = 194.18 \text{ ton}$$

$$\beta_0 = 4 * (b+d) = 4 * (0.5 \text{ m} + 0.4171 \text{ m}) = 366.84 \text{ m}$$

$$\phi V_{resist.} = \phi * 1.06 * \sqrt[3]{f'c} * \beta_0 * d = \frac{0.85 * 1.06 * \sqrt[3]{280} * 366.84 * 41.71}{1000}$$

$$\phi V_{resist.} = 230.69 \text{ ton}$$

Como $V_{act.} < \phi V_{resist.}$ sí cumple, así que el peralte sí resiste el cortante punzonante.

Diseño del refuerzo por flexión

Además de producirse esfuerzos cortantes sobre la zapata, también se producen momentos flexionantes, por el efecto del empuje del suelo debajo de la zapata. Para resistir este momento flector se debe reforzar con acero. El refuerzo se calcula a continuación:

Dirección x – x

$$M_{flector} = \frac{q_d U * L^2}{2} = \frac{27.74 * \left(\frac{2.8}{2} - \frac{0.5}{2}\right)^2}{2}$$

$$M_{flector} = 18.34 \text{ ton-m}$$

Área de acero: se diseña con una franja unitaria de 1 m.

$$A_{s_{\min}} = \frac{14.1}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{\text{temp}}} = 0.002 * b * d$$

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

Donde:

A_s = área de acero (cm²)

M_u = momento último (kg – m)

b = base de la viga (cm)

d = peralte efectivo de la viga (cm)

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

f_y = resistencia del acero (kg/cm²)

$$A_{s_{\min}} = 14.1/4200 * 100 * 41.71 = 14 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{temp}}} = 0.002 * 100 * 41.71 = 8.34 \text{ cm}^2$$

$$A_{s(18340)} = \left[100 * 41.71 - \sqrt{(100 * 41.71)^2 - \frac{19340 * 100}{0.003825 * 280}} \right] * \frac{0.85 * 280}{4200} = 11.94 \text{ cm}^2$$

Se utilizará el $A_{s_{\min.}} = 14 \text{ cm}^2$

Espaciamiento:

Cama inferior

$$S = 1 / (A_{s_{\min.}} / A_{s_{\text{varilla No. 5}}})$$

$$S = 1 / (14 / 1.99) = 0.14 \text{ m}$$

Cama superior por temperatura

$$S = 1 / (8.34 / 1.99) = 0.24 \text{ m} \approx 0.25 \text{ m}$$

Dirección y – y

$$d_y = d - \varnothing_{\text{var}}$$

$$d_y = 41.71 \text{ cm.} - 1.59 \text{ cm.} = 40.12 \text{ cm.}$$

$$M_{u_y} = 16920 \text{ kg} - \text{m}$$

$$A_{s_{\text{mín}}} = 14.1/4200 * 100 * 40.12 = 13.47 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{temp}}} = 0.002 * 100 * 40.12 = 8.02 \text{ cm}^2$$

$$A_{s(16920)} = \left[100 * 40.12 - \sqrt{(100 * 40.12)^2 - \frac{16920 * 100}{0.003825 * 280}} \right] * \frac{0.85 * 280}{4200} = 11.45 \text{ cm}^2$$

Se utilizará el $A_{s_{\text{mín.}}} = 13.47 \text{ cm}^2 \approx 14 \text{ cm}^2$

Espaciamiento:

Cama inferior

$$S = 1 / (A_{s_{\text{mín.}}} / A_{s_{\text{varilla No. 5}}})$$

$$S = 1 / (14 / 1.99) = 0.14 \text{ m}$$

Cama superior: por temperatura

$$S = 1 / (8.02 / 1.99) = 0.248 \text{ m} \approx 0.25 \text{ m}$$

s = 14 cm., colocar No. 5 @ 14 cm. en ambos sentidos para cama inferior

s = 25 cm., colocar No. 4 @ 25 cm. en ambos sentidos para cama superior

- **Zapata excéntrica**

Las zapatas de colindancia se deben diseñar para contrarrestar el momento de volteo, que se produce debido a que las cargas que sobre ella no recaen sobre su centro de masa, estas zapatas se clasifican en medianeras y de esquina.

La solución que se plantea, para este proyecto, es una zapata de base cuadrada con un diamante sobre ella. A continuación se presenta el cálculo del diamante.

Datos:

$$P_u=92.74 \text{ ton} \longrightarrow P't= 60.22 \text{ ton}$$

$$\gamma_{\text{concreto}}=2.4 \text{ ton/m}^3$$

$$M_{u_x}=18.70 \text{ ton-m} \longrightarrow M't_x= 20 \text{ ton-m}$$

$$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_{u_y}=24.32 \text{ ton-m} \longrightarrow M't_y= 23.92 \text{ ton-m}$$

$$f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_{\text{suelo}}=1.62 \text{ ton/m}^3$$

$$\rho_{\text{sop. suelo}}=18.84 \text{ ton/ m}^2$$

$$F.C.U.= 1.54$$

Diseño del diamante

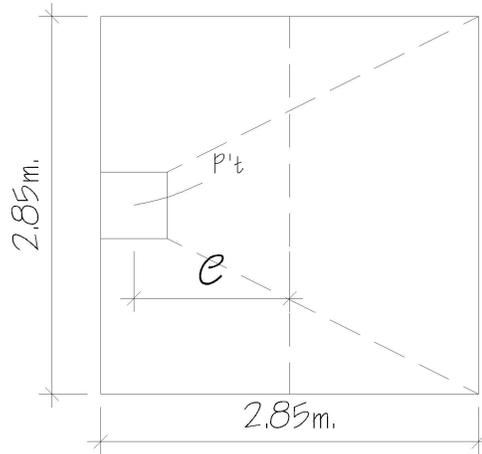
$$P_t= 60.22+60.22 * 0.05= 63.23 \text{ ton}$$

Por la excentricidad de la carga que provoca flexión, se toma inicialmente, un valor soporte menor que la real. Se usará el valor de 12 Ton/ m²; por lo que el área será:

$$A_z = \frac{1.5 * 63.23}{12} = 7.90 \text{ m}^2$$

Las dimensiones de la zapata serán: 2.85 m X 2.85 m

Figura 49 Dimensiones zapata excéntrica



Fuente: Elaboración propia

La carga $P't$, centrada en la columna, se encuentra a una distancia del centro de:

$$e = \frac{2.85 - 0.5}{2} = 1.18 \text{ m}$$

Si se aplican dos fuerzas iguales a $P't$, de sentido contrario en el centro de gravedad de la base, ellas, combinadas con $P't$ de la columna, provocan los esfuerzos siguientes en el terreno. Ver figura 50.

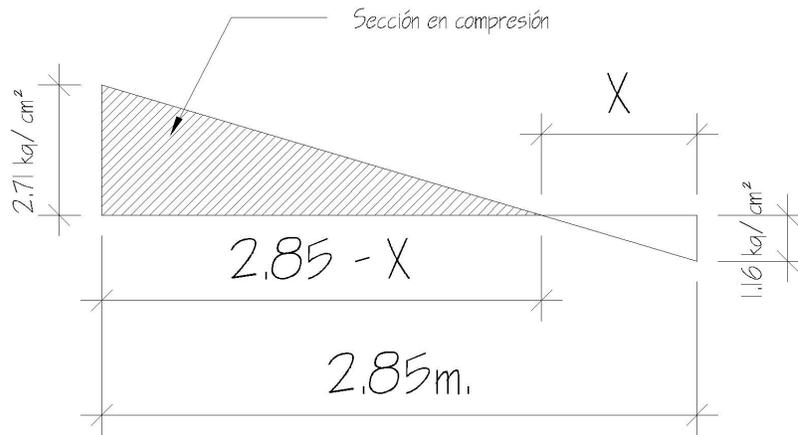
Compresión máxima

$$\sigma_c = \frac{P't}{A} \left[1 + \frac{6 * e}{L} \right] = \frac{63230}{285^2} \left[1 + \frac{6 * 118}{285} \right] = 2.71 \text{ kg/cm}^2$$

Tensión máxima

$$\sigma_t = \frac{P't}{A} \left[1 - \frac{6 * e}{L} \right] = \frac{63230}{285^2} \left[1 - \frac{6 * 118}{285} \right] = -1.16 \text{ kg/cm}^2$$

Figura 50 Esfuerzos en el terreno



Fuente: Elaboración propia

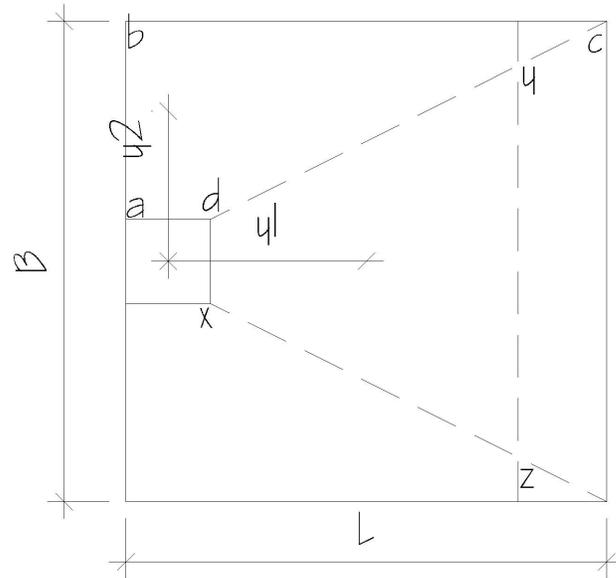
Punto donde cambia el esfuerzo de compresión al de tensión, el cual se encuentra a una distancia X, aplicando triángulos semejantes. (Figura 50)

$$\frac{2.71}{2.85 - X} = \frac{1.16}{X}$$

$$X = 0.85 \text{ m}$$

Para efectuar el cálculo de la zapata, se tendrá que considerar la parte del diagrama que se encuentra a compresión. Ver figura 51.

Figura 51 Análisis de zapata excéntrica



Fuente: Elaboración propia

Esfuerzo en el eje neutro:

$$\sigma_{\text{ejeneutro}} = \frac{\sigma_c \left(\frac{L}{2} - X \right)}{L - X} = \frac{2.71 \left(\frac{2.85}{2} - 0.85 \right)}{2.85 - 0.85} = 0.78 \text{ kg/cm}^2$$

Altura del diamante:

Se asume una inclinación de 30°

$$h = \tan(\phi) * (L - col)$$

$$h = \tan(30^\circ) * (2.85 - 0.85) = 1.327 \approx 1.35 \text{ m}$$

Fuerza resultante en el trapecio xdyz:

$$P_1 = \sigma_{\text{ejeneutro}} \left[\frac{xd + yz}{2} \right] * h$$

$$P_1 = 0.78 \left[\frac{50 + 135}{2} \right] * 135 = 9740.25 \text{ kg}$$

La fuerza anterior es aplicada al centro de gravedad de el trapecio xdyz cuya distancia a la sección xd es:

$$y_1 = \left(\frac{h}{3}\right) * \left(\frac{2 * yz + xd}{yz + xd}\right)$$

$$y_1 = \left(\frac{135}{3}\right) * \left(\frac{2 * 135 + 50}{135 + 50}\right) = 77.84 \text{ cm} \approx 0.7784 \text{ m}$$

Momento M_1 respecto al centro de la columna:

$$M_1 = P_1 * y_1$$

$$M_1 = 9740.25 * 0.778 = 7577.91 \text{ kg-m}$$

Esfuerzo en dirección perpendicular a y_1 :

$$\sigma = \frac{2.71}{2} = 1.355 \text{ kg/cm}^2$$

Este esfuerzo se reparte en el área adcb:

$$A = ad \left[\frac{B-dx}{2} \right] + \left[\frac{(B-dx) + (B-yz)}{4} \right] * h$$

$$A = 50 \left[\frac{280-50}{2} \right] + \left[\frac{(280-50) + (280-135)}{4} \right] * 135 = 18406.25 \text{ cm}^2$$

La resultante P_2 se aplica sobre el centro de gravedad de la superficie abcd:

$$P_2 = \sigma * A = 1.355 * 18406.25 = 24970.47 \text{ kg}$$

$$y_2 = \left(\frac{ab}{3}\right) * \left(\frac{2 * B + ad}{B + ad}\right)$$

$$y_2 = \left(\frac{115}{3}\right) * \left(\frac{2 * 280 + 50}{280 + 50}\right) = 70.86 \text{ cm} = 0.709 \text{ m}$$

El momento M_2 provocado por la fuerza será:

$$M_2 = P_2 * y_2$$

$$M_2 = 24940.47 * 0.709 = 17682.79 \text{ kg-m}$$

El armado se hará con refuerzo por temperatura; colocar No. 6 @ 15 cm. en ambos sentidos.

La base de la zapata con diamante, se calcula con la diferencia de los momentos del análisis estructural y los momentos obtenidos en el diamante.

$$F.C.U. = 1.54$$

$$M_x = 30.80 - 7.58 = 23.22 \text{ ton-m} \longrightarrow 15.08 \text{ ton-m}$$

$$M_y = 36.84 - 21.23 = 15.61 \text{ ton-m} \longrightarrow 10.14 \text{ ton-m}$$

$$P_u = 92.74 \text{ T} \longrightarrow 60.22 \text{ ton-m}$$

Cálculo del área:

$$A = \frac{60.22 * 1.50}{18.84} = 4.79 \text{ m}^2$$

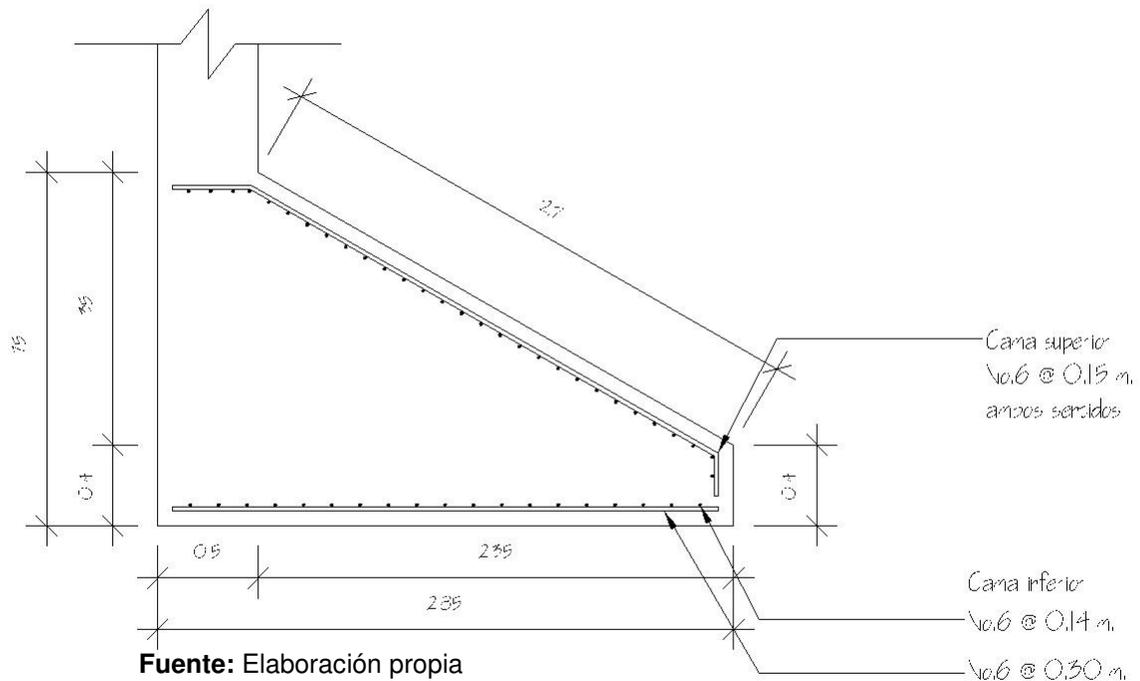
Se utilizará 2.85 m X 2.85 m (Ver figura 49) t= 0.40 m

Tabla IX Refuerzo a flexión zapata excéntrica

DATOS	DIMENSIONES	FLEXIÓN	CHEQUEO
Mux= 15.08 ton-m	2.85 m X 2.85 m	Mmax x= 9.33 ton-m	Se diseña con acero requerido
Muy= 10.14 ton-m		Mmax y= 21.31 ton-m	
Púltima= 60.22 ton	Az= 8.12 m ²	As req x= 9.08 cm ²	
F.C.U.= 1.54		As req y= 20.24 cm ²	
$\rho_{\text{sop. suelo}} = 18.84$ ton/ m ²	t= 0.40 m	Sx= 30 cm Sy= 14 cm	No. 6 @ 30 cm en X No. 6 @ 14 cm en Y

Fuente: Elaboración propia

Figura 52 Detalle de zapata excéntrica



- **Diseño de gradas**

Las gradas se diseñan como una losa en un sentido con dos apoyos, el cálculo se detalla a continuación:

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

$t = 16 \text{ cm}$

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

Carga distribuida sobre las gradas

$$C.U.=1.4(2400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.11 \text{ m})+1.7(600 \text{ kg/m}^2 \cdot 3.33 \text{ m} \cdot 1.5 \text{ m}) = 5,464.50 \text{ kg/m}$$

Figura 53 Carga distribuida sobre las gradas



Fuente: Elaboración propia

Cálculo del momento positivo y negativo:

$$M_u^- = \frac{C.U. * l_n^2}{12} = \frac{5464.50 * 3.33^2}{12} = 5,049.61 \text{ kg} - m$$

$$M_u^+ = \frac{C.U. * l_n^2}{16} = \frac{5464.50 * 3.33^2}{16} = 3,787.21 \text{ kg} - m$$

Cálculo del área de acero para el momento positivo y negativo:

$$A_{s(M_u^-)} = \left[100 * 12.37 - \sqrt{(100 * 12.37)^2 - \frac{5049.61 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2810} = 18.26 \text{ cm}^2$$

$$A_{s(M_u^+)} = \left[100 * 12.37 - \sqrt{(100 * 12.37)^2 - \frac{3787.21 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2810} = 13.22 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínima y área de acero por temperatura:

$$A_{smin} = \frac{14.1}{2810} * 100 * 12.37 = 6.21 \text{ cm}^2$$

$$A_{stemp.} = 0.002 * 100 * 16 = 3.20 \text{ cm}^2$$

Se propone utilizar varilla No. 4, colocando el área de acero para momento negativo.

Cálculo de la separación del refuerzo principal:

$$18.26 \text{ cm}^2 \longrightarrow 100 \text{ cm}$$

$$1.29 \text{ cm}^2 \longrightarrow s$$

$$s = \frac{1.29 * 100}{18.26} = 7.06 \text{ cm} \approx 7 \text{ cm}$$

Para la dirección transversal se colocará el área de acero por temperatura.

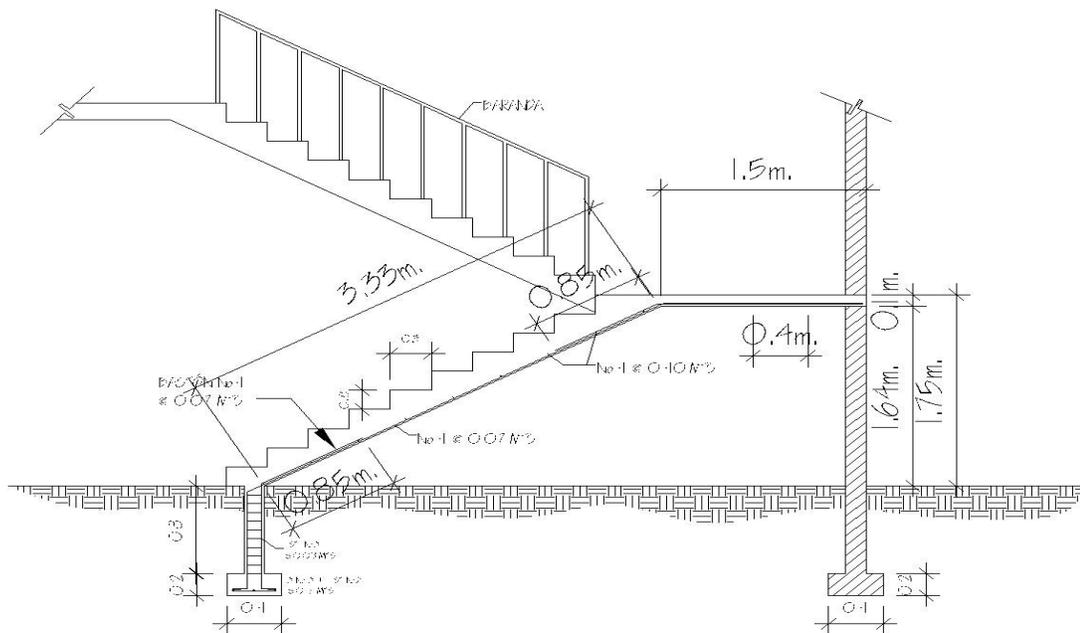
Cálculo de la separación del refuerzo por temperatura:

$$3.20 \text{ cm}^2 \longrightarrow 100 \text{ cm}$$

$$1.29 \text{ cm}^2 \longrightarrow s$$

$$s = \frac{1.29 * 100}{3.20} = 40.31 \text{ cm} \approx 40 \text{ cm}$$

Figura 54 Detalle de armado de gradas



Fuente: Elaboración propia

2.1.6. Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas se dividen en dos tableros principales, los cuales se dividen en tres tableros secundarios en el primer nivel, dos tableros secundarios en el segundo nivel y un tablero secundario en el tercer nivel; para iluminación se cuenta con catorce circuitos en el primer nivel, once circuitos en el segundo nivel y dos circuitos en el tercer nivel; para fuerza se cuenta con catorce circuitos en el primer nivel, veinticuatro circuitos en el segundo nivel y dos circuitos en el tercer nivel; los circuitos de iluminación tiene un máximo de doce unidades y los circuitos de fuerza tienen un máximo de ocho unidades.

2.1.7. Instalaciones hidráulicas

El sistema de agua potable será por medio de circuito cerrado, para mantener la presión a lo largo del sistema; se utilizarán dos bombas para abastecer a toda la edificación, una para el primer nivel y la otra para el segundo y tercer nivel; se construirá un tanque de almacenamiento subterráneo de once metros cúbicos de capacidad; la tubería será PVC Ø ¾" y los abastos por medio de tubería PVC Ø ½".

Las instalaciones de aguas negras y aguas pluviales serán en sistemas separativos, por medio de tubería PVC Ø 4", 3", 2". En la conexión del drenaje a la red municipal se utilizará tubería PVC Ø 6".

2.1.8. Planos constructivos

Para este proyecto se elaboraron un total de cuarenta planos entre arquitectónicos, estructurales y de instalaciones, como se describen a continuación:

- Notas estructurales y ubicación del edificio en el casco urbano
- Planta de conjunto
- Planta arquitectónica primer nivel
- Planta arquitectónica segundo nivel
- Planta arquitectónica tercer nivel
- Secciones transversales y longitudinal
- Detalles de puestos
- Elevaciones y apuntes
- Columnas y cimentación primaria
- Columnas y cimentación secundaria primer nivel
- Columnas secundarias segundo nivel
- Columnas secundarias tercer nivel
- Detalles de columnas
- Detalles de zapatas
- Armado longitudinal vigas, módulo 1
- Armado longitudinal vigas, módulo 2
- Armado longitudinal vigas, módulo 3
- Armado longitudinal vigas 1, módulo 4
- Armado longitudinal vigas 2, módulo 4
- Secciones transversales vigas 1
- Secciones transversales vigas 2
- Rampas y gradas
- Secciones de muro típico
- Agua potable primer nivel
- Agua potable segundo nivel
- Agua potable tercer nivel
- Drenaje primer nivel
- Drenaje segundo nivel

- Drenaje tercer nivel
- Detalles losa prefabricada
- Planta de techo y detalles
- Iluminación primer nivel
- Iluminación segundo nivel
- Iluminación tercer nivel
- Fuerza primer nivel
- Fuerza segundo nivel
- Fuerza tercer nivel
- Acabados primer nivel
- Acabados segundo nivel
- Acabados tercer nivel

2.1.9. Presupuesto

El presupuesto se trabajo en base a precios unitarios, a los cuales se les aplico un factor de indirectos del 35%. Ver tabla X.

Tabla X Presupuesto del Mercado Municipal No. 1 de Amatitlán, Guatemala

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EPS INGENIERÍA CIVIL
 EPSISTA: SAMUEL EDUARDO VALIENTE LEIVA
 MUNICIPALIDAD DE AMATITLÁN, GUATEMALA
 PROYECTO: MERCADO MUNICIPAL No. 1, AMATITLÁN, GUATEMALA



Fecha: AGOSTO de 2009

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Subtotal	Total renglón
1.00	TRABAJOS PRELIMINARES					
1.01	DEMOLICIÓN	m ²	3565.00	Q 70.77	Q 252,307.44	
1.02	HECHURA DE BODEGA/OFICINA	m ²	200.00	Q 188.07	Q 37,614.27	

1.03	NIVELACIÓN DEL TERRENO	m ²	3398.00	Q 19.96	Q 67,818.64	
1.04	TRAZO Y PUENTEADO	ml	264.00	Q 186.24	Q 49,168.45	Q 406,908.80
2.00	CIMENTACIÓN					
2.01	ZAPATA Z-1	Unidad	27.00	Q 11,891.21	Q 321,062.76	
2.02	ZAPATA Z-2	Unidad	30.00	Q 11,891.21	Q 356,736.40	
2.03	ZAPATA Z-3	Unidad	23.00	Q 7,208.41	Q 165,793.32	
2.04	ZAPATA Z-4	Unidad	16.00	Q 16,165.20	Q 258,643.26	
2.05	ZAPATA Z-5	Unidad	38.00	Q 23,890.57	Q 907,841.53	
2.06	CIMIENTO CORRIDO CC-1	ml	327.06	Q 380.25	Q 124,363.11	
2.07	CIMIENTO CORRIDO CC-2	ml	524.40	Q 228.39	Q 119,766.73	Q 2,254,207.13
3.00	COLUMNAS					
3.01	COLUMNA C-1	ml	270.55	Q 2,899.08	Q 784,346.33	
3.02	COLUMNA C-2	ml	324.66	Q 2,423.03	Q 786,662.06	
3.03	COLUMNA C-3	ml	239.63	Q 2,423.03	Q 580,631.52	
3.04	COLUMNA C-4	ml	300.00	Q 2,859.98	Q 857,993.57	Q 3,009,633.49
4.00	VIGAS					
4.01	VIGAS CUBIERTA SENTIDO "X" M1	ml	178.80	Q 665.28	Q 118,952.70	
4.02	VIGAS ENTREPISO SENTIDO "X" M1	ml	178.80	Q 1,294.25	Q 231,411.31	
4.03	VIGAS CUBIERTA SENTIDO "Y" M1	ml	152.70	Q 579.65	Q 88,512.85	
4.04	VIGAS ENTREPISO SENTIDO "Y" M1	ml	152.70	Q 1,251.80	Q 191,150.22	
4.05	VIGAS CUBIERTA SENTIDO "X" M2	ml	213.22	Q 616.16	Q 131,378.32	
4.06	VIGAS ENTREPISO SENTIDO "X" M2	ml	213.22	Q 1,283.90	Q 273,753.88	
4.07	VIGAS CUBIERTA SENTIDO "Y" M2	ml	191.64	Q 544.84	Q 104,413.89	
4.08	VIGAS ENTREPISO SENTIDO "Y" M2	ml	191.64	Q 1,270.20	Q 243,421.17	
4.09	VIGAS CUBIERTA SENTIDO "X" M3	ml	141.08	Q 499.12	Q 70,416.49	
4.10	VIGAS ENTREPISO SENTIDO "X" M3	ml	141.08	Q 753.96	Q 106,368.51	
4.11	VIGAS CUBIERTA SENTIDO "Y" M3	ml	125.82	Q 528.13	Q 66,449.19	
4.12	VIGAS ENTREPISO SENTIDO "Y" M3	ml	125.82	Q 755.67	Q 95,078.44	
4.13	VIGAS CUBIERTA SENTIDO "X" M4	ml	135.28	Q 576.73	Q 78,019.95	
4.14	VIGAS ENTREPISO 2 SENTIDO "X" M4	ml	135.28	Q 1,105.58	Q 149,563.06	
4.15	VIGAS ENTREPISO1 SENTIDO "X" M4	ml	135.28	Q 1,269.77	Q 171,774.89	
4.16	VIGAS CUBIERTA SENTIDO "Y" M4	ml	98.88	Q 452.01	Q 44,694.87	
4.17	VIGAS ENTREPISO 2 SENTIDO "Y" M4	ml	98.88	Q 1,183.58	Q 117,032.62	
4.18	VIGAS ENTREPISO1 SENTIDO "Y" M4	ml	98.88	Q 628.94	Q 62,189.56	Q 2,344,581.91
5.00	LOSAS					
5.01	LOSA MÓDULO 1	m ²	746.38	Q 305.22	Q 227,810.04	

5.02	LOSA MÓDULO 2	m ²	742.52	Q 293.47	Q 217,904.42	
5.03	LOSA MÓDULO 3	m ²	374.47	Q 215.81	Q 80,814.73	
5.04	LOSA 1 MÓDULO 4	m ²	627.99	Q 281.30	Q 176,650.65	
5.05	LOSA 2 MÓDULO 4	m ²	627.99	Q 281.30	Q 176,650.65	Q 879,830.49
6.00	TECHO ESTRUCTURA METÁLICA	m ²	2863.17	Q 490.83	Q 1,405,315.98	Q 1,405,315.98
7.00	MAMPOSTERÍA					
7.01	LEVANTADO	ml	1606.00	Q 415.20	Q 666,806.12	
7.02	COLUMNA C-5	ml	487.20	Q 87.39	Q 42,576.50	
7.03	COLUMNA C-6	ml	667.00	Q 74.87	Q 49,941.29	
7.04	SOLERA DE HUMEDAD	ml	1606.00	Q 76.46	Q 122,798.17	
7.05	SOLERA INTERMEDIA	ml	1472.15	Q 46.79	Q 68,878.31	
7.06	SOLERA DE SILLAR	ml	133.85	Q 319.64	Q 42,783.70	
7.07	SOLERA DE DINTEL	ml	311.62	Q 120.75	Q 37,627.89	Q 1,031,411.96
8.00	ACABADOS					
8.01	REPELLO + CERNIDO	m ²	9314.80	Q 91.72	Q 854,312.45	
8.02	PISO DE GRANITO	m ²	5100.00	Q 244.19	Q 1,245,345.88	Q 2,099,658.33
9.00	PUERTAS Y VENTANAS					
9.01	P-1	Unidad	34.00	Q 1,500.00	Q 51,000.00	
9.02	P-2	Unidad	64.00	Q 1,350.00	Q 86,400.00	
9.03	P-3	Unidad	17.00	Q 1,157.00	Q 19,669.00	
9.04	P-4	Unidad	4.00	Q 1,671.00	Q 6,684.00	
9.05	P-5	Unidad	1.00	Q 3,449.00	Q 3,449.00	
9.06	P-6	Unidad	1.00	Q 3,524.00	Q 3,524.00	
9.07	P-7	Unidad	2.00	Q 3,599.00	Q 7,198.00	
9.08	P-8	Unidad	1.00	Q 2,624.00	Q 2,624.00	
9.09	Pe-1	Unidad	1.00	Q 8,550.00	Q 8,550.00	
9.10	Pe-2	Unidad	2.00	Q 8,604.00	Q 17,208.00	
9.11	Pe-3	Unidad	3.00	Q 3,240.00	Q 9,720.00	
9.12	Pe-4	Unidad	2.00	Q 5,940.00	Q 11,880.00	
9.13	Pe-5	Unidad	11.00	Q 4,608.00	Q 50,688.00	
9.14	V-1	Unidad	16.00	Q 1,350.00	Q 21,600.00	
9.15	V-2	Unidad	4.00	Q 1,320.00	Q 5,280.00	
9.16	V-3	Unidad	42.00	Q 540.00	Q 22,680.00	
9.17	V-4	Unidad	2.00	Q 168.00	Q 336.00	
9.18	V-5	Unidad	3.00	Q 492.00	Q 1,476.00	
9.19	V-6	Unidad	6.00	Q 660.00	Q 3,960.00	Q 333,926.00
10.00	MÓDULO DE GRADAS Y RAMPAS					
10.01	MÓDULO DE GRADAS 2 NIVELES	Global	2.00	Q 11,674.88	Q 23,349.76	
10.02	MÓDULO DE GRADAS 3 NIVELES	Global	1.00	Q 23,349.76	Q 23,349.76	
10.03	MÓDULO DE RAMPAS	Global	2.00	Q 82,704.55	Q 165,409.10	
10.04	BARANDALES	Global	1.00	Q 69,691.41	Q 69,691.41	Q 281,800.02
11.00	INSTALACIÓN AGUA POTABLE	Global	1.00	Q 107,389.23	Q 107,389.23	Q 107,389.23

12.00	DRENAJES							
12.01	DRENAJE SANITARIO	ml	924.00	Q	231.99	Q	214,361.92	
12.02	DRENAJE PLUVIAL	ml	1034.00	Q	302.65	Q	312,944.25	
13.00	ARTEFACTOS SANITARIOS							
13.01	INODOROS	Unidad	23.00	Q	938.04	Q	21,575.03	
13.02	LAVAMANOS	Unidad	44.00	Q	753.43	Q	33,150.90	
13.03	MIGITORIOS	Unidad	2.00	Q	1,373.80	Q	2,747.61	
13.04	MIGITORIO FUNDIDO	Unidad	3.00	Q	8,498.58	Q	25,495.74	
13.05	LAVATRATES	Unidad	54.00	Q	1,298.43	Q	70,115.44	
14.00	ILUMINACIÓN Y FUERZA	Global	1.00	Q	1,044,145.04	Q	1,044,145.04	
TOTAL							Q	15,815,200.73

TOTAL EN LETRAS: QUINCE MILLONES OCHOCIENTOS QUINCE MIL DOSCIENTOS QUETZALES CON 73/100

Fuente: Elaboración propia

2.2. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Llano de Ánimas, municipio de Amatitlán, Guatemala

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un colector principal de 2,148 metros, y 33 pozos de visita, de acuerdo a especificaciones del INFOM (Instituto de Fomento Municipal), la tubería a utilizar será PVC norma ASTM 3034 de diámetro 6". El flujo del caudal será por gravedad, por lo que se tomaron las pendientes del terreno, cuidando que dichas pendientes no provoquen que las velocidades dentro de las alcantarillas estén fuera de especificaciones.

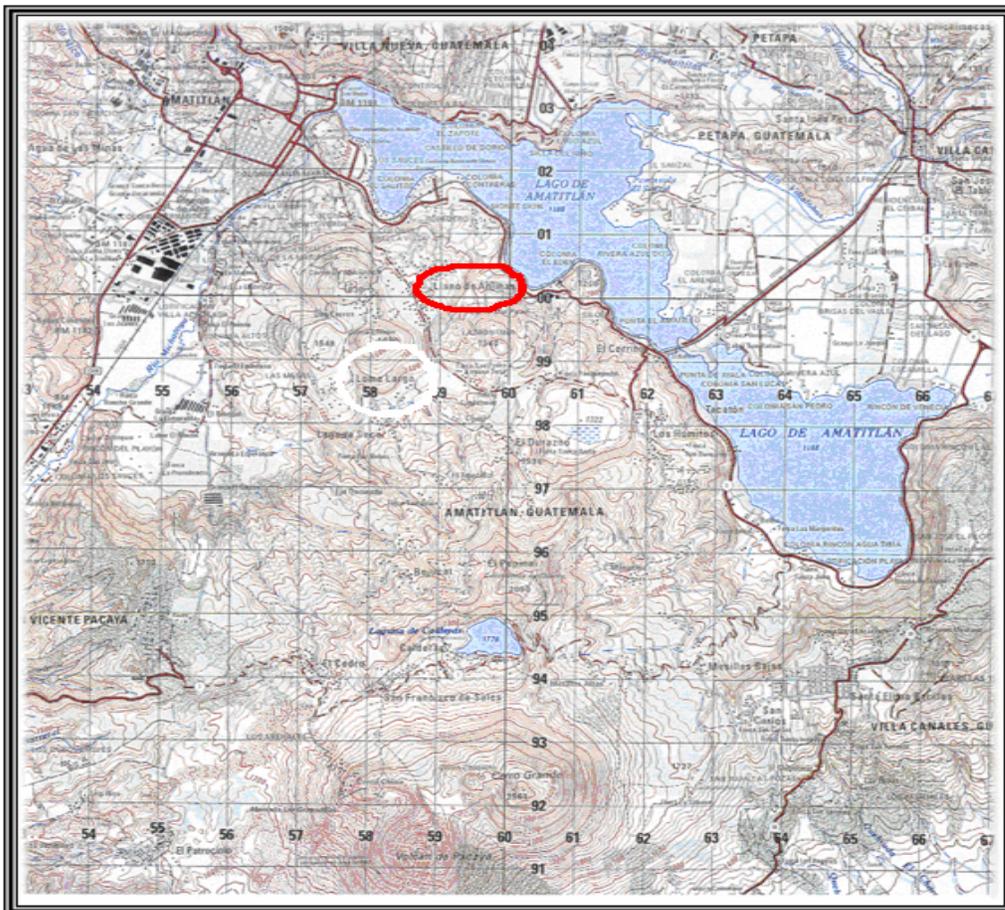
El desfogue será a dos plantas de tratamiento, dándole a la descarga un tratamiento primario, por medio de fosas sépticas y pozos de absorción.

2.2.2. Ubicación geográfica

Amatitlán es uno de los 17 municipios del departamento de Guatemala, dista 28 kilómetros de la ciudad capital, pertenece a la región I o Región Metropolitana y cuenta con una extensión territorial de 204 kilómetros cuadrados.

La aldea Llano de ánimas se ubica al sur-oriente de la cabecera municipal y posee una altura de 1,410 metros sobre el nivel del mar.

Figura 55 Ubicación de la aldea Llano de ánimas



Fuente: Instituto Geográfico Nacional I.G.N.

2.2.3. Levantamiento topográfico

En los proyectos de drenajes es fundamental esta parte del estudio, ya que estos drenajes trabajan por gravedad siendo necesario definir las pendientes del terreno, el levantamiento debe ser de primer orden. En los levantamientos topográficos del área a drenar debe tenerse en cuenta el área edificada y el desarrollo futuro que pueda contribuir al sistema. Los levantamientos deben ser lo mas completos posible en donde se tiene que localizar calles, edificios, escuelas, carreteras, todos los pavimentos anotando su tipo, parques públicos, quebradas, ríos, zanjones, cursos de agua, elevaciones, depresiones y todas aquellas estructuras que guarden relación con el problema a resolver e influyan en el diseño.

El levantamiento topográfico para este proyecto se realizó por medio de una estación total marca sokkia® el levantamiento consistió en una poligonal abierta para situar la línea central, tomando las cotas de todas la viviendas; junto al levantamiento se realizó un censo de la población para determinar la población de diseño y hacer las proyecciones para el periodo de diseño.

2.2.3.1. Planimetría

Debido a que el levantamiento se realizó por medio de estación total, los datos que se obtienen son coordenadas X - Y, a partir de este se trazó la línea central y se ubicaron las viviendas y estructuras de interés para el proyecto.

2.2.3.2. Altimetría

Debido a que el levantamiento se realizó por medio de estación total, los datos que se obtienen son cotas Z a lo largo de la línea central, las viviendas y estructuras de interés para el proyecto.

2.2.4. Clima

El clima del municipio es templado con dos subtipos. Uno con verano acentuado y otro con invierno acentuado. La época lluviosa se marca de mayo a octubre y la seca de noviembre a abril. El ciclo lluvioso se produce cuando se establece el régimen de los Alisios del Nordeste y subsecuentemente cuando la zona de convergencia intertropical se aproxima a nuestras latitudes.

Actualmente no existe ninguna estación meteorológica cercana al municipio, siendo la más cercana la del INSIVUMEH. Se tienen registros de que la última estación estuvo durante los años de 1967 a 1989 con el nombre de Jardín mil Flores y tenía una ubicación de latitud $14^{\circ}28'12''$ y longitud $90^{\circ}37'45''$.

2.2.5. Descripción del sistema a utilizar

En función del tipo de caudal a drenar existen tres tipos de alcantarillado, la selección de cada uno de estos sistemas, depende del estudio de diversos factores, como lo son topográficos, de funcionalidad, pero el más importante es el económico.

- Alcantarillado sanitario: su fin es recoger y encausar las aguas servidas domiciliarias de baños, cocinas y servicios; residuos

comerciales como restaurantes y garajes; aguas negras producidas por la industria e infiltración.

- Alcantarillado pluvial: su fin es recoger únicamente las aguas de lluvia, que concurren al sistema por medio de tragantes, ya sea de acera o de rejilla.
- Alcantarillado combinado: es una combinación de los alcantarillados sanitario y pluvial, por lo que regularmente se requieren diámetros de colector principal grandes.
- Alcantarillado separativo: este sistema recoge tanto las aguas servidas como pluviales en sistemas totalmente independientes, este es el sistema mas eficiente, pero no es muy utilizado por motivos económicos, ya que se necesita de un colector principal para aguas servidas y otro para aguas pluviales, así como los pozos de visita deben ser independientes también.

Para el efecto, la comunidad en estudio no cuenta con sistema de alcantarillado sanitario. Solamente una pequeña parte de la calle principal está pavimentada, por lo que se deberá cortar el concreto para introducir la tubería en ese tramo, los caudales pluviales provenientes de calles, techos y otras superficies, están excluidos.

2.2.6. Partes de un alcantarillado

2.2.6.1. Colector

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

2.2.6.2. Pozos de visita

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un sistema de alcantarillado, son empleados como medios de inspección y limpieza.

La forma constructiva de los pozos de visita se ha normalizado considerablemente, y se han establecido diseños que se adoptan de un modo general. Están contruidos de mampostería de punta, de ladrillo tayuyo y concreto reforzado, de forma cilíndrica, que remata generalmente en su parte superior en forma de cono truncado y con tapa removible, la cual se construye con el objeto de permitir el acceso para darle mantenimiento a la estructura. Las paredes del pozo deben estar impermeabilizadas con repello y cernido liso, el fondo puede estar conformado de concreto y piedra bola; para realizar la inspección o limpieza los pozos profundos se deben dejar escalones, los cuales serán de acero generalmente de \varnothing 3/8" y estarán empotrados a las paredes del pozo. La profundidad que poseen estos pozos es variable. (Ver planos constructivos apéndice 3).

2.2.6.3. Conexiones domiciliarias

La conexión domiciliar tiene la finalidad de llevar las aguas servidas desde la vivienda o edificio hacia el colector principal.

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 unión en “Y” para que el flujo entre al sistema de una manera menos violenta. Sin embargo, las conexiones en “T” son más fáciles de instalar.

Es conveniente que el empotramiento con el colector principal se haga en la parte superior 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 caudal alto o una velocidad alta.

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

2.2.7. Período de diseño

Es el período en el cual el sistema transportará el cien por ciento del caudal para la población futura de diseño en un tiempo “n”, que por lo regular es de 20 a 30 años.

Para seleccionar el período de diseño se deben de tomar en cuenta diversos factores como:

- Durabilidad de las instalaciones,
- Facilidad de construcción y posibilidades de ampliación,
- Tendencia de crecimiento poblacional,
- Posibilidades de financiamiento y tasa de interés.

Para este proyecto se tomó un periodo de diseño de 30 años.

2.2.8. Población futura

Es la población para la cual se diseña el sistema de alcantarillado, esta es una proyección, la proyección se hace por el método geométrico que utiliza la población actual y la tasa de crecimiento del lugar. La tasa de crecimiento que se tomó es 3.92% aplicable al municipio de Amatlán, según la municipalidad. La fórmula de crecimiento geométrico se expresa de la siguiente forma:

$$P_f = P_o * (1+r/100)^n$$

Donde:

P_f = población futura

P_o = población inicial

r = factor de crecimiento (tasa)

n = período de diseño (años)

$$P_f = 1146 * (1+3.92/100)^{30} = 3,632 \text{ habitantes}$$

2.2.9. Determinación de caudales

2.2.9.1. Población tributaria

Es la población que aporta caudal en cada tramo del colector principal, esta población se va acumulando.

2.2.9.2. Dotación

Es la cantidad de agua asignada a la unidad consumidora, para este proyecto se utilizó 150 lts/hab/día, según información de la municipalidad.

2.2.9.3. Factor de retorno

Es el porcentaje de agua que después de ser utilizada regresa al drenaje, este porcentaje oscila entre el 70% al 90%, al no poseer datos estadísticos que indiquen que valor utilizar, se adoptará un promedio de estos valores 80%, que es el valor adoptado para este proyecto.

2.2.9.4. Caudal sanitario

El caudal que puede transportar el drenaje está determinado por el diámetro, la pendiente y la velocidad que puede llegar a tener el flujo dentro de la tubería. El principio fundamental para el diseño de alcantarillados es: el drenaje funciona como un canal abierto, es decir que, la tubería no funciona a presión.

2.2.9.4.1. Caudal domiciliar

El agua potable tiene distintos usos en una vivienda como pueden ser lavado de utensilios de cocina, lavado de ropa, ducha, inodoros, etc. Los desechos provenientes de este tipo de usos son los que reciben el nombre de “caudal domiciliar”, valor necesario para el diseño del alcantarillado sanitario, la cantidad de agua de desecho está relacionada directamente con la dotación, esta debe ser afectada por el factor de retorno. Este caudal se calcula de la siguiente forma:

$$q_{dom.} = \frac{\text{dot.} * \text{No. hab}}{86400} * F.R.$$

Donde:

q_{dom} = caudal domiciliar (lts./seg)

dot.= dotación (lts./hab/día)

No. hab= número de habitantes por tramo

F.R.= factor de retorno

2.2.9.4.2. Caudal comercial

El caudal comercial es el que proviene de comercios tales como comedores, restaurantes, hoteles, etc. La dotación varía de acuerdo al establecimiento que se esté tomando en cuenta. Para este proyecto no se tomó en cuenta este caudal, debido a que no existe ningún comercio de este tipo a lo largo de todo el alcantarillado.

2.2.9.4.3. Caudal industrial

El caudal industrial es el que proviene de industrias, tales como procesadoras de alimentos, fabricas de textiles, licoreras, etc. La dotación varía de acuerdo al establecimiento que se esté tomando en cuenta. Para este proyecto no se tomó en cuenta este caudal, debido a que no existe ninguna industria a lo largo de todo el alcantarillado.

2.2.9.4.4. Caudal por conexiones ilícitas

Este es el caudal de agua pluvial, que se conecta ilícitamente al sistema de alcantarillado sanitario. De acuerdo a las normas del INFOM este se puede calcular como el 10% mínimo del caudal domiciliar, que es el que se tomó para este proyecto, debido que se observó que las personas vierten las aguas pluviales a los patios de las casas. Este caudal se expresa de la siguiente forma:

$$q_{\text{ilicito}} = 0.10 * q_{\text{dom}}$$

2.2.9.4.5. Caudal de infiltración

Es considerado como la cantidad de agua que se infiltra o penetra a través de las paredes de la tubería, depende de: la permeabilidad del suelo, longitud de la tubería y de la profundidad a la que se coloca. Como depende de muchos factores externos, se calcula en función de la longitud de la tubería y del tiempo, generalmente se expresa en litros por kilómetro por día, su valor puede variar entre 12,000 y 18,000 Lt/km/día, a pesar de que la tubería de PVC teóricamente no presenta infiltración, el INFOM recomienda el cálculo de este caudal la siguiente forma:

$$Q_{inf} = (F_{inf}(L_{tubería} + \text{num.Casas} \times 6m)) / 86,400$$

Donde:

F_{inf} = Factor de infiltración ($12000 < F_{inf} < 18000 \text{lt/km/día}$)

$L_{tubería}$ = Longitud total de la tubería

2.2.9.5. Caudal medio

Es la suma del caudal domiciliario, caudal comercial, caudal industrial, caudal por conexiones ilícitas y caudal de infiltración.

$$Q_{medio} = q_{dom} + q_{com} + q_{ind} + q_{ilicito} + q_{inf}$$

2.2.9.6. Factor de caudal medio

Este factor regula la aportación del caudal en la tubería. Se considera como la suma de los caudales doméstico, de infiltración, por conexión ilícita, comercial e industrial dividido entre el número de habitantes a servir por tramo. Este factor según el INFOM debe estar entre los rangos de 0.002 a 0.005. Si da un valor menor se tomará 0.002, y si fuera mayor se tomará 0.005. Se calcula de la siguiente forma:

$$F_{qm} = Q_{medio} / \text{No. de habitantes}$$

2.2.9.7. Factor de *Harmond*

Es un factor llamado también factor de flujo instantáneo, que ayuda a determinar el caudal máximo, que puede fluir por las tuberías, su valor 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, se calcula de la siguiente forma:

$$F.H.=\frac{18+\sqrt[3]{P}}{4+\sqrt[3]{P}}$$

Donde:

F.H.= factor de Harmond

P= población acumulada del tramo (unidades de millar)

2.2.9.8. Caudal de diseño

Es el caudal con que se diseñará cada tramo del sistema de alcantarillado sanitario, de acuerdo a los datos obtenidos o investigados y aplicados en un período de diseño. El caudal de diseño de cada tramo será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de *Hardmond* y el número de habitantes a servir.

$$Q_{\text{diseño}}= F_{qm} * F.H. * \text{No. hab.}$$

2.2.10. Fundamentos hidráulicos

El principio para el buen funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario, es que el medio de transporte funcione como canal abierto, por gravedad y cuyo flujo está determinado por la rugosidad del material, y la pendiente del canal.

Particularmente, para sistemas de alcantarillado sanitarios se emplean canales circulares cerrados, estando la superficie del agua afectada solamente

por la presión atmosférica y por muy pocas presiones, provocadas por los gases de la materia en descomposición, que dichos caudales transportan.

2.2.10.1. Ecuación de *Manning* para flujo de canales

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* para conductos circulares es:

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

Donde:

V= velocidad (m/s)

R_h= radio hidráulico

S= pendiente del canal (m/m)

n= coeficiente de rugosidad de *Manning*

2.2.10.2. Relaciones de diámetro y caudales

Las relaciones de diámetros y caudales, que se deben considerar en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario son: la relación d/D debe de ser mayor o igual a 0.10 y menor o igual a 0.75, y el caudal de diseño tiene que ser menor al caudal a sección llena en el colector, tomando en cuenta que estas relaciones se aplicarán solo para sistemas de alcantarillado sanitario. Esto es:

$$\text{Relación de diámetro: } 0.10 \leq \frac{d}{D} \leq 0.75$$

Relación de caudal: $q_{\text{dis}} < Q_{\text{sección llena}}$

2.2.10.3. Relaciones hidráulicas

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena y poder agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena. De los resultados obtenidos se construyeron las tablas, utilizando la fórmula de Manning.

La utilización de las tablas se realiza determinando primero la relación (q/Q). Dicho valor se busca en las tablas; si no se encuentra el valor exacto, se busca uno aproximado. En la columna de la izquierda se ubica la relación (v/V), obteniendo este valor se multiplica por el obtenido por la velocidad a sección llena, se logra saber así la velocidad a sección parcial. Sucesivamente se obtiene los demás valores de chequeo.

2.2.11. Parámetros de diseño hidráulico

2.2.11.1. Coeficiente de rugosidad

Este coeficiente depende del material de que esté hecha la tubería, es determinado por medio de pruebas hechas por los fabricantes, este factor describe que tan lisa o tan rugosa es la superficie interna de la tubería. Es proveído por el fabricante, a continuación se presenta una tabla con coeficientes de rugosidad de los materiales mas utilizados en nuestro medio:

Tabla XI Coeficiente de rugosidad “n” de diversos materiales

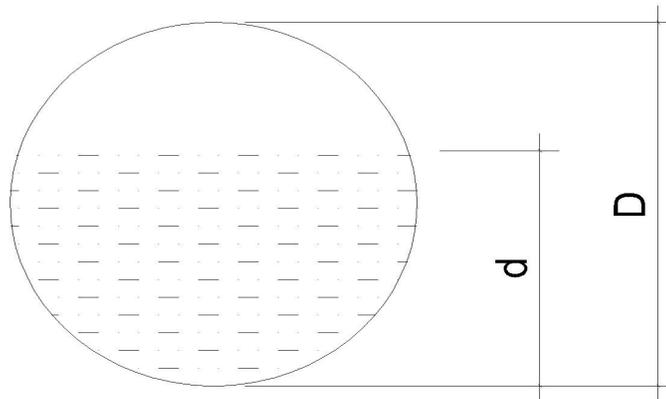
MATERIAL	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD “n”
Superficie de mortero de cemento	0.011 – 0.013
Mampostería	0.017 – 0.030
Tubo de concreto Diám. < 24”	0.011 – 0.016
Tubo de concreto Diám. > 24”	0.013 – 0.018
Tubo de asbesto cemento	0.009 – 0.011
Tubería de PVC	0.006 – 0.011
Tubería HG	0.013 – 0.015

Fuente: Elaboración propia

2.2.11.2. Sección llena y parcialmente llena

El principio fundamental de diseño de alcantarillados sanitarios es que debe funcionar como canal abierto, por lo que el caudal de diseño nunca debe ser mayor que el caudal de sección llena. La relación se debe encontrar en el siguiente rango: $0.10 \leq d/D \leq 0.75$

Figura 56 Sección parcialmente llena



Fuente: Elaboración propia

2.2.11.3. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad del flujo se determina con factores como el diámetro, la pendiente del terreno y el tipo de tubería que se utilizará. Se define por la fórmula de Manning y por las relaciones hidráulicas de v/V , donde v es la velocidad a sección parcialmente llena y V es la velocidad a sección llena.

Según las normas generales para diseño de alcantarillados del INFOM las velocidades deben ser mayores de 0.60 m/seg. para evitar sedimentación dentro de la tubería y taponamiento; y máximo de 3.00 m/seg. para evitar erosión por fricción de la tubería, los fabricantes sugieren valores entre 0.40 m/seg. y 4.00 m/seg., para tuberías de PVC.

Para el cálculo de la velocidad se emplea la fórmula de *Manning*. Pero haciendo algunos arreglos algebraicos y para minimizar trabajo, se creó la formula siguiente en sistema internacional, la cual se aplica en este diseño:

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

Donde:

V= velocidad de flujo a sección llena (m/seg.)

D= diámetro de la sección circular (pulgadas)

S= pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n= coeficiente de rugosidad de *Manning* (0.010 para tubos de PVC)

2.2.11.4. Diámetro del colector

Las Normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal INFOM, indican que el diámetro mínimo a colocar será de 8" en el caso de tubería de concreto y de 6" para tubería de PVC, esto si el sistema de drenaje es sanitario.

Para las conexiones domiciliarias, se puede utilizar un diámetro de 6" para tubería de concreto y 4" para tubería de PVC, formando ángulo de 45 grados en el sentido de la corriente del colector principal.

2.2.11.5. Profundidad del colector

La profundidad del colector principal, debe ser tal que evite rupturas por el tránsito que circulará sobre el mismo, que permita el cien por ciento de conexiones domiciliarias, que ofrezca protección de climas extremos y que no ofrezca dificultades constructivas.

2.2.11.6. Profundidad mínima del colector

La profundidad mínima de la tubería, desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la misma, en cualquier punto, será determinada de la siguiente manera:

2.2.11.6.1. Profundidad mínima del colector

A continuación se presenta una tabla que tabula los valores de la profundidad mínima para distintos diámetros de tubos de concreto y PVC.

Tabla XII Profundidad mínima a la cota invert (tubería de concreto)

Diámetro (pulg.)	6 y 8	10	12	16	18	20	24	30	36	42	48	60
Tránsito normal o liviano	1.22	1.28	1.33	1.41	1.50	1.58	1.66	1.84	1.99	2.14	2.25	2.55
Tránsito pesado	1.42	1.48	1.53	1.51	1.70	1.78	1.86	2.04	2.19	2.34	2.45	2.75

Fuente: Elaboración propia

La profundidad mínima para tubería de PVC en cualquier condición de tránsito es de 1.40 m.

2.2.11.6.2. Ancho de zanja

El ancho de la zanja está condicionado por el diámetro de la tubería y la profundidad a la que se debe colocar la misma, esto va en relación directa, es decir, a mayor diámetro, mayor ancho de zanja y a mayor profundidad también mayor ancho de zanja. A continuación se presenta una tabla con anchos de zanja recomendables para distintos diámetros de tubería y profundidades de excavación.

Tabla XIII Ancho de zanja

Diámetro en pulgadas	Ancho de zanja		
	Para profundidades hasta 2 m.	Para profundidades hasta 2 m.	Para profundidades hasta 2 m.
4	0.50	0.60	0.70
6	0.55	0.65	0.75
8	0.60	0.70	0.80
10	0.70	0.80	0.80
12	0.80	0.80	0.80
15	0.90	0.90	0.90
18	1.00	1.00	1.10
24	1.10	1.10	1.35

Fuente: Elaboración propia

2.2.11.6.3. Volumen de excavación

El volumen de suelo a remover, para colocar la tubería, se calcula a partir de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de la zanja, que a la vez depende del diámetro de la tubería que se va a instalar, y la longitud entre pozos, se calcula con la siguiente expresión:

$$Vol = \left[\frac{(H_1 + H_2)}{2} * d * Az \right]$$

Donde:

Vol= volumen de excavación (m³)

H1= profundidad del primer pozo de visita (m)

H2= profundidad del segundo pozo de visita (m)

d= distancia entre pozos (m)

Az= ancho de zanja (m)

2.2.11.6.4. Cotas invert

Es la cota que determina el nivel de colocación de la parte inferior interna de una tubería, que conecta dos pozos de visita. Las cotas del terreno, al igual que las cotas invert de entrada y salida de la tubería en un tramo del alcantarillado, y las alturas de los pozos de visita se calculan de la siguiente forma:

$$NT_f = NT_i - (D.H. * S_{terreno} \%)$$

$$S_{terreno} \% = \frac{NT_i - NT_f}{D.H.} * 100$$

$$CIS_{inicial} = NT_i - (H_{trafico} + E_{tubo} + \phi)$$

$$CIS_{tramo} = CIE - 0.03 m.$$

$$CIE = CIS - D.H. * S_{tubo} \%$$

$$H_{pozo\ inicial} = CT_i - CIS - 0.15\ m.$$

$$H_{pozo\ final} = CT_f - CIE - 0.15\ m.$$

Donde:

NT_f= nivel o cota del terreno final

NT_i= nivel o cota del terreno inicial

D.H.= distancia horizontal entre pozos de visita

S%= pendiente

CIS_{inicial}= cota invert de salida de tramo inicial

CIS_{tramo}= cota invert de salida de tramo de continuidad

CIE= cota invert de entrada

H_{pozo inicial}= altura de pozo de visita inicial

H_{pozo final}= altura de pozo de visita final

2.2.12. Ubicación de los pozos de visita

Según las normas del INFOM, se deben diseñar pozos de visita para localizarlos en los siguientes casos:

- a) En cambios de diámetro.
- b) En cambios de pendiente.
- c) En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24”.
- d) En las intersecciones de tuberías colectoras.
- e) En los extremos superiores de ramales iniciales.
- f) A distancias no mayores de 100 m en línea recta en diámetros hasta de 24”.
- g) A distancias no mayores de 300 m en diámetros superiores a 24”.

2.2.13. Profundidad de los pozos de visita

La profundidad de los pozos de visita, al inicio del tramo, está definida por la cota Invert de salida; es decir, está determinada por la siguiente expresión:

$$H_{p.v} = \text{Cota del terreno al inicio} - \text{Cota Invert de salida del tramo} - 0.15 \text{ de base}$$

- a) Cuando a un pozo de visita llega una tubería y sale otra de igual diámetro, la cota invert como mínimo va a estar 3 cm por debajo de la cota invert de entrada.

$$\emptyset_1 = \emptyset_2 \quad \text{CIS} = \text{CIE} - 0.03 \text{ m.}$$

- b) Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra tubería de distinto diámetro, la cota invert va a ser, como mínimo, la diferencia entre ambos diámetros, por debajo de la cota invert de entrada:

$$\emptyset_1 \neq \emptyset_2 \quad \text{CIS} = \text{CIE} - \text{dif. } \emptyset$$

- c) Cuando a un pozo de visita entra mas de una tubería y sale una tubería todas de igual diámetro, la cota invert va a ser como mínimo, 3 cm por debajo de la cota invert de entrada mas profunda

$$\emptyset_1 = \emptyset_2 = \emptyset_3 \quad \text{CIE}_1 > \text{CIE}_2$$
$$\text{CIS} = \text{CIE}_1 - 0.03 \text{ m.}$$

- d) Cuando a un pozo de visita llegan dos o mas tuberías y sale una y son de distinto diámetro:

- a. 3 cm por debajo de las tuberías que son del mismo diámetro.
- b. La diferencia de diámetros con las tuberías de diferente diámetro.

Se toma la que de mayor profundidad.

- e) Cuando a un pozo de visita llegan mas de una tubería y salen mas de una tubería:
 - a. Una tubería es de continuidad.
 - b. La cota invert de las tuberías de ramales iniciales debe ser como mínimo la que considere la H_{min} .
 - c. La cota invert de salida del ramal de seguimiento, se calcula de acuerdo a los incisos anteriores.

2.2.14. Características de las conexiones domiciliarias

El diámetro mínimo será de 6" en concreto y de 4" en PVC, usando en este último caso un reductor de 4" x 3" como protección de obstrucciones, a la entrada de la conexión, en la candela de registro domiciliario, la cual será un diámetro mínimo de 12".

Para este proyecto se utilizó tubería PVC de 4" de diámetro norma ASTM 3034, así como silleta "Y" o "T" 6" x 4" ASTM 3034, para la candela se utilizó tubo de concreto de 12" de diámetro.

2.2.15. Diseño hidráulico

El diseño de la red de alcantarillado sanitario, se realizó de acuerdo a las normas del Instituto de Fomento Municipal INFOM. El proyecto beneficiará al

100% de la población actual de la aldea. El diseño se realizó en el programa Autocad® Civil 3D Land Desktop Companion® 2009, a dicho programa se le ingresaron los parámetros de diseño que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla XIV Parámetros de diseño proyecto de alcantarillado sanitario aldea Llano de Ánimas, Amatitlán, Guatemala

Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Periodo de diseño	30 años
Viviendas actuales	200 viviendas
Viviendas futuras	634 viviendas
Densidad de habitantes/vivienda	6 habitantes/vivienda
Población actual	1200 habitantes
Tasa de crecimiento	3.92%
Población futura	3804 habitantes
Dotación	150 lts/hab/día
Factor de retorno	80%
Velocidad de diseño	$0.6 \text{ m/s} \leq v \leq 3.00 \text{ m/s}$
Evacuación	Por gravedad
Colector principal	
Tipo y diámetro de tubería	PVC Ø 6" n = 0.010
Pendiente	Según diseño por tramos
Conexión domiciliar	
Tipo y diámetro de tubería	PVC Ø 4"
Pendiente	2% a 6%
Candela	Concreto Ø 12"
Pozo de visita	
Altura de cono	0.90 m.
Diámetro superior mínimo	0.75 m.
Diámetro inferior mínimo	1.20 m.
Material	Ladrillo tayuyo 6.5*11*23 cm

Fuente: Elaboración propia

2.2.16. Ejemplo de diseño de un tramo

Como ejemplo se diseñará el tramo entre los pozos de visita PV-32 a PV-33 los datos son los siguientes:

Características

Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario	
Tramo	PV-32 a PV-33	
Distancia	50.00 m.	
Número de casas del tramo: 2	Número de casas acumuladas: 10	
Densidad de vivienda	6 hab. / Vivienda	
Total de habitantes a servir	actuales: 60	futuros: 190

Cotas del terreno

Inicial 1048.40
Final 1046.31

Pendiente del terreno

$$S_{\text{terreno}} \% = \frac{NT_i - NT_f}{D.H.} * 100$$

$$S_{\text{terreno}} \% = \frac{1048.40 - 1046.31}{50} * 100 = 4.18 \%$$

Caudal medio

$$Q_{\text{medio}} = q_{\text{dom.}} + q_{\text{ilic.}} + q_{\text{inf.}}$$

$$q_{\text{dom.}} = \frac{\text{dot.} * \text{No. hab}}{86400} * F.R.$$

$$q_{\text{dom.}} = \frac{150 * 190}{86400} * 0.80 = 0.26389$$

$$q_{\text{ilic.}} = 0.10 * q_{\text{dom.}}$$

$$q_{\text{ilic.}} = 0.10 * 0.26389 = 0.026389 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{inf.}} = \frac{(F_{\text{inf.}})(L_{\text{tubería}} + \text{num. Casas} * 6m)}{86400}$$

$$q_{\text{inf.}} = \frac{(1500) \left(2.14 + 38 * \frac{6}{1000} \right)}{86400} = 0.041111 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{medio}} = 0.26389 + 0.026389 + 0.041111 = 0.3314 \text{ l/s}$$

Factor de caudal medio

$$F_{q_{med}} = \frac{Q_{medio}}{No. Hab.}$$

$$F_{q_{med}} = \frac{0.3314}{190} = 0.001744$$

Factor de Harmond

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt[3]{P}}{4 + \sqrt[3]{P}}$$

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt[3]{0.19}}{4 + \sqrt[3]{0.19}} = 4.1561$$

Caudal de diseño

$$Q_{diseño} = F_{qm} * F.H. * No. hab.$$

$$Q_{diseño} = 0.002 * 4.1561 * 190 = 1.58 \text{ l/s}$$

Diámetro

6" (Tubo PVC)

Pendiente tubería

4.19 %

Velocidad a sección llena

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

$$V = \frac{0.03429 * (6 * 0.0254)^{\frac{2}{3}} * (4.19)^{\frac{1}{2}}}{0.010} = 2.00 \text{ m/s}$$

Caudal a sección llena

$$Q_{sección\ llena} = A * V$$

$$Q_{sección\ llena} = \frac{\pi}{4} (6 * 0.0254)^2 * 2 * 1000 = 36.48 \text{ l/s}$$

Relación de caudales

$$q_{dis}/Q_{sección\ llena} = 1.58/36.48$$

$$q_{dis}/Q_{sección\ llena} = 0.043311$$

Relación de velocidad

$$v/V = 0.497452$$

Relación de tirante

$$d/D = 0.141$$

Velocidad a sección parcial

$$v = V * v/V$$

$$v = 2 * 0.497452 = 0.9949 \text{ m/s}$$

Revisión de parámetros hidráulicos

- **Caudales** $q_{dis} < Q_{sección\ llena}$ 1.58 l/s < 36.48 l/s Cumple
- **Velocidad** $0.6 \text{ m/s} \leq v \leq 3.00 \text{ m/s}$ $0.6 \text{ m/s} \leq 0.99 \text{ m/s} \leq 3.00 \text{ m/s}$ Cumple
- **Diámetros** $0.10 \leq d/D \leq 0.75$ $0.10 \leq 0.141 \leq 0.75$ Cumple

Distancia horizontal efectiva

Diámetro del pozo: 1.20 m.

Grosor de paredes: Ladrillo tayuyo 21*12.5*6.5

$$DH_{\text{efec.}} = \text{distancia entre pozos} - ((\varnothing PV32 + \text{grosor paredes PV32})/2 + (\varnothing PV33 + \text{grosor paredes PV33})/2)$$

$$DH_{\text{efec.}} = 50 - ((1.2 + 0.46)/2 + (1.2 + 0.46)/2) = 48.34 \text{ m.}$$

Cota invert de salida PV-32

$$CIS_{PV32} = CIE_{PV32} - 0.03$$

$$CIS_{PV32} = 1046.97 - 0.03 = 1046.94$$

Cota invert de salida PV-33

$$CIE_{PV33} = CIS_{PV32} - (S_{\text{tubería}} \% * DH_{\text{efec.}})$$

$$CIE_{PV33} = 1046.94 - (0.0419 * 48.34) = 1044.91$$

Profundidad pozo de visita PV-32

$$H_{PV32} = CT_{PV32} - CIS_{PV32}$$

$$H_{PV32} = 1048.40 - 1046.94 = 1.46 \text{ m.}$$

Profundidad pozo de visita PV-33

$$H_{PV33} = CT_{PV33} - CIS_{PV33}$$

$$H_{PV33} = 1046.31 - 1044.82 = 1.49 \text{ m.}$$

Volumen de excavación zanja

$$Vol = \left[\frac{(H_{PV32} + H_{PV33})}{2} * d * Az \right]$$

$$Vol = \left[\frac{(1.46 + 1.49)}{2} * 48.34 * 0.75 \right] = 53.48 \text{ m}^3$$

Los datos y resultados del cálculo para todos los ramales, realizado con el procedimiento anteriormente descrito, se presentan en las tablas XLIII y XLIV, apéndice 2.

2.2.17. Desfogue

Es necesario ubicar el lugar idóneo para el desfogue de las aguas tratadas, esto respetando las normas del ministerio de medio ambiente, para lograr mitigar daños a la naturaleza. Todas las descargas deben tener un tratamiento adecuado a las condiciones del cuerpo receptor de la descarga.

2.2.17.1. Ubicación

Por la topografía del terreno, fue necesario diseñar dos ramales principales, a consecuencia de esto se tiene dos descargas, de las cuales una se ubicará en la parte sur y la otra en la parte norte de la aldea.

2.2.17.2. Propuesta de tratamiento

Según las normas del Instituto de Fomento Municipal INFOM, el tratamiento a establecer debe ser como mínimo un tratamiento primario, a menos que existan normas o regulaciones que exijan un mayor nivel de tratamiento, se debe atender esa exigencia.

Por lo que se recomienda un tratamiento primario por medio de fosa séptica, ya que el objetivo de estas unidades es la remoción de sólidos en suspensión por medio de procesos físicos como la sedimentación, en los que se logra eliminar en un 40% a un 60% de sólidos. Las unidades empleadas tratan de disminuir la velocidad de las aguas residuales por periodos de 12 a 24 horas, a esto se le llama periodo de retención, para que se sedimenten los sólidos; a la salida de la fosa séptica se debe disponer de pozos de absorción para terminar con el proceso de depuración de las aguas residuales y luego que regresen a la napa freática con una mejor calidad.

2.2.17.3. Diseño de fosas sépticas

Es un estanque hermético, que puede construirse de ladrillo, piedra, concreto o cualquier otro material que se considere adecuado, es un tanque de escurrimiento horizontal y continuo de un solo piso.

Las fosas pueden ser de uno o doble compartimiento. Investigaciones realizadas en fosas con uno y con dos compartimientos, han demostrado que las de dos compartimientos proporcionan una mejor eliminación de los sólidos en suspensión, lo que es de beneficio para una mayor protección del sistema de absorción.

Para el diseño de la fosa séptica debe tomarse en cuenta los siguientes parámetros:

- El período de retención es como mínimo de 12 horas
- Relación largo-ancho de la fosa L/A; de 2/1 a 4/1
- Lodos acumulados por habitante y por período de limpieza, es de 30 a 60 l/hab/año
- La capacidad máxima recomendable para que la fosa sea funcional debe ser de 60 viviendas.

Cálculo del volumen

Para el cálculo del volumen se asume una altura (H), que es la altura útil, es decir, el fondo de la fosa al nivel de agua se toma una relación L/A dentro de los límites recomendados, queda el volumen como:

$$V = ALH$$

Donde:

A = Ancho útil de fosa L = Largo útil de la fosa H = Altura útil.

Se conoce la relación L/A se sustituye una de las dos en la fórmula de V y se determina el valor de la otra magnitud.

Datos para cálculo de las fosas para el proyecto

Periodo de retención: 24 horas
Dotación (q): 100 l/hab./día
No. Hab. (N): 360 hab. (60 viviendas)
Lodos: 40 l/hab./año
Relación largo/ancho: 2/1
Período de limpieza: 5 años
Factor de retorno (F.R.): 0.80

Volumen de líquidos

Caudal

$$Q = q \cdot N \cdot F.R. = 100 \text{ l/hab./día} \cdot 360 \text{ hab.} \cdot 0.80 = 28800 \text{ l/día} = 28.80 \text{ m}^3/\text{día}$$

Volumen

$$V = Q \cdot T = 28.83 \text{ m}^3/\text{día} \cdot 1 \text{ día} / 24 \text{ horas} = 28.80 \text{ m}^3$$

Volumen de lodos

$V = N \cdot \text{gasto anual de lodos}$

$$V = 360 \text{ hab.} \cdot 40 \text{ l/hab./año} = 14400 \text{ l/año} = 14.40 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$V = 14.40 \text{ m}^3/\text{año} \cdot 5 \text{ años (período de limpieza)}$$

$$V = 72 \text{ m}^3; \text{ para período de limpieza de 5 años}$$

$$\text{Volumen total} = 28.80 \text{ m}^3 + 72 \text{ m}^3 = 100.80 \text{ m}^3$$

$$V = ALH = 100.80 \text{ m}^3$$

Si $L/A = 2$, entonces $L = 2A$; asumiendo $H = 2.50 \text{ m}$.

$$V = 2 * A^2 * H$$

$$A^2 = V/2H$$

$$A^2 = 100.80/(2*2.50) = 20.16$$

$$A = 4.48 \text{ m.} \approx 4.50 \text{ m.}$$

Como $L = 2A = 2 * 4.50 = 9 \text{ m}$.

Las dimensiones útiles de las fosas sépticas son:

$$A = 4.50 \text{ m.}$$

$$L = 9 \text{ m.}$$

$$H = 2.50 \text{ m.}$$

Ver planos constructivos en apéndice 3.

2.2.17.4. Dimensionamiento de los pozos de absorción

El primer paso en el diseño de sistemas subterráneos de eliminación de aguas negras, es determinar si el suelo es apropiado para la absorción del afluente de la fosa séptica y, si tal es el caso, cuánta área se requiere. El suelo debe tener una velocidad de filtración aceptable, sin interferencia del agua freática o de estratos impermeables bajo el nivel del sistema de absorción.

2.2.18. Elaboración de planos

Para este proyecto se elaboraron un total de nueve, como se describen a continuación:

- Densidad de vivienda
- Planta general
- Planta – perfil 1
- Planta – perfil 2
- Planta – perfil 3
- Planta – perfil 4
- Detalles de pozos de visita
- Detalles de conexiones domiciliarias
- Detalles de armado fosa séptica

2.2.19. Elaboración de presupuesto

El presupuesto se trabajo en base a precios unitarios, a los cuales se les aplicó un factor de indirectos del 35%. Ver tabla XV.

Tabla XV Presupuesto del alcantarillado sanitario de aldea Llano de Ánimas, Amatitlán, Guatemala

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EPS INGENIERÍA CIVIL



EPSISTA: SAMUEL EDUARDO VALIENTE LEIVA
MUNICIPALIDAD DE AMATITLÁN, GUATEMALA
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA LLANO DE ÁNIMAS, AMATITLÁN, GUATEMALA

Fecha: **AGOSTO de 2009**

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Subtotal	Total renglón
1.00	TRABAJOS PRELIMINARES					
1.01	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ml	2148.00	Q 26.61	Q 57,160.86	
1.02	EXCAVACIÓN	m ³	2717.55	Q 52.51	Q 142,710.41	
1.03	RELLENO	m ³	2716.97	Q 46.02	Q 125,041.73	Q 324,912.99
2.00	INSTALACIÓN DE TUBERÍA					
2.01	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	ml	2148.00	Q 181.54	Q 389,941.60	

2.02	CONEXIONES DOMICILIARES	Unidad	200.00	Q 1,411.41	Q 282,282.16	Q 672,223.77
3.00	POZOS DE VISITA					
3.01	POZO DE VISITA DE 1.40 - 1.50 DE PROFUNDIAD	Unidad	16.00	Q 6,347.02	Q 101,552.38	
3.02	POZO DE VISITA DE 1.51 - 1.60 DE PROFUNDIAD	Unidad	2.00	Q 6,598.77	Q 13,197.53	
3.03	POZO DE VISITA DE 1.80 - 1.90 DE PROFUNDIAD	Unidad	6.00	Q 7,440.19	Q 44,641.15	
3.04	POZO DE VISITA DE 1.95 - 2.10 DE PROFUNDIAD	Unidad	3.00	Q 7,743.23	Q 23,229.70	
3.05	POZO DE VISITA DE 2.11 - 2.20 DE PROFUNDIAD	Unidad	2.00	Q 8,280.29	Q 16,560.58	
3.06	POZO DE VISITA DE 2.21 - 2.40 DE PROFUNDIAD	Unidad	1.00	Q 8,844.67	Q 8,844.67	Q 208,026.01
4.00	SISTEMA DE TRATAMIENTO					
4.01	FOSA SÉPTICA	Unidad	8.00	Q 135,063.48	Q 1,080,507.83	
4.02	POZO DE ABSORCIÓN	Unidad	16.00	Q 14,918.46	Q 238,695.44	
4.03	DERIVADOR DE CAUDAL	Unidad	2.00	Q 13,508.93	Q 27,017.86	Q 1,346,221.13
TOTAL						Q 2,551,383.90

TOTAL EN LETRAS: DOS MILLONES QUINIENTOS CINCUENTA Y UN MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y TRES QUETZALES CON 90/100

Fuente: Elaboración propia

2.2.20. Evaluación socioeconómica

2.2.20.1. Valor presente neto

Se realiza a partir de un flujo de efectivo, trasladando todo al presente.
Es una forma fácil de visualizar si los egresos son mayores que los egresos.

$$VPN = VP_{\text{beneficios}} - VP_{\text{costos}}$$

Para la anterior fórmula se tienen tres resultados posibles:

1. $VPN > 0$
2. $VPN = 0$
3. $VPN < 0$

1. Cuando es mayor que cero, se recupera la inversión, se obtiene la rentabilidad además de una ganancia que es igual al valor presente.
2. Cuando es igual a cero, se recupera la inversión y se obtiene la rentabilidad deseada.
3. Cuando es menor que cero, se evalúa según la tasa de interés y el porcentaje de ganancia.

Debido a que el proyecto de alcantarillado sanitario es un beneficio para la comunidad, que cumple con su objetivo de carácter social, no se contempla algún tipo de utilidad (no hay beneficio), los egresos se establecen como el costo total del proyecto.

$$\text{VPN} = 0 - 2551383.90$$

$$\text{VPN} = - 2551383.90$$

2.2.20.2. Tasa interna de retorno

Se define como la tasa de interés donde la persona que va a invertir tiene equilibrio, es decir, que los ingresos y egresos tengan el mismo valor, cuando se analiza una alternativa de inversión. Si se usa con valor presente es la tasa donde el valor presente es igual a cero $VP = 0$.

Para este proyecto, por ser de carácter social, no se contempla algún tipo de utilidad, por lo que no se puede calcular la TIR, mediante ninguna fórmula.

Lo que procede para este caso, es tomar el valor de la TIR igual a 4.5%, la cual representa el costo que el Estado debe desembolsar, para la ejecución de dicho proyecto. Esta tasa fue calculada, tomando en cuenta la tasa libre de riesgo de Guatemala, que es inversión en títulos públicos y que actualmente

pagan esa cantidad y, es lo que le cuesta al Estado, captar esos fondos para invertirlos en obra pública.

2.2.21. Evaluación de impacto ambiental

Una definición de impacto ambiental podría definirse como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes, con cierta magnitud y complejidad, originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana.

Es importante aclarar que el término impacto, no implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo.

La evaluación de impacto ambiental, es el análisis de las posibles consecuencias de un proyecto sobre la salud ambiental, la integridad de los ecosistemas y la calidad de los servicios ambientales, que estos están en condiciones de proporcionar.

Actualmente se ha visto afectada tanto la salud de los pobladores, como el paisaje del lugar, porque las aguas residuales son descargadas sobre la superficie del suelo, provocando la formación de lodo y con el agua estancada en algunos puntos, la proliferación de zancudos que transmiten enfermedades; por lo que la población está teniendo una participación negativa en el ambiente.

Este proyecto no tendrá impacto ambiental negativo permanente, este solo sucederá durante el periodo de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación, provocando dificultades en el tránsito y posibles problemas de polvo debido al viento.

Como impacto ambiental positivo, se tiene la eliminación de aguas residuales, que fluyen sobre la superficie del suelo, eliminando con esto la posibilidad de contaminación de la napa freática. Además la eliminación de fuentes de proliferación de enfermedades, mosquitos y zancudos, y con ello la eliminación de enfermedades que estos puedan transmitir a los habitantes del lugar.

Todo esto conlleva una notable mejora en la calidad de vida, para los pobladores de la aldea.

CONCLUSIONES

1. La construcción de la edificación para el Mercado Municipal de Amatitlán es necesaria, debido al incremento de la población del municipio, para satisfacer dicha demanda son necesarias áreas adecuadas para mayor higiene en los productos alimenticios, ya sea de origen animal o vegetal, por esto es importante tener dividido el nuevo mercado en sectores, tomando en cuenta artículos como vestuario u otros, que se dan como parte del comercio en áreas convenientemente diseñadas. Así también se incluyó en el diseño áreas de acceso tanto para carga, descarga, manejo de desechos sólidos, vías de evacuación, Iluminación y una señalización adecuada del complejo, este proyecto beneficiará a 72,265 habitantes de Amatitlán a un costo de Q. 15, 815,200.73.
2. La construcción del Mercado Municipal despejará las calles y avenidas aledañas, que actualmente se encuentran bloqueadas debido al comercio que se ha expandido desordenadamente fuera del edificio, al habilitar dichas calles y avenidas se podría utilizar el puente que se encuentra ubicado atrás del mercado, como vía para circular hacia el lago y hacia Villa Canales.
3. La construcción del sistema de alcantarillado sanitario, vendrá a resolver la problemática de los focos de contaminación y malos olores en la aldea Llano de Ánimas, por cuanto las aguas servidas ya no serán vertidas sobre la superficie del terreno, este proyecto beneficiará a 1,146

habitantes y el costo asciende a Q. 2, 551,383.90.

4. Ambos proyectos son ambientalmente viables, siempre y cuando se cumpla con las medidas de mitigación que exige el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, la contaminación que ambas áreas generan actualmente es muy alta (contaminación ambiental, auditiva y visual), los cambios que se proponen vienen a modificar sustancialmente el paisaje de ambos lugares, mejorando el nivel de vida de los pobladores.

5. El Ejercicio Profesional Supervisado complementa la formación profesional del estudiante, ya que proporciona la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la formación académica, adquiriendo confianza y criterio para el desempeño de la profesión.

RECOMENDACIONES

Para la municipalidad de Amatitlán:

1. No hacer cambios a los planos y especificaciones de los proyectos, sin previa consulta y aprobación del diseñador.
2. Garantizar la supervisión técnica y control de calidad de los materiales, durante la ejecución del proyecto, esto a través de un profesional de la Ingeniería Civil.
3. Actualizar los presupuestos de los proyectos antes de su cotización o licitación, ya que, tanto materiales como salarios, están sujetos a cambios ocasionados por variaciones en la economía.
4. Realizar un sondeo dinámico, para verificar la capacidad soporte del suelo, antes de iniciar el proyecto del mercado.
5. Los planos de iluminación y fuerza del mercado deberán ser revisados y aprobados por un ingeniero electricista.
6. Implementar un plan de mantenimiento para preservar en buenas condiciones ambos proyectos, para garantizar el buen funcionamiento de los mismos.

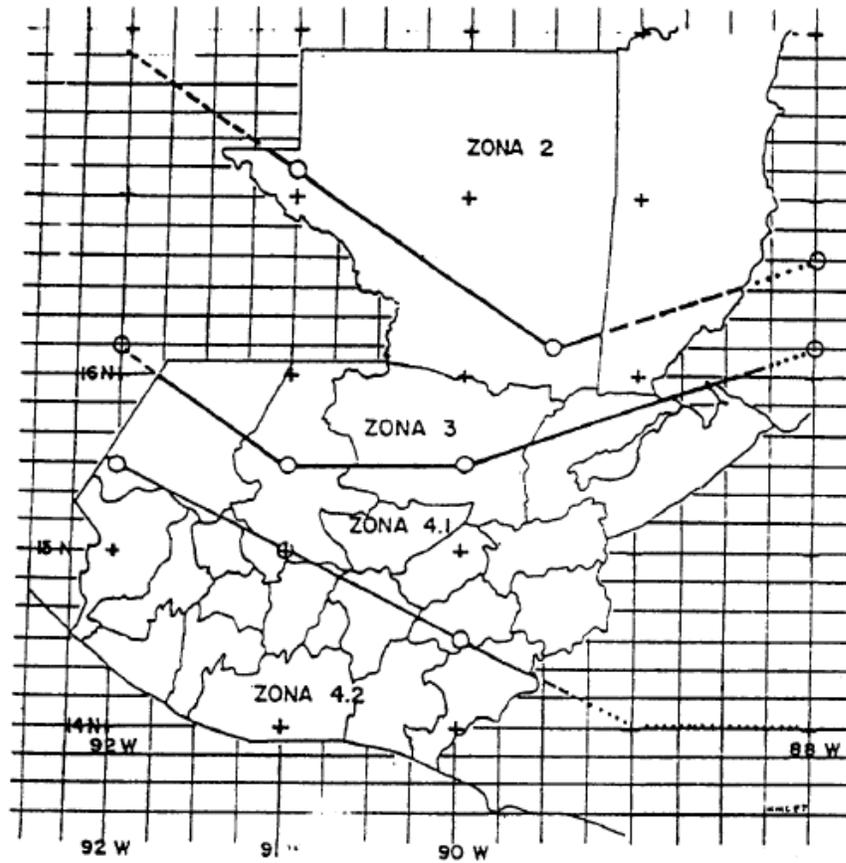
BIBLIOGRAFÍA

1. Arango Figueroa, José Roberto. Diseño de zapatas excéntricas. Trabajo de graduación Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 1979.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES). **Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la República de Guatemala.** Guatemala 2002.
3. Cabrera Seis, Jadenon Vinicio. Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones I. Trabajo de graduación Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 1994.
4. Código ACI 318-05, American Concrete Institute. **Código de diseño de hormigón armado y comentarios.** 2005.
5. Instituto de Fomento Municipal (INFOM). **Normas generales para diseño de Alcantarillados.** Guatemala 2001.
6. Nilson, Arthur H. **Diseño de estructuras de concreto.** 13^a Edición; Colombia: Editorial McGraw-Hill, 2001.
7. Paz Chacón, Sindy Anabella. Diseño del edificio escolar de dos niveles, para la aldea El Manzanillo y sistema de alcantarillado sanitario, para el sector sur del casco urbano de San Lucas Sacatepéquez, Departamento de Sacatepéquez. Trabajo de graduación Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 2008.

ANEXOS

Anexo 1

Figura 57 Mapa de microzonificación sísmica de Guatemala

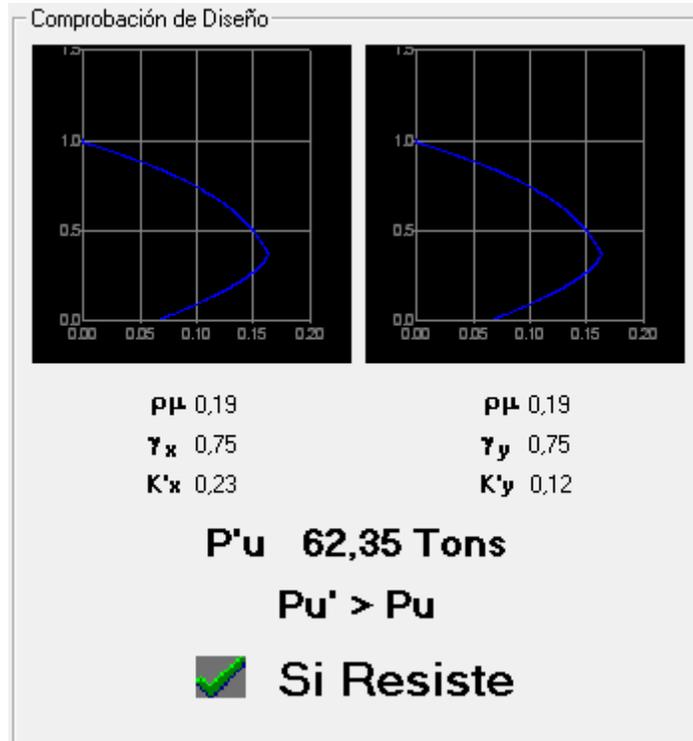


La retícula de este mapa coincide con el mapa 1:50,000 de la República de Guatemala

Fuente: AGIES NR-2: 2000, Figura 3.1 Mapa de microzonificación sísmica de Guatemala

Anexo 2

Figura 58 Valor de K'_x y K'_y



Fuente: Julio Corado Franco, **Programa para el diseño completo de marcos de concreto reforzado**, Jc **Diseño concreto**. Facultad de Ingeniería USAC 1998

Anexo 3

Figura 59 Resultado estudio de suelos, ensayo de compresión triaxial

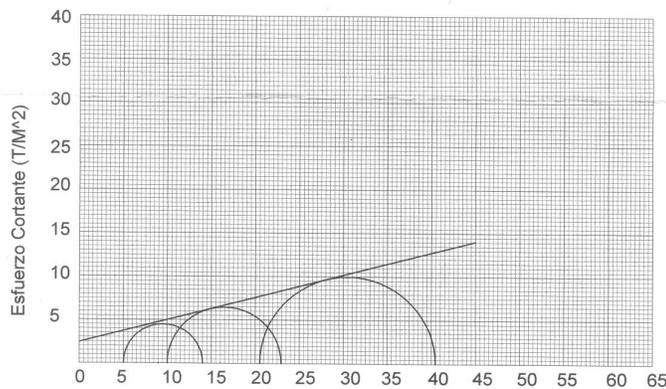


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 003158

INFORME No.: 77 S. S. O.T.No.: 24,563
INTERESADO: Samuel Eduardo Valiente
PROYECTO: Trabajo de Graduación - EPS
UBICACIÓN: Casa No.9 Colonia Villa Sandy Amatitlan
pozo: 1 Profundidad: 2.10 m Muestra: 1
Fecha: 19 de Febrero de 2009



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 14.51^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 2.4 \text{ T/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.

DESCRIPCION DEL SUELO: Limo Ligeramente Plastico

DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA:

OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	9.00	12.93	20.95
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	1.0	5.0	8.5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.11	1.11	1.11
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.62	1.62	1.62
HUMEDAD (%H)	45.9	45.9	45.9

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Meltrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992, Planta 2443-9500 Ext. 1502, FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: CII, 19 de febrero de 2009.

APÉNDICES

**APÉNDICE 1. Tablas con los resultados del diseño de vigas,
columnas y zapatas.**

Tabla XVI Armado longitudinal de vigas del módulo 1, cubierta sentido X

Vigas módulo 1 dirección X (cubierta)						
Viga	Momento (kg-m)		As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As max (cm ²)	Armado de viga
7.37 m	-S	-4258.66	3.44	2.28	9.78	2 No. 5
	-S	-677.34	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	CL	1323.58	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	+S	-1015.52	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	+S	-3912.59	3.15	2.28	9.78	2 No. 5
6.63 m	-S	-3289.77	2.63	2.28	9.78	2 No. 5
	-S	238.71	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	CL	1279.90	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	+S	152.60	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	+S	-3729.12	3.00	2.28	9.78	2 No. 5
6.27 m	-S	-3265.73	2.61	2.28	9.78	2 No. 5
	-S	37.22	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	CL	1025.03	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	+S	323.29	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	+S	-3502.17	2.81	2.28	9.78	2 No. 5
4.96 m	-S	-2895.05	2.30	2.28	9.78	2 No. 5
	-S	1120.47	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	CL	655.89	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	+S	1437.87	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	+S	-3159.37	2.52	2.28	9.78	2 No. 5
4.06 m	-S	-2961.11	2.36	2.28	9.78	2 No. 5
	-S	1808.86	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	CL	348.86	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	+S	2145.85	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	+S	-3418.51	2.74	2.28	9.78	2 No. 5

Tabla XVII Armado longitudinal de vigas del módulo 1, entreciso sentido X

Vigas módulo 1 dirección X (entreciso)						
Viga	Momento (kg-m)		As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As max (cm ²)	Armado de viga
7.37 m	-S	-32379.24	17.64	6.24	26.72	4 No. 8
	-S	-19863.89	10.33	6.24	26.72	3 No. 8
	CL	20385.50	10.62	6.24	26.72	3 No. 8
	+S	-12243.26	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-37485.15	20.54	6.24	26.72	5 No. 8
6.63 m	-S	-30599.67	16.41	6.24	26.72	4 No. 8
	-S	-12681.42	6.47	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	13792.15	7.06	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-14322.84	7.34	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-28681.99	15.30	6.24	26.72	3 No. 8
6.27 m	-S	-27199.22	14.44	6.24	26.72	3 No. 8
	-S	-9831.37	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	12644.29	6.45	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-11149.03	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-25292.99	13.36	6.24	26.72	3 No. 8
4.96 m	-S	-20862.68	10.88	6.24	26.72	3 No. 8
	-S	-1578.40	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	6765.49	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-3377.77	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-17915.88	9.27	6.24	26.72	2 No. 8
4.06 m	-S	-18005.56	9.31	6.24	26.72	2 No. 8
	-S	7015.84	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	4996.95	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	2633.17	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-16895.57	8.72	6.24	26.72	2 No. 8

Tabla XVIII Armado longitudinal de vigas del módulo 1, cubierta sentido Y

Vigas módulo 1 dirección Y (cubierta)						
Viga	Momento (kg-m)		As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As max (cm ²)	Armado de viga
5.01 m	-S	-4312.91	4.16	1.95	8.55	2 No. 5
	-S	2541.34	2.38	1.95	8.55	2 No. 5
	CL	592.47	1.95	1.95	8.55	2 No. 5
	+S	2407.02	2.25	1.95	8.55	2 No. 5
	+S	-4062.71	3.90	1.95	8.55	2 No. 5
6.47 m	-S	-4129.14	3.97	1.95	8.55	2 No. 5
	-S	810.48	1.95	1.95	8.55	2 No. 5
	CL	1023.45	1.95	1.95	8.55	2 No. 5
	+S	892.62	1.95	1.95	8.55	2 No. 5
	+S	-4101.73	3.94	1.95	8.55	2 No. 5
5.38 m	-S	-3734.50	3.57	1.95	8.55	2 No. 5
	-S	1662.71	1.95	1.95	8.55	2 No. 5
	CL	695.67	1.95	1.95	8.55	2 No. 5
	+S	1892.20	1.95	1.95	8.55	2 No. 5
	+S	-3848.13	3.69	1.95	8.55	2 No. 5
4.05 m	-S	-4006.94	3.85	1.95	8.55	2 No. 5
	-S	2965.39	2.80	1.95	8.55	2 No. 5
	CL	360.47	1.95	1.95	8.55	2 No. 5
	+S	3012.26	2.85	1.95	8.55	2 No. 5
	+S	-3993.85	3.83	1.95	8.55	2 No. 5
4.04 m	-S	-3973.62	3.81	1.95	8.55	2 No. 5
	-S	2952.18	2.79	1.95	8.55	2 No. 5
	CL	320.30	1.95	1.95	8.55	2 No. 5
	+S	2953.16	2.79	1.95	8.55	2 No. 5
	+S	-4068.32	3.91	1.95	8.55	2 No. 5

Tabla XIX Armado longitudinal de vigas del módulo 1, entrepiso sentido Y

Vigas módulo 1 dirección Y (entrepiso)						
Viga	Momento (kg-m)		As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As max (cm ²)	Armado de viga
5.01 m	-S	-25070.05	13.23	6.24	26.72	3 No. 8
	-S	11650.25	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	3629.69	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	16532.21	8.52	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-24283.36	12.79	6.24	26.72	3 No. 8
6.47 m	-S	-23026.66	12.08	6.24	26.72	3 No. 8
	-S	1729.42	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	7493.30	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	1803.51	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-23280.28	12.23	6.24	26.72	3 No. 8
5.38 m	-S	-21263.34	11.10	6.24	26.72	3 No. 8
	-S	7443.38	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	4229.04	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	7034.83	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-19230.44	9.99	6.24	26.72	2 No. 8
4.05 m	-S	-18819.99	9.76	6.24	26.72	2 No. 8
	-S	11761.14	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	1768.32	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	12036.86	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-17443.27	9.02	6.24	26.72	2 No. 8
4.04 m	-S	-19368.68	10.06	6.24	26.72	2 No. 8
	-S	16770.60	8.65	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	2164.41	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	13178.53	6.74	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-21723.82	11.36	6.24	26.72	3 No. 8

Tabla XX Armado longitudinal de vigas del módulo 2, cubierta sentido X

Vigas módulo 2 dirección X (cubierta)						
Viga	Momento (kg-m)		As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As max (cm ²)	Armado de viga
5.71 m	-S	-5657.40	4.65	2.28	9.78	3 No. 5
	-S	2795.83	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	CL	811.72	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	+S	2726.80	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	+S	-4954.72	4.04	2.28	9.78	3 No. 5
7.30 m	-S	-4979.44	4.06	2.28	9.78	3 No. 5
	-S	284.23	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	CL	1442.27	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	+S	470.09	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	+S	-4880.98	3.97	2.28	9.78	2 No. 5
5.77 m	-S	-4060.45	3.27	2.28	9.78	2 No. 5
	-S	1336.38	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	CL	900.39	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	+S	1734.36	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	+S	-4168.37	3.37	2.28	9.78	2 No. 5
4.77 m	-S	-4056.14	3.27	2.28	9.78	2 No. 5
	-S	2497.50	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	CL	635.98	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	+S	2196.69	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	+S	-3694.42	2.97	2.28	9.78	2 No. 5
6.41 m	-S	-4015.86	3.24	2.28	9.78	2 No. 5
	-S	584.34	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	CL	974.35	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	+S	679.08	2.28	2.28	9.78	2 No. 5
	+S	-4244.04	3.43	2.28	9.78	2 No. 5

Tabla XXI Armado longitudinal de vigas del módulo 2, entrepiso sentido X

Vigas módulo 2 dirección X (entrepiso)						
Viga		Momento (kg-m)	As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As max (cm ²)	Armado de viga
5.71 m	-S	-42664.06	23.78	6.24	26.72	5 No. 8
	-S	4885.42	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	11503.99	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	28610.12	15.26	6.24	26.72	3 No. 8
	+S	-44179.70	24.75	6.24	26.72	5 No. 8
7.30 m	-S	-40314.33	22.29	6.24	26.72	5 No. 8
	-S	-7682.61	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	19102.55	9.92	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-9579.16	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-41057.98	22.76	6.24	26.72	5 No. 8
5.77 m	-S	-38600.01	21.23	6.24	26.72	5 No. 8
	-S	5695.38	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	9477.92	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	614.36	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-30243.61	16.20	6.24	26.72	4 No. 8
4.77 m	-S	-27944.42	14.87	6.24	26.72	3 No. 8
	-S	2795.61	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	3373.48	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	8170.31	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-29938.77	16.03	6.24	26.72	4 No. 8
6.41 m	-S	-38742.42	21.31	6.24	26.72	5 No. 8
	-S	18182.04	9.42	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	18768.81	9.73	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	269.36	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-39632.86	21.87	6.24	26.72	5 No. 8

Tabla XXII Armado longitudinal de vigas del módulo 2, cubierta sentido Y

Vigas módulo 2 dirección Y (cubierta)						
Viga	Momento (kg-m)	As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As max (cm ²)	Armado de viga	
5.01 m	-S	-912.06	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
	-S	-3191.43	3.00	1.96	8.40	2 No. 4+1 No. 3
	CL	1426.16	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
	+S	572.58	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
	+S	1129.68	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
6.47 m	-S	-2841.42	2.66	1.96	8.40	2 No. 4+1 No. 3
	-S	-3264.46	3.07	1.96	8.40	2 No. 4+1 No. 3
	CL	-9.51	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
	+S	1016.27	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
	+S	-4.16	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
5.38 m	-S	-3194.89	3.01	1.96	8.40	2 No. 4+1 No. 3
	-S	-2776.99	2.59	1.96	8.40	2 No. 4
	CL	722.34	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
	+S	696.65	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
	+S	866.15	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
4.05 m	-S	-2844.97	2.66	1.96	8.40	2 No. 4+1 No. 3
	-S	-2772.09	2.59	1.96	8.40	2 No. 4
	CL	1712.57	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
	+S	358.61	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
	+S	1730.04	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
4.04 m	-S	-2719.38	2.54	1.96	8.40	2 No. 4
	-S	-2789.31	2.61	1.96	8.40	2 No. 4
	CL	1769.20	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
	+S	350.37	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
	+S	1617.44	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
4.40 m	-S	-2647.85	2.47	1.96	8.40	2 No. 4
	-S	-2689.69	2.51	1.96	8.40	2 No. 4
	CL	1412.28	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
	+S	397.17	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
	+S	1392.24	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
Voladizo	Mmayor	-2718.74	2.54	1.96	8.40	2 No. 4

Tabla XXIII Armado longitudinal de vigas del módulo 2, entrepiso sentido Y

Vigas módulo 2 dirección Y (entrepiso)						
Viga	Momento (kg-m)	As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As max (cm ²)	Armado de viga	
5.01 m	-S	-2264.94	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	-S	-19398.76	10.08	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	6492.09	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	3406.79	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	9749.49	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
6.47 m	-S	-18580.69	9.63	6.24	26.72	2 No. 8
	-S	-19093.08	9.91	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	-1937.97	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	7393.27	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-1923.28	9.95	6.24	26.72	2 No. 8
5.38 m	-S	-19167.35	8.70	6.24	26.72	2 No. 8
	-S	-16854.70	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	3215.03	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	4241.68	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	2457.68	7.63	6.24	26.72	2 No. 8
4.05 m	-S	-14860.37	7.19	6.24	26.72	2 No. 8
	-S	7468.72	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	1803.53	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	7012.97	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-12870.03	6.57	6.24	26.72	2 No. 8
4.04 m	-S	-12764.87	6.52	6.24	26.72	2 No. 8
	-S	6606.07	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	1865.67	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	6821.10	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-12619.57	6.44	6.24	26.72	2 No. 8
4.40 m	-S	-14230.80	7.29	6.24	26.72	2 No. 8
	-S	9058.83	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	2749.31	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	6337.30	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-15186.83	7.80	6.24	26.72	2 No. 8

Tabla XXIV Armado longitudinal de vigas del módulo 3, cubierta sentido X

Vigas módulo 3 dirección X (cubierta)						
Viga	Momento (kg-m)		As req. (cm²)	As min (cm²)	As max (cm²)	Armado de viga
4.33 m	-S	-2417.24	2.21	1.99	8.54	2 No. 4
	-S	-1242.49	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	CL	343.81	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	1163.14	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	-2313.25	2.11	1.99	8.54	2 No. 4
4.33 m	-S	-2335.94	2.13	1.99	8.54	2 No. 4
	-S	1235.21	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	CL	370.44	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	1254.77	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	-2403.79	2.20	1.99	8.54	2 No. 4
4.35 m	-S	-2405.32	2.20	1.99	8.54	2 No. 4
	-S	1280.59	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	CL	367.29	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	1291.52	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	-2436.38	2.23	1.99	8.54	2 No. 4
4.35 m	-S	-2441.45	2.23	1.99	8.54	2 No. 4
	-S	1316.39	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	CL	371.66	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	1301.32	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	-2432.75	2.23	1.99	8.54	2 No. 4
4.35 m	-S	-2549.43	2.34	1.99	8.54	2 No. 4
	-S	1233.44	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	CL	421.51	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	1206.40	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	-2522.85	2.31	1.99	8.54	2 No. 4
4.35 m	-S	-2536.22	2.32	1.99	8.54	2 No. 4
	-S	1219.91	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	CL	356.86	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	1220.69	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	-2537.19	2.33	1.99	8.54	2 No. 4
4.35 m	-S	-2452.33	2.24	1.99	8.54	2 No. 4
	-S	1326.49	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	CL	375.62	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	1302.27	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	-2424.47	2.22	1.99	8.54	2 No. 4
4.35 m	-S	-2493.11	2.28	1.99	8.54	2 No. 4
	-S	1408.80	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	CL	346.41	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	1408.57	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	-2671.65	2.45	1.99	8.54	2 No. 4

Tabla XXV Armado longitudinal de vigas del módulo 3, cubierta sentido X

Vigas módulo 3 dirección X (cubierta)						
Viga		Momento (kg-m)	As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As max (cm ²)	Armado de viga
4.33 m	-S	-2417.24	2.21	1.99	8.54	2 No. 4
	-S	-1242.49	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	CL	343.81	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	1163.14	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	-2313.25	2.11	1.99	8.54	2 No. 4
4.33 m	-S	-2335.94	2.13	1.99	8.54	2 No. 4
	-S	1235.21	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	CL	370.44	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	1254.77	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	-2403.79	2.20	1.99	8.54	2 No. 4
4.35 m	-S	-2405.32	2.20	1.99	8.54	2 No. 4
	-S	1280.59	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	CL	367.29	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	1291.52	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	-2436.38	2.23	1.99	8.54	2 No. 4
4.35 m	-S	-2441.45	2.23	1.99	8.54	2 No. 4
	-S	1316.39	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	CL	371.66	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	1301.32	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	-2432.75	2.23	1.99	8.54	2 No. 4
4.35 m	-S	-2549.43	2.34	1.99	8.54	2 No. 4
	-S	1233.44	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	CL	421.51	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	1206.40	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	-2522.85	2.31	1.99	8.54	2 No. 4
4.35 m	-S	-2536.22	2.32	1.99	8.54	2 No. 4
	-S	1219.91	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	CL	356.86	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	1220.69	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	-2537.19	2.33	1.99	8.54	2 No. 4
4.35 m	-S	-2452.33	2.24	1.99	8.54	2 No. 4
	-S	1326.49	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	CL	375.62	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	1302.27	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	-2424.47	2.22	1.99	8.54	2 No. 4
4.35 m	-S	-2493.11	2.28	1.99	8.54	2 No. 4
	-S	1408.80	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	CL	346.41	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	1408.57	1.99	1.99	8.54	2 No. 4
	+S	-2671.65	2.45	1.99	8.54	2 No. 4

Tabla XXVI Armado longitudinal de vigas del módulo 3, entrepiso sentido X

Vigas módulo 3 dirección X (entrepiso)						
Viga	Momento (kg-m)		As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As max (cm ²)	Armado de viga
4.33 m	-S	-8455.20	7.20	2.80	12.00	2 No. 7
	-S	-3095.56	2.80	2.80	12.00	2 No. 7
	CL	3846.54	3.13	2.80	12.00	2 No. 7
	+S	-2549.78	2.80	2.80	12.00	2 No. 7
	+S	-8752.17	7.47	2.80	12.00	2 No. 7
4.33 m	-S	-8477.73	7.22	2.80	12.00	2 No. 7
	-S	-3217.36	2.80	2.80	12.00	2 No. 7
	CL	3740.43	3.04	2.80	12.00	2 No. 7
	+S	-3147.12	2.80	2.80	12.00	2 No. 7
	+S	-8458.80	7.20	2.80	12.00	2 No. 7
4.35 m	-S	-8362.42	7.11	2.80	12.00	2 No. 7
	-S	-3351.62	2.80	2.80	12.00	2 No. 7
	CL	3750.20	3.05	2.80	12.00	2 No. 7
	+S	-3293.61	2.80	2.80	12.00	2 No. 7
	+S	-8344.20	7.09	2.80	12.00	2 No. 7
4.35 m	-S	-8247.15	7.00	2.80	12.00	2 No. 7
	-S	-3481.15	2.82	2.80	12.00	2 No. 7
	CL	3741.06	3.04	2.80	12.00	2 No. 7
	+S	-3388.78	2.80	2.80	12.00	2 No. 7
	+S	-8277.75	7.03	2.80	12.00	2 No. 7
4.35 m	-S	-9216.01	7.91	2.80	12.00	2 No. 7+1 No. 4
	-S	-4599.62	3.77	2.80	12.00	2 No. 7
	CL	4453.46	3.64	2.80	12.00	2 No. 7
	+S	-4526.06	3.71	2.80	12.00	2 No. 7
	+S	-9241.64	7.93	2.80	12.00	2 No. 7+1 No. 4
4.35 m	-S	-9214.39	7.91	2.80	12.00	2 No. 7+1 No. 4
	-S	-4594.51	3.76	2.80	12.00	2 No. 7
	CL	9244.78	7.94	2.80	12.00	2 No. 7+1 No. 4
	+S	-4652.79	3.81	2.80	12.00	2 No. 7
	+S	-9121.34	7.82	2.80	12.00	2 No. 7+1 No. 4
4.35 m	-S	-8125.19	6.89	2.80	12.00	2 No. 7
	-S	-3587.02	2.91	2.80	12.00	2 No. 7
	CL	3235.98	2.80	2.80	12.00	2 No. 7
	+S	-3653.32	2.97	2.80	12.00	2 No. 7
	+S	-8036.64	6.81	2.80	12.00	2 No. 7
4.35 m	-S	-8218.01	6.98	2.80	12.00	2 No. 7
	-S	-3272.27	2.80	2.80	12.00	2 No. 7
	CL	3880.93	3.16	2.80	12.00	2 No. 7
	+S	-3730.67	3.03	2.80	12.00	2 No. 7
	+S	-7834.20	6.63	2.80	12.00	2 No. 7

Tabla XXVII Armado longitudinal de vigas del módulo 3, cubierta sentido Y

Vigas módulo 3 dirección Y (cubierta)						
Viga		Momento (kg-m)	As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As max (cm ²)	Armado de viga
5.41 m	-S	-3506.12	3.32	1.96	8.40	2 No. 4+1 No. 3
	-S	1361.54	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
	CL	661.91	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
	+S	1523.26	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
	+S	-3340.11	3.20	1.96	8.40	2 No. 4+1 No. 3
4.05 m	-S	-3399.08	3.21	1.96	8.40	2 No. 4+1 No. 3
	-S	2332.84	2.16	1.96	8.40	2 No. 4
	CL	349.64	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
	+S	2412.98	2.24	1.96	8.40	2 No. 4
	+S	-3410.24	3.22	1.96	8.40	2 No. 4+1 No. 3
4.04 m	-S	-3539.69	3.35	1.96	8.40	2 No. 4+1 No. 3
	-S	2732.63	2.56	1.96	8.40	2 No. 4
	CL	346.53	1.96	1.96	8.40	2 No. 4
	+S	2526.94	2.35	1.96	8.40	2 No. 4
	+S	-3777.65	3.59	1.96	8.40	2 No. 4

Tabla XXVIII Armado longitudinal de vigas del módulo 3, entrepiso sentido Y

Vigas módulo 3 dirección Y (entrepiso)						
Viga		Momento (kg-m)	As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As max (cm ²)	Armado de viga
5.41 m	-S	-8740.21	7.43	2.81	12.05	2 No. 6+1 No. 5
	-S	-1806.67	2.81	2.81	12.05	2 No. 6
	CL	3606.38	2.91	2.81	12.05	2 No. 6
	+S	-1428.76	2.81	2.81	12.05	2 No. 6
	+S	-8790.15	7.47	2.81	12.05	2 No. 6+1 No. 5
4.05 m	-S	-6911.84	5.76	2.81	12.05	2 No. 6+1 No. 5
	-S	1912.70	2.81	2.81	12.05	2 No. 6
	CL	1502.97	2.81	2.81	12.05	2 No. 6
	+S	1731.89	2.81	2.81	12.05	2 No. 6
	+S	-6623.87	5.51	2.81	12.05	2 No. 6
4.04 m	-S	-6810.63	5.67	2.81	12.05	2 No. 6
	-S	2265.43	2.81	2.81	12.05	2 No. 6
	CL	1612.16	2.81	2.81	12.05	2 No. 6
	+S	1923.61	2.81	2.81	12.05	2 No. 6
	+S	-6796.95	5.66	2.81	12.05	2 No. 6

Tabla XXIX Armado longitudinal de vigas del módulo 4, cubierta sentido X

Vigas módulo 4 dirección X (cubierta)						
Viga	Momento (kg-m)		As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As max (cm ²)	Armado de viga
6.69 m	-S	-4840.70	3.94			2 No. 5
	-S	1191.69	2.28			2 No. 5
	CL	1216.30	2.28			2 No. 5
	+S	1068.98	2.28			2 No. 5
	+S	-4670.32	3.79			2 No. 5
6.76 m	-S	-4767.87	3.88			2 No. 5
	-S	1069.34	2.28			2 No. 5
	CL	1242.85	2.28			2 No. 5
	+S	1095.85	2.28			2 No. 5
	+S	-4826.40	3.93			2 No. 5
7.00 m	-S	-4882.14	3.97			2 No. 5
	-S	868.51	2.28			2 No. 5
	CL	1344.72	2.28			2 No. 5
	+S	872.52	2.28			2 No. 5
	+S	-4913.64	4.00			2 No. 5+1 No. 3
7.00 m	-S	-4919.27	4.01			2 No. 5+1 No. 3
	-S	910.55	2.28			2 No. 5
	CL	1356.81	2.28			2 No. 5
	+S	913.76	2.28			2 No. 5
	+S	-4923.52	4.01			2 No. 5+1 No. 3
5.87 m	-S	-4685.55	3.81			2 No. 5
	-S	2062.57	2.28			2 No. 5
	CL	868.13	2.28			2 No. 5
	+S	2222.96	2.28			2 No. 5
	+S	-4996.72	4.07			2 No. 5+1 No. 3

Tabla XXX Armado longitudinal de vigas del módulo 4, entrepiso 2 sentido X

Vigas módulo 4 dirección X (entrepiso 2)						
Viga		Momento (kg-m)	As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As max (cm ²)	Armado de viga
6.69 m	-S	-26373.99	15.94	4.85	12.21	3 No. 8+1 No. 5
	-S	-1185.80	4.85	4.85	12.21	2 No. 8
	CL	9875.51	5.58	4.85	12.21	2 No. 8
	+S	2211.26	4.85	4.85	12.21	2 No. 8
	+S	-27932.25	17.00	4.85	12.21	3 No. 8+1 No. 5
6.76 m	-S	-26510.34	16.03	4.85	12.21	3 No. 8+1 No. 5
	-S	-1763.18	4.85	4.85	12.21	2 No. 8
	CL	9367.98	5.28	4.85	12.21	2 No. 8
	+S	-1460.51	4.85	4.85	12.21	2 No. 8
	+S	-26876.68	16.28	4.85	12.21	3 No. 8+1 No. 5
7.00 m	-S	-27220.23	16.52	4.85	12.21	3 No. 8+1 No. 5
	-S	-3156.07	4.85	4.85	12.21	2 No. 8
	CL	10203.49	5.77	4.85	12.21	2 No. 8
	+S	-2890.11	4.85	4.85	12.21	2 No. 8
	+S	-27485.48	16.70	4.85	12.21	3 No. 8+1 No. 5
7.00 m	-S	-27448.39	16.67	4.85	12.21	3 No. 8+1 No. 5
	-S	-2914.05	4.85	4.85	12.21	2 No. 8
	CL	10324.00	5.84	4.85	12.21	2 No. 8
	+S	-3361.52	4.85	4.85	12.21	2 No. 8
	+S	-26666.38	16.14	4.85	12.21	3 No. 8+1 No. 5
5.87 m	-S	-25870.63	15.60	4.85	12.21	3 No. 8+1 No. 5
	-S	6523.16	4.85	4.85	12.21	2 No. 8
	CL	7306.81	4.85	4.85	12.21	2 No. 8
	+S	3066.26	4.85	4.85	12.21	2 No. 8
	+S	-24309.22	14.56	4.85	12.21	3 No. 8

Tabla XXXI Armado longitudinal de vigas del módulo 4, entrepiso 1 sentido X

Vigas módulo 4 dirección X (entrepiso 1)						
Viga	Momento (kg-m)	As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As max (cm ²)	Armado de viga	
6.69 m	-S	-38108.84	20.92	6.24	26.72	4 No. 8+1 No. 3
	-S	-1947.82	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	14154.67	7.25	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	3560.98	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-39983.57	22.09	6.24	26.72	4 No. 8+1 No. 3
6.76 m	-S	-37360.76	20.46	6.24	26.72	4 No. 8+1 No. 3
	-S	-3377.50	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	13438.92	6.87	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-3029.32	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-37681.49	20.66	6.24	26.72	4 No. 8+1 No. 3
7.00 m	-S	-38235.72	21.00	6.24	26.72	4 No. 8+1 No. 3
	-S	-5748.36	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	14729.92	7.56	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-5246.90	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-38581.60	21.21	6.24	26.72	4 No. 8+1 No. 3
7.00 m	-S	-38291.24	21.04	6.24	26.72	4 No. 8+1 No. 3
	-S	-5678.93	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	14926.20	7.66	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-6249.29	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-37004.28	20.24	6.24	26.72	4 No. 8+1 No. 3
5.87 m	-S	-35580.94	19.38	6.24	26.72	4 No. 8
	-S	8518.26	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	CL	10177.02	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	3106.13	6.24	6.24	26.72	2 No. 8
	+S	-33130.68	17.91	6.24	26.72	3 No. 8+1 No. 6

Tabla XXXII Armado longitudinal de vigas del módulo 4, cubierta sentido Y

Vigas módulo 4 dirección Y (cubierta)						
Viga		Momento (kg-m)	As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As max (cm ²)	Armado de viga
5.41 m	-S	-4277.60	4.12	1.95	8.35	2 No. 5+1 No. 3
	-S	2229.50	2.08	1.95	8.35	2 No. 5
	CL	720.15	1.95	1.95	8.35	2 No. 5
	+S	2287.36	2.14	1.95	8.35	2 No. 5
	+S	-4241.65	4.09	1.95	8.35	2 No. 5+1 No. 3
4.53 m	-S	-4487.81	4.34	1.95	8.35	2 No. 5+1 No. 3
	-S	3098.74	2.93	1.95	8.35	2 No. 5
	CL	401.94	1.95	1.95	8.35	2 No. 5
	+S	3103.13	2.94	1.95	8.35	2 No. 5
	+S	-4506.75	4.36	1.95	8.35	2 No. 5+1 No. 3
6.04 m	-S	-4267.35	4.11	1.95	8.35	2 No. 5+1 No. 3
	-S	1697.73	1.95	1.95	8.35	2 No. 5
	CL	946.58	1.95	1.95	8.35	2 No. 5
	+S	1615.85	1.95	1.95	8.35	2 No. 5
	+S	-4272.88	4.12	1.95	8.35	2 No. 5+1 No. 3

**Tabla XXXIII Armado longitudinal de vigas del módulo 4, entrepiso 2
sentido Y**

Vigas módulo 4 dirección Y (entrepiso 2)						
Viga	Momento (kg-m)	As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As max (cm ²)	Armado de viga	
5.41 m	-S	-21059.37	12.44	4.85	20.76	2 No. 8+1 No. 6
	-S	13796.86	7.91	4.85	20.76	2 No. 8
	CL	1996.59	4.85	4.85	20.76	2 No. 8
	+S	15502.14	8.95	4.85	20.76	2 No. 8
	+S	-19516.69	11.45	4.85	20.76	2 No. 8+1 No. 4
4.53 m	-S	-19759.58	11.60	4.85	20.76	2 No. 8+1 No. 5
	-S	16152.43	9.35	4.85	20.76	2 No. 8
	CL	1119.26	4.85	4.85	20.76	2 No. 8
	+S	16071.77	9.30	4.85	20.76	2 No. 8
	+S	-19886.45	11.69	4.85	20.76	2 No. 8+1 No. 5
6.04 m	-S	-19164.65	11.23	4.85	20.76	2 No. 8+1 No. 4
	-S	13086.52	7.48	4.85	20.76	2 No. 8
	CL	2671.85	4.85	4.85	20.76	2 No. 8
	+S	11486.79	6.53	4.85	20.76	2 No. 8
	+S	-20444.64	12.04	4.85	20.76	2 No. 8+1 No. 5

**Tabla XXXIV Armado longitudinal de vigas del módulo 4, entrepiso 1
sentido Y**

Vigas módulo 4 dirección Y (entrepiso 1)						
Viga	Momento (kg-m)	As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As max (cm ²)	Armado de viga	
5.41 m	-S	-30745.22	18.97	4.85	20.76	3 No. 8+1 No. 7
	-S	16101.06	9.32	4.85	20.76	2 No. 8
	CL	4452.56	4.85	4.85	20.76	2 No. 8
	+S	19255.63	11.28	4.85	20.76	2 No. 8+1 No. 5
	+S	-28573.63	17.45	4.85	20.76	3 No. 8+1 No. 6
4.53 m	-S	-27260.14	16.54	4.85	20.76	3 No. 8+1 No. 5
	-S	19525.08	11.46	4.85	20.76	2 No. 8+1 No. 4
	CL	2111.49	4.85	4.85	20.76	2 No. 8
	+S	19698.16	11.57	4.85	20.76	2 No. 8+1 No. 5
	+S	-27698.16	16.84	4.85	20.76	3 No. 8
6.04 m	-S	-28794.17	17.60	4.85	20.76	3 No. 8+1 No. 6
	-S	14598.05	8.40	4.85	20.76	2 No. 8
	CL	6095.12	4.85	4.85	20.76	2 No. 8
	+S	11802.72	6.72	4.85	20.76	2 No. 8
	+S	-30370.20	18.70	4.85	20.76	3 No. 8+1 No. 7

Tabla XXXV Armado transversal de vigas del módulo 1

Vigas módulo 1 dirección X (cubierta)				
Viga	Corte resistente (kg)	Long. De confinamiento (m)	S confinado	S no confinado
7.37 m	5165.25	0.85	No. 3 @ 8 cm	No. 3 @ 18 cm
6.63 m	5165.25	0.85	No. 3 @ 8 cm	No. 3 @ 18 cm
6.27 m	5165.25	0.85	No. 3 @ 8 cm	No. 3 @ 18 cm
4.96 m	5165.25	0.85	No. 3 @ 8 cm	No. 3 @ 18 cm
4.06 m	5165.25	0.88	No. 3 @ 8 cm	No. 3 @ 18 cm

Vigas módulo 1 dirección X (entrepiso)				
Viga	Corte resistente	Long. De confinamiento (m)	S confinado	S no confinado
7.37 m	14104.93	2.13	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 25 cm
6.63 m	14104.93	1.61	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 25 cm
6.27 m	14104.93	1.35	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 25 cm
4.96 m	14104.93	1.22	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 25 cm
4.06 m	14104.93	1.22	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 25 cm

Vigas módulo 1 dirección Y (cubierta)				
Viga	Corte resistente (kg)	Long. De confinamiento (m)	S confinado	S no confinado
5.01 m	4409.91	0.75	No. 3 @ 7 cm	No. 3 @ 15 cm
6.47 m	4409.91	0.75	No. 3 @ 7 cm	No. 3 @ 15 cm
5.38 m	4409.91	0.75	No. 3 @ 7 cm	No. 3 @ 15 cm
4.05 m	4409.91	0.75	No. 3 @ 7 cm	No. 3 @ 15 cm
4.04 m	4409.91	0.75	No. 3 @ 7 cm	No. 3 @ 15 cm

Vigas módulo 1 dirección Y (entrepiso)				
Viga	Corte resistente (kg)	Long. De confinamiento (m)	S confinado	S no confinado
5.01 m	14104.93	1.22	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 25 cm
6.47 m	14104.93	1.22	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 25 cm
5.38 m	14104.93	1.22	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 25 cm
4.05 m	14104.93	1.22	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 25 cm
4.04 m	14104.93	1.22	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 25 cm

Tabla XXXVI Armado transversal de vigas del módulo 2

Vigas módulo 2 dirección X (cubierta)				
Viga	Corte resistente (kg)	Long. De confinamiento (m)	S confinado	S no confinado
5.71 m	5163.74	0.85	No. 3 @ 8 cm	No. 3 @ 18 cm
7.30 m	5163.74	0.85	No. 3 @ 8 cm	No. 3 @ 18 cm
5.77 m	5163.74	0.85	No. 3 @ 8 cm	No. 3 @ 18 cm
4.77 m	5163.74	0.85	No. 3 @ 8 cm	No. 3 @ 18 cm
6.41 m	5163.74	0.85	No. 3 @ 8 cm	No. 3 @ 18 cm

Vigas módulo 2 dirección X (entrepiso)				
Viga	Corte resistente (kg)	Long. De confinamiento (m)	S confinado	S no confinado
5.71 m	14104.93	----	----	No. 4 @ 13 cm
7.30 m	14104.93	1.61	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 30 cm
5.77 m	14104.93	1.48	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 30 cm
4.77 m	14104.93	1.61	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 30 cm
6.41 m	14104.93	2.00	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 30 cm

Vigas módulo 2 dirección Y (cubierta)				
Viga	Corte resistente (kg)	Long. De confinamiento (m)	S confinado	S no confinado
5.01 m	4487.72	0.70	No. 3 @ 5 cm	No. 3 @ 15 cm
6.47 m	4487.72	0.70	No. 3 @ 5 cm	No. 3 @ 15 cm
5.38 m	4487.72	0.70	No. 3 @ 5 cm	No. 3 @ 15 cm
4.05 m	4487.72	0.70	No. 3 @ 5 cm	No. 3 @ 15 cm
4.04 m	4487.72	0.70	No. 3 @ 5 cm	No. 3 @ 15 cm
4.40 m	4487.72	0.70	No. 3 @ 5 cm	No. 3 @ 15 cm
Voladizo	4487.72	0.70	No. 3 @ 5 cm	No. 3 @ 15 cm

Vigas módulo 2 dirección Y (entrepiso)				
Viga	Corte resistente (kg)	Long. De confinamiento (m)	S confinado	S no confinado
5.01 m	14104.92	1.22	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 25 cm
6.47 m	14104.92	1.22	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 25 cm
5.38 m	14104.92	1.22	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 25 cm
4.05 m	14104.92	1.22	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 25 cm
4.04 m	14104.92	1.22	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 25 cm
4.40 m	14104.92	1.22	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 25 cm

Tabla XXXVII Armado transversal de vigas del módulo 3

Vigas módulo 3 dirección X (cubierta)				
Viga	Corte resistente (kg)	Long. De confinamiento (m)	S confinado	S no confinado
4.33 m	4501.87	0.75	No. 3 @ 7 cm	No. 3 @ 15 cm
4.33 m	4501.87	0.75	No. 3 @ 7 cm	No. 3 @ 15 cm
4.35 m	4501.87	0.75	No. 3 @ 7 cm	No. 3 @ 15 cm
4.35 m	4501.87	0.75	No. 3 @ 7 cm	No. 3 @ 15 cm
4.35 m	4501.87	0.75	No. 3 @ 7 cm	No. 3 @ 15 cm
4.35 m	4501.87	0.75	No. 3 @ 7 cm	No. 3 @ 15 cm
4.35 m	4501.87	0.75	No. 3 @ 7 cm	No. 3 @ 15 cm
4.35 m	4501.87	0.75	No. 3 @ 7 cm	No. 3 @ 15 cm

Vigas módulo 3 dirección X (entrepiso)				
Viga	Corte resistente (kg)	Long. De confinamiento (m)	S confinado	S no confinado
4.33 m	6335.94	0.85	No. 4 @ 8 cm	No. 4 @ 15 cm
4.33 m	6335.94	0.85	No. 4 @ 8 cm	No. 4 @ 15 cm
4.35 m	6335.94	0.85	No. 4 @ 8 cm	No. 4 @ 15 cm
4.35 m	6335.94	0.85	No. 4 @ 8 cm	No. 4 @ 15 cm
4.35 m	6335.94	0.85	No. 4 @ 8 cm	No. 4 @ 15 cm
4.35 m	6335.94	0.85	No. 4 @ 8 cm	No. 4 @ 15 cm
4.35 m	6335.94	0.85	No. 4 @ 8 cm	No. 4 @ 15 cm
4.35 m	6335.94	0.85	No. 4 @ 8 cm	No. 4 @ 15 cm

Vigas módulo 3 dirección Y (cubierta)				
Viga	Corte resistente (kg)	Long. De confinamiento (m)	S confinado	S no confinado
5.41 m	4434.03	0.75	No. 3 @ 7 cm	No. 3 @ 10 cm
4.05 m	4434.03	0.75	No. 3 @ 7 cm	No. 3 @ 10 cm
4.04 m	4434.03	0.75	No. 3 @ 7 cm	No. 3 @ 10 cm

Vigas módulo 3 dirección Y (entrepiso)				
Viga	Corte resistente (kg)	Long. De confinamiento (m)	S confinado	S no confinado
5.41 m	6366.10	1.89	No. 4 @ 8 cm	No. 3 @ 18 cm
4.05 m	6366.10	0.85	No. 4 @ 8 cm	No. 3 @ 18 cm
4.04 m	6366.10	0.85	No. 4 @ 8 cm	No. 3 @ 18 cm

Tabla XXXVIII Armado transversal de vigas del módulo 4 sentido X

Vigas módulo 4 dirección X (cubierta)				
Viga	Corte resistente (kg)	Long. De confinamiento (m)	S confinado	S no confinado
6.69 m	5163.74	0.85	No. 3 @ 8 cm	No. 3 @ 15 cm
6.76 m	5163.74	0.85	No. 3 @ 8 cm	No. 3 @ 15 cm
7.00 m	5163.74	0.85	No. 3 @ 8 cm	No. 3 @ 15 cm
7.00 m	5163.74	0.85	No. 3 @ 8 cm	No. 3 @ 15 cm
5.87 m	5163.74	0.85	No. 3 @ 8 cm	No. 3 @ 15 cm

Vigas módulo 4 dirección X (entrepiso 2)				
Viga	Corte resistente (kg)	Long. De confinamiento (m)	S confinado	S no confinado
6.69 m	10959.19	1.13	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 20 cm
6.76 m	10959.19	1.13	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 20 cm
7.00 m	10959.19	1.13	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 20 cm
7.00 m	10959.19	1.13	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 20 cm
5.87 m	10959.19	1.25	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 20 cm

Vigas módulo 4 dirección X (entrepiso 1)				
Viga	Corte resistente (kg)	Long. De confinamiento (m)	S confinado	S no confinado
6.69 m	14104.93	1.22	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 25 cm
6.76 m	14104.93	1.22	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 25 cm
7.00 m	14104.93	1.22	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 25 cm
7.00 m	14104.93	1.35	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 25 cm
5.87 m	14104.93	1.48	No. 4 @ 13 cm	No. 4 @ 25 cm

Tabla XXXIX Armado transversal de vigas del módulo 4 sentido Y

Vigas módulo 4 dirección Y (cubierta)				
Viga	Corte resistente (kg)	Long. De confinamiento (m)	S confinado	S no confinado
5.41 m	4409.91	0.75	No. 3 @ 7 cm	No. 3 @ 15 cm
4.53 m	4409.91	0.75	No. 3 @ 7 cm	No. 3 @ 15 cm
6.04 m	4409.91	0.75	No. 3 @ 7 cm	No. 3 @ 15 cm

Vigas módulo 4 dirección Y (entrepiso 2)				
Viga	Corte resistente (kg)	Long. De confinamiento (m)	S confinado	S no confinado
5.41 m	10959.19	1.13	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 20 cm
4.53 m	10959.19	1.13	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 20 cm
6.04 m	10959.19	1.13	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 20 cm

Vigas módulo 4 dirección Y (entrepiso 1)				
Viga	Corte resistente (kg)	Long. De confinamiento (m)	S confinado	S no confinado
5.41 m	10959.19	1.65	No. 4 @ 10 cm	No. 4 @ 20 cm
4.53 m	10959.19	-----	-----	No. 4 @ 20 cm
6.04 m	10959.19	1.45	No. 4 @ 10 cm	No. 4 @ 20 cm

Tabla XL Armado longitudinal de columnas

Columnas módulo 1					
Nivel	Pu' (ton)	Mx2 (ton-m)	My2 (ton-m)	As requerido (cm ²)	Armado
2	23.98	7.51	10.95	25	4 No. 7+4 No. 6
1	65.74	18.70	24.32	62.5	12 No. 8

Columnas módulo 2					
Nivel	Pu' (ton)	Mx2 (ton-m)	My2 (ton-m)	As requerido (cm ²)	Armado
2	21.69	13.82	8.46	25	4 No. 7+4 No. 6
1	59.73	25.05	19.54	62.5	12 No. 8

Columnas módulo 3					
Nivel	Pu' (ton)	Mx2 (ton-m)	My2 (ton-m)	As requerido (cm ²)	Armado
2	10.18	3.74	5.96	25	4 No. 7+4 No. 6
1	29.6	10.61	11.94	50	8 No. 9

Columnas módulo 4					
Nivel	Pu' (ton)	Mx2 (ton-m)	My2 (ton-m)	As requerido (cm ²)	Armado
3	21.4	5.81	9.33	25	4 No. 7+4 No. 6
2	33.78	19.27	25.93	50	8 No. 9
1	92.74	30.80	36.84	87.5	6 No. 10+6 No. 9

Tabla XLI Armado transversal de columnas

Columnas módulo 1			
Nivel	Long. Confinamiento (m)	S confinado (cm)	S no confinado (cm)
2	0.52	4	21
1	0.50	5	21

Columnas módulo 2			
Nivel	Long. Confinamiento (m)	S confinado (cm)	S no confinado (cm)
2	0.52	4	21
1	0.50	5	21

Columnas módulo 3			
Nivel	Long. Confinamiento (m)	S confinado (cm)	S no confinado (cm)
2	0.53	4	21
1	0.53	5	21

Columnas módulo 4			
Nivel	Long. Confinamiento (m)	S confinado (cm)	S no confinado (cm)
3	0.53	4	21
2	0.50	5	21
1	0.50	4	21

Tabla XLII Armado zapatas concéntricas

Armado de zapatas						
Modulo	P _t (ton)	M _{tx} (ton-m)	M _{ty} (ton-m)	Peralte (m)	Armado cama superior	Armado cama inferior
1	41.61	11.84	15.39	0.50	No. 5 @ 25 cm ambos sentidos	No. 5 @ 14 cm ambos sentidos
2	37.8	15.85	12.37	0.50	No. 5 @ 25 cm ambos sentidos	No. 5 @ 14 cm ambos sentidos
3	18.85	6.76	7.61	0.50	No. 5 @ 30 cm ambos sentidos	No. 5 @ 18 cm ambos sentidos
4	60.22	20	23.92	0.55	No. 5 @ 20 cm ambos sentidos	No. 6 @ 15 cm en un sentido, No. 6 @ 18 cm en otro sentido

APÉNDICE 2. Diseño hidráulico del alcantarillado sanitario

Tabla XLIII Hoja de cálculo de sistema de alcantarillado sanitario

DE	A	Cotas de terreno		D.H. (m)	S% Terreno	Viviendas		No. habitantes		F.H.		Fqm		qdiseño
		Inicio	Final			Local	Acum	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	
PV-1	PV-2	1030.93	1031.07	42.234	-0.33	5	5	30	65	4.35	4.29	0.0028	0.0020	0.56
PV-11	PV-10	1040.63	1040.54	28.832	0.31	3	3	18	39	4.39	4.34	0.0036	0.0025	0.42
PV-10	PV-9	1040.54	1039.52	98.498	1.04	9	12	72	155	4.28	4.19	0.0021	0.0020	4.00
PV-9	PV-8	1039.52	1039.14	98.776	0.38	12	24	144	311	4.20	4.07	0.0020	0.0020	5.30
PV-8	PV-7	1039.14	1037.35	99.19	1.80	12	36	216	466	4.14	3.99	0.0020	0.0020	11.24
PV-7	PV-6	1037.35	1037.25	21.715	0.46	3	39	234	505	4.12	3.97	0.0020	0.0020	13.06
PV-6	PV-5	1037.25	1036.25	25.26	3.96	3	42	252	544	4.11	3.96	0.0020	0.0020	13.85
PV-5	PV-4	1036.25	1035.12	41.939	2.69	5	47	282	608	4.09	3.93	0.0020	0.0020	15.11
PV-4	PV-3	1035.12	1033.21	99.993	1.91	11	58	348	751	4.05	3.88	0.0020	0.0020	17.21
PV-3	PV-2	1033.21	1031.07	45.033	4.75	6	64	384	829	4.03	3.85	0.0020	0.0020	17.87
PV-11	PV-12	1040.63	1040.50	99.953	0.13	12	12	72	228	4.28	4.13	0.0021	0.0020	1.88
PV-12	PV-13	1040.50	1039.90	70.452	0.85	9	21	126	399	4.21	4.02	0.0020	0.0020	3.31
PV-13	PV-14	1039.90	1039.25	89.827	0.72	11	32	192	609	4.15	3.93	0.0020	0.0020	5.04
PV-14	PV-15	1039.25	1037.73	90.599	1.68	8	40	240	761	4.12	3.87	0.0020	0.0020	6.32
PV-15	PV-16	1037.73	1036.53	45.325	2.65	4	44	264	837	4.10	3.85	0.0020	0.0020	6.97
PV-16	PV-17	1036.53	1030.56	66.237	9.01	6	50	300	951	4.08	3.81	0.0020	0.0020	7.93
PV-17	PV-18	1030.56	1021.52	66.856	13.52	6	56	336	1065	4.06	3.78	0.0020	0.0020	8.90
PV-19	PV-20	1041.54	1038.90	49.999	5.28	2	2	12	38	4.41	4.34	0.0046	0.0025	0.42
PV-20	PV-4	1038.90	1035.12	49.969	7.56	3	5	30	95	4.35	4.25	0.0028	0.0020	0.91
PV-21	PV-22	1041.53	1039.09	49.993	4.88	3	3	18	57	4.39	4.30	0.0036	0.0022	0.54
PV-22	PV-5	1039.09	1036.25	49.994	5.68	1	4	24	76	4.37	4.27	0.0031	0.0020	0.71
PV-23	PV-24	1047.05	1041.65	92.354	5.85	6	6	36	114	4.34	4.23	0.0026	0.0020	0.96
PV-24	PV-7	1041.65	1037.35	92.348	4.66	6	12	72	228	4.28	4.13	0.0021	0.0020	1.93
PV-25	PV-26	1060.43	1056.21	42.093	10.03	6	6	36	114	4.34	4.23	0.0026	0.0020	0.96
PV-26	PV-27	1056.21	1051.32	67.865	7.21	2	8	48	152	4.32	4.19	0.0023	0.0020	1.29
PV-27	PV-28	1051.32	1047.26	64.996	6.25	5	13	78	247	4.27	4.11	0.0020	0.0020	2.10
PV-28	PV-29	1047.26	1044.12	52.536	5.98	6	19	114	361	4.23	4.04	0.0020	0.0020	3.07
PV-29	PV-8	1044.12	1039.14	98.499	5.06	10	29	174	551	4.17	3.95	0.0020	0.0020	4.65
PV-30	PV-31	1060.91	1051.06	99.916	9.86	6	6	36	114	4.34	4.23	0.0026	0.0020	0.96
PV-31	PV-32	1051.06	1048.40	56.299	4.72	2	8	48	152	4.32	4.19	0.0023	0.0020	1.29
PV-32	PV-33	1048.40	1046.31	49.999	4.18	2	10	60	190	4.30	4.16	0.0022	0.0020	1.62
PV-33	PV-10	1046.31	1040.54	99.922	5.77	6	16	96	304	4.25	4.08	0.0020	0.0020	2.59

Fuente: Elaboración propia

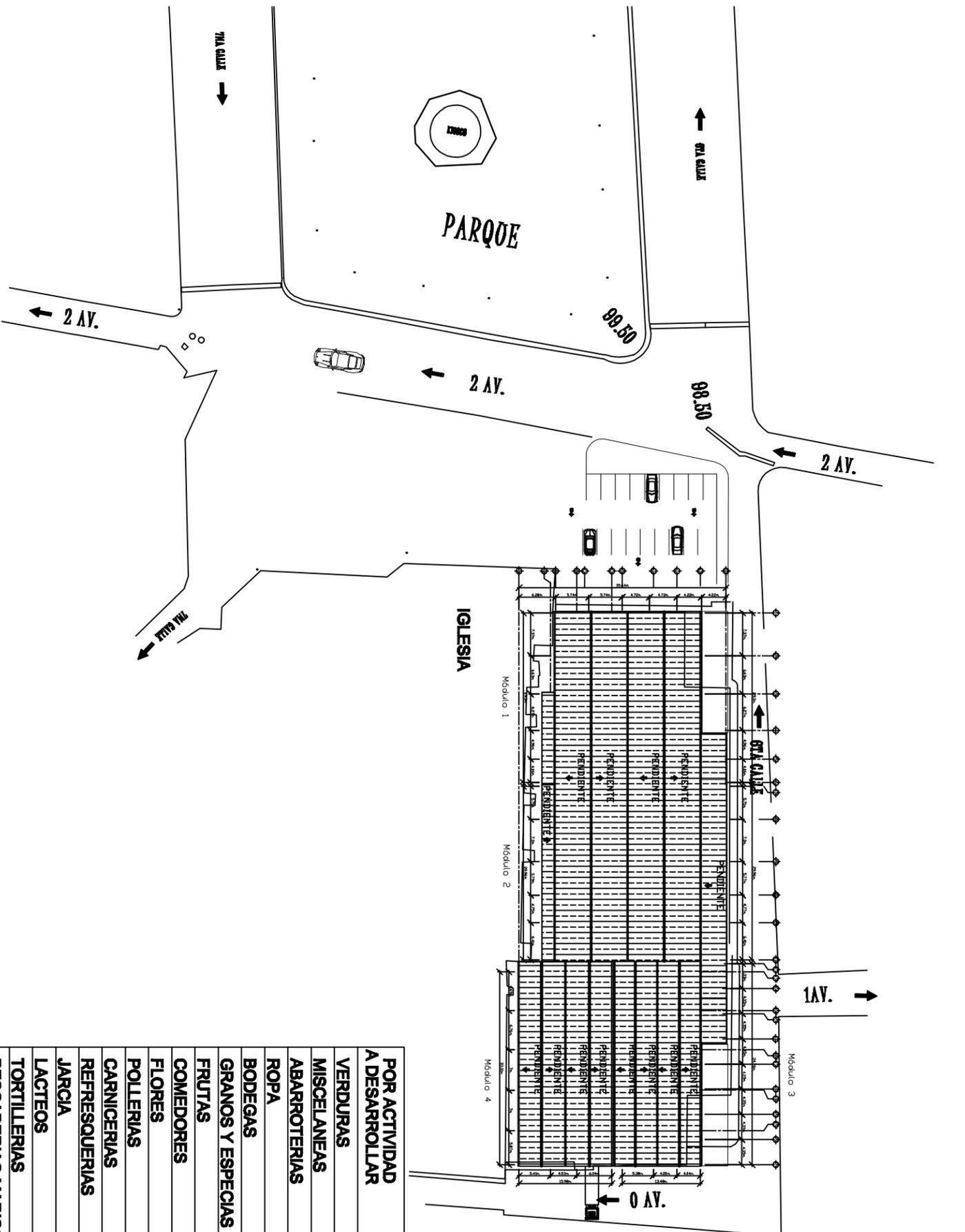
Tabla XLIV Hoja de cálculo de sistema de alcantarillado sanitario

Diámetro (in)	S% Tubo	Sección llena		Rel. q/Q	Vdiseño	Rel. d/D	Cotas invert		Altura de pozos	
		Vel.	Q				Inicio	Final	Inicio	Final
6	2.00	1.6	29.21	0.0190	0.62	0.10	1029.5	1028.7	1.40	2.38
6	2.50	1.79	32.66	0.0129	0.62	0.08	1039.2	1038.5	1.40	2.03
6	1.05	1.16	21.17	0.1888	0.89	0.29	1038.5	1037.4	2.06	2.08
6	0.40	0.72	13.06	0.4054	0.68	0.44	1037.4	1037	2.11	2.12
6	1.70	1.48	26.93	0.4175	1.41	0.45	1037	1035.3	2.15	2.05
6	0.40	0.72	13.51	0.9669	0.81	0.75	1035.3	1035.2	2.08	2.06
6	3.50	2.12	38.64	0.3583	1.94	0.41	1035.2	1034.3	2.09	1.98
6	2.50	1.79	32.66	0.4626	1.76	0.48	1034.2	1033.2	2.01	1.93
6	1.80	1.52	27.71	0.6211	1.60	0.57	1033.2	1031.4	1.96	1.85
6	4.70	2.45	44.78	0.3992	2.32	0.44	1031.3	1029.2	1.88	1.85
6	0.65	0.91	16.65	0.1131	0.61	0.23	1039.2	1038.6	1.40	1.92
6	0.65	0.91	16.65	0.1988	0.71	0.30	1038.6	1038.1	1.95	1.81
6	0.65	0.91	16.65	0.3029	0.80	0.38	1038.1	1037.5	1.84	1.77
6	1.65	1.45	26.53	0.2381	1.19	0.33	1037.5	1036	1.80	1.78
6	2.60	1.83	33.31	0.2092	1.44	0.31	1035.9	1034.7	1.81	1.79
6	9.00	3.4	61.97	0.1280	2.33	0.24	1034.7	1028.8	1.82	1.81
6	13.00	4.08	74.47	0.1195	2.75	0.23	1028.7	1020	1.84	1.49
6	5.30	2.61	47.55	0.0087	0.80	0.07	1040.1	1037.5	1.40	1.41
6	7.60	3.12	56.94	0.0159	1.15	0.09	1037.5	1033.7	1.44	1.46
6	4.90	2.51	45.72	0.0118	0.85	0.08	1040.1	1037.7	1.40	1.41
6	5.70	2.7	49.31	0.0143	0.97	0.08	1037.7	1034.8	1.44	1.45
6	5.85	2.74	49.95	0.0193	1.07	0.10	1045.7	1040.3	1.40	1.40
6	4.70	2.45	44.78	0.0431	1.22	0.14	1040.2	1035.9	1.43	1.47
6	10.05	3.59	65.48	0.0147	1.30	0.08	1059	1054.8	1.40	1.41
6	7.25	3.05	55.62	0.0233	1.26	0.11	1054.8	1049.9	1.44	1.47
6	6.25	2.83	51.64	0.0407	1.39	0.14	1049.8	1045.8	1.50	1.50
6	6.00	2.77	50.60	0.0606	1.53	0.17	1045.7	1042.6	1.53	1.54
6	5.10	2.56	46.65	0.0996	1.63	0.21	1042.6	1037.5	1.57	1.62
6	9.86	3.56	64.85	0.0149	1.29	0.09	1059.5	1049.7	1.40	1.40
6	4.72	2.46	44.89	0.0288	1.09	0.12	1049.6	1047	1.43	1.43
6	4.19	2.32	42.28	0.0384	1.12	0.13	1046.9	1044.9	1.46	1.46
6	5.77	2.72	49.61	0.0522	1.44	0.16	1044.8	1039.1	1.49	1.49

Fuente: Elaboración propia

APÉNDICE 3. Planos Constructivos

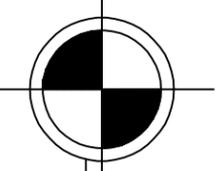
La escala indicada en los planos son originales para un formato A-1, por lo que los dibujos dentro de los planos, no corresponden a la escala indicada. Se han tenido que reducir para incorporarlos en el trabajo de graduación.



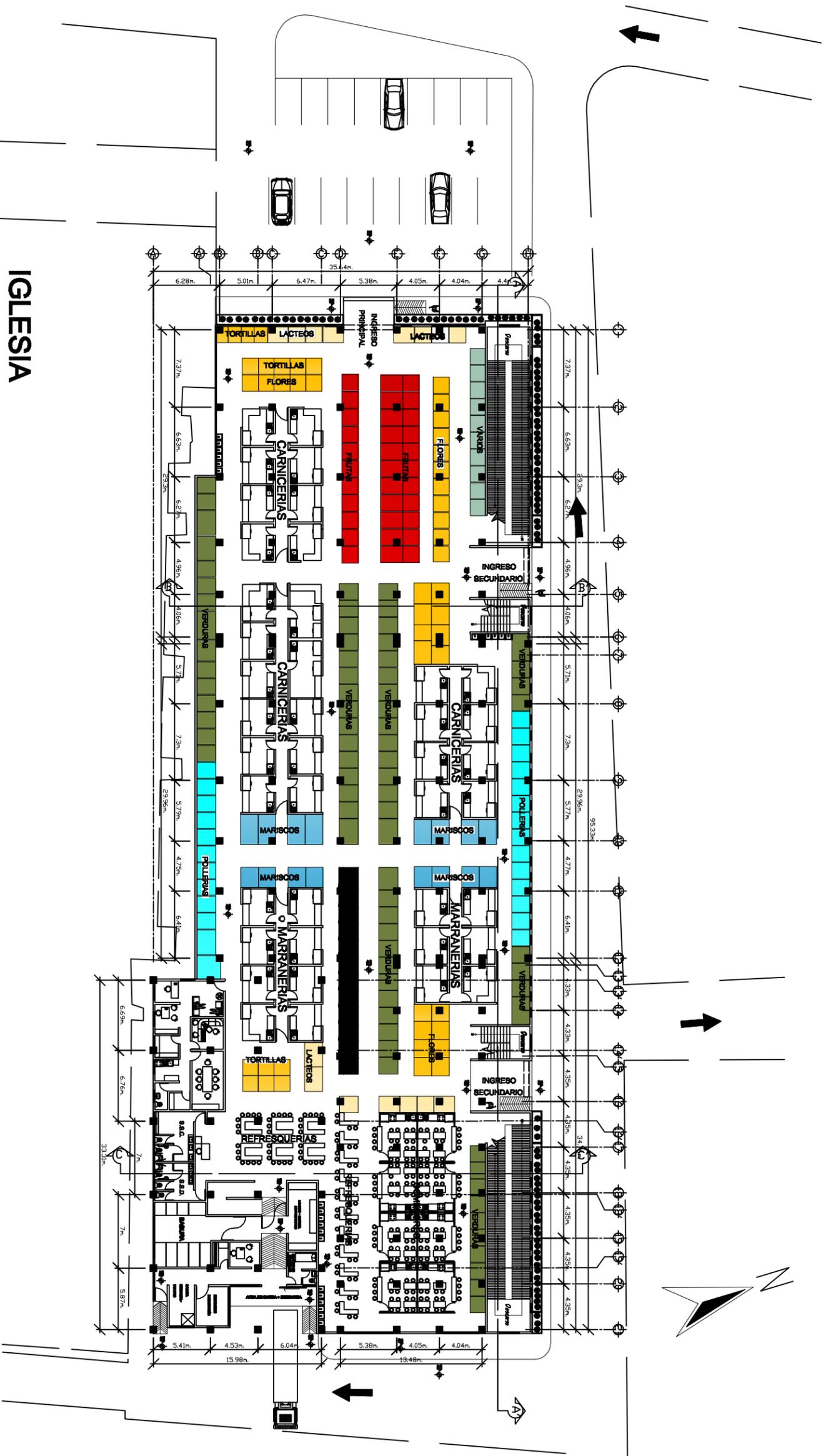
POR ACTIVIDAD A DESARROLLAR	PUESTOS A DESARROLLAR	X	Y	AREA POR ACTIVIDAD m2
VERDURAS	87	90	68	240
MISCELANEAS	67	91	66	158
ABARROTTERIAS	44	62	40	104
ROPA	50	77	55	567
BODEGAS	37	-	-	78
GRANOS Y ESPECIAS	34	34	20	81
FRUTAS	33	38	24	86
COMEDORES	30	32	12	188
FLORES	29	29	4	78
POLLERIAS	27	46	15	70
CARNICERIAS	27	43	25	400
REFRESQUERIAS	24	37	23	116
JARCIA	26	44	20	63
LACTEOS	17	17	6	64
TORTILLERIAS	17	17	11	38
PESCADERIAS-MARISCOS	16	30	8	60
MARANERIAS	14	46	12	200
TELAS (MERCERIA)	12	37	14	71
VARIOS	10	-	-	23
ZAPATOS	10	29	21	167
TOTAL	553			2852

PLANTA DE CONJUNTO

ESCALA 1/400



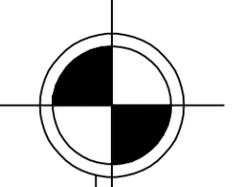
	PROYECTO: CONSTRUCCION DE MERCADO MUNICIPAL, No. 1 CABECERA MUNICIPAL, AMATLÁN	ESCALA: 1/400 FECHA: MARZO 2009
	PROYECTISTA: AMATLÁN DEPARTAMENTO: QUATEPEC	MAJOR CULIENDO: YANER ALFONSO GÓZ MAJOR CULIENDO DE PROYECTO: ADOLFO VILLALBA DE PROYECTO
PROYECTISTA: AMATLÁN DEPARTAMENTO: QUATEPEC CALLES: SERRANO, L. VALDEBEL, GALANDE, SERRANO, L. VALDEBEL.	MAJOR CULIENDO: YANER ALFONSO GÓZ MAJOR CULIENDO DE PROYECTO: ADOLFO VILLALBA DE PROYECTO	ESCALA: 1/400 FECHA: MARZO 2009



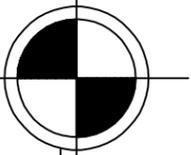
IGLESIA

PLANTA AMOBLADA PRIMER NIVEL

ESCALA 1/200

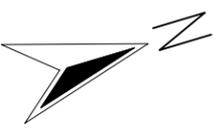
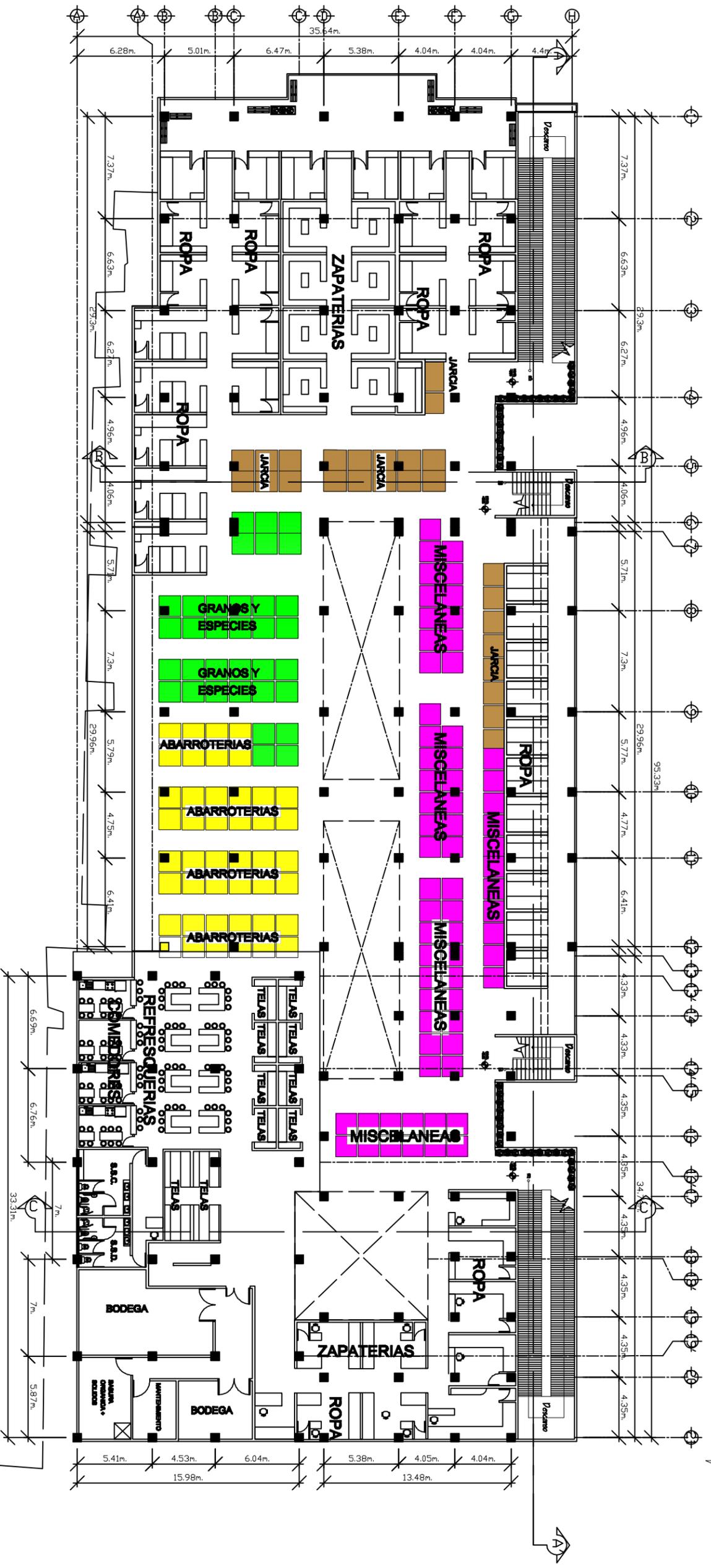


	PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE MERCADO MUNICIPAL, No. 1 CALDERA MUNICIPAL, AMATITLÁN	ESCALA 1/200
	PROYECTISTA AMATITLÁN DISEÑADORES: QUATREMA SERRAL, L. VALDEVELL SERRAL, L. VALDEVELL SERRAL, L. VALDEVELL GALARRAGA SERRAL, L. VALDEVELL	MAJOR COLABORADOR VASQUEZ, JUAN VICENTE VASQUEZ, JUAN VICENTE VASQUEZ, JUAN VICENTE VASQUEZ, JUAN VICENTE VASQUEZ, JUAN VICENTE VASQUEZ, JUAN VICENTE
PLANO PLANTA ARQUITECTÓNICA PRIMER NIVEL	MAJOR COLABORADOR VASQUEZ, JUAN VICENTE VASQUEZ, JUAN VICENTE VASQUEZ, JUAN VICENTE VASQUEZ, JUAN VICENTE VASQUEZ, JUAN VICENTE VASQUEZ, JUAN VICENTE	PÁGINA 3 / 40

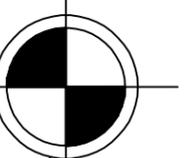
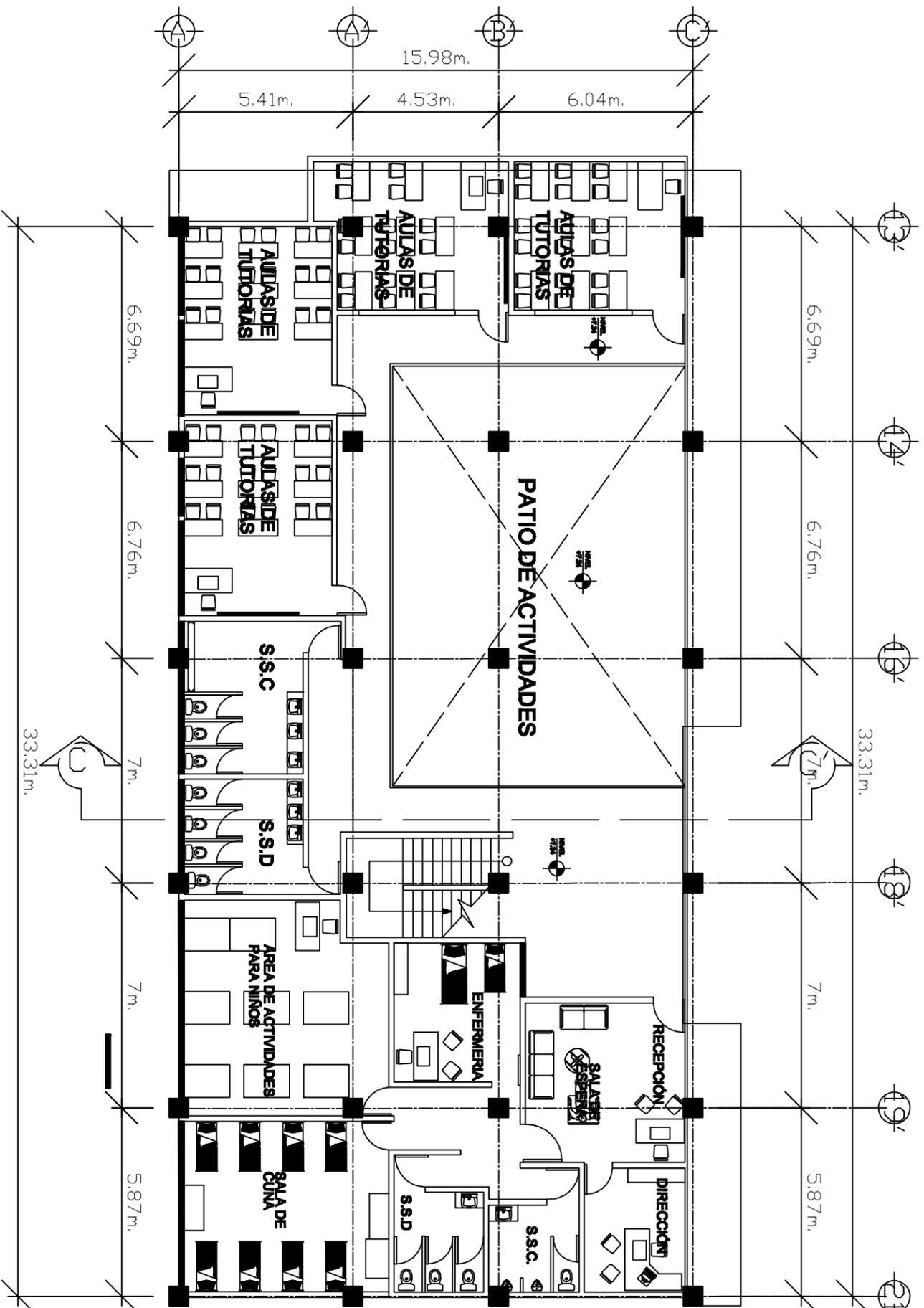


PLANTA AMOBLADA SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1/150



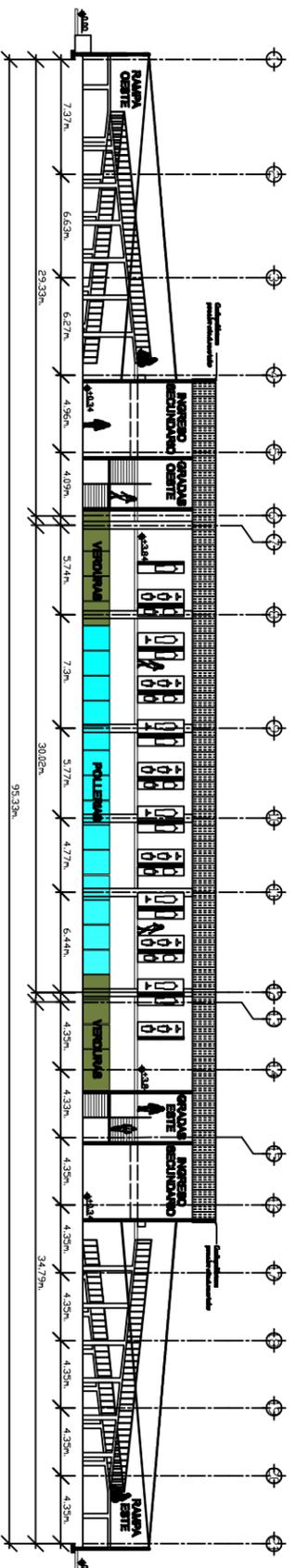
	PROYECTO: CONSTRUCCION DE MERCADO MUNICIPAL No. 1 CHACABANCA MUNICIPAL, AMANTLA	ESCALA: 1/150 FECHA: MARZO 2008
	PROYECTISTA: AMANTLAN GERENTE GENERAL QUATREMA DISEÑO: OSWALDO E. VALENZUELA JUAN E. VALENZUELA GABRIEL E. VALENZUELA	CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE CHACABANCA CHACABANCA MUNICIPAL, AMANTLA
PLANO: PLANTA ARQUITECTÓNICA SEGUNDO NIVEL	VERIFICADO POR: MAJON GUILLERMO MAJON GUILLERMO	BOQUELLO: MAJON GUILLERMO MAJON GUILLERMO



PLANTA AMOBLADA TERCER NIVEL

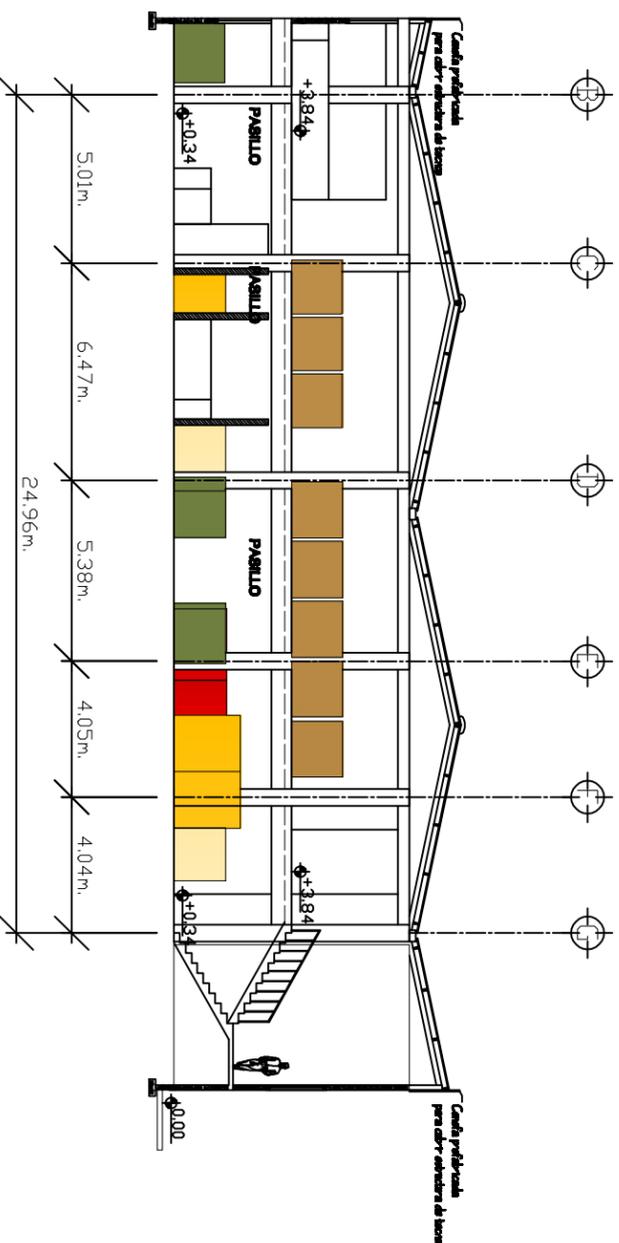
ESCALA 1/75

	PROYECTISTA INGENIEROS AMATITLAN CONSULTORES QUATEMALA CARRERA 14 AVILA, L. WILMIBEL SHELBY, L. WILMIBEL CALABAZA AMATITLAN	CONTINUACION DE SERVICIO MUNICIPAL, No. 1 CARRERA MUNICIPAL, AMATITLAN	ESCALA: 1/75 FECHA: MARZO 2008
	CLIENTE MUNICIPALIDAD DE AMATITLAN AVILA, L. WILMIBEL SHELBY, L. WILMIBEL CALABAZA AMATITLAN	MAJOR CULIENRO MAJOR CULIENRO MAJOR CULIENRO	BARRIO EL ESTANCO VALIENTE AMATITLAN



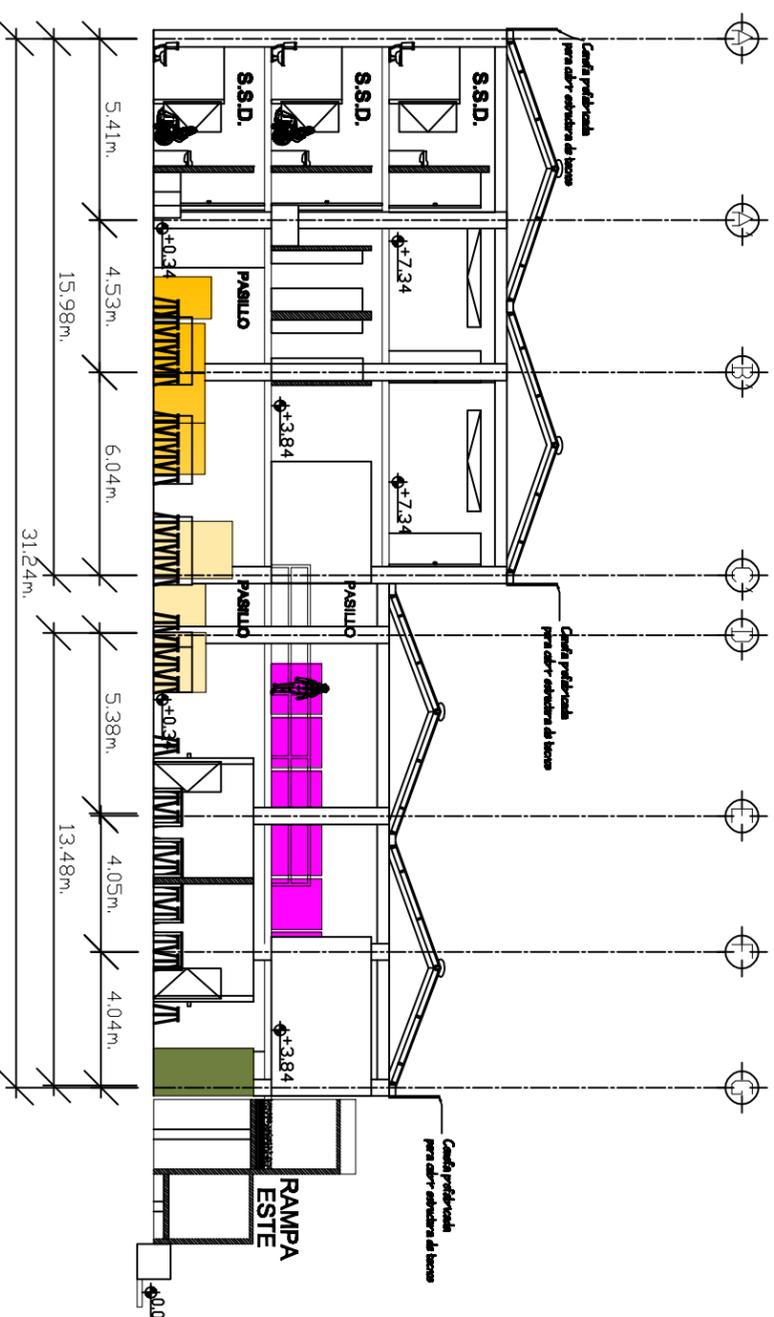
SECCIÓN LONGITUDINAL A - A'

ESCALA 1/200



SECCIÓN TRANSVERSAL B - B'

ESCALA 1/100



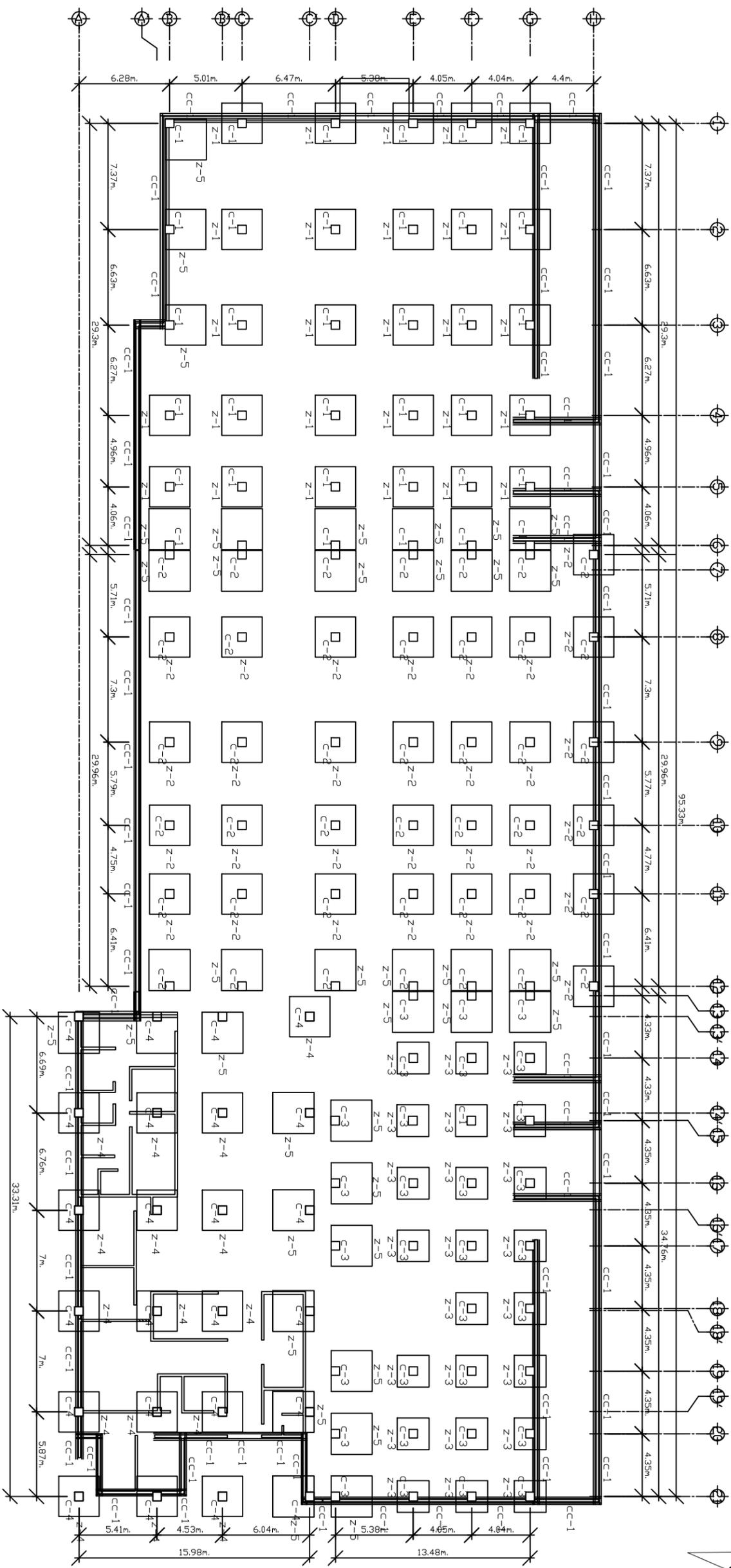
SECCIÓN TRANSVERSAL C - C'

ESCALA 1/100

	PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE SERVICIO MUNICIPAL, No. 1 CARRERA MUNICIPAL, AMATITLÁN	ESCALA: 1/100 FECHA: MARZO 2008
	PROYECTISTA: AMATITLÁN DEPARTAMENTO DE QUATEMALA	MAJON GUILLERMO MAJON GUILLERMO
COORDINADOR DE SERVICIO MUNICIPAL: OSWALDO E. VALDEBEL OSWALDO E. VALDEBEL	AYUDANTE DE MAJON GUILLERMO: MAJON GUILLERMO	
PROYECTISTA: OSWALDO E. VALDEBEL	AYUDANTE DE MAJON GUILLERMO: MAJON GUILLERMO	

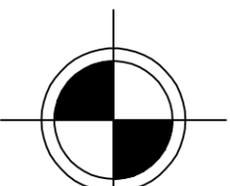
PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES Y LONGITUDINAL

9 / 40



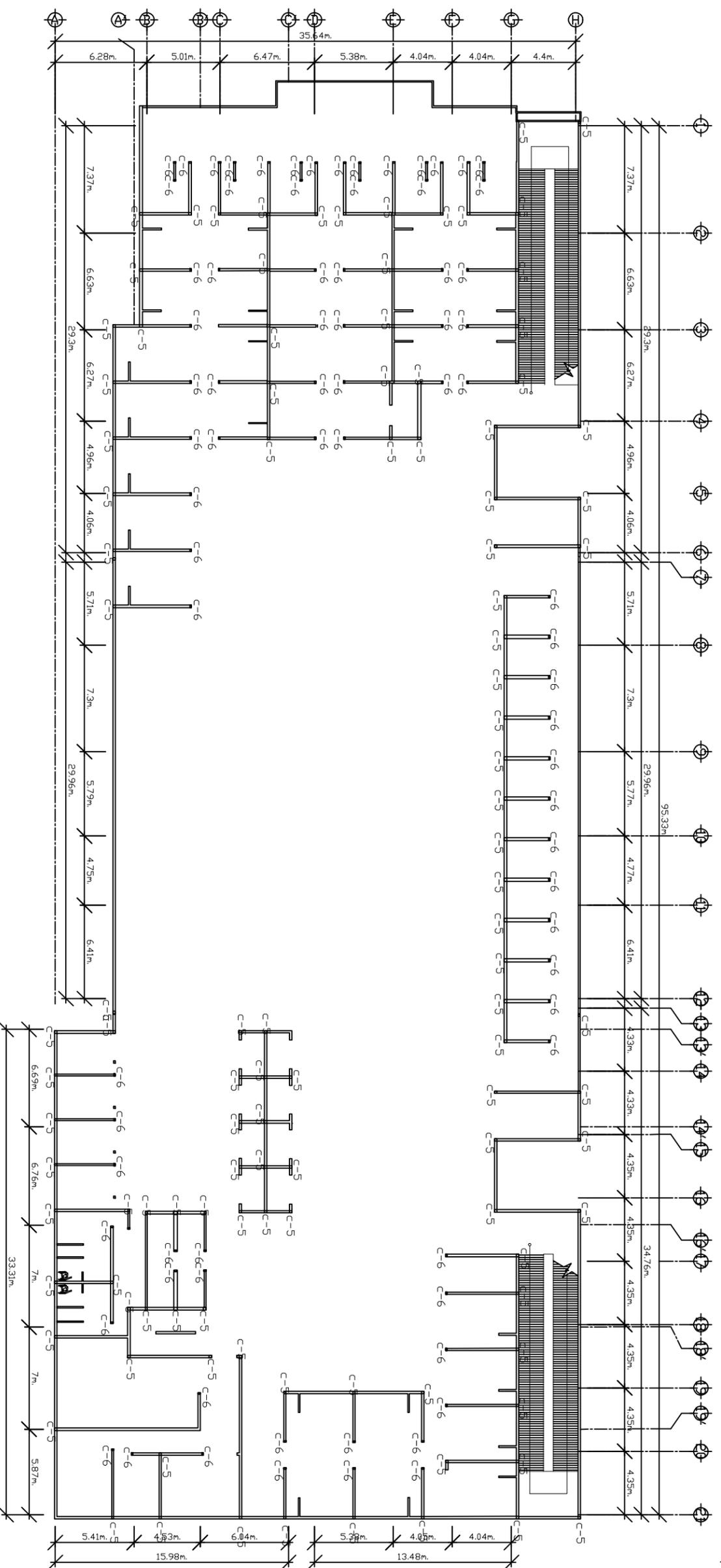
COLUMNAS Y CIMENTACIÓN PRIMARIA

ESCALA 1/150



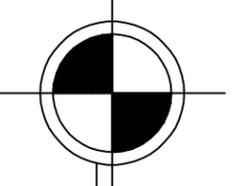
Nota: para detalle de cimiento corrido 1 (cc-1)
ver hoja No. 22

	PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE RESERVOIR MUNICIPAL No. 1 CARRICERA MUNICIPAL, AMATITLÁN	ESCALA: 1/150
	PROYECTISTA: AMATITLÁN DEPARTAMENTO QUATEMALA	CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE AMATITLÁN
PROYECTISTA: AMATITLÁN	PROYECTISTA: AMATITLÁN	PROYECTISTA: AMATITLÁN
PROYECTISTA: AMATITLÁN	PROYECTISTA: AMATITLÁN	PROYECTISTA: AMATITLÁN

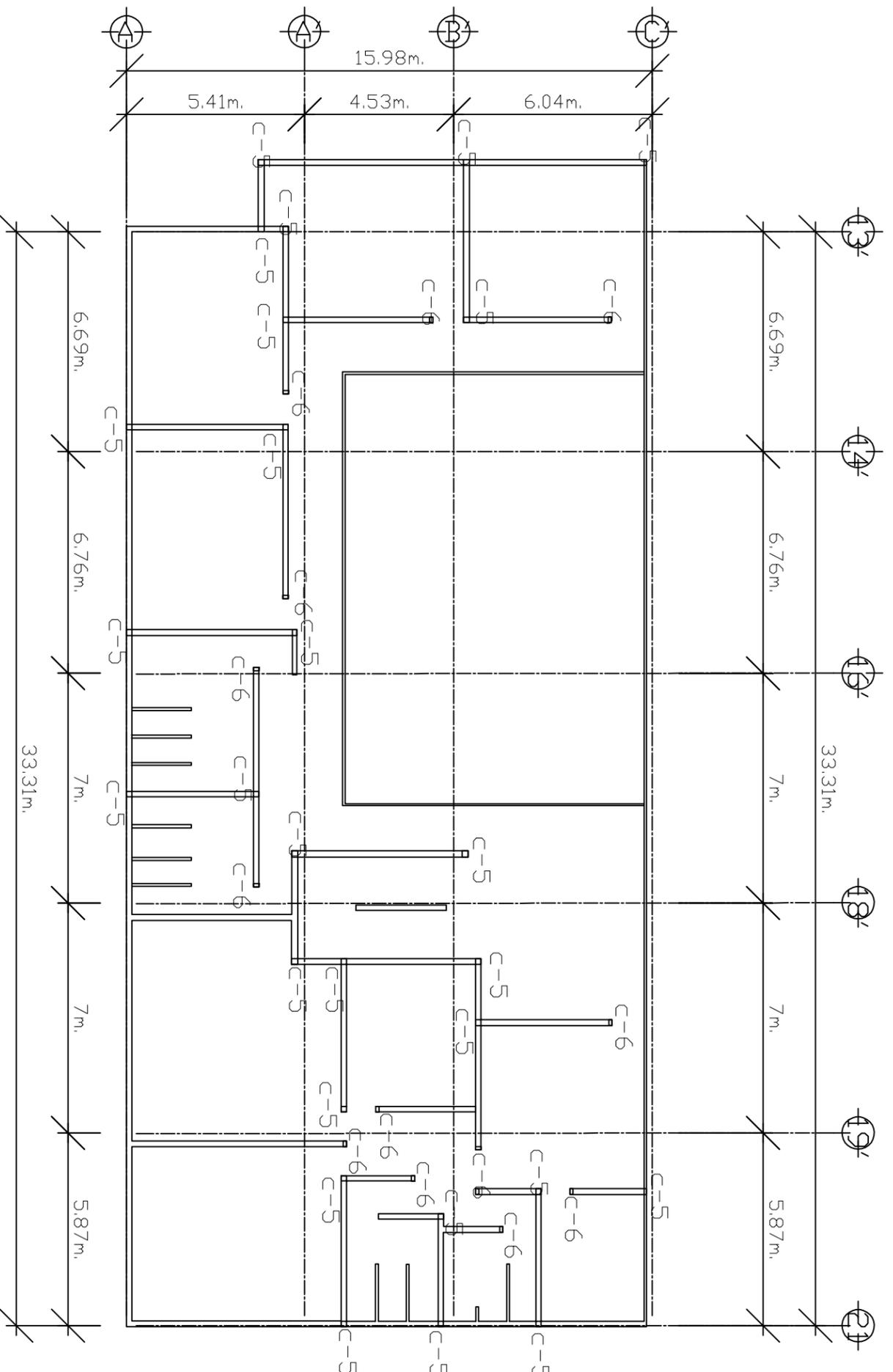


COLUMNAS SECUNDARIAS SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1/200

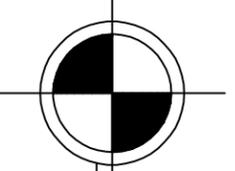


	PROYECTISTA DISEÑO Y DISEÑO DE EJECUCIÓN INGENIERIA CIVIL OSWALDO E. VALENZUELA OSWALDO E. VALENZUELA	PROYECTO CONSTRUCCION DE SERVIDIO MUNICIPAL No. 1 CALLE 54 No. 100-100 ANTIOQUIA	PROYECTISTA DISEÑO Y DISEÑO DE EJECUCIÓN INGENIERIA CIVIL OSWALDO E. VALENZUELA OSWALDO E. VALENZUELA
	PROYECTISTA DISEÑO Y DISEÑO DE EJECUCIÓN INGENIERIA CIVIL OSWALDO E. VALENZUELA OSWALDO E. VALENZUELA	PROYECTO CONSTRUCCION DE SERVIDIO MUNICIPAL No. 1 CALLE 54 No. 100-100 ANTIOQUIA	PROYECTISTA DISEÑO Y DISEÑO DE EJECUCIÓN INGENIERIA CIVIL OSWALDO E. VALENZUELA OSWALDO E. VALENZUELA

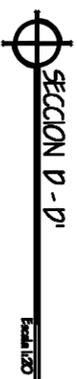
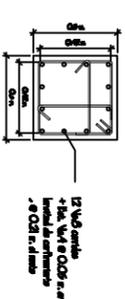
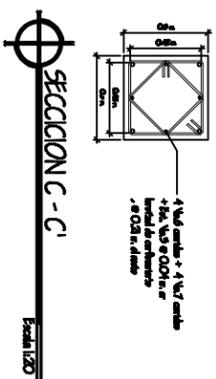
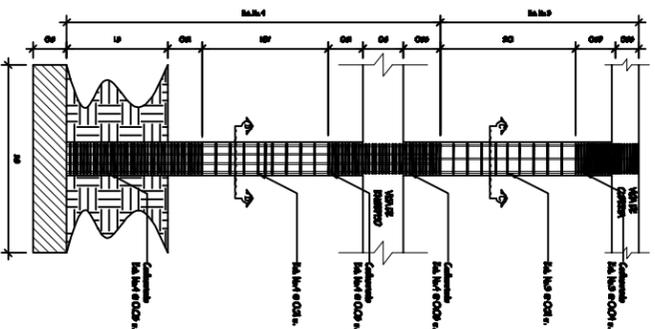
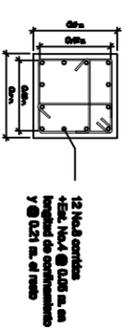
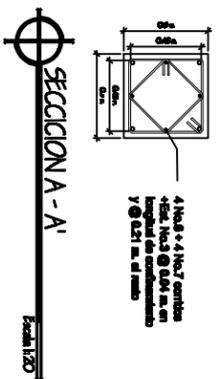
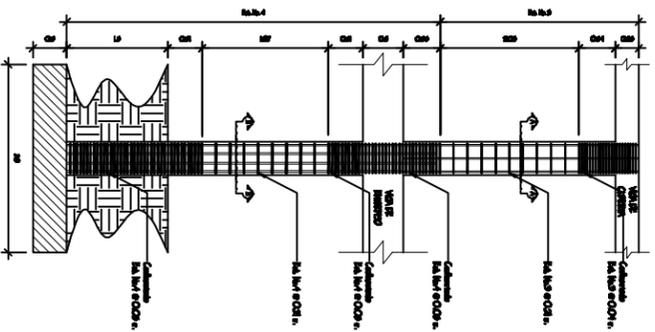


COLUMNAS SECUNDARIAS TERCER NIVEL

ESCALA 1/75

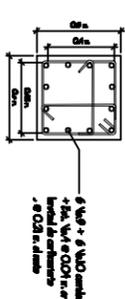
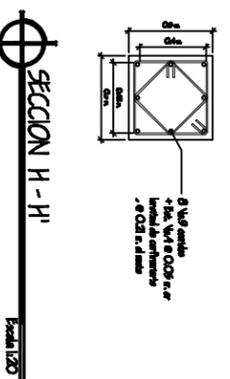
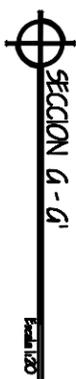
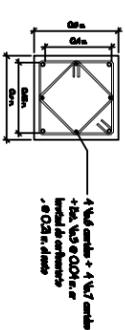
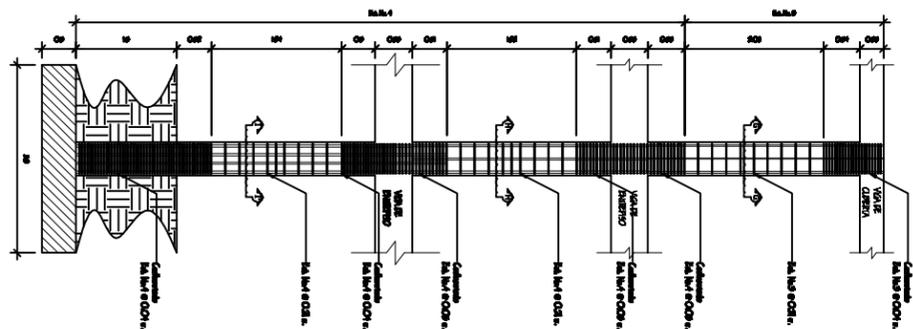
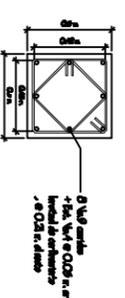
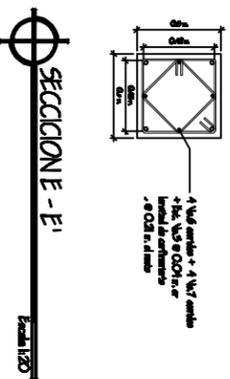
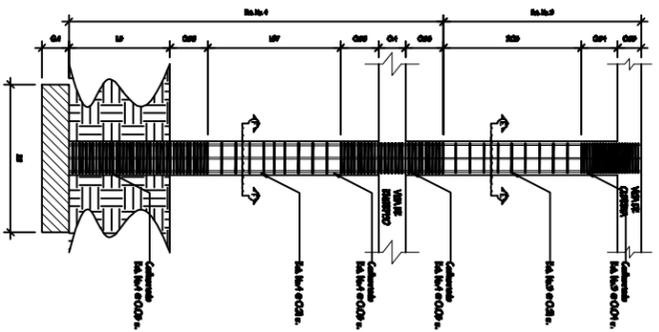


	PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE SERVIDIO MUNICIPAL No. 1 CARRICENA MUNICIPAL, AMATLÁN	ESCALA: 1/75 FECHA: MARZO 2008
	PROYECTANTE: AMATLÁN DEPARTAMENTO DE PLANEACIÓN INGENIEROS CIVILES OSORIO L. VALDEVELL OSORIO L. VALDEVELL OSORIO L. VALDEVELL	CLIENTE: MUNICIPIO DE AMATLÁN AV. DE LA LIBERTAD No. 100 AMATLÁN, VERACRUZ
PLANO: COLUMNAS SECUNDARIAS	12 / 40	

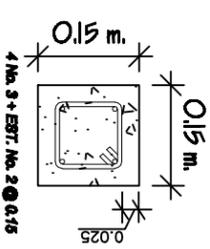


DETALLE ARMADO COLUMNA C-1
Escala 1:20

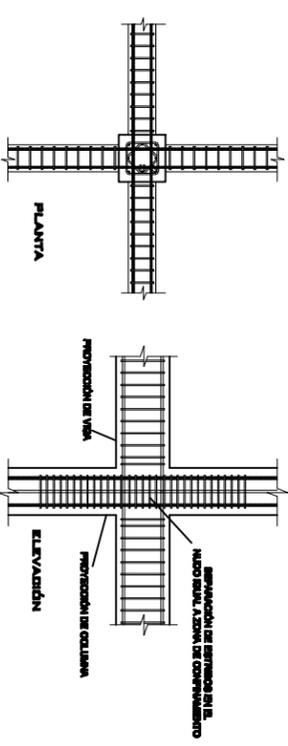
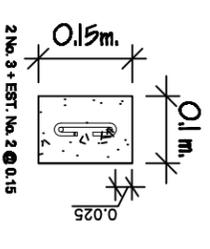
DETALLE ARMADO COLUMNA C-2
Escala 1:20



COLUMNA C-6
Escala 1:5



COLUMNA C-5
Escala 1:5

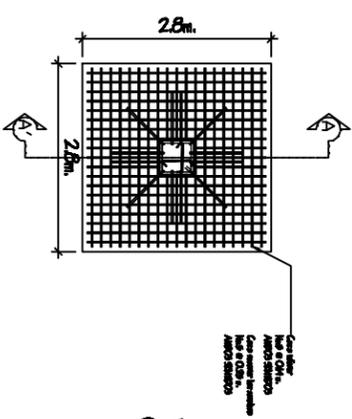


DETALLE UNION VIGA-COLUMNA
SIN ESCALA

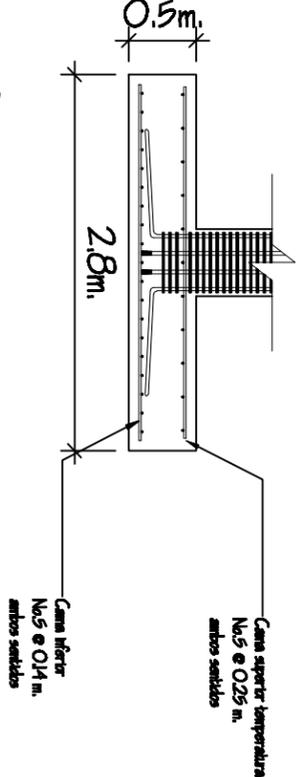
DETALLE ARMADO COLUMNA C-3
Escala 1:20

DETALLE ARMADO COLUMNA C-4
Escala 1:20

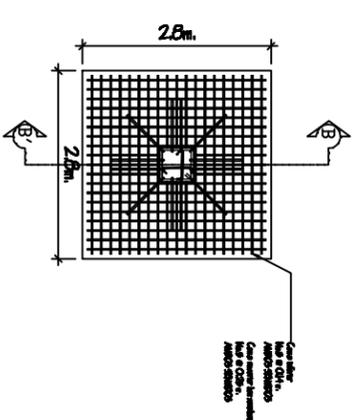
		PROYECTO: CONSTRUCCION DE SERVIDOR MUNICIPAL No. 1 CARRICERA MUNICIPAL, AMBITO 1A	
AMBITO: AMBITO 1A		ESCALA: 1:20	
DEPARTAMENTO: QUINDIA		PROYECTISTA: MAYOR GUILHERMO ALONSO GONZALEZ	
MUNICIPIO: SABAL, E. VALDEBIELA		CLIENTE: MAYOR GUILHERMO ALONSO GONZALEZ	
PROYECTISTA: SABAL, E. VALDEBIELA		PROYECTISTA: MAYOR GUILHERMO ALONSO GONZALEZ	
PROYECTISTA: SABAL, E. VALDEBIELA		PROYECTISTA: MAYOR GUILHERMO ALONSO GONZALEZ	
PROYECTISTA: SABAL, E. VALDEBIELA		PROYECTISTA: MAYOR GUILHERMO ALONSO GONZALEZ	



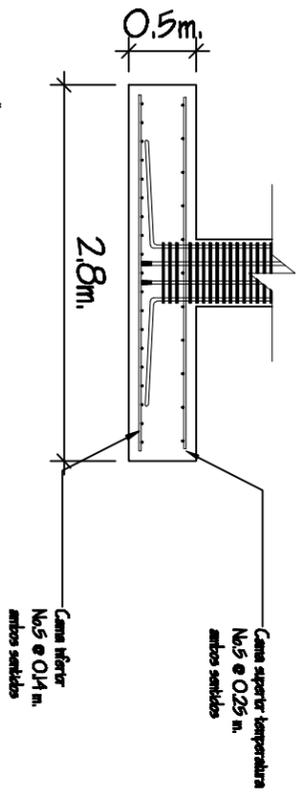
DETALLE DE ZAPATA Z-1
Escala 1/20



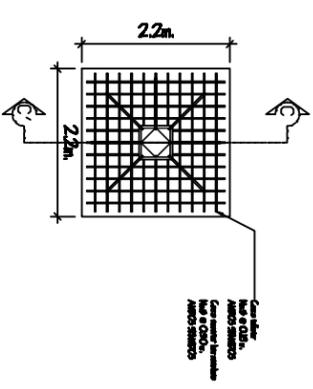
SECCIÓN A-A'
Escala 1/20



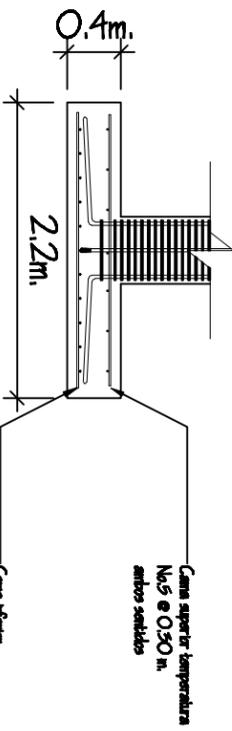
DETALLE DE ZAPATA Z-2
Escala 1/20



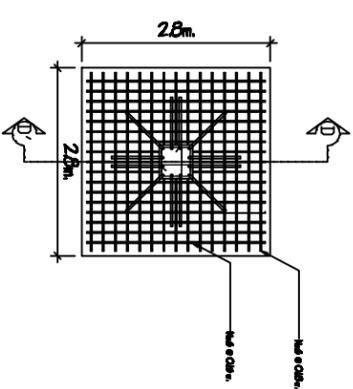
SECCIÓN B-B'
Escala 1/20



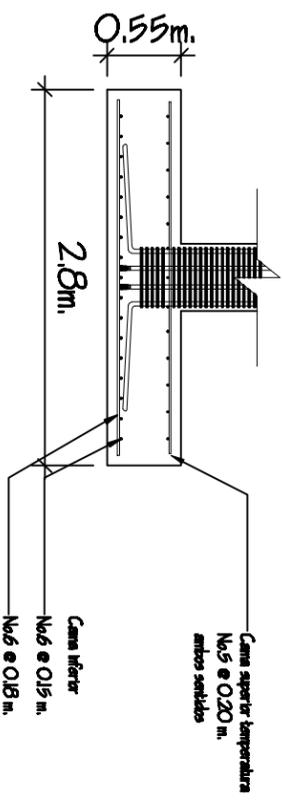
DETALLE DE ZAPATA Z-3
Escala 1/20



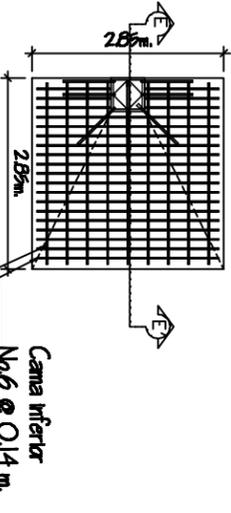
SECCIÓN C-C'
Escala 1/20



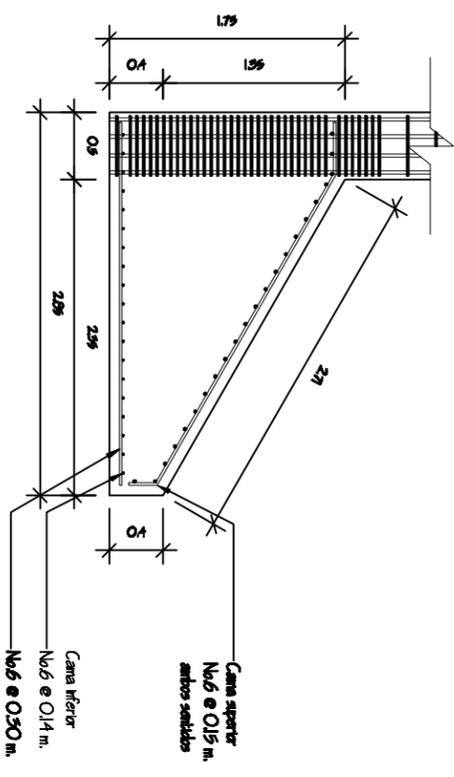
DETALLE DE ZAPATA Z-4
Escala 1/20



SECCIÓN D-D'
Escala 1/20



DETALLE DE ZAPATA Z-5
Escala 1/20



SECCIÓN E-E'
Escala 1/20

RECUBRIMIENTOS MINIMOS
PARA PROTECCION DEL ACERO DE REFUERZO

1- ESTRUCTURAS FUNDIDAS DIRECTAMENTE CONTRA EL SUELO 0.08MTS

NOTA IMPORTANTE: ANTES DE INICIAR EL PROYECTO SE RECOMIENDA REALIZAR UN ENSAYO DE SONDEO DINAMICO Y COMPARAR LOS RESULTADOS CON EL DISEÑO DE LAS ZAPATAS.

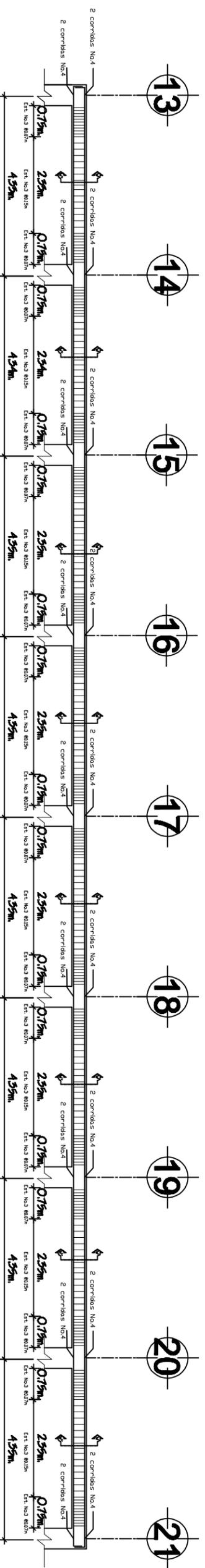
		PROYECTO: CONSTRUCCION DE SERVIDOR MUNICIPAL No. 1 CABECERA MUNICIPAL, AMATITLAN	
PROYECTISTA: ING. GABRIEL GARCIA ING. LUIS VALENZUELA ING. LUIS VALENZUELA	PROYECTISTA: ING. GABRIEL GARCIA ING. LUIS VALENZUELA ING. LUIS VALENZUELA	PROYECTISTA: ING. GABRIEL GARCIA ING. LUIS VALENZUELA ING. LUIS VALENZUELA	PROYECTISTA: ING. GABRIEL GARCIA ING. LUIS VALENZUELA ING. LUIS VALENZUELA
PROYECTISTA: ING. GABRIEL GARCIA ING. LUIS VALENZUELA ING. LUIS VALENZUELA		PROYECTISTA: ING. GABRIEL GARCIA ING. LUIS VALENZUELA ING. LUIS VALENZUELA	
PROYECTISTA: ING. GABRIEL GARCIA ING. LUIS VALENZUELA ING. LUIS VALENZUELA		PROYECTISTA: ING. GABRIEL GARCIA ING. LUIS VALENZUELA ING. LUIS VALENZUELA	

PROYECTISTA:
ING. GABRIEL GARCIA
ING. LUIS VALENZUELA
ING. LUIS VALENZUELA

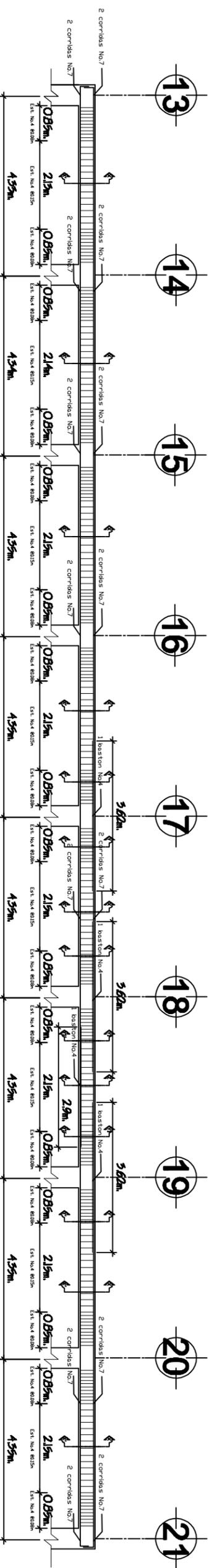
PROYECTISTA:
ING. GABRIEL GARCIA
ING. LUIS VALENZUELA
ING. LUIS VALENZUELA

PROYECTISTA:
ING. GABRIEL GARCIA
ING. LUIS VALENZUELA
ING. LUIS VALENZUELA

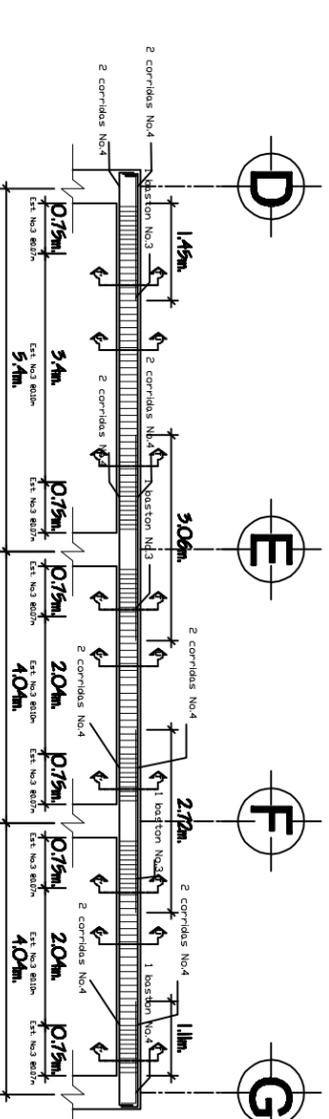
PROYECTISTA:
ING. GABRIEL GARCIA
ING. LUIS VALENZUELA
ING. LUIS VALENZUELA



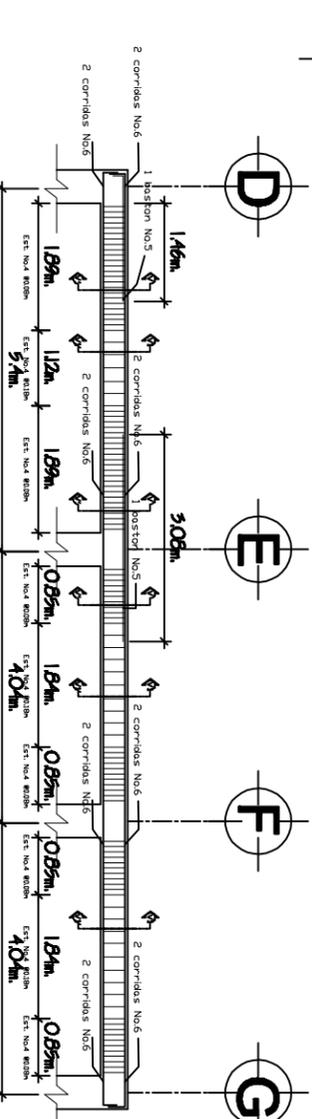
VIGAS CUBIERTA EJES D, E, F y G - MODULO 3
ESCALA 1/50



VIGAS ENTREPISO EJES D, E, F y G - MODULO 3
ESCALA 1/50



VIGAS CUBIERTA EJES 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21 - MODULO 3
ESCALA 1/50

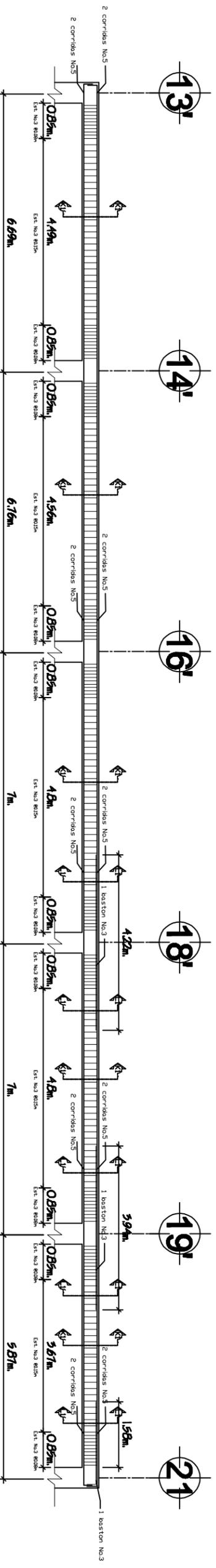


VIGAS ENTREPISO EJES 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21 - MODULO 3
ESCALA 1/50

PLANO

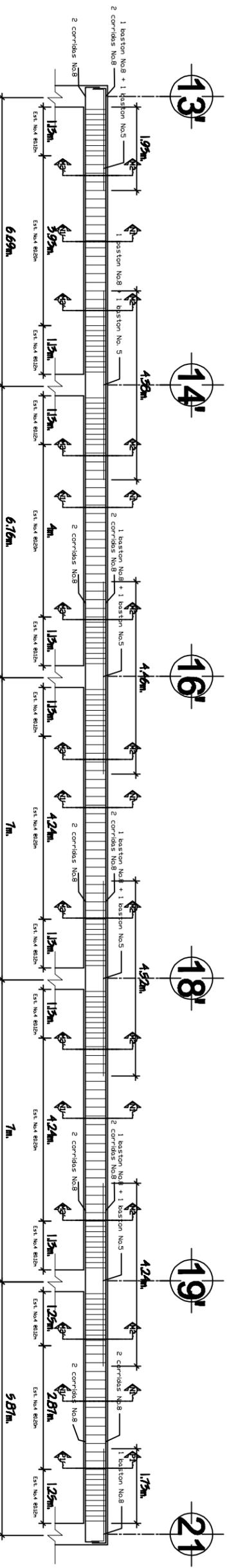
ARMADO LONGITUDINAL VIGAS

	PROYECTISTA CONSTRUCCION DE SERVICIO MUNICIPAL, No. 1 CARRICERA MUNICIPAL, AMATLÁN	ESCALA 1/50
PROYECTOS AMATLÁN DEPARTAMENTO QUATEQUÉMULA MUNICIPIO AMATLÁN, QUATEQUÉMULA MUNICIPIO DE AMATLÁN	MAJOR CALIFICADO VASCO, M.C. JUAN MANUEL GÓMEZ MAJOR CALIFICADO DE PROYECTOS MAJOR CALIFICADO DE PROYECTOS	FECHA MARZO 2008
PROYECTOS AMATLÁN DEPARTAMENTO QUATEQUÉMULA MUNICIPIO AMATLÁN, QUATEQUÉMULA MUNICIPIO DE AMATLÁN	MAJOR CALIFICADO VASCO, M.C. JUAN MANUEL GÓMEZ MAJOR CALIFICADO DE PROYECTOS MAJOR CALIFICADO DE PROYECTOS	FECHA MARZO 2008



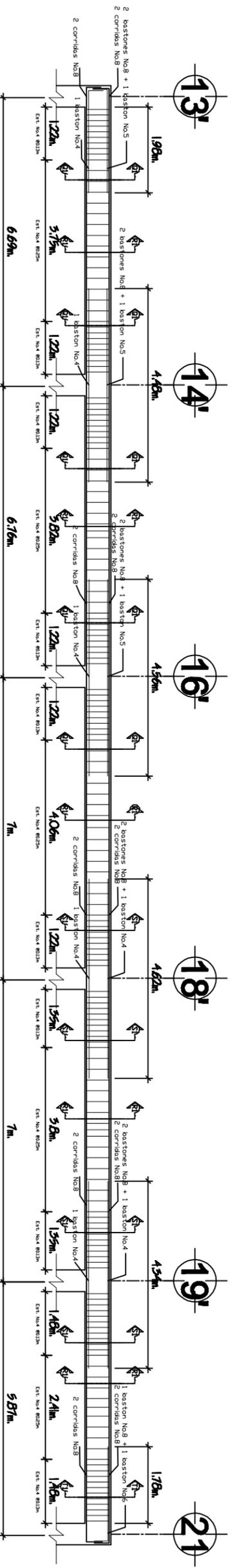
VIGAS CUBIERTA EJES A, A', B' y C' - MODULO 4

ESCALA 1/50



VIGAS ENTREPISO 2 EJES A, A', B' y C' - MODULO 4

ESCALA 1/50



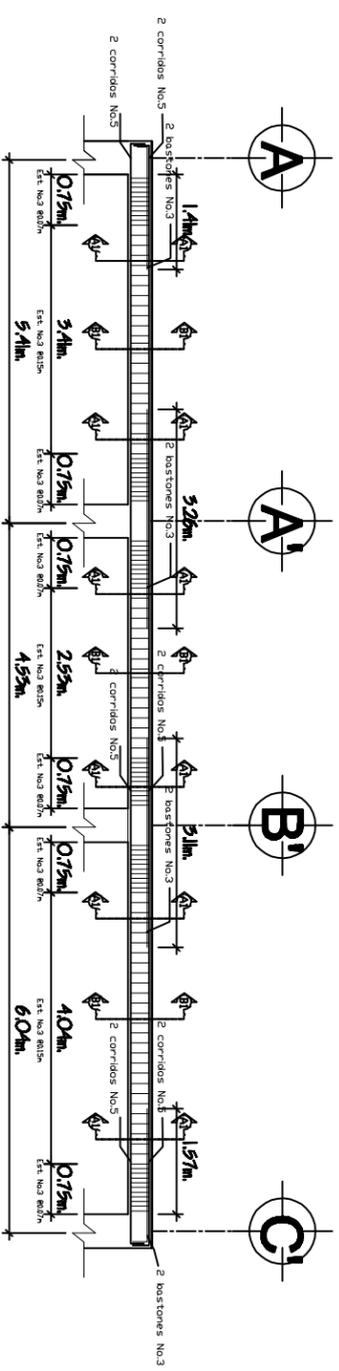
VIGAS ENTREPISO 1 EJES A, A', B' y C' - MODULO 4

ESCALA 1/50

	PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE SERVIDIO MUNICIPAL No. 1 CALLEJÓN MUNICIPAL AMATLÁN	FECHA: 18/03/2018
	PROYECTISTA: MAURICIO AMATLÁN DEPARTAMENTO: QUATEMALA	MAJOR CULIENRO: YANIS ALVARADO GÓMEZ MAJOR DE TENDIDO DE PISO: AMARILLO
COORDINADOR DE OBRAS: ENRIQUE E. WALSIBEL	REVISOR: ENRIQUE E. WALSIBEL	ELABORADO POR: ENRIQUE E. WALSIBEL
PROYECTISTA: ENRIQUE E. WALSIBEL	REVISOR: ENRIQUE E. WALSIBEL	ELABORADO POR: ENRIQUE E. WALSIBEL

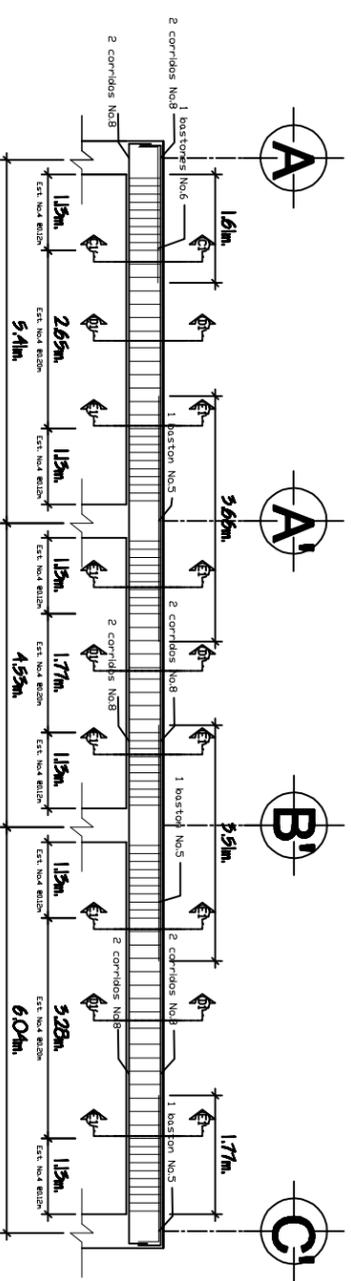
PLANO: **ARMADO LONGITUDINAL VIGAS**

18 / 40



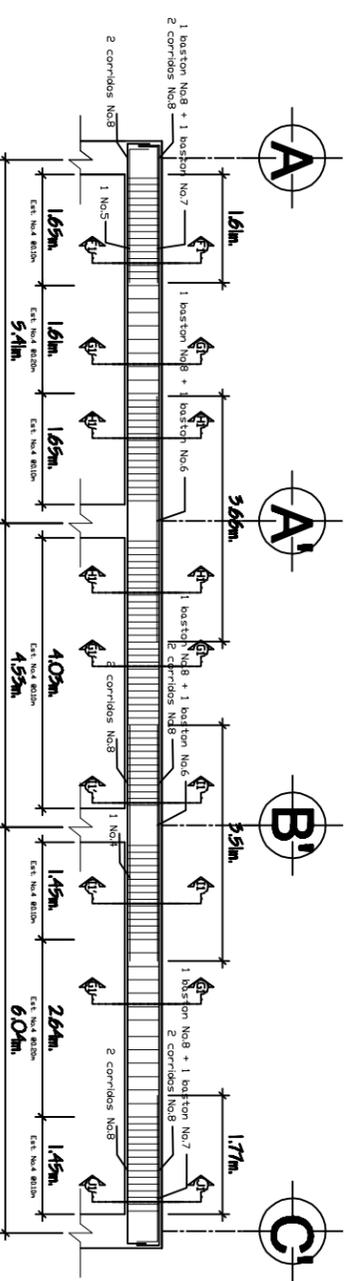
VIGAS CUBIERTA EJES 13', 14', 16', 18', 19' y 21 - MODULO 4

ESCALA 1/50



VIGAS ENTREPISO 2 EJES 13', 14', 16', 18', 19' y 21 - MODULO 4

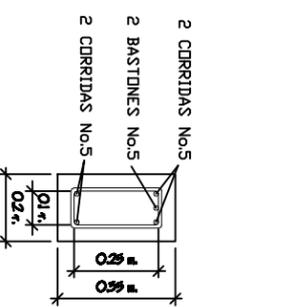
ESCALA 1/50



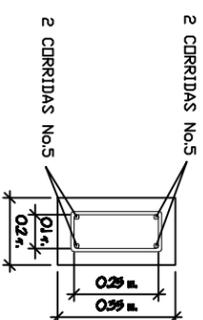
VIGAS ENTREPISO 1 EJES 13', 14', 16', 18', 19' y 21 - MODULO 4

ESCALA 1/50

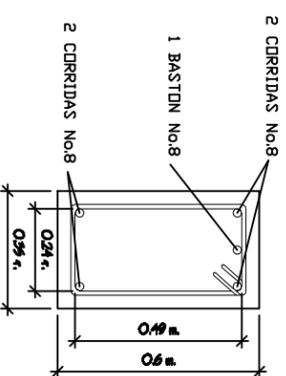
	PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE SERVICIO MUNICIPAL No. 1 CARRICERA MUNICIPAL, AMATLÁN	ESCALA: 1/50 FECHA: MARZO 2008
	PROYECTANTE INGENIEROS DE ARQUITECTURA CIVIL Y ESTRUCTURAL SHARIEL E. VALDEVELL SHARIEL E. VALDEVELL SHARIEL E. VALDEVELL	MAJOR CULIERRIO VIALBA, INC. ARQUITECTOS COOP. MAJOR CULIERRIO MAJOR CULIERRIO DE PUEBLA
PLANO ARMADO LONGITUDINAL VIGAS	19 / 40	



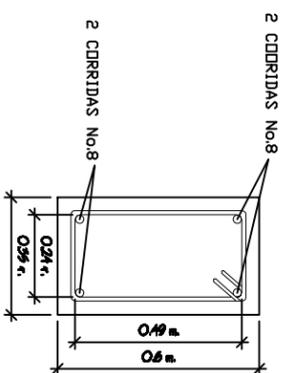
Sección A - A'
ESCALA: 1:10



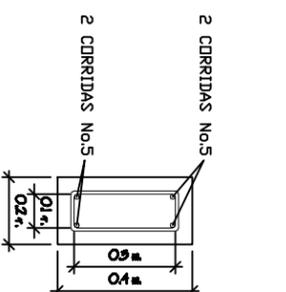
Sección B - B'
ESCALA: 1:10



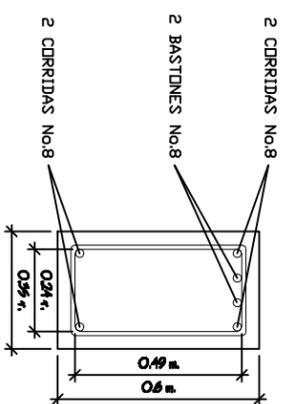
Sección C - C'
ESCALA: 1:10



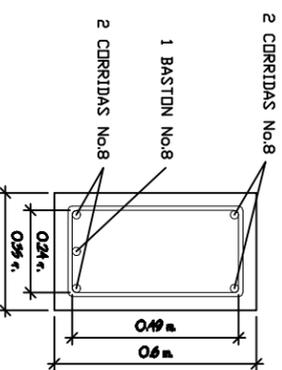
Sección D - D'
ESCALA: 1:10



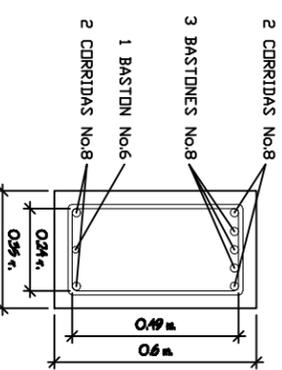
Sección E - E'
ESCALA: 1:10



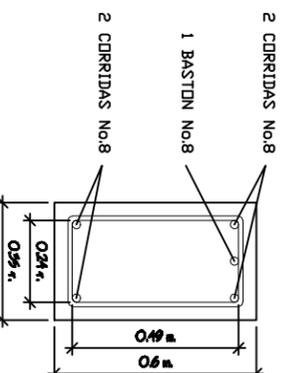
Sección F - F'
ESCALA: 1:10



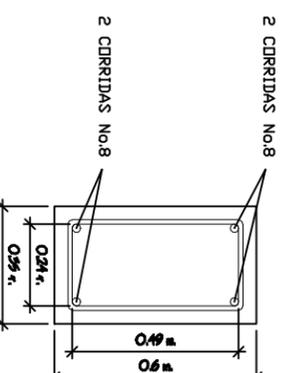
Sección G - G'
ESCALA: 1:10



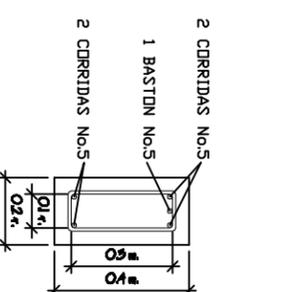
Sección H - H'
ESCALA: 1:10



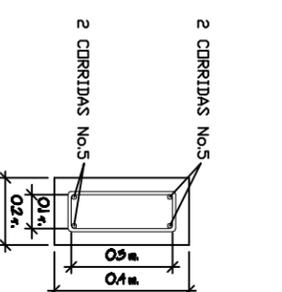
Sección I - I'
ESCALA: 1:10



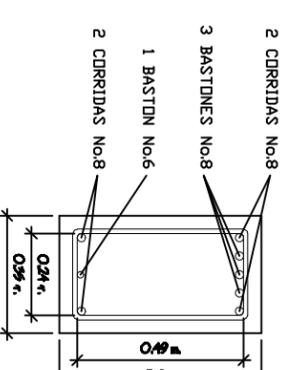
Sección J - J'
ESCALA: 1:10



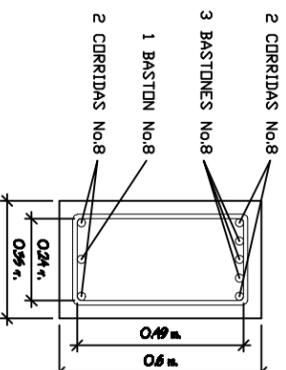
Sección K - K'
ESCALA: 1:10



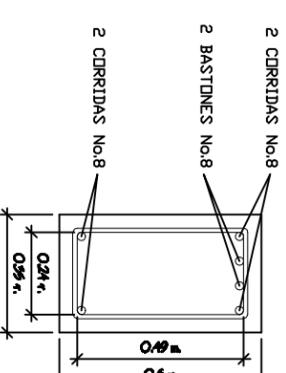
Sección L - L'
ESCALA: 1:10



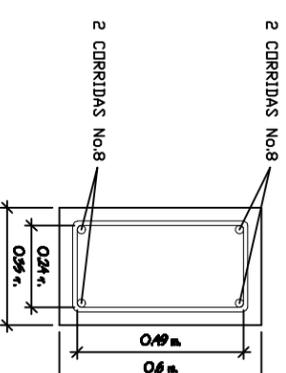
Sección M - M'
ESCALA: 1:10



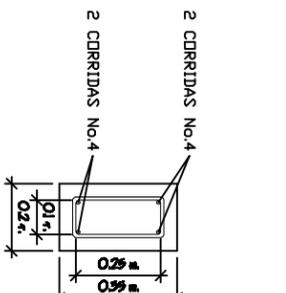
Sección N - N'
ESCALA: 1:10



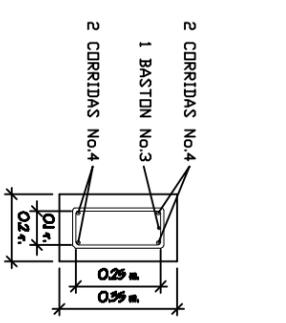
Sección O - O'
ESCALA: 1:10



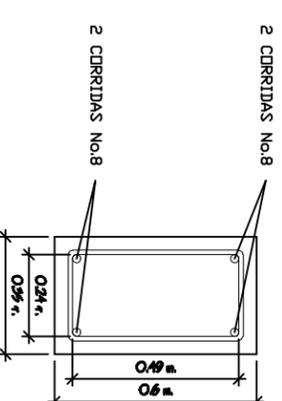
Sección P - P'
ESCALA: 1:10



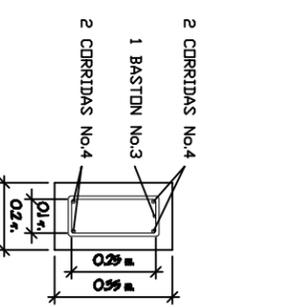
Sección Q - Q'
ESCALA: 1:10



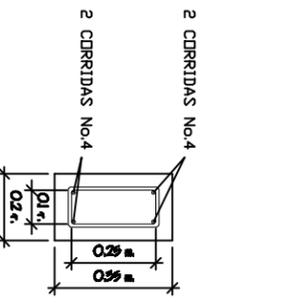
Sección R - R'
ESCALA: 1:10



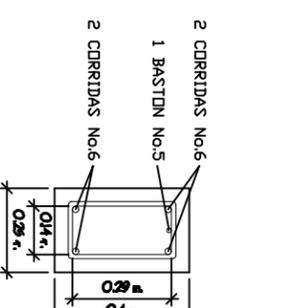
Sección S - S'
ESCALA: 1:10



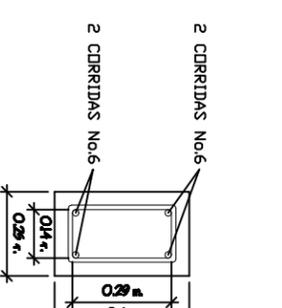
Sección T - T'
ESCALA: 1:10



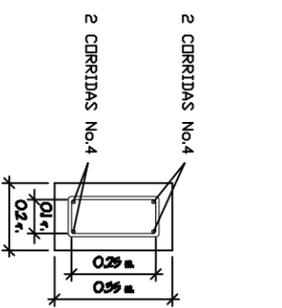
Sección U - U'
ESCALA: 1:10



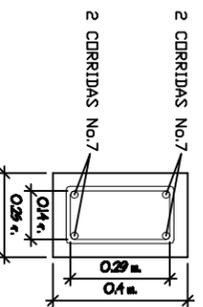
Sección V - V'
ESCALA: 1:10



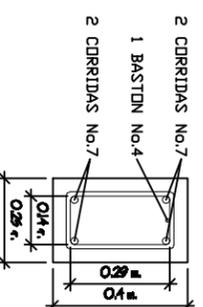
Sección V1 - V1'
ESCALA: 1:10



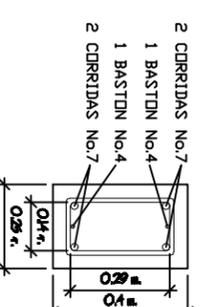
Sección W - W'
ESCALA: 1:10



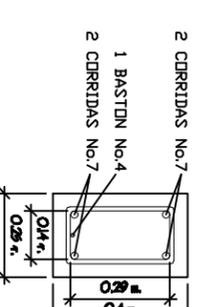
Sección X - X'
ESCALA: 1:10



Sección Y - Y'
ESCALA: 1:10

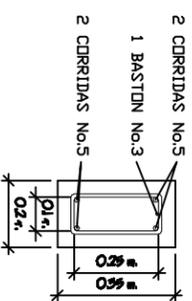


Sección Y1 - Y1'
ESCALA: 1:10

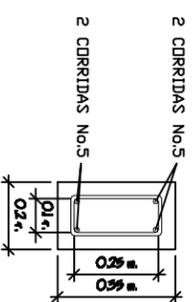


Sección Z - Z'
ESCALA: 1:10

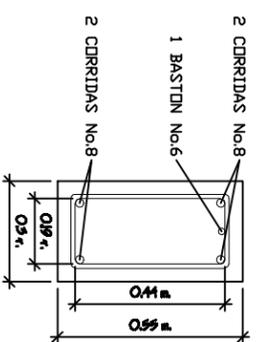
	PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE SERVIDIO MUNICIPAL No. 1 CARRERA MUNICIPAL, AMBITO 11	ESCALA: 1:10
	PROYECTISTA: MAJOR GUILLERMO VALDEZ	FECHA: MARZO 2008
CLIENTE: MUNICIPIO DE AMBITO 11 CALLES OSORIO, LEWIS, LUIS OSORIO, LEWIS, LUIS OSORIO, LEWIS, LUIS	VERIFICADO POR: MAJOR GUILLERMO VALDEZ	APROBADO POR: MAJOR GUILLERMO VALDEZ
PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES DE VIGAS	PÁGINA: 20 / 40	



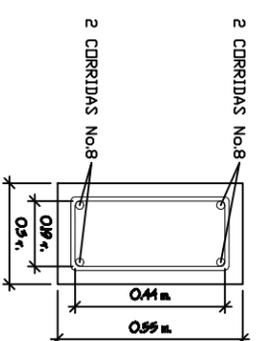
Sección A1 - A1'
ESCALA: 1:10



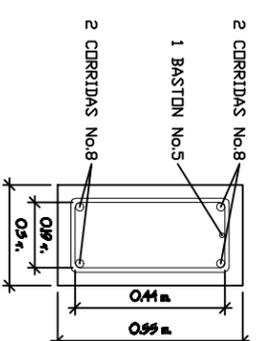
Sección B1 - B1'
ESCALA: 1:10



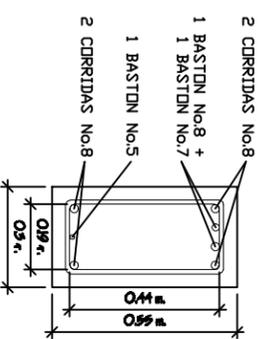
Sección C1 - C1'
ESCALA: 1:10



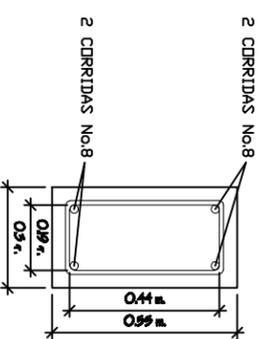
Sección D1 - D1'
ESCALA: 1:10



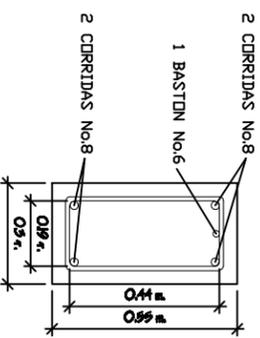
Sección E1 - E1'
ESCALA: 1:10



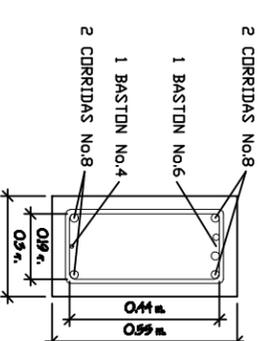
Sección F1 - F1'
ESCALA: 1:10



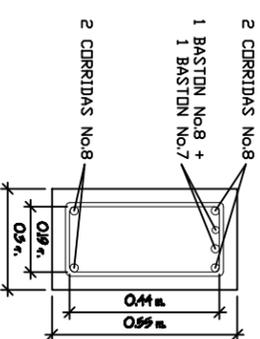
Sección G1 - G1'
ESCALA: 1:10



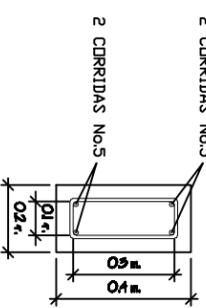
Sección H1 - H1'
ESCALA: 1:10



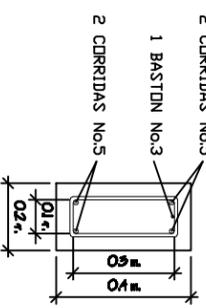
Sección I1 - I1'
ESCALA: 1:10



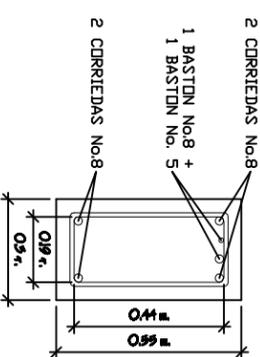
Sección J1 - J1'
ESCALA: 1:10



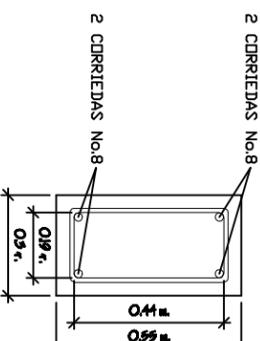
Sección K1 - K1'
ESCALA: 1:10



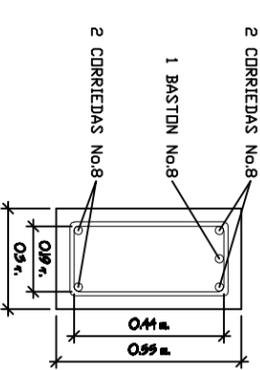
Sección L1 - L1'
ESCALA: 1:10



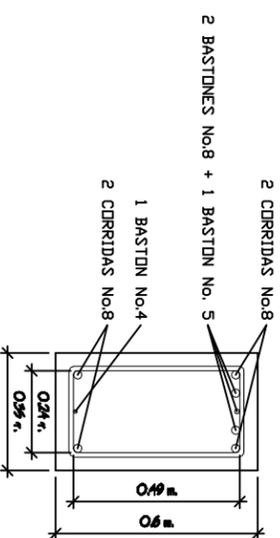
Sección M2 - M2'
ESCALA: 1:10



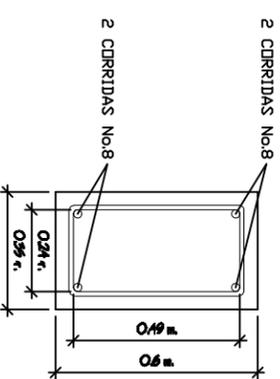
Sección N1 - N1'
ESCALA: 1:10



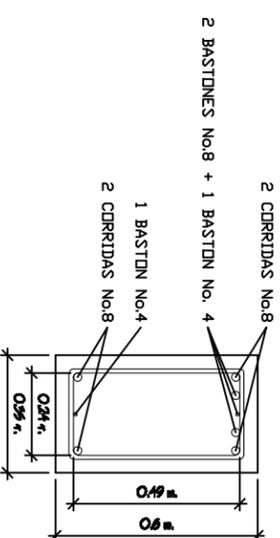
Sección P1 - P1'
ESCALA: 1:10



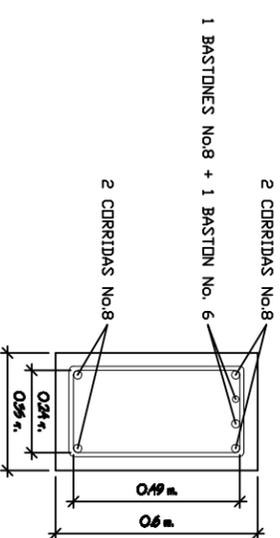
Sección Q1 - Q1'
ESCALA: 1:10



Sección R1 - R1'
ESCALA: 1:10

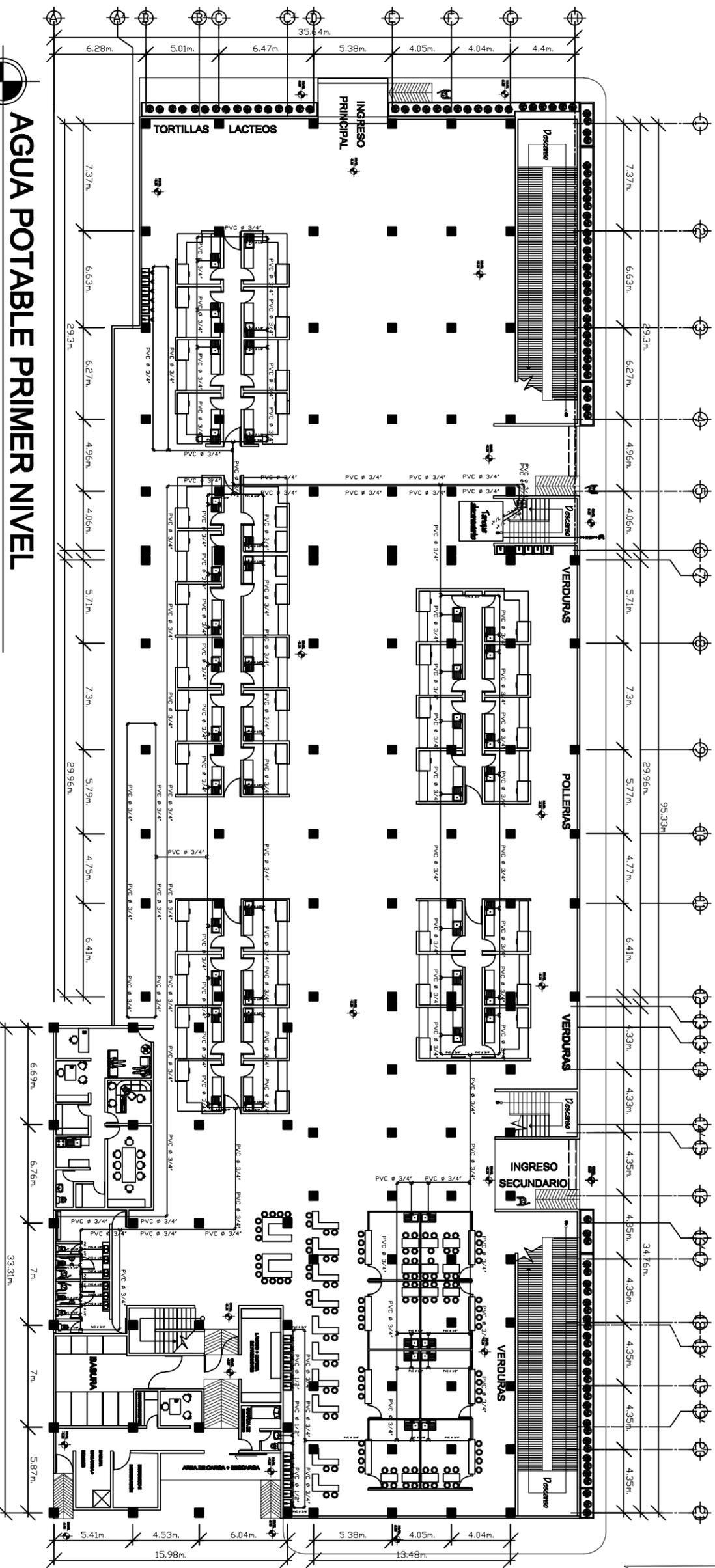


Sección S1 - S1'
ESCALA: 1:10



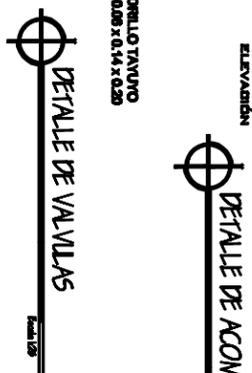
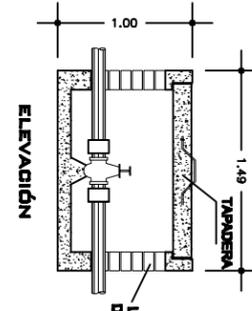
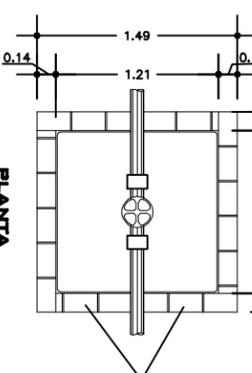
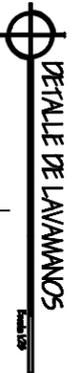
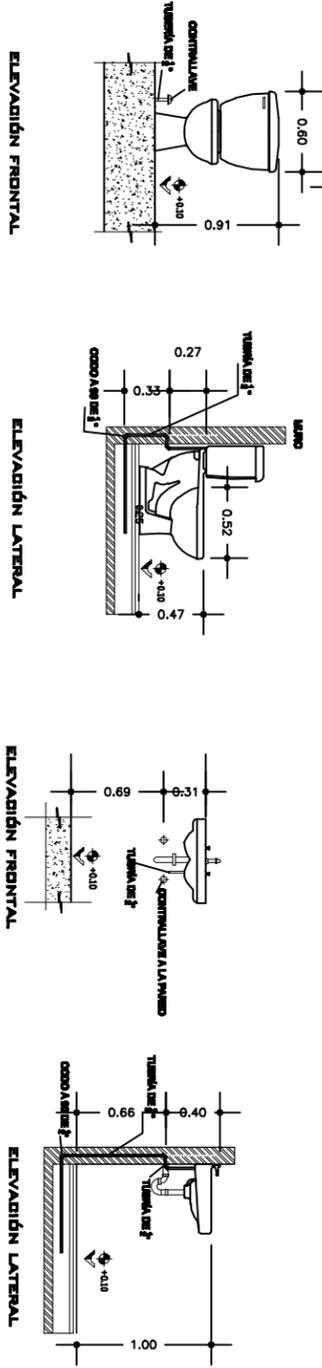
Sección T1 - T1'
ESCALA: 1:10

		PROYECTO: CONTINUACION DE SERVICIO MUNICIPAL No. 1 CALLEJÓN MUNICIPAL AMBITO III	
		ESCALA: 1:10 FECHA: MARZO 2008	
PROFESOR: AMBITO III DEPARTAMENTO: QUATEMALA		MAESTRO GUARDIENO: ALVARO GILBERTO MORALES GONZALEZ	
ASISTENTE: GABRIEL E. VALDEBEL GABRIEL E. VALDEBEL		AYUDANTE: GABRIEL E. VALDEBEL GABRIEL E. VALDEBEL	
PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES DE VIGAS		21 / 40	



AGUA POTABLE PRIMER NIVEL

ESCALA 1/150



- NOMENCLATURA**
1. Adaptador flexible PVC.
 2. Niple galvanizado.
 3. Cheque Horizontal.
 4. Válvula de Compuerta.
 5. Union Universal.
 6. Contador.
 7. Llave de Paso.
 8. Tubos de PVC.
 9. Abrazadera reductora de Bronce empaquet.

SIMBOLOGIA	
	CODO HORIZONTAL A 90°
	TEE HORIZONTAL A 90°
	CODO VERTICAL A 90°
	TUBERIA DE AGUA FRIA PVC
	LLAVE DE COMPUERTA
	CHEQUE
	LLAVE DE PASO
	CONTADOR

PROYECTO

CONSTRUCCION DE SERVIDOR MUNICIPAL No. 1
CARRERA MUNICIPAL AMBITAL

PROYECTISTA

MAJOR GUILLEMO
VALDEZ VILLALBA

PROYECTO

AGUA POTABLE PRIMER NIVEL

ESCALA

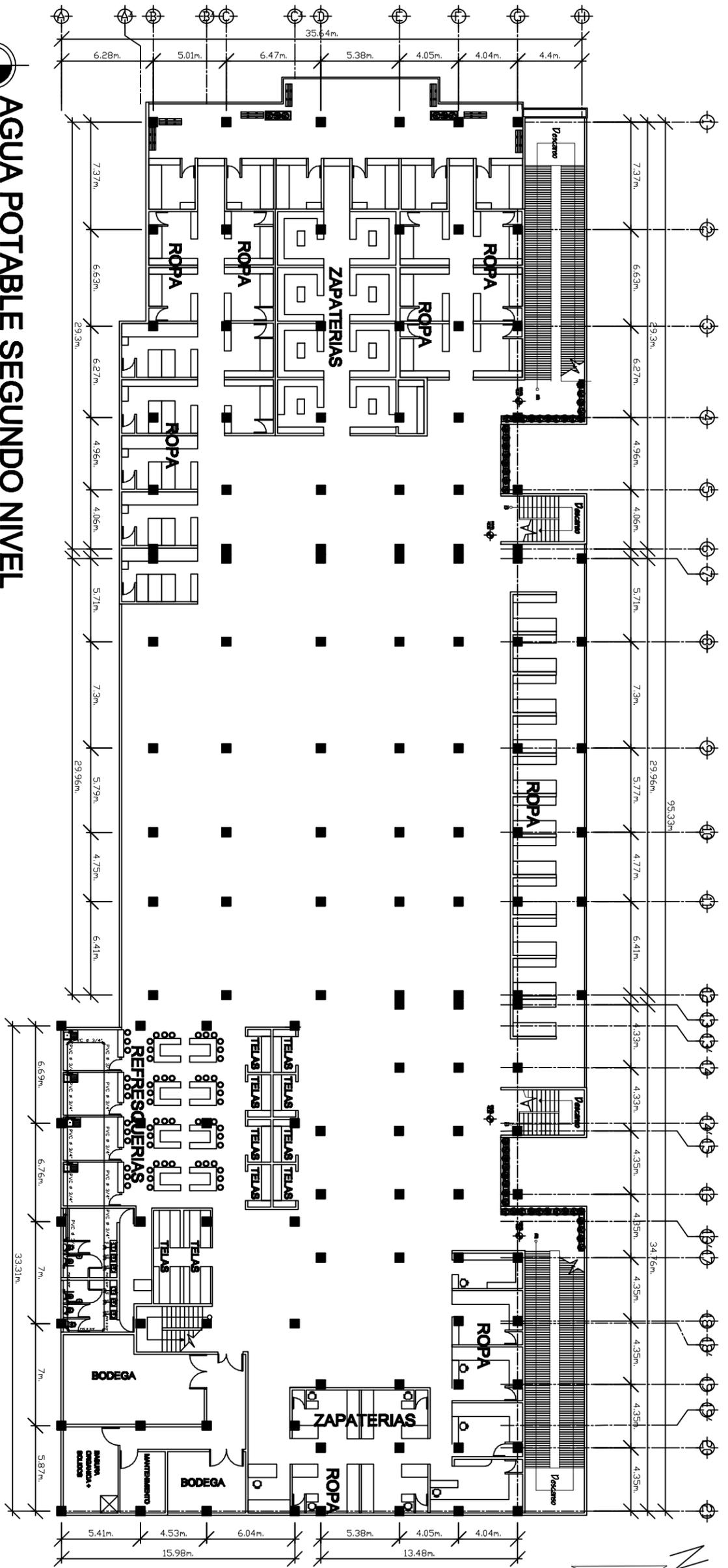
1/150

FECHA

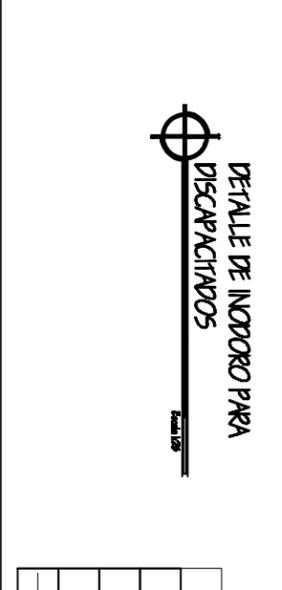
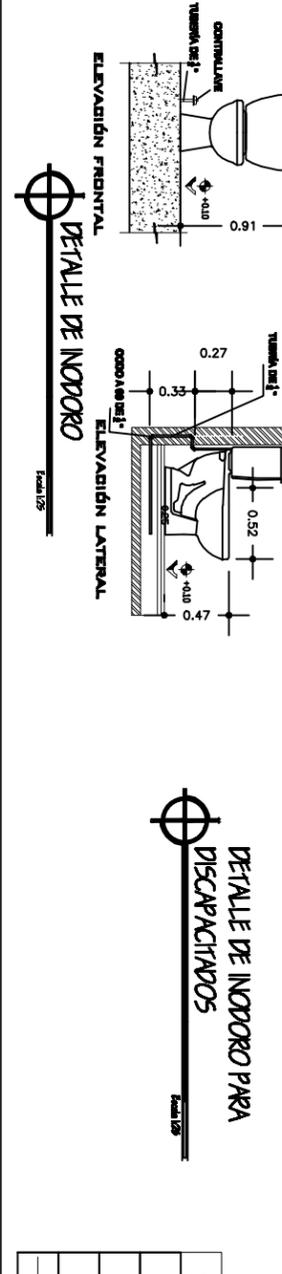
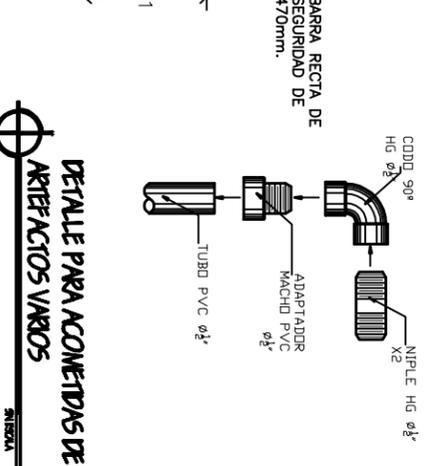
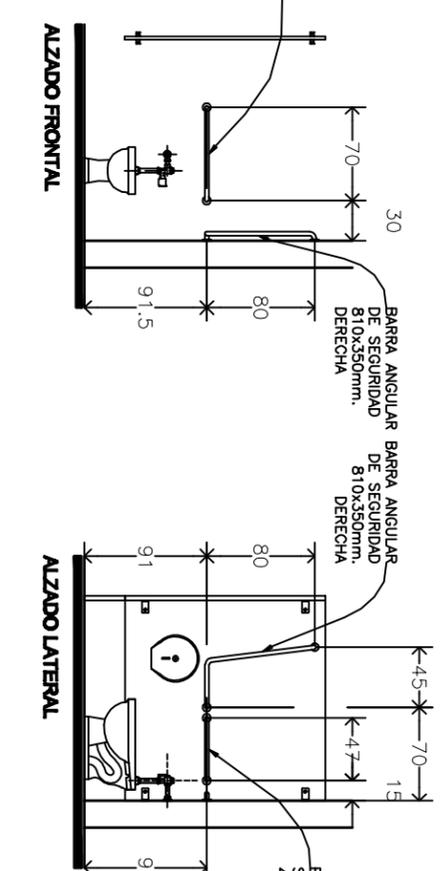
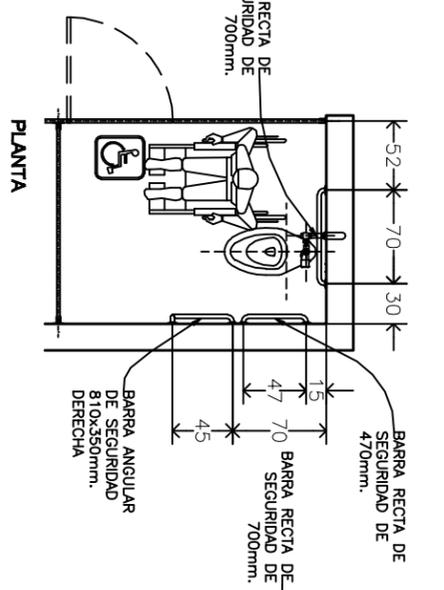
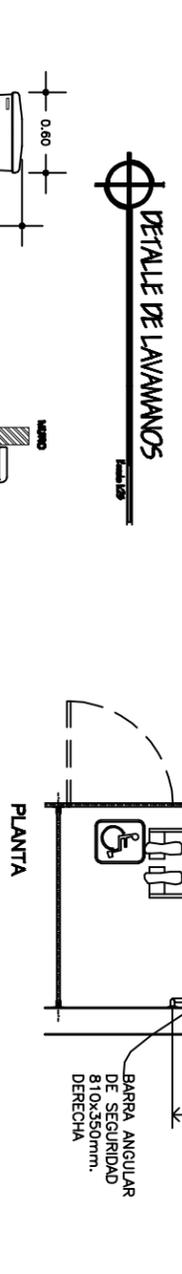
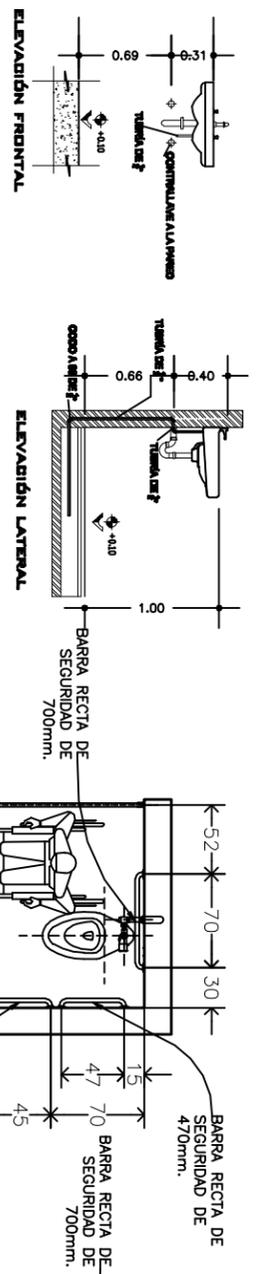
MARZO 2008

PLANO

24/40



AGUA POTABLE SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/150



SIMBOLOGIA	
	CODO HORIZONTAL A 90°
	TEE HORIZONTAL A 90°
	CODO VERTICAL A 90°
	TUBERIA DE AGUA FRIA PVC

PROYECTOS

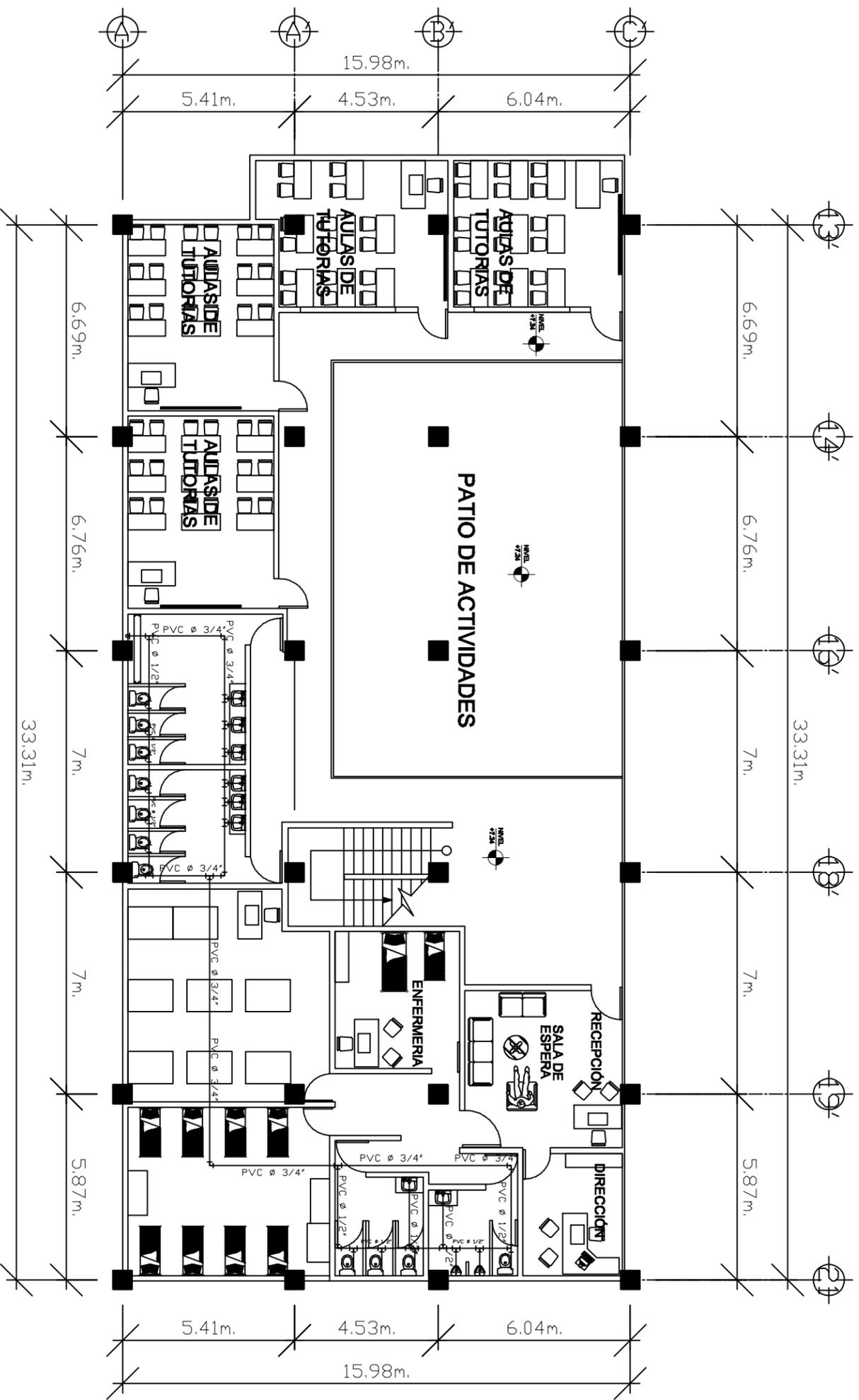
CONSTRUCCION DE SERVIDIO MUNICIPAL No. 1
 CARRERA MUNICIPAL AMBITO 1

PROYECTISTA
 ING. JUAN GUILLERMO
 GARCIA

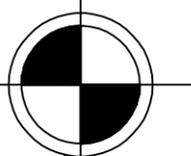
PROYECTO
 AGUA POTABLE SEGUNDO NIVEL

FECHA
 MARZO 2008

PLANO
 25 / 40

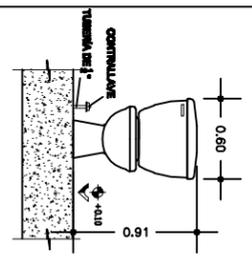


AGUA POTABLE TERCER NIVEL

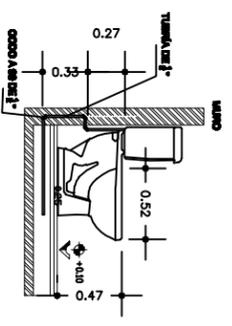


ESCALA 1/75

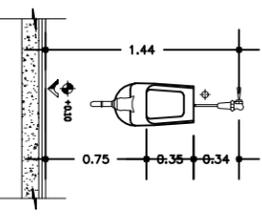
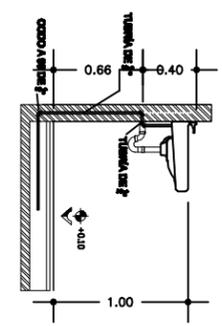
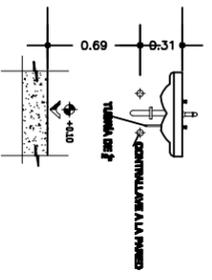
SIMBOLOGIA
┌ CODO HORIZONTAL A 90°
└ TEE HORIZONTAL A 90°
○+ CODO VERTICAL A 90°
— TUBERIA DE AGUA FRIA PVC



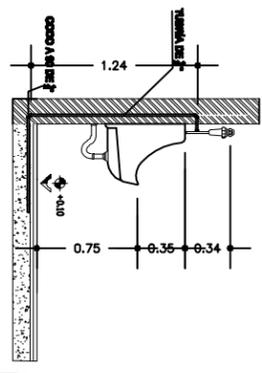
DETALLE DE INODORO



DETALLE DE LAVAMANDOS



DETALLE DE MICRORRO



PROYECTISTA INGENIEROS AMANTILLAN INGENIEROS QUINTERO INGENIEROS SANCHEZ E. VALDEBELL INGENIEROS SANCHEZ E. VALDEBELL INGENIEROS SANCHEZ E. VALDEBELL	MAIOR GUILLEMO INGENIERO AMANTILLAN INGENIERO SANCHEZ E. VALDEBELL INGENIERO SANCHEZ E. VALDEBELL INGENIERO SANCHEZ E. VALDEBELL
CONSTRUCCION DE SERVICIO MUNICIPAL, No. 1 CHACABANDA MUNICIPAL, AMANTILLAN	
VERBA, INC. INGENIEROS VERBA, INC. INGENIEROS VERBA, INC. INGENIEROS VERBA, INC. INGENIEROS	
AGUA POTABLE TERCER NIVEL	
PLANO	28 / 40

DRENAJE PRIMER NIVEL

ESCALA 1/150

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Para red general de Drenaje (Agua Servida y Pluvial) se utiliza tubería de concreto de pulido (PVC).

PENDIENTE TUBERÍA AGUAS NEGRAS: 2%
PENDIENTE TUBERÍA AGUAS PLUVIALES: 1%

TUBERÍAS PVC:

La tubería de PVC a utilizar en red de drenaje debe estar de acuerdo con la norma comercial norteamericana CS 256-43SDR 26.

La prueba de fuste debe de ser de 140 litros sobre pulgada cuadrada para drenaje. Las accesorios serán del mismo material (PVC). Para las uniones utilizar cemento sellante de propósito de acodo listo, aplicando las instrucciones del fabricante. Antes de aplicar el sellante a la junta, debe ser limpiado y frotado hasta tener una superficie apropiada. Luego se cubren ambos extremos con el sellante. Las uniones deberán hacerse con el tipo de cemento sellante requerido, dependiendo del diámetro. Para la utilización del cemento sellante deben seguir las instrucciones del fabricante, utilizando sellante de acodo listo manteniendo presión manual en la junta durante 30 segundos.

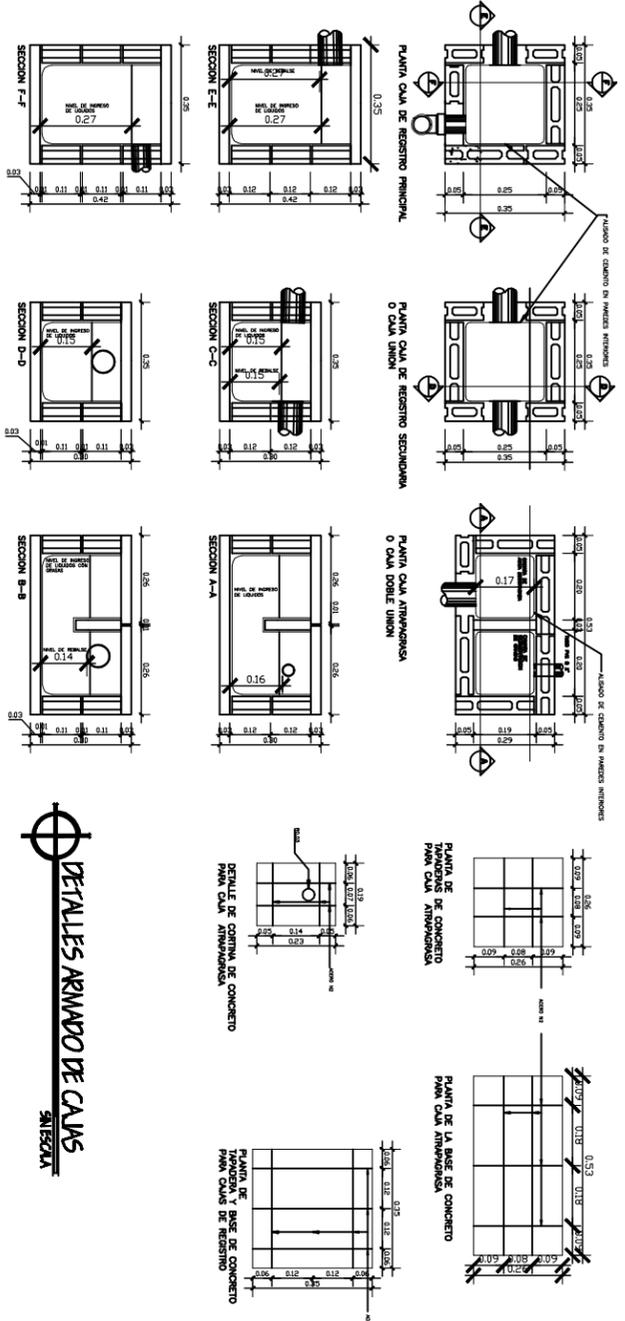
Las cajas de conexión serán hechas de tubos de concreto de diámetro de 12" y base de concreto simple fundido en obra, de la forma y dimensiones que indican los planos. Las juntas serán reguladas y selladas en su interior, el sellado será con mortero en una ranura de una pulgada de ancho por dos partes de arena y el exterior será con una pasta de cemento por una parte de arena.

Las cajas receptoras serán hechas de paredes de ladrillo de obra y fondo de concreto simple, de la forma y dimensiones que indican los planos. Las juntas serán reguladas y selladas en su interior.

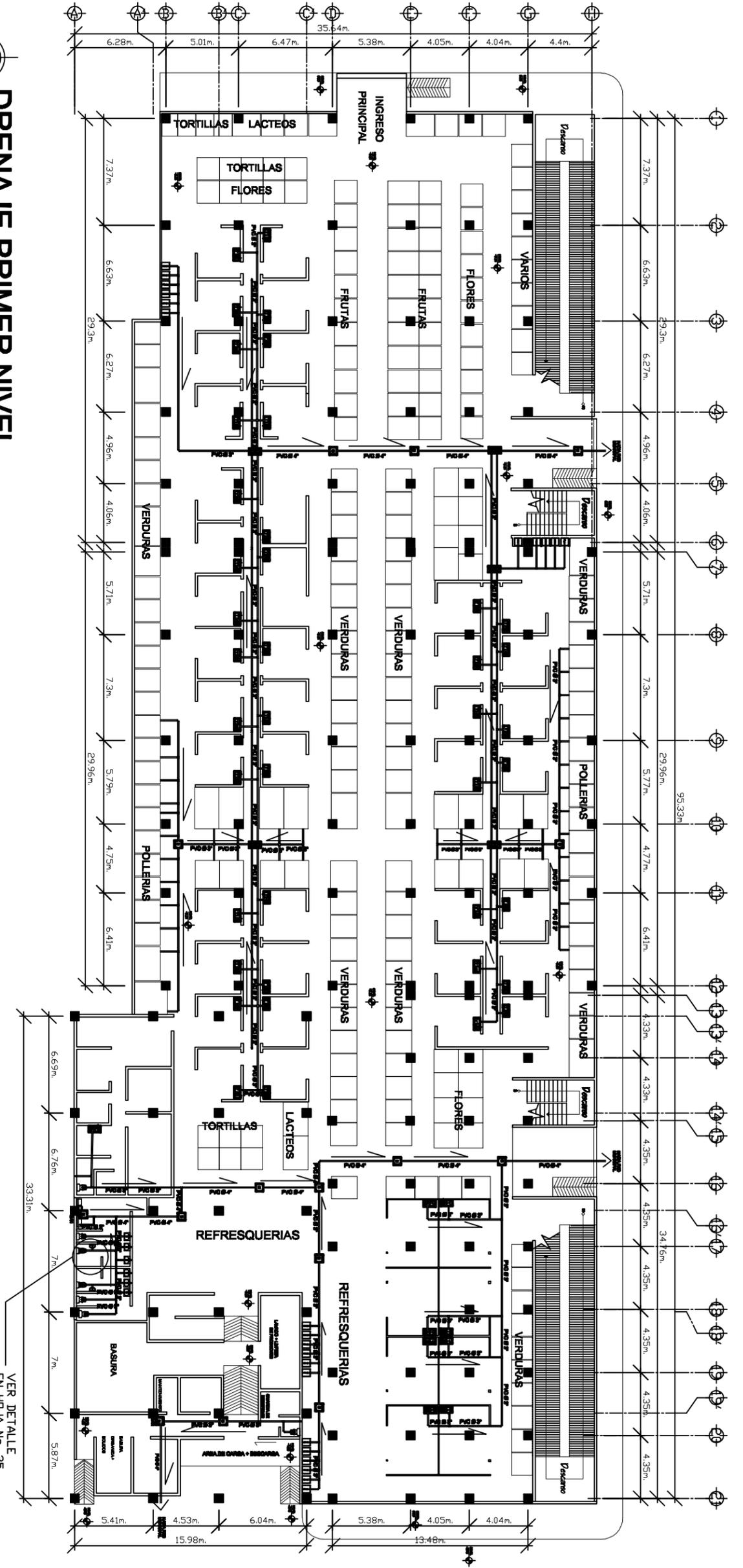
Las ligaduras de agua pluvial o aguas negras, se algunas cubiertas con relleno, la cual deberá estar cubiertas con un mínimo de 40 mm. En algunas casos se colocan drenajes para evacuar las ligaduras de aguas pluviales y se cubren el exterior del edificio.

Las tuberías no deberán colocarse dentro de algunas columnas estructurales, ni atravesar sobre vigas.

Todas las tuberías se deberán cubrir a un lado de las marcas estructurales. Todas las tuberías están cubiertas de la base por medio de cubiertas.



VER DETALLE EN HUIJA NO. 25



SIMBOLOGIA	
	CODDO VERTICAL A 90°
	CODDO HORIZONTAL A 45°
	YEE HORIZONTAL
	YEE VERTICAL
	TEE HORIZONTAL
	TEE VERTICAL
	CRUZ HORIZONTAL
	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS
	BAJAN AGUAS NEGRAS INDICA EL DIAMETRO DEL TUBO
	CUA DE UNIÓN DOBLE
	CUA TRAMPA DE GRASA
	INDICA DIRECCION DE FLUJO

DETALLES ARMADO DE CAJAS SANEAZA

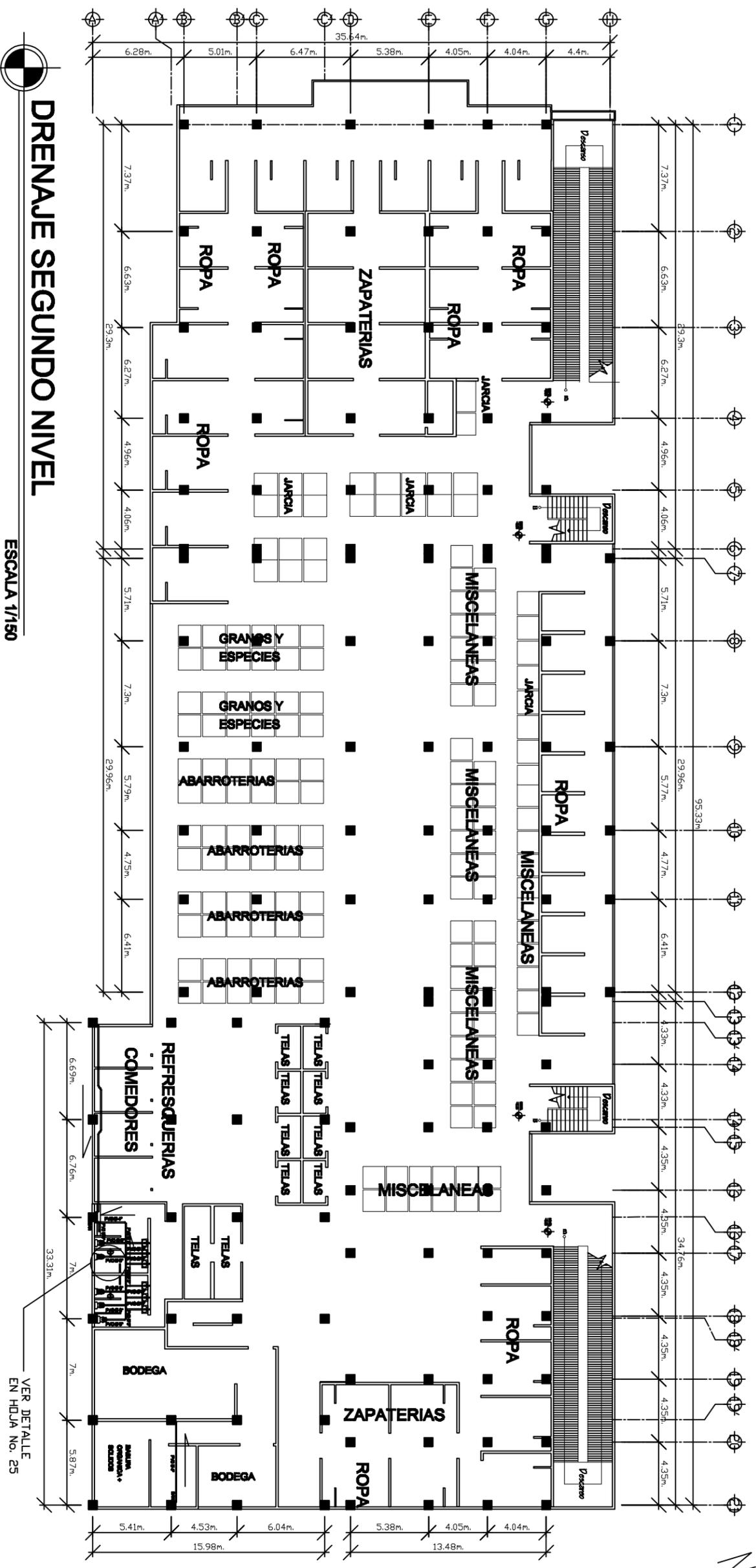
PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN DE SERVICIO MUNICIPAL No. 1
CARRICERA MUNICIPAL AMATITLÁN

INGENIERO:
AMATITLÁN
GERENTE GENERAL
QUATREMA
INGENIERO CIVIL
SABIEL E. VALDEMIEL
INGENIERO CIVIL
SABIEL E. VALDEMIEL

PROYECTISTA:
VALDEMIEL E. VALDEMIEL
INGENIERO CIVIL
SABIEL E. VALDEMIEL
INGENIERO CIVIL
SABIEL E. VALDEMIEL

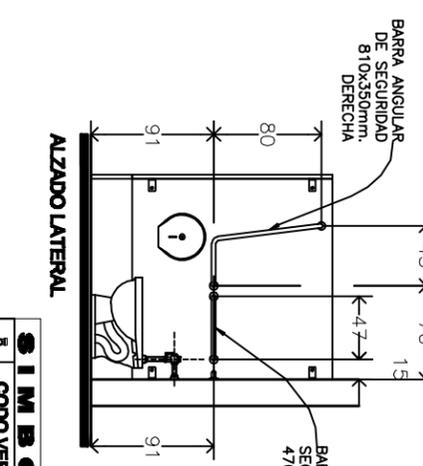
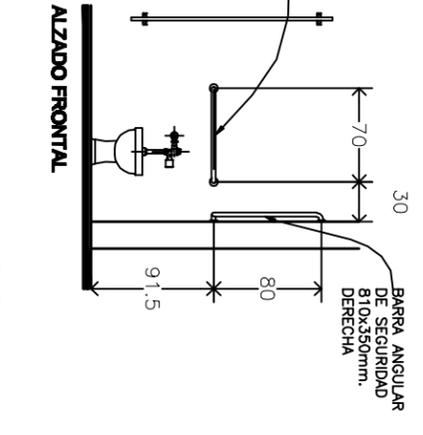
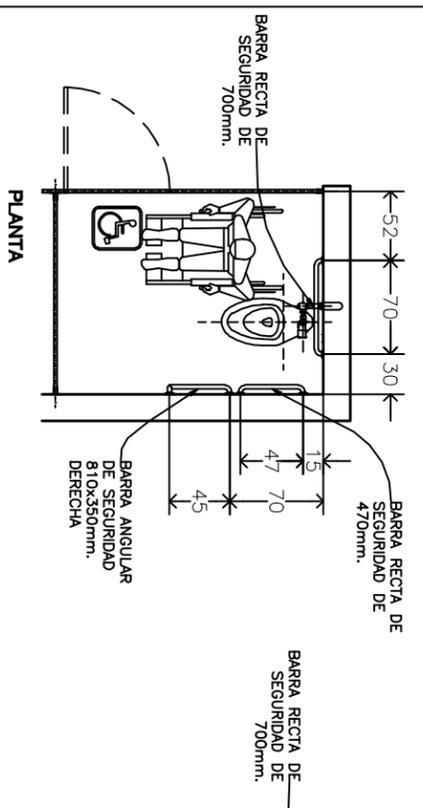
PROYECTISTA:
VALDEMIEL E. VALDEMIEL
INGENIERO CIVIL
SABIEL E. VALDEMIEL
INGENIERO CIVIL
SABIEL E. VALDEMIEL

HOJA: 27 / 40

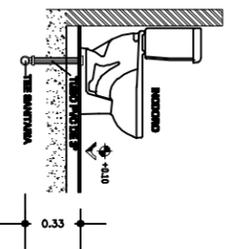


DRENAJE SEGUNDO NIVEL

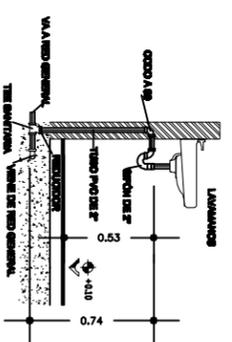
ESCALA 1/150



DETALLE DE INODORO



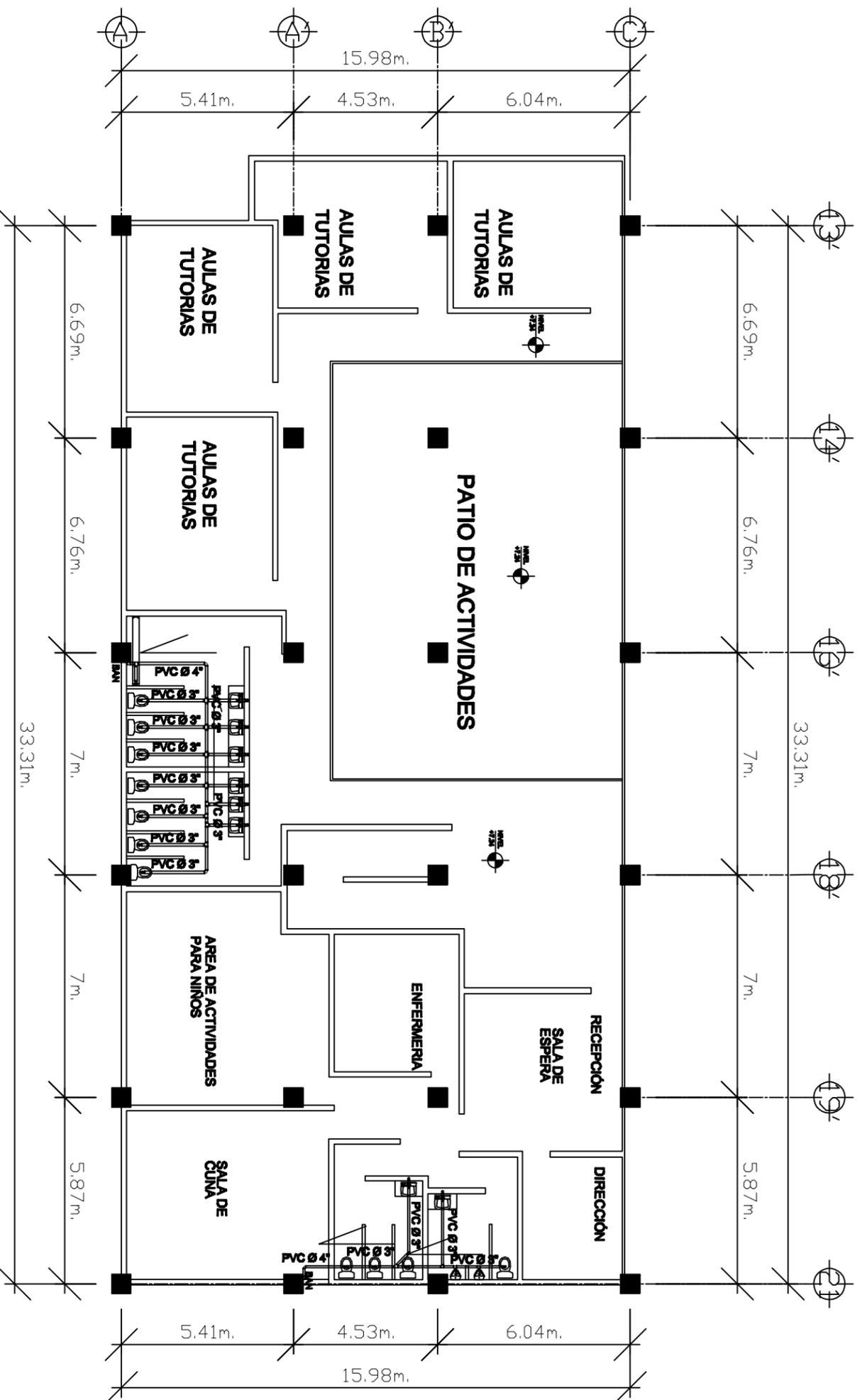
DETALLE DE LAVAMANDOS



SIMBOLOGIA

B	CODO VERTICAL A 90°
↳	CODO HORIZONTAL A 45°
↔	YEE HORIZONTAL
⊥	TEE VERTICAL
⊞	TEE HORIZONTAL
⊞	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS
⊞	BALAN AGUAS NEGRAS
⊞	INDICA EL DIAMETRO DEL TUBO
⊞	INDICA DIRECCION DE FLUJO

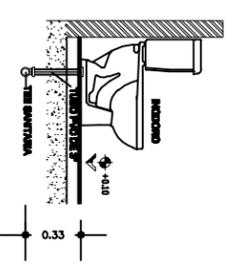
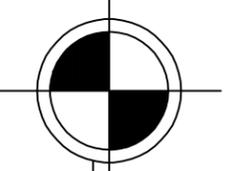
		PROYECTO: CONSTRUCCION DE MERCADO MUNICIPAL N.º 1 CARRERA MUNICIPAL AMBITUM		HOJA: 100004 TOTAL: 100005	
CLIENTE: MUNICIPIO DE AMBITUM CARRERA MUNICIPAL		PROYECTISTA: ING. JUAN CARLOS GONZALEZ ING. JUAN CARLOS GONZALEZ ING. JUAN CARLOS GONZALEZ ING. JUAN CARLOS GONZALEZ		PROYECTISTA: ING. JUAN CARLOS GONZALEZ ING. JUAN CARLOS GONZALEZ ING. JUAN CARLOS GONZALEZ ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	
PROYECTISTA: ING. JUAN CARLOS GONZALEZ ING. JUAN CARLOS GONZALEZ ING. JUAN CARLOS GONZALEZ ING. JUAN CARLOS GONZALEZ		PROYECTISTA: ING. JUAN CARLOS GONZALEZ ING. JUAN CARLOS GONZALEZ ING. JUAN CARLOS GONZALEZ ING. JUAN CARLOS GONZALEZ		PROYECTISTA: ING. JUAN CARLOS GONZALEZ ING. JUAN CARLOS GONZALEZ ING. JUAN CARLOS GONZALEZ ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	



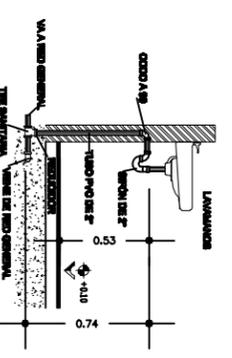
DRENAJE TERCER NIVEL

ESCALA 1/75

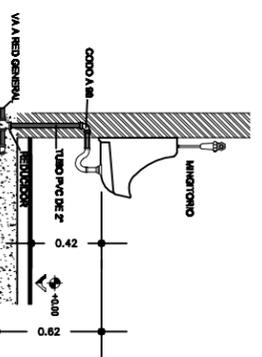
SIMBOLOGIA	
⊞	CODO VERTICAL A 90°
↳	CODO HORIZONTAL A 45°
↔	YEE HORIZONTAL
⊞	TEE VERTICAL
⊞	TEE HORIZONTAL
⊞	CRUZ HORIZONTAL
⊞	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS
BAN	BAJAN AGUAS NEGRAS
∅	INDICA EL DIAMETRO DEL TUBO
→	INDICA DIRECCION DE FLUJO



DETALLE DE INDORO

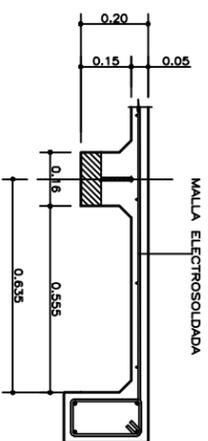


DETALLE DE LAVAMANDOS

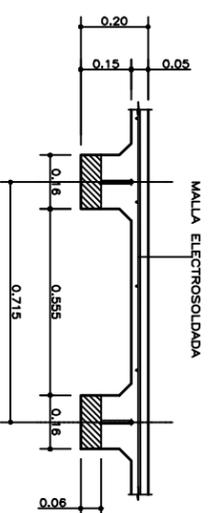


DETALLE DE WICHTORIO

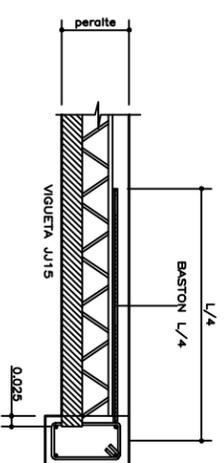
PROYECTISTA CONSTRUCION DE SERVICIO MUNICIPAL, S.R.L. CARACAS, MICHIGUAY, AMINTIAN	ESCALA 1/75
PROYECTADO POR MAJOR GUILLERMO MAJOR GUILLERMO VALENTELEVA MAJOR GUILLERMO VALENTELEVA	PROYECTADO POR MAJOR GUILLERMO VALENTELEVA MAJOR GUILLERMO VALENTELEVA
REVISADO POR MAJOR GUILLERMO VALENTELEVA MAJOR GUILLERMO VALENTELEVA	REVISADO POR MAJOR GUILLERMO VALENTELEVA MAJOR GUILLERMO VALENTELEVA
PLANO DRENAJE TERCER NIVEL	
29 / 40	



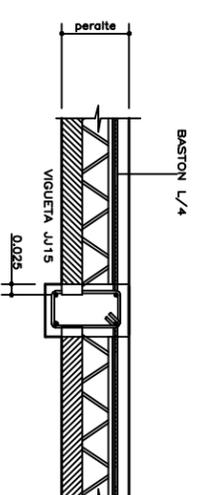
DETALLE 1 INICIO DE MODULACION
VIGUETA J415 - MOLDE



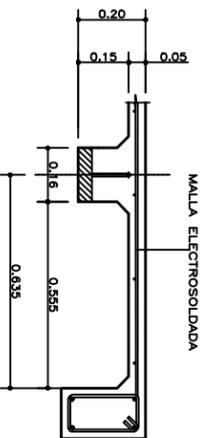
DETALLE 2 SECCION TIPICA
VIGUETA J415 - MOLDE



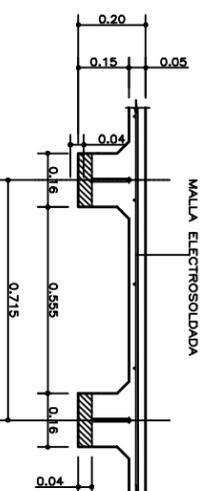
DETALLE APOYO DE VIGUETA EXTREMOS



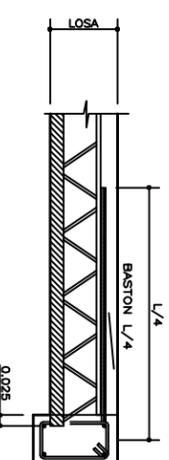
DETALLE VIGUETAS EN EL MISMO APOYO



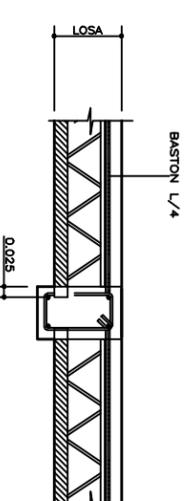
DETALLE 1 INICIO DE MODULACION
VIGUETA J415 - MOLDE



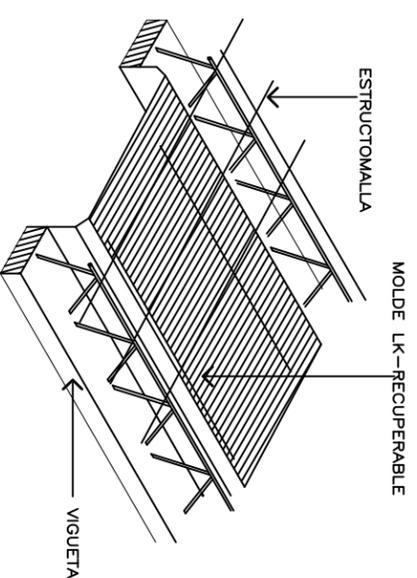
DETALLE 2 SECCION TIPICA
VIGUETA J415 - MOLDE



DETALLE 3 APOYO DE VIGUETA EXTREMOS



DETALLE 4 APOYO DE VIGUETAS MISMO APOYO



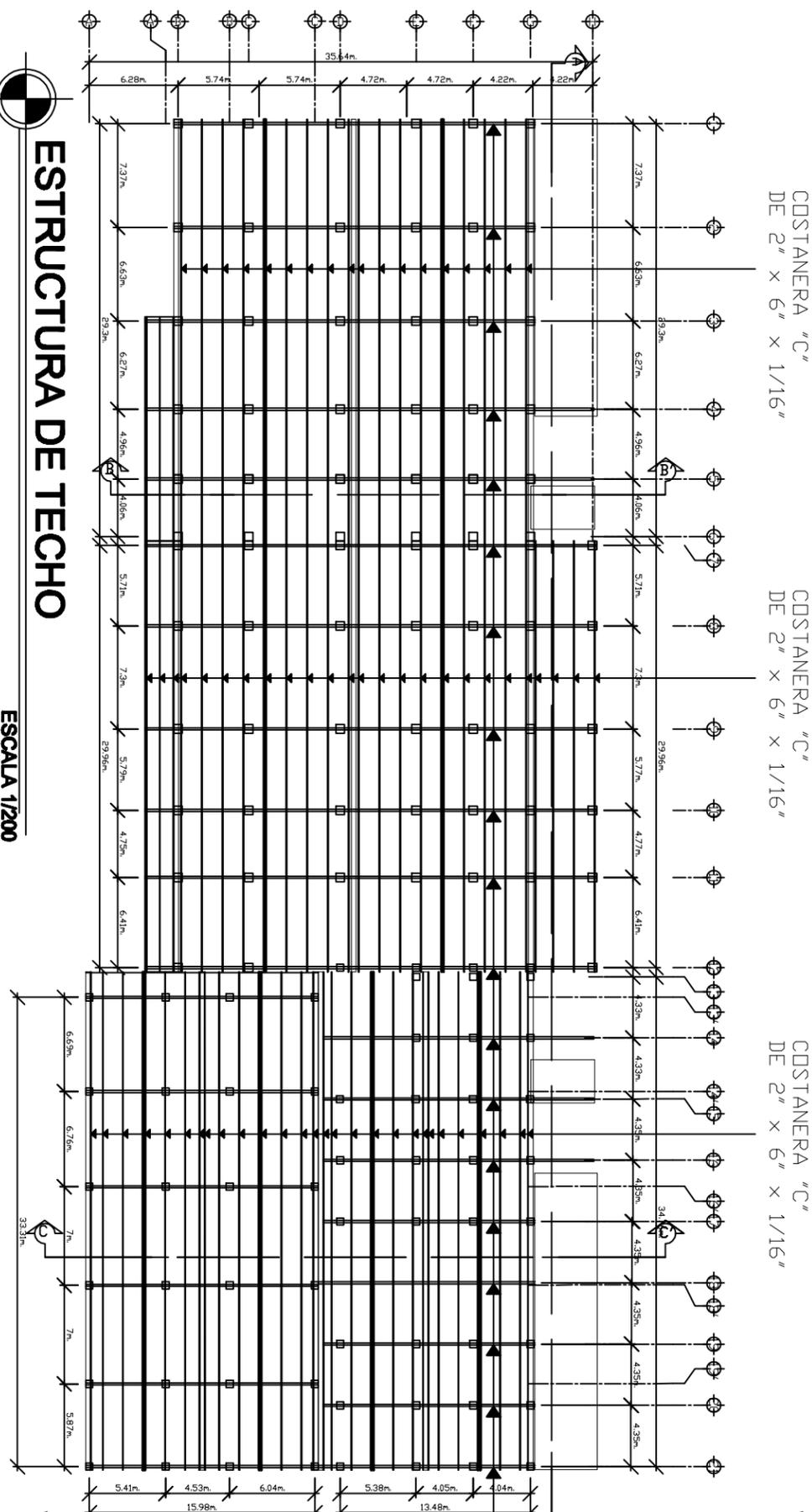
VIGUETA+MOLDE
ISOMETRICO

	PROYECTISTA INGENIEROS AMANTILLAN INGENIEROS QUINTERO INGENIEROS VALDEBELL INGENIEROS VALDEBELL INGENIEROS VALDEBELL	CONSTRUCCION DE SERVIDIO MUNICIPAL No. 1 CARACENA MUNICIPAL, AMANTILLAN	ESCALA 1:50 FECHA MARZO 2008
	VERIFICADO POR INGENIERO VALDEBELL MAQUILADO POR AMANTILLAN	MAQUILADO POR AMANTILLAN	ELABORADO POR AMANTILLAN

COSTANERA "C"
DE 2" x 6" x 1/16"

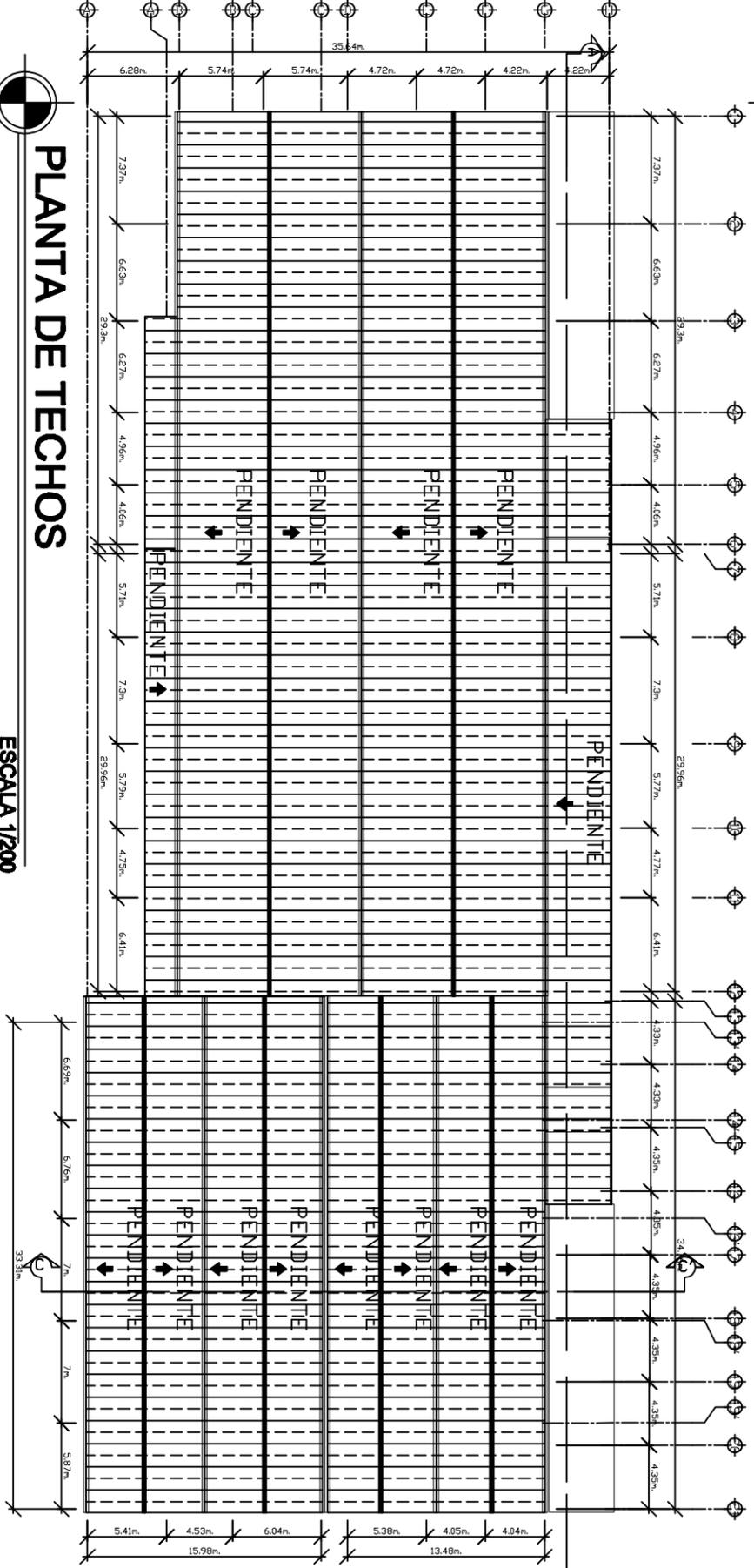
COSTANERA "C"
DE 2" x 6" x 1/16"

COSTANERA "C"
DE 2" x 6" x 1/16"



ESTRUCTURA DE TECHO

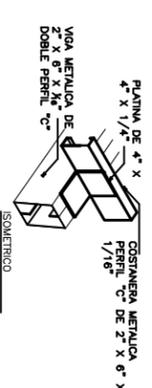
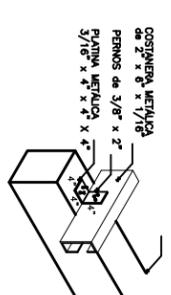
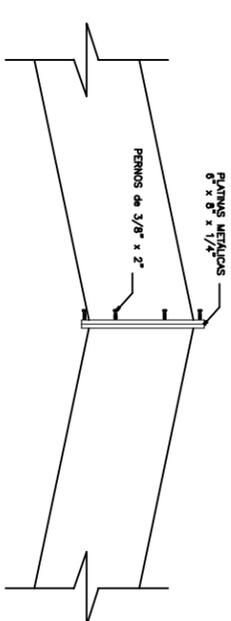
ESCALA 1/200



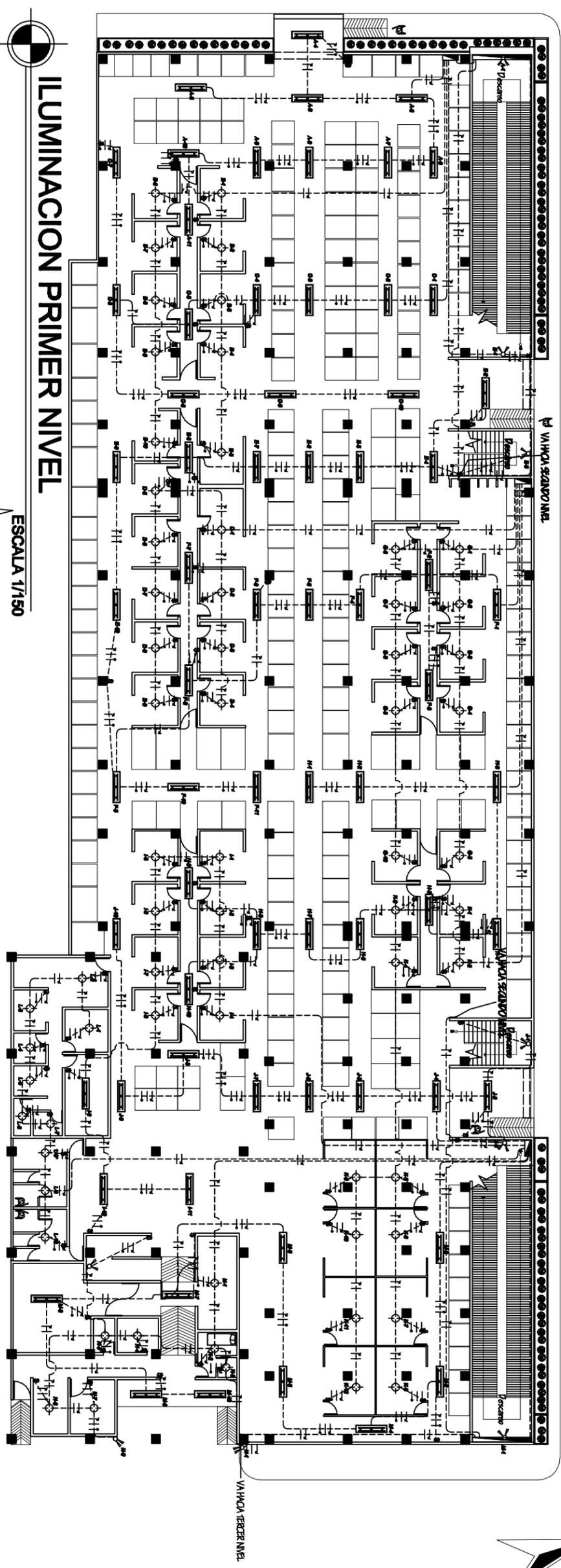
PLANTA DE TECHOS

ESCALA 1/200

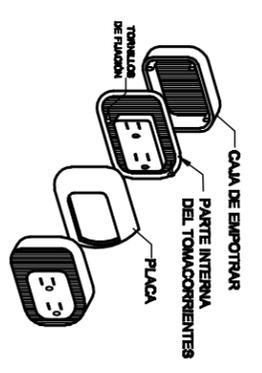
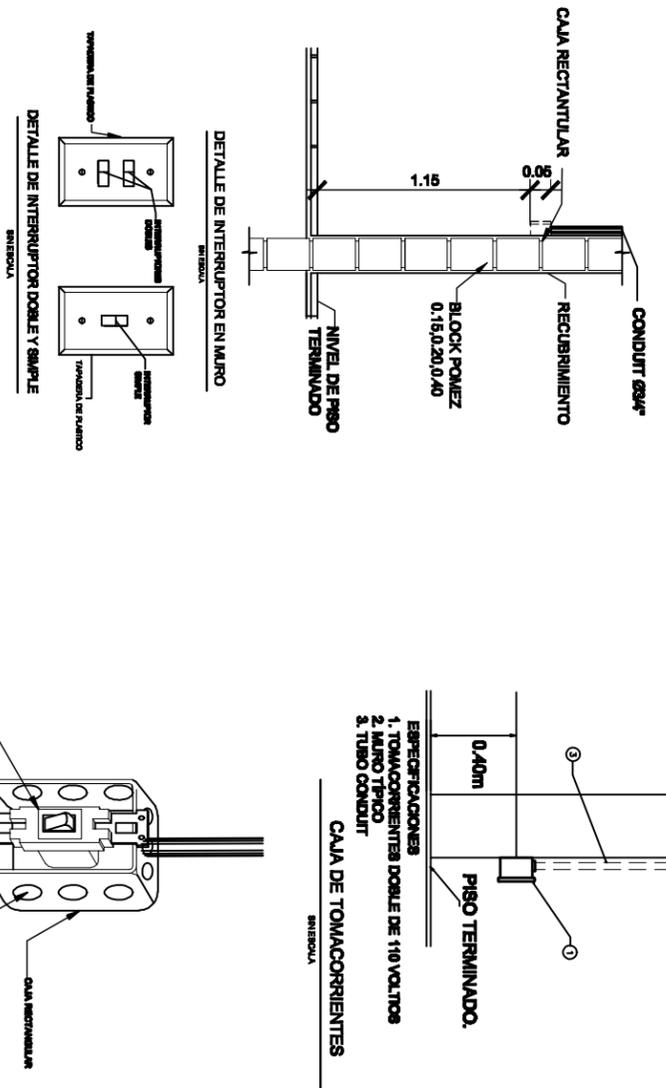
COSTANERA DOBLE "C"
DE 2" x 6" x 1/16"



	PROYECTISTA CONSTRUCCION DE SERVICIOS MUNICIPALES, S.A. CARRICERA MUNICIPAL, AMATITLAN	ESCALA: 3/8" x 1/2" 1/200
	PROYECTOS: AMATITLAN DESARROLLO DE QUATREMA CARRICERA MUNICIPAL CARRICERA MUNICIPAL CARRICERA MUNICIPAL CARRICERA MUNICIPAL	MAJOR CULIENRO MAJOR CULIENRO MAJOR CULIENRO
PLANO: PLANTA DE TECHO Y DETALLES	31/40	



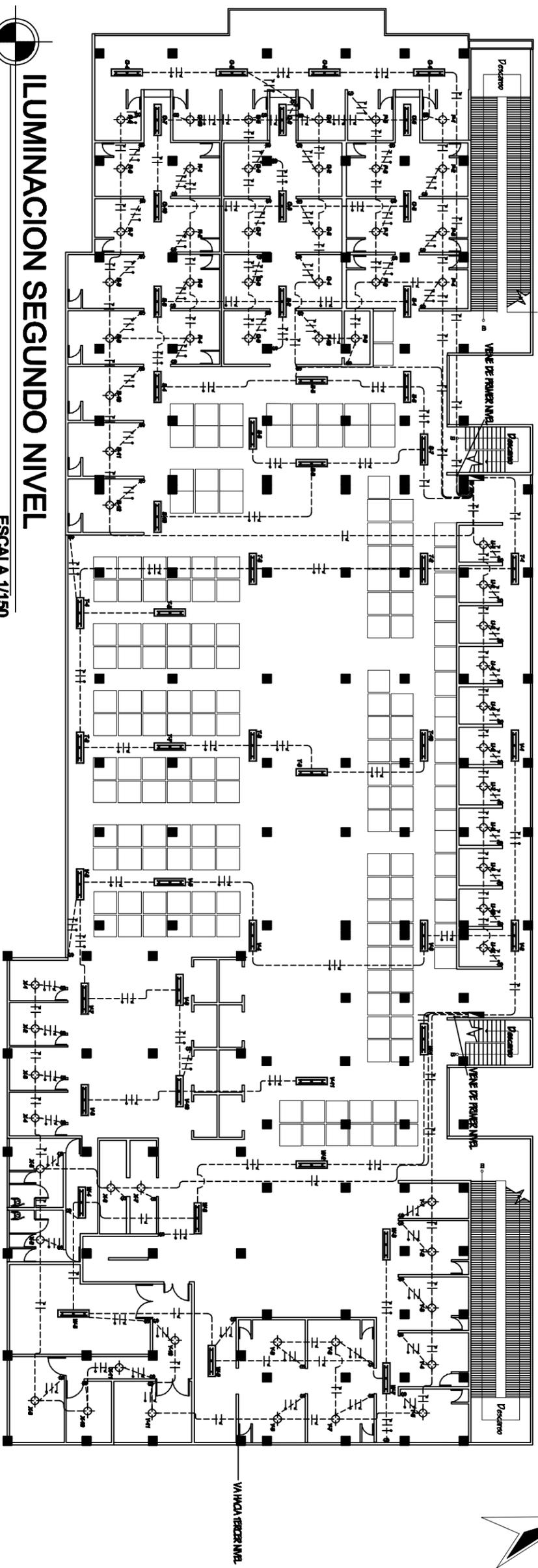
ILUMINACION PRIMER NIVEL



SIMBOLO	DESCRIPCION.
▣	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
---	TUBERIA CONDUIT EN CIELO
W	LINEA NEUTRAL CALIBRE 12 TV 6 INDIC.
+	LINEA VIVA CALIBRE 12 TV 6 INDICADO
—○—	LINEA DE RETORNO CALIBRE 12 TV
\$	INTERRUPTOR DOBLE h=1.20m.
\$	INTERRUPTOR SIMPLE h=1.20m.
—	LAMPARA FLUORESCENTE EN CIELO 02x40w
—	REFLECTOR DOBLE
—	LAMPARA AHORRADORA 35 w
X - No.	NUMERO CIRCUITO - NUMERO UNIDAD

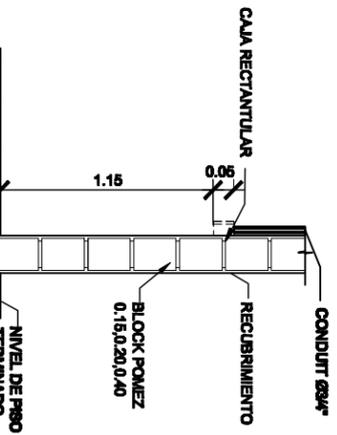
NOTA IMPORTANTE: LOS PLANOS DE ILUMINACION Y FUERZA DEBEN SER REVISADOS Y APROBADOS POR UN INGENIERO ELECTRICO.

	PROYECTISTA INGENIERO ELECTRICISTA AMANTILLAN QUATREVALA SANCHEZ SANCHEZ E. VALDEVELL SANCHEZ E. VALDEVELL SANCHEZ E. VALDEVELL	CLIENTE MUNICIPALIDAD DE VALPARAISO	PROYECTO CONSTRUCCION DE CENTRO MUNICIPAL No. 1 CALLE CAROLINA MANDUYAL, AMANTILLAN
	PROYECTO ILUMINACION PRIMER NIVEL	MAQUILADOR MAQUILADOR DE PROYECTO MAQUILADOR DE PROYECTO	PROYECTISTA MAQUILADOR DE PROYECTO MAQUILADOR DE PROYECTO

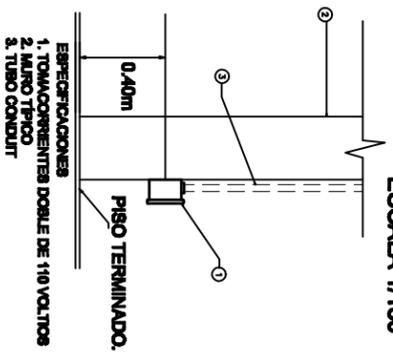
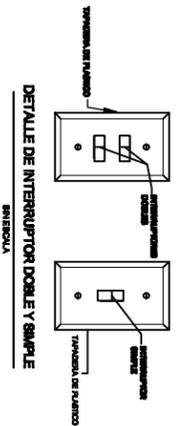


ILUMINACION SEGUNDO NIVEL

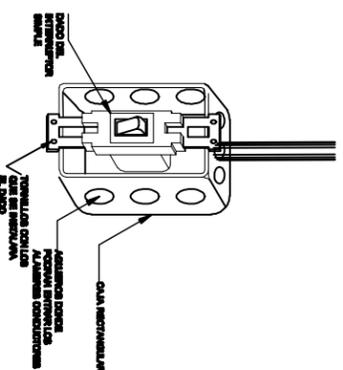
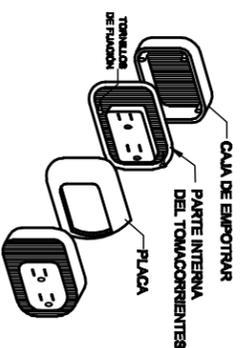
ESCALA 1/150



DETALLE DE INTERRUPTOR EN MURO



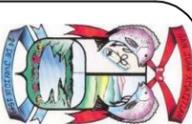
CALA DE TOMACORRIENTES

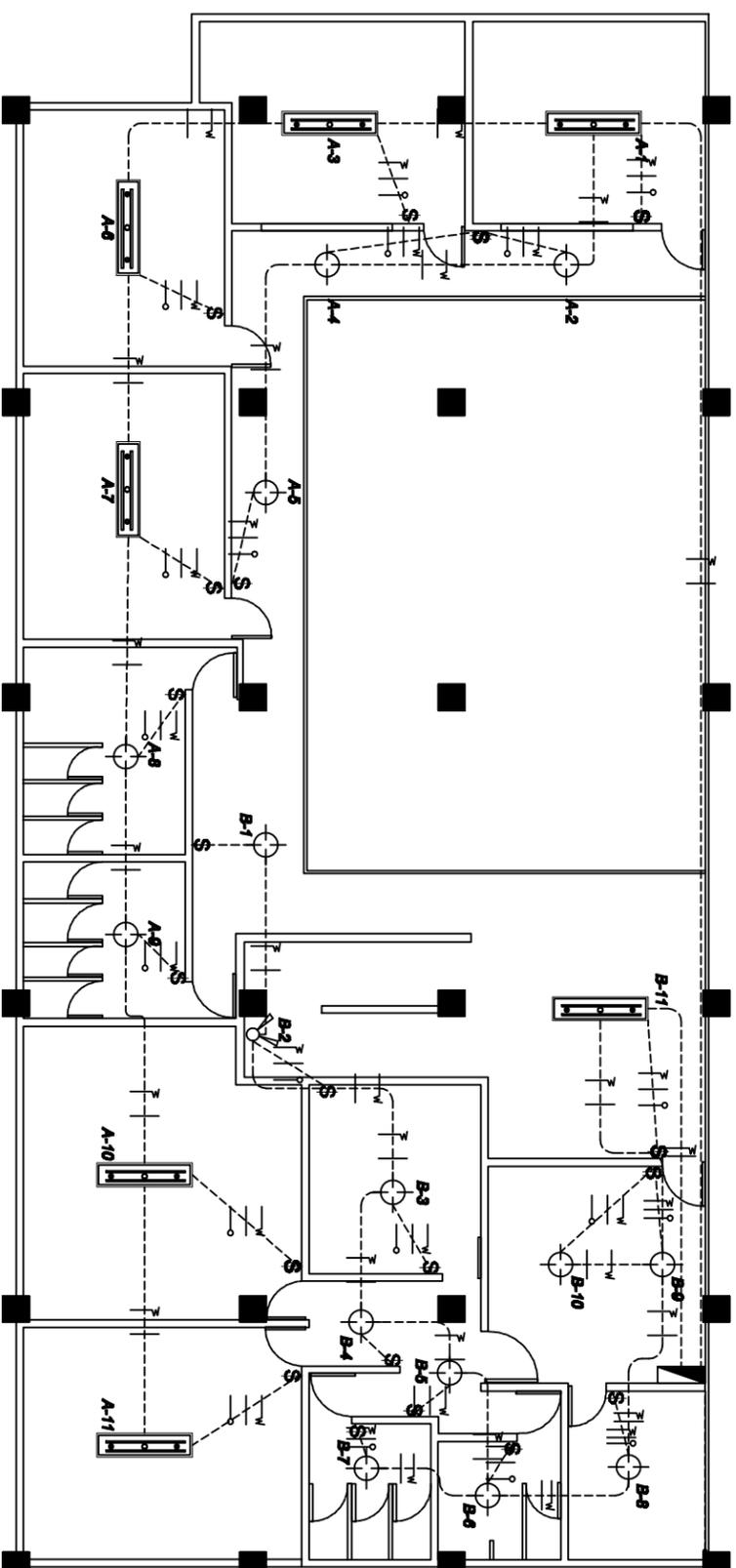


DETALLE DE INTERRUPTOR SIMPLE

SIMBOLO	DESCRIPCION.
▣	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
---	TUBERIA CONDUIT EN CIELO
—W—	LINEA NEUTRAL CALIBRE 12 TIV 6 INDIC.
—	LINEA VIVA CALIBRE 12 TIV 6 INDICADO
—o—	LINEA DE RETORNO CALIBRE 12 TIV
\$	INTERRUPTOR DOBLE I=1,20m.
\$	INTERRUPTOR SIMPLE I=1,20m.
⊞	LAMPARA FLUORESCENTE EN CIELO 02x40W
⊞	REFLECTOR DOBLE
⊞	LAMPARA AHORRADORA 35 W
X - No.	NUMERO CIRCUITO - NUMERO UNIDAD

NOTA IMPORTANTE: LOS PLANOS DE ILUMINACION Y FUERZA DEBEN SER REVISADOS Y APROBADOS POR UN INGENIERO ELECTRICO.

	
PROYECTO: CONSTRUCCION DE SERVIDIO MUNICIPAL No. 1 CARRERA MUNICIPAL AMBITO 1A	ESCALA: 1/150
PROYECTISTA: AMBITO 1A GERENTE GENERAL QUINTERO CHAMBERA Y VALDEBEL CHAMBERA Y VALDEBEL	MAJOR DISEÑO: VALDEBEL Y VALDEBEL MAJOR DISEÑO DE FUERZA VALDEBEL Y VALDEBEL
PROYECTO: ILUMINACION SEGUNDO NIVEL	ESCALA: 1/150

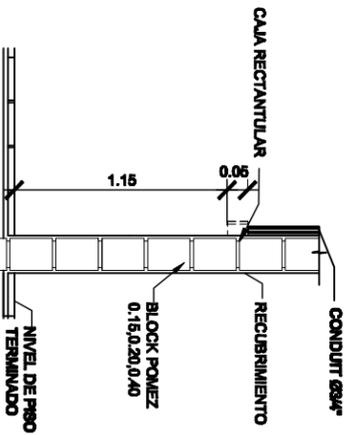


VERE DE PRIMER NIVEL

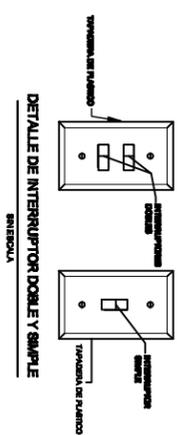


ILUMINACION TERCER NIVEL

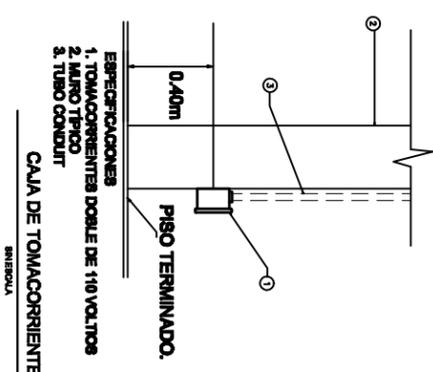
ESCALA 1/75



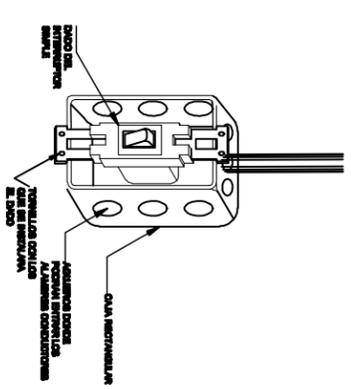
DETALLE DE INTERRUPTOR EN MURO



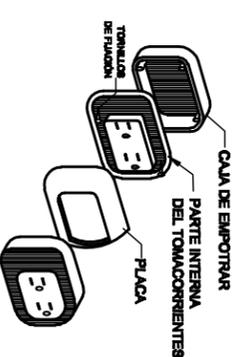
DETALLE DE INTERRUPTOR DOBLE Y SIMPLE



CAJA DE TOMACORRIENTES



DETALLE DE INTERRUPTOR SIMPLE



CAJA DE EMPOTRAR PARTE INTERNA DEL TOMACORRIENTES

SIMBOLO	DESCRIPCION.
▀	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
---	TUBERIA CONDUIT EN CIELO
—W	LINEA NEUTRAL CALIBRE 12 TYV 6 INDIC.
—	LINEA VIVA CALIBRE 12 TYV 6 INDICADO
—○	LINEA DE RETORNO CALIBRE 12 TYV
\$	INTERRUPTOR DOBLE n=1,20m.
\$	INTERRUPTOR SIMPLE n=1,20m.
⌊	LAMPARA FLUORESCENTE EN CIELO Ø24x40W
⌊	REFLECTOR DOBLE
⌊	LAMPARA AHORRADORA 35 W
X - No.	NUMERO CIRCUITO - NUMERO UNIDAD

INVI

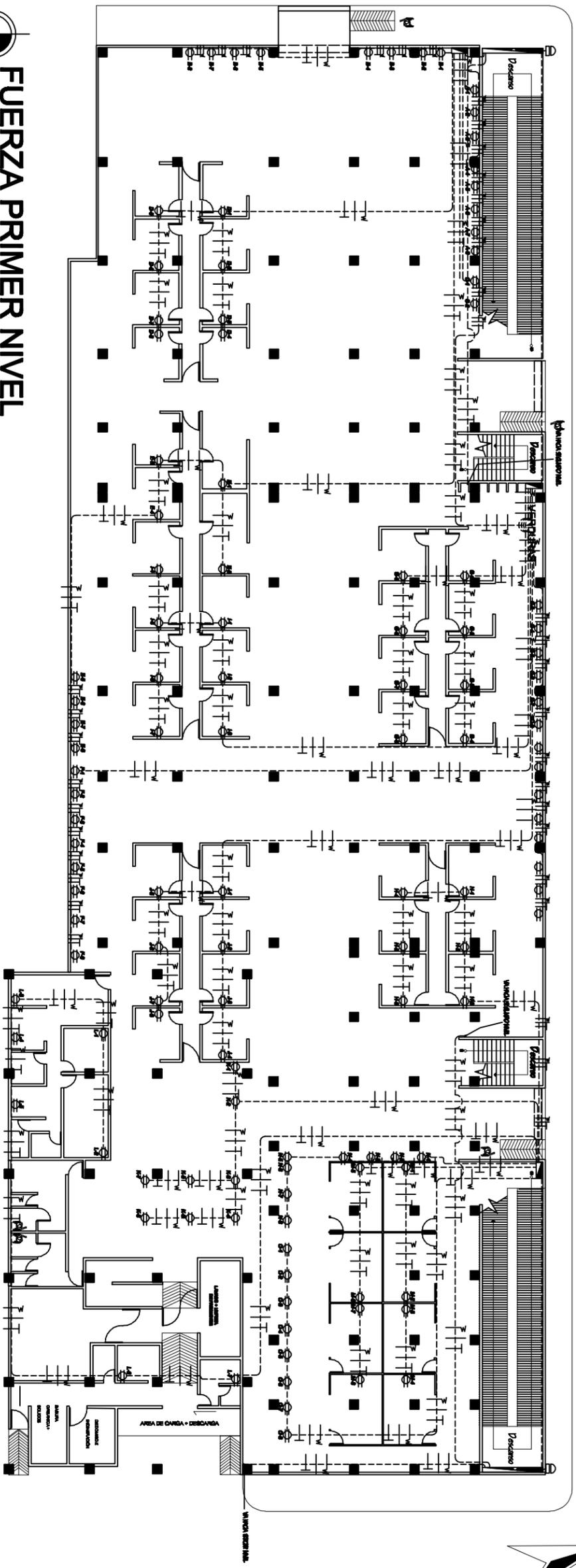
INCO

ILUMINACION TERCER NIVEL

<p>PROYECTISTA</p> <p>CONSTRUCCION DE SERVICIO MUNICIPAL, No. 1</p> <p>CHACABANDA MUNICIPAL, AMANTLA, JALISCO</p>	<p>PROYECTISTA</p> <p>MAJOR GUILLERMO</p> <p>MAJOR GUILLERMO</p> <p>MAJOR GUILLERMO</p>
--	--

34 / 40

NOTA IMPORTANTE: LOS PLANOS DE ILUMINACION Y FUERZA DEBEN SER REVISADOS Y APROBADOS POR UN INGENIERO ELECTRICO.



FUERZA PRIMER NIVEL

ESCALA 1/150

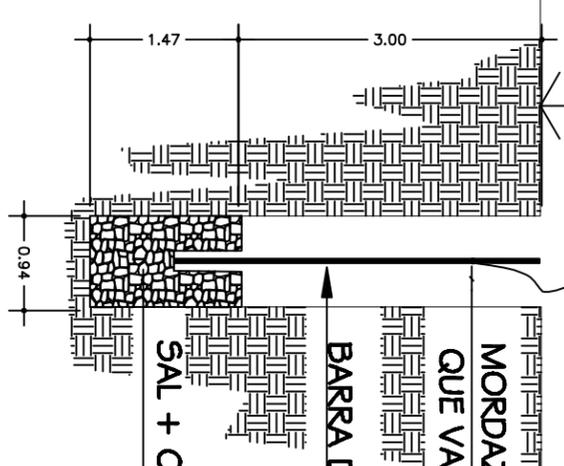
NIVEL DE SUELO

CONDUCTOR DE TIERRA CALIBRE SEGUN LO ESPECIFICADO

MORDAZA, LLEVA EL ALAMBRE QUE VA CONECTADO AL TABLERO

BARRA DE COBRE Ø 3/4" x 8'

SAL + CARBON (OPCIONAL)



DETALLE DE TIERRA FISICA

SIMBOLOGÍA DE FUERZA	
SIMBOLO	DESCRIPCION.
—W	LINEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW 6 INDIC.
—	LINEA VIVA CALIBRE 12 TW 6 INDICADO
— —	LINEA DE TIERRA FISICA
---	TUBO CONDUIT ELECTRICO Ø 3/4" 6 INDIC. EMPOTRADO EN LOSA
⊖	TOMACORRIENTE DOBLE 120V. h=0.30m.
▣	TABLERO DE DISTRIBUCION h=1.70m.
Ⓧ	CONTADOR
X - No.	NUMERO CIRCUITO - NUMERO UNIDAD

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. Color para alambres:
Positivo = Rojo
Negativo = Blanco
Retorno = Amarillo
Verde = Tierra
2. Tubería de acometida HG Ø 1-1/2" long. 1.4m. + codo 1-1/2" 90° + accesorios de entrada.
3. Toda la tubería de iluminación será conduit de 3/4".
4. El calibre de los conductores será THW No. 12 AWG.
5. Toda la tubería de fuerza será conduit de 3/4".
6. Tornacorrientes Ditchco con placa de metal.
7. No colocar cajas de PVC para tomacorrientes.
8. La tubería eléctrica deberá quedar fuera de las columnas y muros.

NOTA IMPORTANTE: LOS PLANOS DE ILUMINACIÓN Y FUERZA DEBEN SER REVISADOS Y APROBADOS POR UN INGENIERO ELECTRICO.

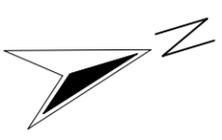
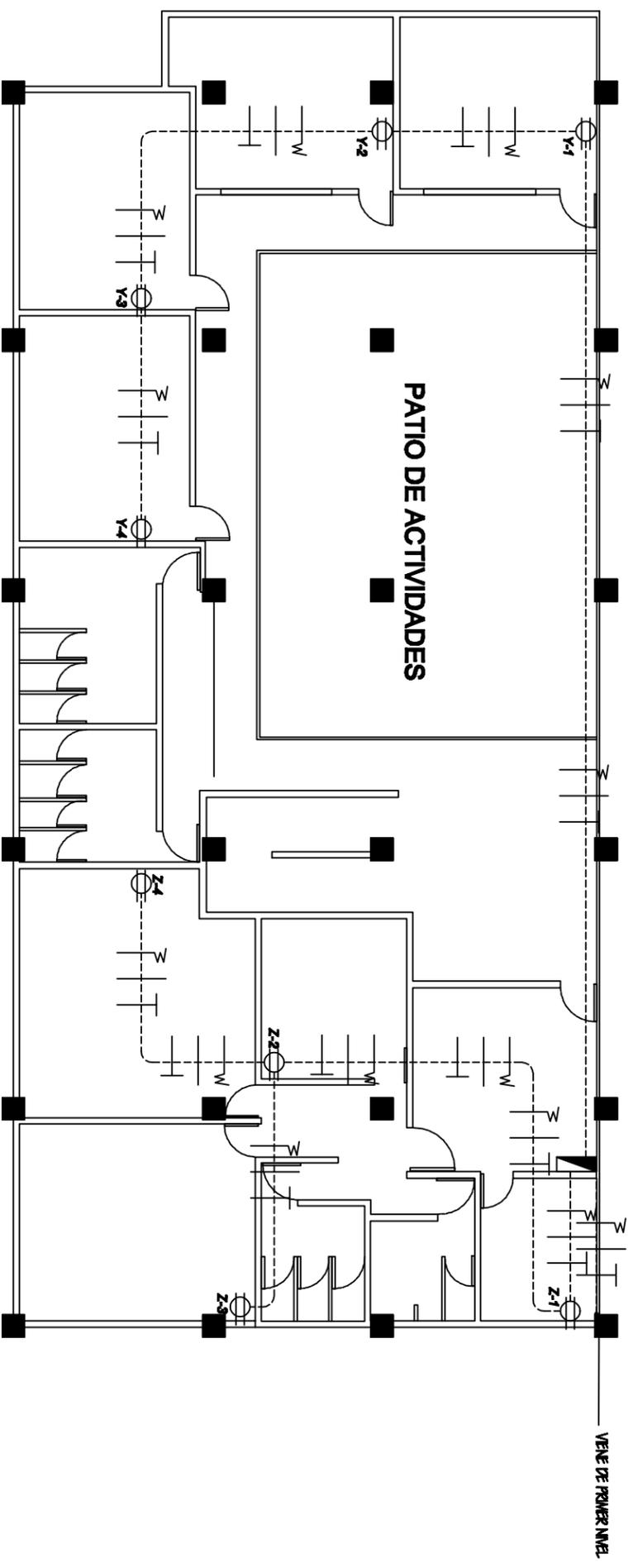
PROYECTO:
CONSTRUCCION DE SERVICIO MUNICIPAL No. 1
CARRERA MUNICIPAL, MANTILLYN

PROYECTISTA:
INGENIERO CIVIL
GUATEMALA
OSWALDO E. WALDEBEL
OSWALDO E. WALDEBEL

CLIENTE:
MAYOR GUILLERMO
ALCALDE MUNICIPAL DE MANTILLYN

PLANO:
FUERZA PRIMER NIVEL

35 / 40



FUERZA TERCER NIVEL

ESCALA 1/75

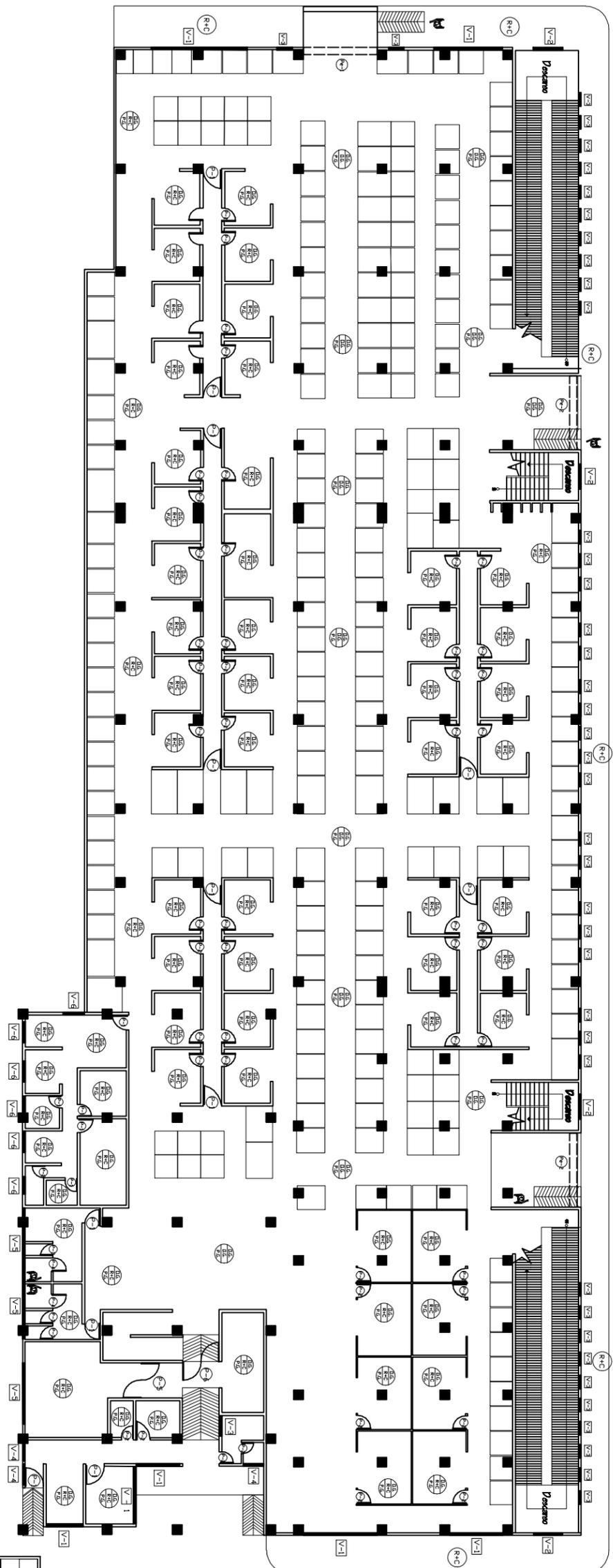
SIMBOLOGÍA DE FUERZA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN.
—W—	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW 6 INDIC.
—+—	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW 6 INDICADO
—H—	LÍNEA DE TIERRA FÍSICA
-----	TUBO CONDUIT ELÉCTRICO Ø 3/4" 6 INDIC. EMPOTRADO EN LOSA
⊕	TOMACORRIENTE DOBLE 120V. h=0.30m.
▣	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN h=1.70m.
⊓	CONTADOR
X - No.	NUMERO CIRCUITO - NUMERO UNIDAD

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. Color para alambrear:
 Positivo = Rojo
 Negativo = Blanco
 Retorno = Amarillo
 Verde = Tierra
2. Tubería de acometida HG Ø 1-1/2", long. L/4m. + codo 1-1/2" 90° + accesorios de entrada.
3. Toda la tubería de iluminación será conduit de 3/4".
4. El calibre de los conductores será THW No. 12 AWG.
5. Toda la tubería de fuerza será conduit de 3/4".
6. Tomacorrientes Bifásico con placa de metal.
7. No colocar cajas de PVC para tomacorrientes.
8. La tubería eléctrica deberá quedar fuera de las columnas y muros.

NOTA IMPORTANTE: LOS PLANOS DE ILUMINACIÓN Y FUERZA DEBEN SER REVISADOS Y APROBADOS POR UN INGENIERO ELÉCTRICO.

	PROYECTISTA INGENIERO EN ELECTRICIDAD CARLOS A. VALENZUELA INGENIERO EN ELECTRICIDAD CARLOS A. VALENZUELA	PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE SERVIDIO MUNICIPAL No. 1 CABECERA MUNICIPAL, AMATLÁN	FECHA MARZO 2008
PLANO FUERZA TERCER NIVEL	PROYECTISTA INGENIERO EN ELECTRICIDAD CARLOS A. VALENZUELA INGENIERO EN ELECTRICIDAD CARLOS A. VALENZUELA	PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE SERVIDIO MUNICIPAL No. 1 CABECERA MUNICIPAL, AMATLÁN	FECHA MARZO 2008



PLANTA DE ACABADOS PRIMER NIVEL

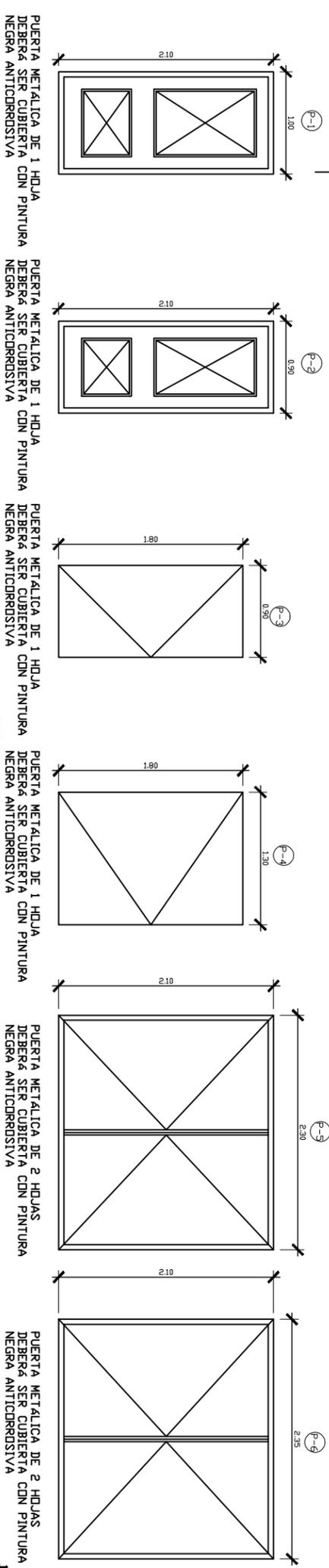
ESCALA 1/150

D.G. **INDICADO EN TIPO**
 R+C **INDICADO EN MARCO**
 P.G. **INDICADO EN TIPO**



SIMBOLOGIA DE ACABADOS	
	PUERTA TIPO
	VENTANA TIPO
	REBELLO + CERRNO VERTICAL
	PIED DE GRANTO
	OBRA GRIS

PLANILLA DE PUERTAS Y VENTANAS					
TIPO	SEALAR	IDENTIF.	ANCHO	ALTO	MAT.
P-1	0,80	2,10	1,80	2,10	METAL
P-2	0,80	2,10	0,90	2,10	METAL
P-3	0,30	2,10	0,90	1,80	METAL
P-4	0,30	2,10	1,30	1,80	METAL
P-5	0,80	2,10	2,30	2,10	METAL
P-6	0,80	2,10	2,35	2,10	METAL
P-7	0,80	2,10	2,40	2,10	METAL
P-8	0,80	2,10	1,75	2,10	METAL
Pe-1	0,80	2,50	4,75	2,50	METAL
Pe-2	0,80	2,50	4,78	2,50	METAL
Pe-3	0,80	2,50	1,80	2,50	METAL
Pe-4	0,80	2,50	3,30	2,50	METAL
Pe-5	0,80	2,50	1,80	2,50	METAL
Pe-6	0,80	2,10	4,50	1,50	ALUM.
V-1	0,60	2,10	0,90	2,10	ALUM.
V-2	0,60	2,10	0,90	1,50	ALUM.
V-3	0,60	2,10	0,70	0,50	ALUM.
V-4	1,50	2,10	2,05	0,50	ALUM.
V-5	1,50	2,10	2,05	0,50	ALUM.
V-6	1,10	2,10	1,65	1,80	ALUM.



DETALLE DE PUERTAS

Escala: 1/25

PUERTA METALICA DE 1 HOJA DEBERA SER CUBIERTA CON PINTURA NEGRA ANTICORROSIVA

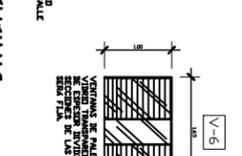
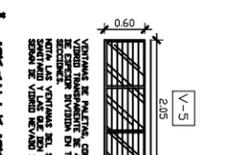
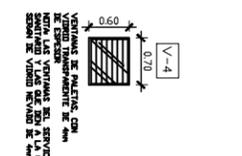
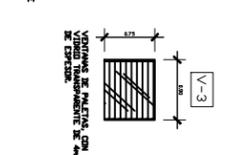
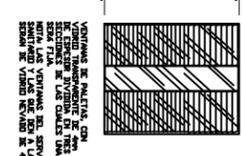
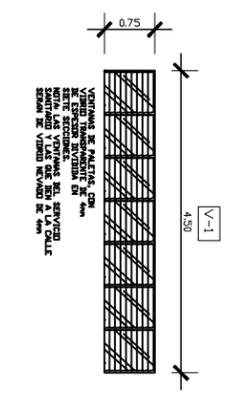
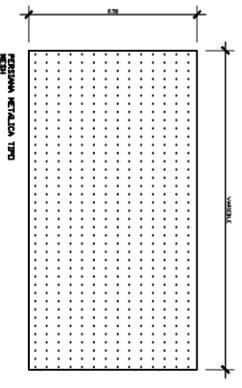
PUERTA METALICA DE 1 HOJA DEBERA SER CUBIERTA CON PINTURA NEGRA ANTICORROSIVA

PUERTA METALICA DE 1 HOJA DEBERA SER CUBIERTA CON PINTURA NEGRA ANTICORROSIVA

PUERTA METALICA DE 2 HOJAS DEBERA SER CUBIERTA CON PINTURA NEGRA ANTICORROSIVA

PUERTA METALICA DE 2 HOJAS DEBERA SER CUBIERTA CON PINTURA NEGRA ANTICORROSIVA

PUERTA METALICA DE 2 HOJAS DEBERA SER CUBIERTA CON PINTURA NEGRA ANTICORROSIVA

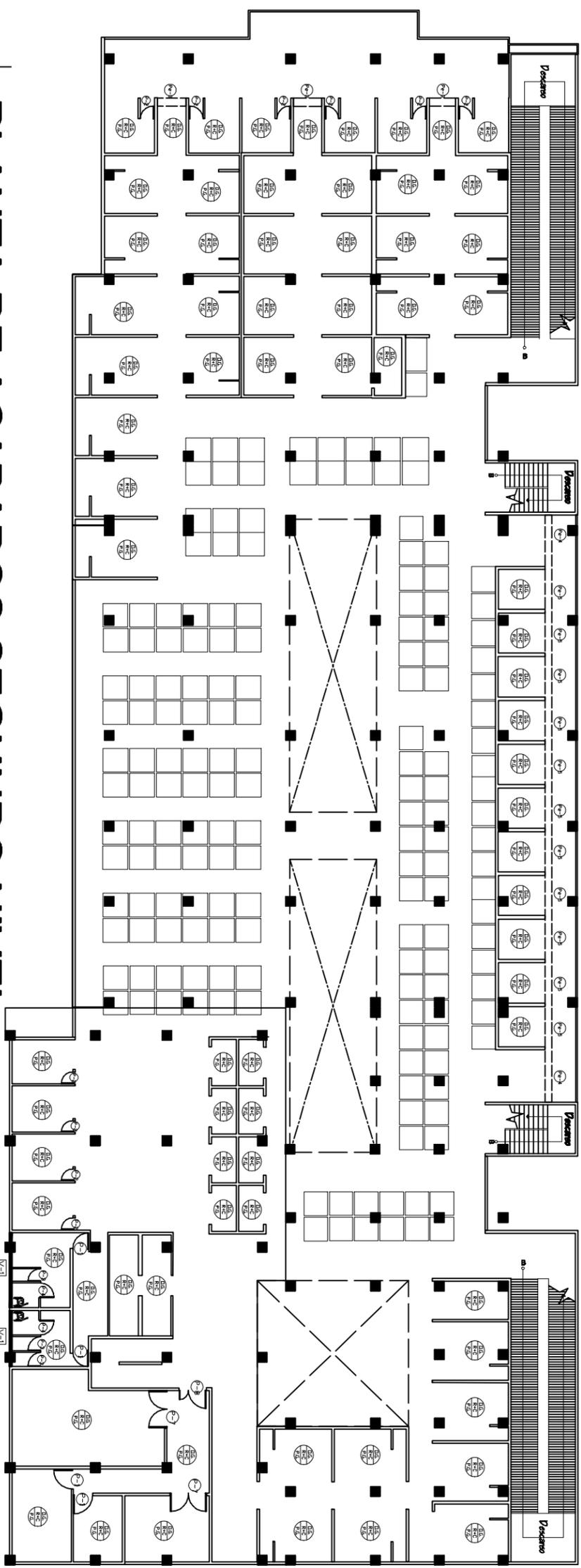


NOTA IMPORTANTE: TODAS LAS COLUMNAS QUEDAN EN OBRA GRIS

DETALLE DE VENTANAS

Escala: 1/25

PROYECTISTA	INGENIERO CIVIL
AMANTILLAN	INGENIERO CIVIL
CONSTRUCCION DE SERVICIOS MUNICIPALES S.A.	INGENIERO CIVIL
CHACABANDA MUNICIPAL, AMANTILLAN	INGENIERO CIVIL
PROYECTISTA	INGENIERO CIVIL
AMANTILLAN	INGENIERO CIVIL
CONSTRUCCION DE SERVICIOS MUNICIPALES S.A.	INGENIERO CIVIL
CHACABANDA MUNICIPAL, AMANTILLAN	INGENIERO CIVIL
PROYECTISTA	INGENIERO CIVIL
AMANTILLAN	INGENIERO CIVIL
CONSTRUCCION DE SERVICIOS MUNICIPALES S.A.	INGENIERO CIVIL
CHACABANDA MUNICIPAL, AMANTILLAN	INGENIERO CIVIL
PROYECTISTA	INGENIERO CIVIL
AMANTILLAN	INGENIERO CIVIL
CONSTRUCCION DE SERVICIOS MUNICIPALES S.A.	INGENIERO CIVIL
CHACABANDA MUNICIPAL, AMANTILLAN	INGENIERO CIVIL

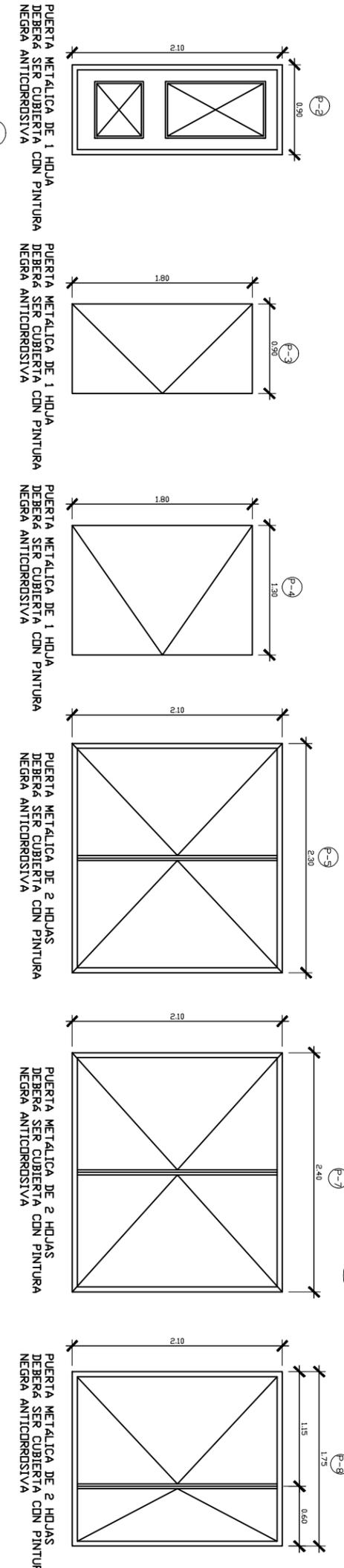


PLANTA DE ACABADOS SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1/150



SIMBOLOGIA DE ACABADOS	
	PUERTA TIPO
	PUERTA TIPO
	VENTANA TIPO
R+C	REPELLO + CERCHOS VERTICALES
PO	PISO DE GRANITO
O.A.	OBRA GRIS



PUERTA METALICA DE 1 HOJA DEBERÁ SER CUBIERTA CON PINTURA NEGRA ANTICORROSIVA

PUERTA METALICA DE 1 HOJA DEBERÁ SER CUBIERTA CON PINTURA NEGRA ANTICORROSIVA

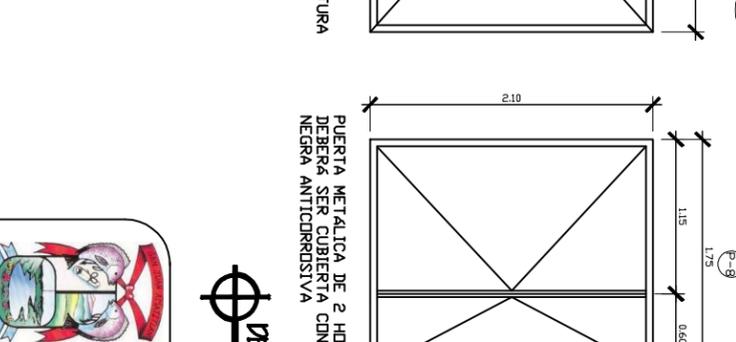
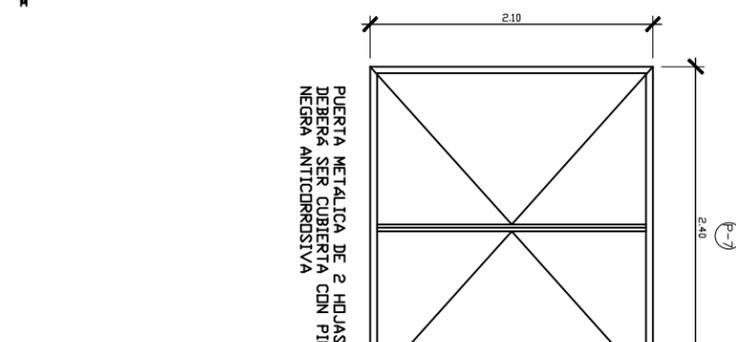
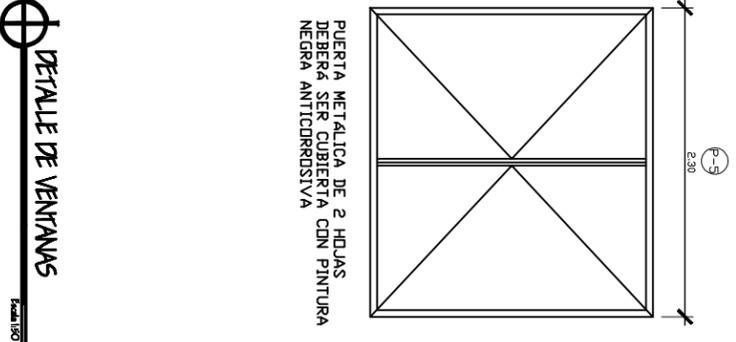
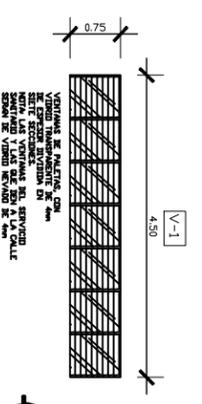
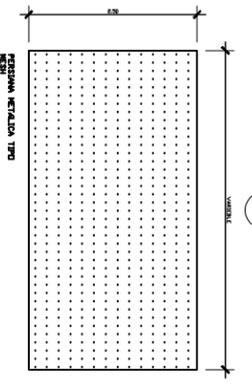
PUERTA METALICA DE 1 HOJA DEBERÁ SER CUBIERTA CON PINTURA NEGRA ANTICORROSIVA

PUERTA METALICA DE 2 HOJAS DEBERÁ SER CUBIERTA CON PINTURA NEGRA ANTICORROSIVA

PUERTA METALICA DE 2 HOJAS DEBERÁ SER CUBIERTA CON PINTURA NEGRA ANTICORROSIVA

PUERTA METALICA DE 2 HOJAS DEBERÁ SER CUBIERTA CON PINTURA NEGRA ANTICORROSIVA

DETALLE DE PUERTAS



PLANILLA DE PUERTAS Y VENTANAS			
TIPO	SILAR	DINTEL	ANCHO ALTO MAT.
P-1	0,00	2,10	1,00 2,10 METAL
P-2	0,00	2,10	0,90 2,10 METAL
P-3	0,30	2,10	0,90 1,80 METAL
P-4	0,30	2,10	1,30 1,80 METAL
P-5	0,00	2,10	2,30 2,10 METAL
P-6	0,00	2,10	2,35 2,10 METAL
P-7	0,00	2,10	2,40 2,10 METAL
P-8	0,00	2,10	1,75 2,10 METAL
P-9	0,00	2,50	4,78 2,50 METAL
P-10	0,00	2,50	1,80 2,50 METAL
P-11	0,00	2,50	3,30 2,50 METAL
P-12	0,00	2,50	2,56 2,50 METAL
P-13	0,60	2,10	4,50 2,00 ALUM.
P-14	0,60	2,10	0,90 1,50 ALUM.
P-15	1,50	2,10	0,70 0,50 ALUM.
P-16	1,50	2,10	2,05 0,50 ALUM.
P-17	1,10	2,10	1,65 1,00 ALUM.

NOTA IMPORTANTE: TODAS LAS COLUMNAS QUEDAN EN OBRA GRIS

DETALLE DE VENTANAS

ACABADOS SEGUNDO NIVEL

PROYECTO: CONTINUACION DE SERVICIO MUNICIPAL, No. 1
CARRERA MUNICIPAL, AMATITLAN

PROYECTISTA: INGENIERO CIVIL
AMATITLAN

CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE AMATITLAN

UBICACION: CARRERA MUNICIPAL, AMATITLAN

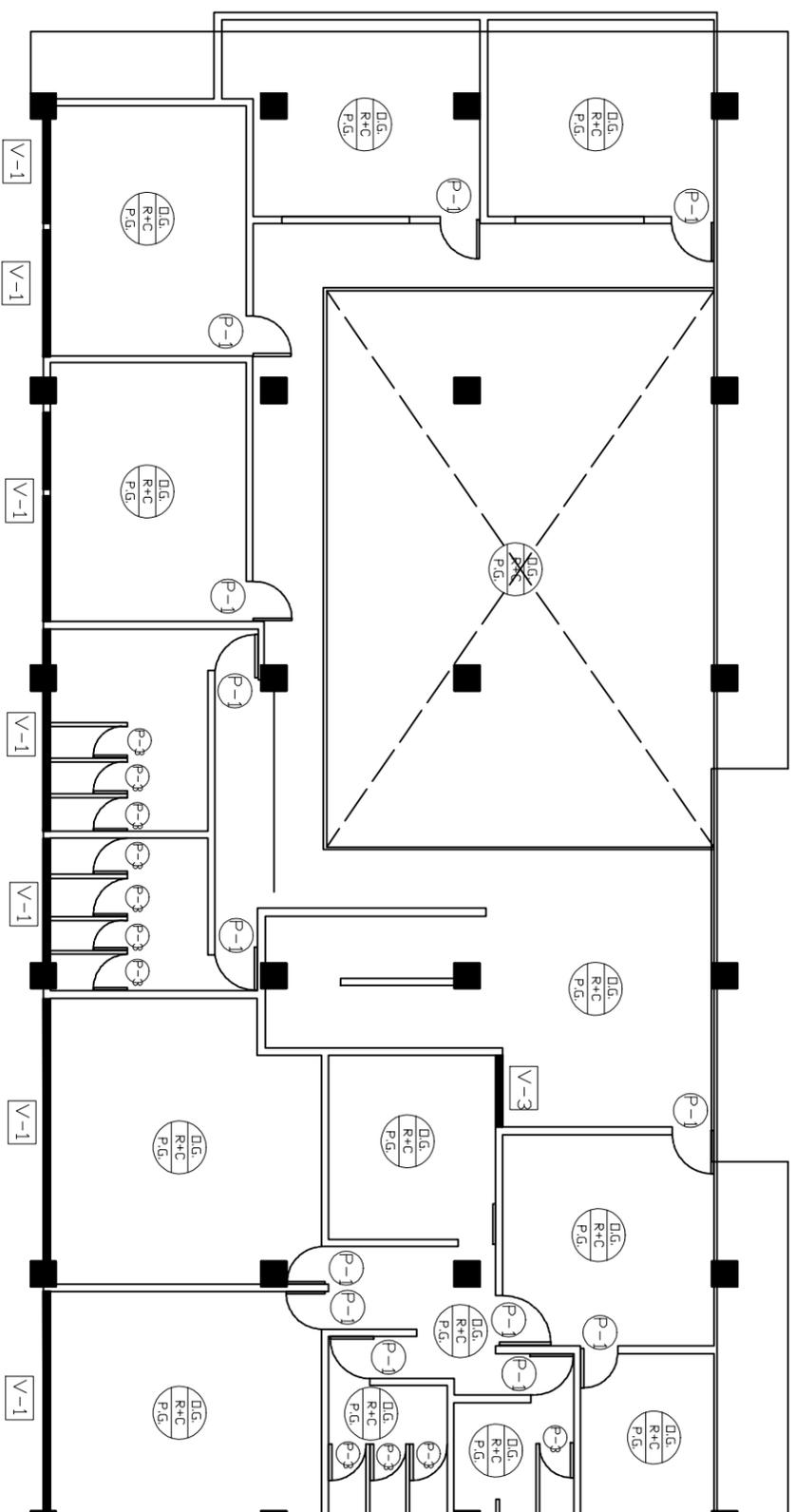
FECHA: MARZO 2008

ELABORADO POR: INGENIERO CIVIL
AMATITLAN

REVISADO POR: INGENIERO CIVIL
AMATITLAN

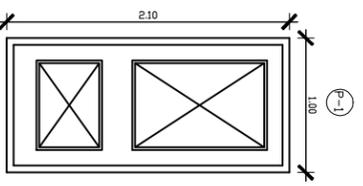
APROBADO POR: INGENIERO CIVIL
AMATITLAN

FECHA: MARZO 2008

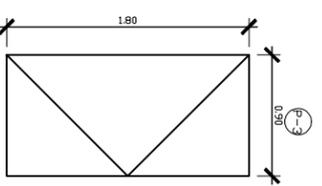


PLANTA DE ACABADOS TERCER NIVEL

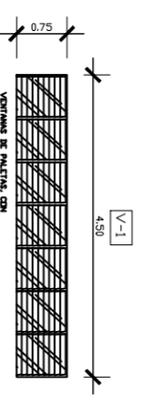
ESCALA 1/75



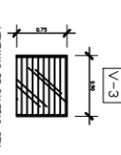
PUERTA METALICA DE 1 HOJA DEBERA SER CUBIERTA CON PINTURA NEGRA ANTICORROSIVA



PUERTA METALICA DE 1 HOJA DEBERA SER CUBIERTA CON PINTURA NEGRA ANTICORROSIVA



VENTANA DE ALUMINIO CON REJILLA TRANSPARENTES EN TANTO COMO SE RECONSTRUYA EN SU ENTORNO. EN LOS CASOS EN QUE SE RECONSTRUYA SIN SER RECONSTRUYA EN SU ENTORNO. EN LOS CASOS EN QUE SE RECONSTRUYA SIN SER RECONSTRUYA EN SU ENTORNO.



VENTANA DE ALUMINIO CON REJILLA TRANSPARENTES EN TANTO COMO SE RECONSTRUYA EN SU ENTORNO. EN LOS CASOS EN QUE SE RECONSTRUYA SIN SER RECONSTRUYA EN SU ENTORNO.

DETALLE DE VENTANAS

Escala 1/50

SIMBOLOGIA DE ACABADOS	
	PUERTA TIPO
	PUERTA TIPO
	VENTANA TIPO
	REPELIDO + CERCHIO VERTICAL
	PISO DE GRANITO
	OP. GRIS

PLANILLA DE PUERTAS Y VENTANAS						
TIPO	SILAR	DINTEL	ANCHO	ALTO	MAT.	
P-1	0.80	2.10	1.80	2.10	2.10	METAL
P-2	0.80	2.10	0.90	2.10	2.10	METAL
P-3	0.30	2.10	0.90	1.80	1.80	METAL
P-4	0.30	2.10	1.30	1.80	1.80	METAL
P-5	0.80	2.10	2.30	2.10	2.10	METAL
P-6	0.80	2.10	2.35	2.10	2.10	METAL
P-7	0.80	2.10	2.40	2.10	2.10	METAL
P-8	0.80	2.10	1.75	2.10	2.10	METAL
P-9	0.80	2.50	4.78	2.50	2.50	METAL
P-10	0.80	2.50	1.80	2.50	2.50	METAL
P-11	0.80	2.50	4.78	2.50	2.50	METAL
P-12	0.80	2.50	3.30	2.50	2.50	METAL
P-13	0.80	2.50	2.56	2.50	2.50	METAL
P-14	0.60	2.10	0.90	1.50	1.50	ALUM.
P-15	0.60	2.10	2.05	0.60	0.60	ALUM.
P-16	1.10	2.10	1.65	1.00	1.00	ALUM.

DETALLE DE PUERTAS

NOTA IMPORTANTE: TODAS LAS COLUMNAS QUEDAN EN OBRA GRIS

PROYECTO: CONSTRUCCION DE SERVIDIO MUNICIPAL No. 1
CARRICERA MUNICIPAL AMANTLA

PROYECTISTA: **ING. JUAN CARLOS GONZALEZ**
INGENIERO EN ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA
CARRICERA MUNICIPAL AMANTLA

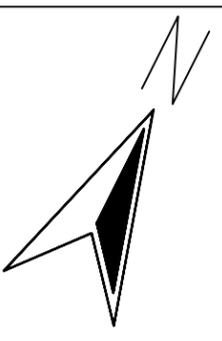
PROYECTISTA: **ING. JUAN CARLOS GONZALEZ**
INGENIERO EN ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA
CARRICERA MUNICIPAL AMANTLA

MAJOR CALIFICADO: **ING. JUAN CARLOS GONZALEZ**
INGENIERO EN ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA
CARRICERA MUNICIPAL AMANTLA

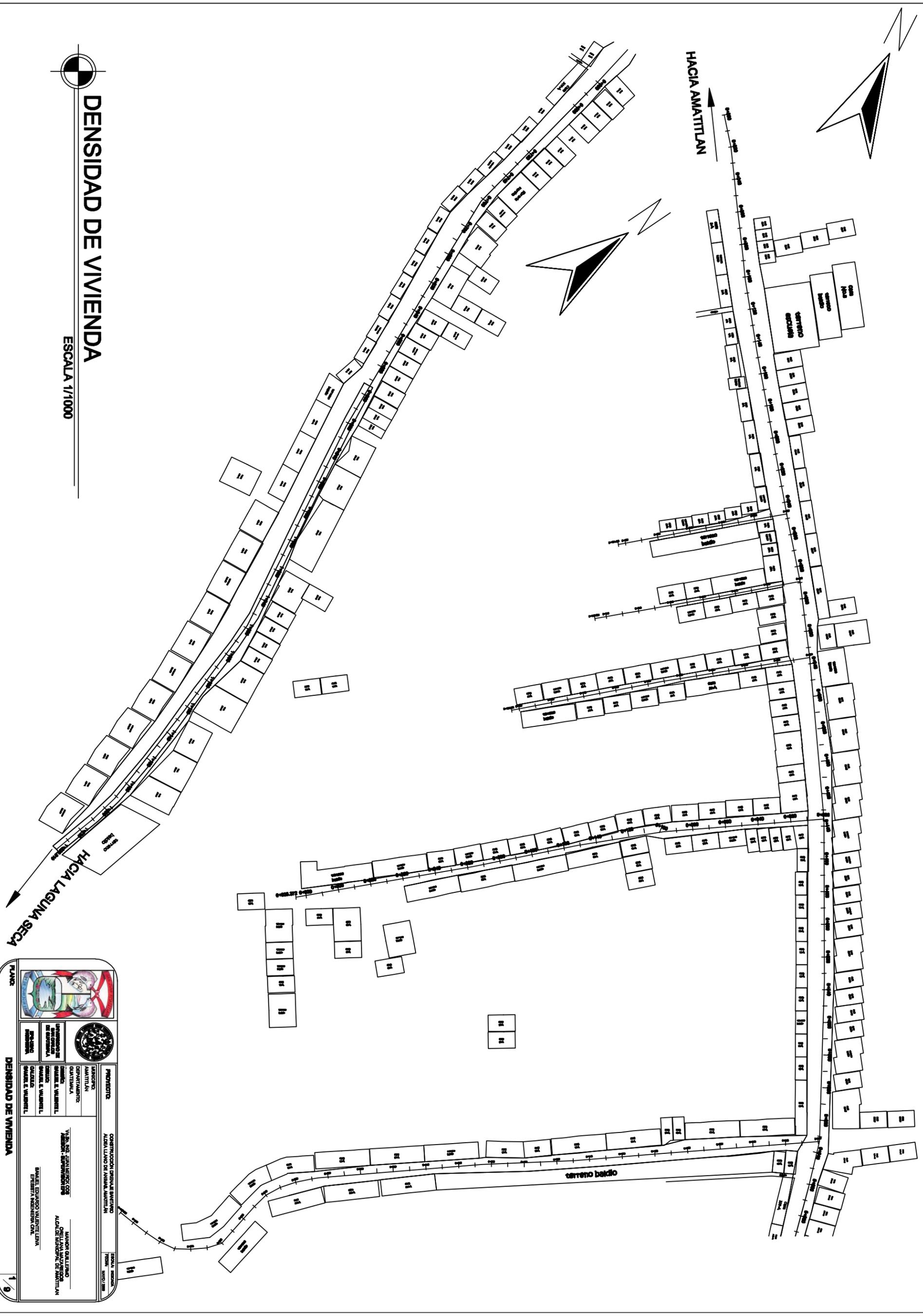
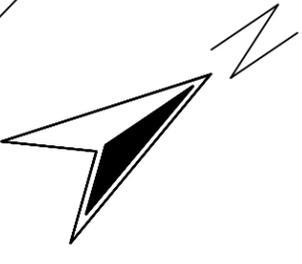
MAJOR CALIFICADO: **ING. JUAN CARLOS GONZALEZ**
INGENIERO EN ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA
CARRICERA MUNICIPAL AMANTLA

ACABADOS TERCER NIVEL

40 / 40



HACIA AMATITLAN



DENSIDAD DE VIVIENDA

ESCALA 1/1000

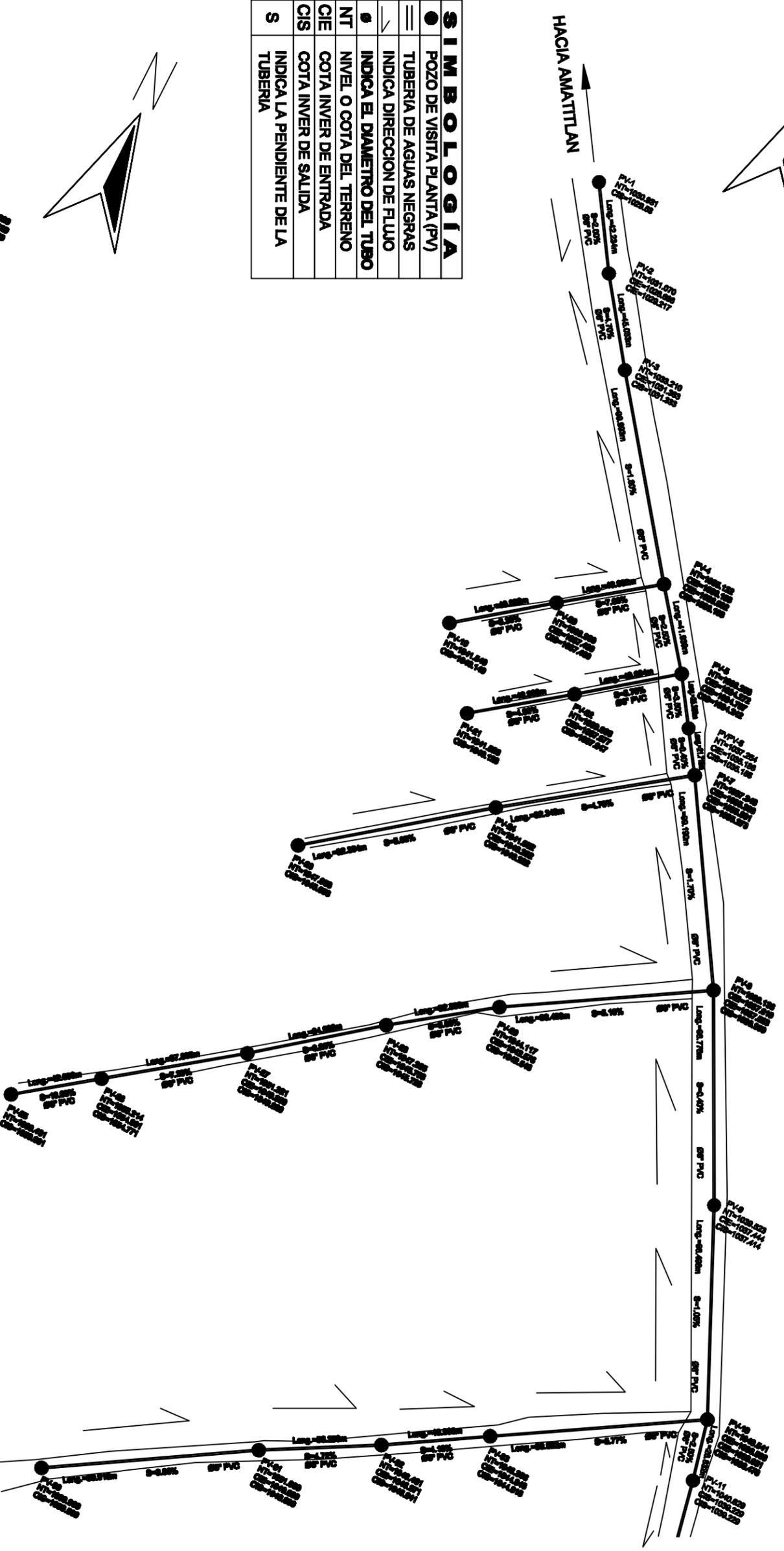
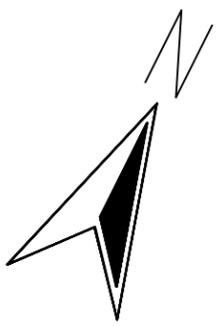


PROYECTO: CONSTRUCCION DE UNAS VIVIENDAS ALDEA LINDA DE SAN RAFAEL AMATITLAN		FECHA: MARZO 2008	
MUNICIPIO: AMATITLAN		DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
DIRECCION: SANTOS E. VALDEVELL		PROYECTISTA: SANTOS E. VALDEVELL	
CLIENTE: SANTOS E. VALDEVELL		PROYECTO DE: DENSIDAD DE VIVIENDA	
VER EN: JUNIEMBRE 2008		MADE EN: JUNIO 2008	
PROYECTADO POR: SANTOS E. VALDEVELL		ALCALDE MUNICIPAL DE AMATITLAN: SAMUEL EDUARDO VALDEVELLA	
PROYECTADO POR: SANTOS E. VALDEVELL		PROYECTADO POR: SANTOS E. VALDEVELL	

PLANO

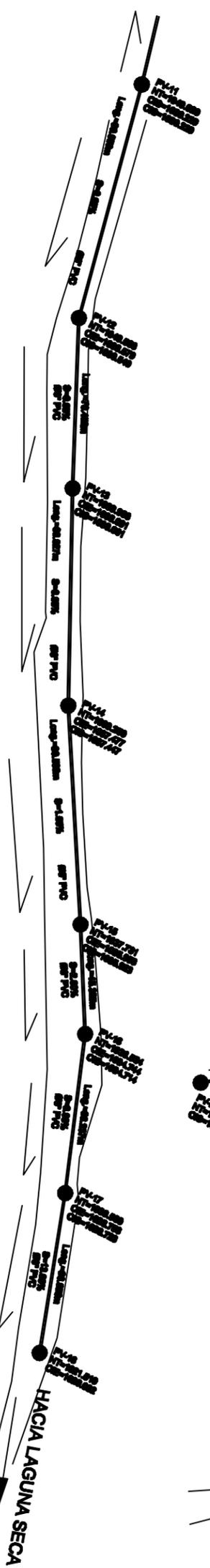
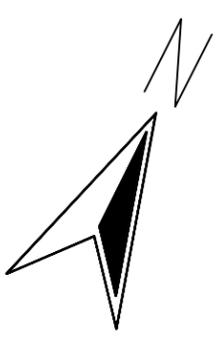
DENSIDAD DE VIVIENDA

1/9



S I M B O L O G I A

●	POZO DE VISITA PLANTA (PV)
≡	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS
↗	INDICA DIRECCION DE FLUJO
●	INDICA EL DIAMETRO DEL TUBO
NT	NIVEL O COTA DEL TERRENO
CIE	COTA INVER DE ENTRADA
CIS	COTA INVER DE SALIDA
S	INDICA LA PENDIENTE DE LA TUBERIA



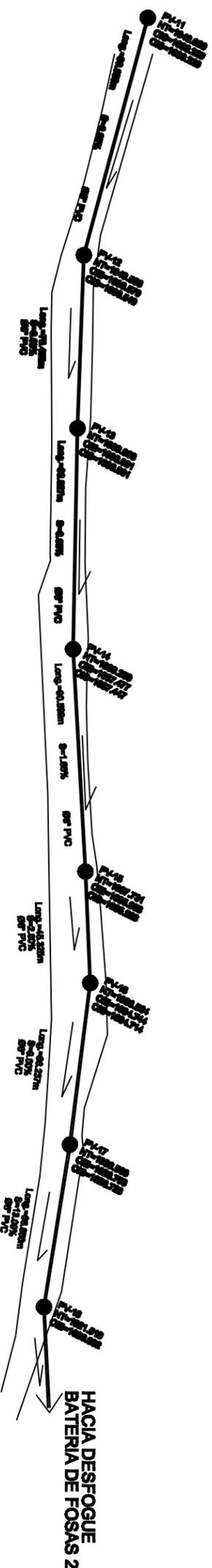
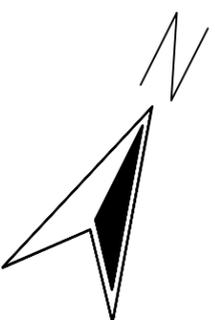
PLANTA GENERAL DEL PROYECTO

ESCALA 1/1000

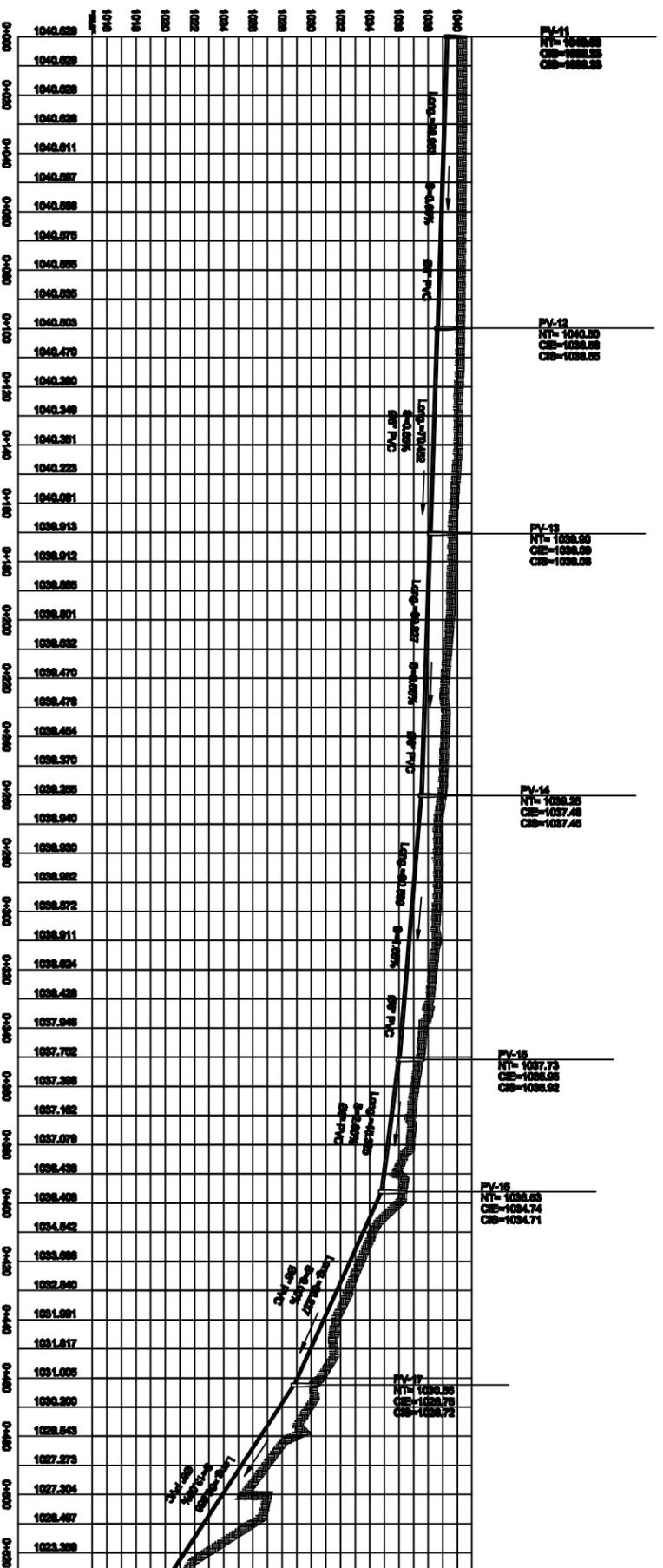
La tubería deberá ser PVC norma ASTM 3034

<p>PROYECTO: CONSTRUCCION DE UNAS BARRIDAS ALBA LLANO DE SAN JUAN AMATITLAN</p>	<p>FECHA: MAYO 2008</p>
<p>UBICACION: AMATITLAN DEPARTAMENTO GUATEMALA</p>	<p>PROYECTOS: CONSTRUCCION DE BARRIDAS EN AMATITLAN</p>
<p>CLIENTE: SABER E. VALDERRAMA SABER E. VALDERRAMA</p>	<p>PROYECTISTA: SABER E. VALDERRAMA ALONSO BARRERA SABER E. VALDERRAMA</p>
<p>PLANO: PLANTA GENERAL</p>	<p>HOJA: 2 / 9</p>

ALTURAS	
PV-11	1.40 m
PV-12	1.95 m
PV-13	1.84 m
PV-14	1.80 m
PV-15	1.81 m
PV-16	1.82 m
PV-17	1.94 m
PV-18	1.49 m



SIMBOLOGIA	
●	POZO DE VISTA PLANTA (PV)
⊥	POZO DE VISTA ELEVACION (PV)
≡	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS
↗	INDICA DIRECCION DE FLUJO
⊙	INDICA EL DIAMETRO DEL TUBO
NT	NIVEL O COTA DEL TERRENO
CIE	COTA INVER DE ENTRADA
CIS	COTA INVER DE SALIDA
S	INDICA LA PENDIENTE DE LA TUBERIA

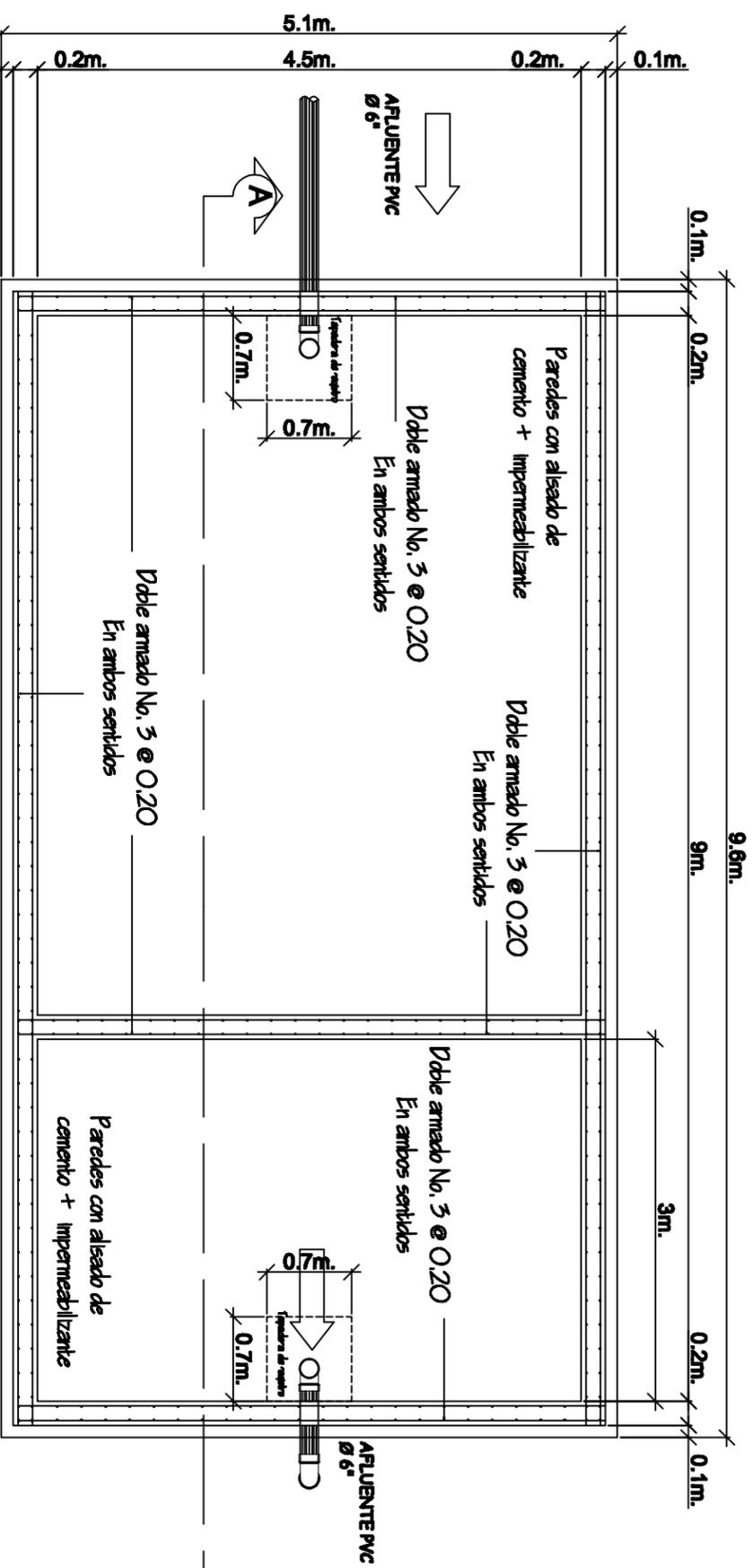


PLANTA - PERFIL PV - 11 a PV - 18

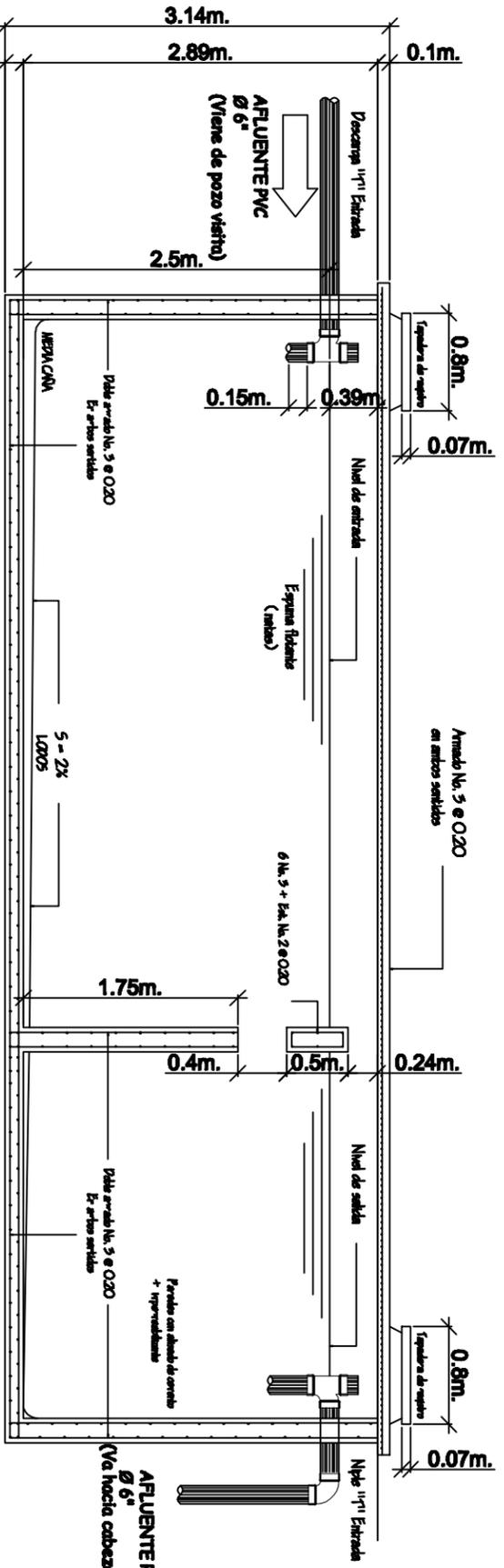
ESCALA HORIZONTAL 1/1000
ESCALA VERTICAL 1/200

La tubería deberá ser PVC norma ASTM 3034

PROYECTO: CONSTRUCCION DE UNAS BARRIDAS ALCALDIA DE SAN CARLOS, GUATEMALA	FECHA: MAYO 2008
INGENIERO: AMANTILLAN DEPARTAMENTO: GUATEMALA	MANEJO DEL DISEÑO: ALONSO BALBUENA, DEPARTAMENTO GUATEMALA
PROYECTADO POR: INGENIERO EN SISTEMAS DE SANITARIA GUATEMALA	VERIFICADO POR: INGENIERO EN SISTEMAS DE SANITARIA GUATEMALA
PROYECTO: SANITARIO GUATEMALA	PROYECTO: SANITARIO GUATEMALA
PLANTA - PERFIL	
4 / 9	



Planta de fosa séptica 1
ESCALA 1/25



Sección A - A de fosa séptica
ESCALA 1/25

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Las fosas sépticas deben construirse 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 unificar las aguas de lluvia a las residuales; se debe evitar el uso de químicos para la limpieza de la fosa y el verimiento de aceites. Se debe inspeccionar por lo menos dos veces por año, dicha inspección se debe limitar a medir los niveles de lodos y la nata en el deflector de salida.

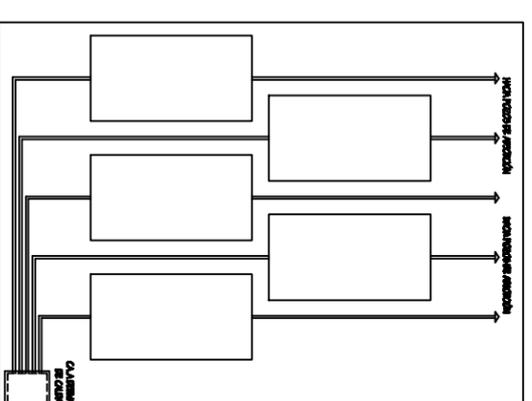
La limpieza debe efectuarse mediante bomba a vehículos cisterna y no debe lavarse ni desinfectarse después de desocupada, ya que la pequeña cantidad de lodos que quede debe dejarse para propósitos de inoculación y reactivación del proceso de digestión.

Advertencia:

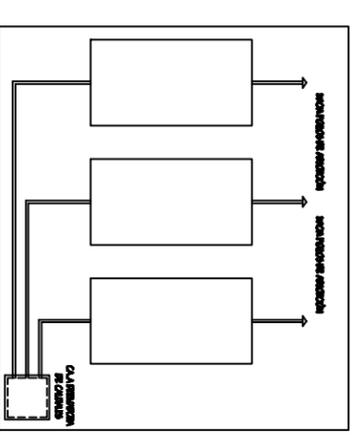
Al abrir el registro de la fosa séptica para hacer la limpieza o inspección, se debe tener cuidado de esperar un tiempo adecuado hasta tener la seguridad de que el tanque se ha ventilado lo suficiente, pues los gases que se acumulan pueden causar explosiones o asfixia.

NUNCA SE USEN CERILLOS O ANTORCHAS PARA INSPECCIONAR UNA FOSA SEPTICA.

Baterías de fosas sépticas 1



Baterías de fosas sépticas 2



Baterías de fosas sépticas
ESCALA 1/200

	PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE UNAS BATERIAS ALBERLLANO DE AMATITLAN	ESCALA: 1/200 FECHA: MARZO 2008
	PROYECTISTA: AMATITLAN GERENTE GENERAL: QUATZEMALA	VALOR: ING. JUAN MEXICO ING. JUAN MEXICO ING. JUAN MEXICO
PROYECTISTA: AMATITLAN GERENTE GENERAL: QUATZEMALA	VALOR: ING. JUAN MEXICO ING. JUAN MEXICO ING. JUAN MEXICO	PROYECTISTA: AMATITLAN GERENTE GENERAL: QUATZEMALA
PROYECTISTA: AMATITLAN GERENTE GENERAL: QUATZEMALA	VALOR: ING. JUAN MEXICO ING. JUAN MEXICO ING. JUAN MEXICO	PROYECTISTA: AMATITLAN GERENTE GENERAL: QUATZEMALA

DETALLES DE ARMADO FOSA SEPTICA 1