



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA  
ALDEA SANTA ROSALÍA Y LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES  
PARA EL CASCO URBANO, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA**

**Gili Fabrizio Aguilar Morales**

Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, febrero de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA  
ALDEA SANTA ROSALÍA Y LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES  
PARA EL CASCO URBANO, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**GILI FABRIZIO AGUILAR MORALES**  
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

### **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SANTA ROSALÍA Y LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASCO URBANO, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha septiembre de 2012



**Gili Fabrizio Aguilar Morales**



Guatemala, 13 de octubre de 2014  
REF.EPS.DOC.1060.10.2014

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

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Gili Fabrizio Aguilar Morales** con carné No. **200946396**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SANTA ROSALÍA Y LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CÁSCO URBANO, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA.**

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



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,  
24 de octubre de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SANTA ROSALÍA Y LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASCO URBANO, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Gili Fabrizio Aguilar Morales, con Carnet No. 200946396, 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 ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

Más de **134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua**





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,  
26 de noviembre de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SANTA ROSALÍA Y LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASCO URBANO, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Gili Fabrizio Aguilar Morales, con Carnet No. 200946396, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

Se aprueba el referido trabajo, con la salvedad que se utilizó una carga viva de 200 Kg/M<sup>2</sup>. para aulas y la Jefatura sugirió que utilizara una carga viva de 400 Kg/M<sup>2</sup>. Solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 27 de noviembre de 2014  
Ref.EPS.D.700.11.14

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SANTA ROSALÍA Y LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASCO URBANO, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Gili Fabrizio Aguilar Morales, carné 200946396**, 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 Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS

SJRS/ra







**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Gili Fabrizio Aguilar Morales, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SANTA ROSALÍA Y LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASCO URBANO, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, enero 2015.

/bbdeb.

Mas de *134* años de Trabajo Académico y Mejora Continua





DTG. 037.2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SANTA ROSALÍA Y LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASCO URBANO, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA,** presentado por el estudiante universitario **Gili Fabrizio Aguilar Morales,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

A large, handwritten signature in black ink, appearing to read 'Murphy Olympto Paiz Recinos', written over a large, empty oval shape.

Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 4 de febrero de 2015



/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Quien provee sabiduría, conocimiento e inteligencia y ha sido una importancia influencia en mi carrera.
<b>Mis padres</b>	Julio César Aguilar Solares y María Dalila Morales Aragón, por brindarme su apoyo durante toda mi carrera.
<b>Mi hermano</b>	Joshua Ariel Aguilar Morales.
<b>Mi familia en general</b>	Con mucho aprecio y afecto por sus buenos deseos, apoyo y palabras de aliento que me han dado.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>		Por darme sabiduría, bienes y permitirme finalizar la carrera de Ingeniería Civil.
<b>Mis padres</b>		Por brindarme su apoyo y consejo, además de ser un modelo a seguir.
<b>Ing. Juan Merck Cos</b>		Por la asesoría, consejos, amistad y paciencia durante la elaboración del presente trabajo de graduación.
<b>Facultad de Ingeniería</b>		Por permitir mi formación académica.
<b>Municipalidad de Esquipulas</b>		Por darme la oportunidad de realizar el presente trabajo de graduación en su localidad y brindarme apoyo durante el Ejercicio Profesional Supervisado.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía de la aldea Santa Rosalía .....	1
1.1.1. Descripción morfológica de la comunidad .....	1
1.1.2. Clima .....	2
1.1.3. Tipo de viviendas y actividad económica.....	2
1.1.4. Población y demografía .....	3
1.1.5. Servicios públicos .....	3
1.1.6. Educación.....	4
1.1.7. Salud .....	4
1.1.8. Agua potable.....	4
1.1.9. Alcantarillado .....	4
1.1.10. Energía eléctrica.....	5
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Santa Rosalía.....	5
1.2.1. Descripción de necesidades .....	5
1.2.2. Evaluación y priorización de necesidades .....	6

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	7
2.1.	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Santa Rosalía, municipio de Esquipulas, Chiquimula .....	7
2.1.1.	Descripción del proyecto .....	7
2.1.2.	Levantamiento topográfico .....	7
2.1.2.1.	Topografía .....	8
2.1.2.2.	Planimetría .....	9
2.1.2.3.	Altimetría .....	9
2.1.3.	Diseño del sistema .....	9
2.1.3.1.	Descripción del sistema a utilizar .....	10
2.1.3.2.	Período de diseño .....	10
2.1.3.3.	Población de diseño .....	11
2.1.3.4.	Dotación .....	12
2.1.3.5.	Factor de retorno .....	12
2.1.3.6.	Factor de flujo instantáneo .....	12
2.1.3.7.	Caudal sanitario .....	13
2.1.3.7.1.	Caudal domiciliar.....	13
2.1.3.7.2.	Caudal de infiltración.....	14
2.1.3.7.3.	Caudal por conexiones ilícitas .....	15
2.1.3.7.4.	Caudal comercial .....	16
2.1.3.7.5.	Factor de caudal medio .....	16
2.1.3.7.6.	Caudal de diseño .....	17
2.1.3.7.7.	Selección del tipo de tubería .....	18
2.1.3.7.8.	Diseño de secciones y pendientes.....	18

	2.1.3.7.9.	Velocidades máximas y mínimas .....	18
	2.1.3.7.10.	Cotas Invert .....	18
	2.1.3.7.11.	Diámetro de tubería.....	19
	2.1.3.7.12.	Pozos de visita .....	19
	2.1.3.7.13.	Conexiones domiciliares.....	20
	2.1.3.7.14.	Profundidad de tubería .....	21
	2.1.3.7.15.	Principios hidráulicos....	22
	2.1.3.7.16.	Relaciones hidráulicas..	22
	2.1.3.8.	Propuesta de tratamiento de las aguas servidas.....	25
	2.1.3.8.1.	Fosas sépticas.....	27
	2.1.3.9.	Planos.....	44
	2.1.3.10.	Presupuesto del proyecto .....	45
	2.1.3.11.	Evaluación socioeconómica.....	46
	2.1.3.11.1.	Valor Presente Neto .....	46
	2.1.3.11.2.	Tasa Interna de Retorno.....	47
	2.1.3.12.	Evaluación de Impacto Ambiental Inicial .....	48
2.2.		Diseño de la edificación escolar de dos niveles para el casco urbano, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula.....	49
	2.2.1.	Descripción del proyecto .....	49
	2.2.2.	Descripción del área disponible .....	50
	2.2.3.	Determinación del valor soporte del suelo .....	50
	2.2.4.	Normas a utilizar para el diseño de edificios.....	52



2.2.4.1.	Criterios generales .....	52
2.2.4.2.	Criterios de conjunto .....	53
2.2.4.3.	Criterios de iluminación .....	53
2.2.4.4.	Otros criterios .....	53
2.2.5.	Diseño arquitectónico .....	54
2.2.5.1.	Ubicación de la edificación escolar en el terreno .....	54
2.2.5.2.	Distribución de ambientes .....	54
2.2.5.3.	Altura del edificio .....	55
2.2.6.	Selección del sistema estructural a utilizar .....	55
2.2.6.1.	Predimensionamiento de elementos estructurales .....	56
2.2.6.2.	Cargas de diseño .....	60
2.2.6.2.1.	Cargas verticales en marcos dúctiles con nudos rígidos .....	60
2.2.6.2.2.	Cargas horizontales en marcos dúctiles con nudos rígidos .....	65
2.2.6.3.	Fuerzas sísmicas .....	66
2.2.6.4.	Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nudos rígidos .....	75
2.2.6.5.	Análisis de marcos dúctiles por medio de software y comprobación por medio de análisis estructural numérico .....	80
2.2.6.6.	Envolvente de momentos .....	80
2.2.6.7.	Diagramas de corte .....	87
2.2.6.8.	Diseño de losas .....	93

2.2.6.9.	Diseño de vigas .....	94
2.2.6.10.	Diseño de columnas .....	113
2.2.6.11.	Diseño de gradas.....	129
2.2.6.12.	Diseño de cimientos .....	131
2.2.6.13.	Muros tabique .....	169
2.2.7.	Instalaciones.....	172
2.2.7.1.	Agua potable.....	172
2.2.7.2.	Drenajes .....	174
2.2.7.3.	Electricidad .....	177
2.2.8.	Elaboración de planos .....	181
2.2.9.	Elaboración de presupuesto .....	183
2.2.10.	Evaluación de Impacto Ambiental Inicial .....	187
CONCLUSIONES .....		189
RECOMENDACIONES.....		191
BIBLIOGRAFÍA.....		193
APÉNDICES .....		195
ANEXOS .....		205



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Fosa séptica.....	34
2.	Análisis de volteo de fosa séptica .....	39
3.	Sección de viga propuesta .....	57
4.	Sección de columna propuesta .....	59
5.	Modelo matemático, eje A y M, módulo 1 y 3.....	75
6.	Modelo matemático, eje B y L, módulo 1 y 3.....	75
7.	Modelo matemático, eje C y K, módulo 1 y 3 .....	76
8.	Modelo matemático, eje 1 Y 8, módulo 1 y 3 .....	76
9.	Modelo matemático, eje 2 al 7, módulo 1 y 3 .....	77
10.	Modelo matemático, eje E y I, módulo 2 .....	77
11.	Modelo matemático, eje F al H, módulo 2 .....	78
12.	Modelo matemático, eje 2', módulo 2.....	78
13.	Modelo matemático, eje 3, módulo 2.....	79
14.	Modelo matemático, eje 3', módulo 2.....	79
15.	Envolvente de momentos para vigas, eje E y I, módulo 2.....	82
16.	Envolvente de momentos para columnas, eje E y I, módulo 2.....	82
17.	Envolvente de momentos para vigas, eje F al H, módulo 2 .....	83
18.	Envolvente de momentos para columnas, eje F al H módulo 2 .....	83
19.	Envolvente de momentos para vigas, eje 2' módulo 2 .....	84
20.	Envolvente de momentos para columnas, eje 2' módulo 2 .....	84
21.	Envolvente de momentos para vigas, eje 3 módulo 2 .....	85
22.	Envolvente de momentos para columnas, eje 3 módulo 2 .....	85
23.	Envolvente de momentos para vigas, eje 3' módulo 2 .....	86

24.	Envolvente de momentos para columnas, eje 3' módulo 2.....	86
25.	Corte en vigas, eje E y I, módulo 2 .....	88
26.	Corte en columnas, eje E y I, módulo 2 .....	89
27.	Corte en vigas, eje F al H, módulo 2.....	89
28.	Corte en columnas, eje F al H, módulo 2.....	90
29.	Corte en vigas, eje 2' módulo 2.....	90
30.	Corte en columnas, eje 2' módulo 2.....	91
31.	Corte en vigas, eje 3, módulo 2 .....	91
32.	Corte en columnas, eje 3 módulo 2 .....	92
33.	Corte en vigas, eje 3' módulo 2.....	92
34.	Corte en columnas, eje 3' módulo 2.....	93
35.	Vigueta .....	94
36.	Envolvente de momentos, vigas primer nivel, eje 3 módulo 2 .....	95
37.	Corte último, vigas primer nivel, eje 3 módulo 2 .....	95
38.	Corte actuante y corte resistente .....	103
39.	Armado de viga E-F (V-26), eje 3, primer nivel, módulo 2 .....	105
40.	Diagrama de iteración .....	123
41.	Armado de columna, módulo 2 .....	128
42.	Armado de gradas .....	131
43.	Diseño típico de zapata concéntrica .....	132
44.	Sección crítica por corte simple, zapata concéntrica .....	135
45.	Sección crítica para corte punzonante, zapata concéntrica .....	136
46.	Armado de zapata concéntrica Z5 .....	139
47.	Diseño típico de zapata combinada (excéntrica y concéntrica) .....	140
48.	Cargas de trabajo sobre zapata combinada .....	140
49.	Presiones sobre el suelo (zapata combinada) .....	145
50.	Diagrama de cuerpo libre (zapata combinada) .....	146
51.	Diagrama de corte y momento (zapata combinada) .....	147

52.	Sección crítica por corte simple en viga transversal (zapata combinada) .....	151
53.	Flexión en viga transversal (zapata combinada) .....	152
54.	Armado de zapata combinada Z6 .....	153
55.	Diseño típico de zapata con viga conectora (zapata excéntrica y zapata concéntrica) .....	154
56.	Diseño de viga conectora (Z4) .....	156
57.	Distribución de áreas de la zapata combinada.....	157
58.	Presión neta sobre cada cimiento .....	159
59.	Presiones últimas por metro lineal .....	160
60.	Diagramas de corte y momentos. Utilizando $P_u$ y $M_u$ .....	160
61.	Chequeo por corte simple .....	162
62.	Chequeo por corte punzonante .....	163
63.	Chequeo de flexión, sentido Y-Y .....	165
64.	Detalle de armado de zapata con viga conectora .....	168

## TABLAS

I.	Chequeo de acero – espaciamiento para fosa séptica.....	38
II.	Cálculo de momentos producidos en punto A.....	40
III.	Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario, para la aldea Santa Rosalía, Esquipulas, Chiquimula .....	45
IV.	Cargas verticales en la estructura .....	61
V.	Integración de cargas verticales.....	64
VI.	Valores C y $C^*S$ .....	67
VII.	Corte basal.....	68
VIII.	Fuerzas por nivel.....	69
IX.	Centro de rigidez, módulo 2 .....	70
X.	Centro de masa, módulo 2 .....	71

XI.	Excentricidad .....	72
XII.	Fuerza por marco, módulo 2 sentido Y .....	74
XIII.	Fuerza por marcos.....	74
XIV.	Envolvente de momentos para vigas, eje 3, módulo 2.....	81
XV.	Diseño de vigas, módulo 1 y 3.....	106
XVI.	Diseño de vigas, módulo 2.....	111
XVII.	Cálculo de columnas.....	127
XVIII.	Diámetros de bajadas pluviales. ....	177
XIX.	Circuitos de iluminación .....	179
XX.	Circuitos de fuerza .....	180
XXI.	Presupuesto de la edificación escolar de tres niveles, para el casco urbano, Esquipulas, Chiquimula .....	183

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>H</b>	Altura
<b>A</b>	Área
<b>AS<sub>var</sub></b>	Área de acero de la varilla
<b>AS<sub>min</sub></b>	Área de acero mínima
<b>AS<sub>temp</sub></b>	Área de acero por temperatura
<b>AS<sub>req</sub></b>	Área de acero requerido
<b>Az</b>	Área de zapata
<b>At</b>	Área tributaria
<b>q<sub>u</sub></b>	Capacidad de carga última
<b>P</b>	Carga axial
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>CMU</b>	Carga muerta última
<b>CU</b>	Carga última
<b>CV</b>	Carga viva
<b>CVU</b>	Carga viva última
<b>Q</b>	Caudal
<b>X<sub>m</sub></b>	Centro de masa en X
<b>Y<sub>m</sub></b>	Centro de masa en Y
<b>X<sub>r</sub></b>	Centro de rigidez en X
<b>Y<sub>r</sub></b>	Centro de rigidez en Y
<b>C</b>	Coeficiente
<b>Cu</b>	Cohesión
<b>V</b>	Corte



<b>Vb</b>	Corte basal
<b>C.I</b>	Cota Invert
<b>Df</b>	Desplante
<b>Ea</b>	Empuje activo
<b>E</b>	Esbeltez
<b>Fd</b>	Estabilidad contra el deslizamiento
<b>Fv</b>	Estabilidad contra el volteo
<b>e</b>	Excentricidad
<b>F.C.U</b>	Factor de carga última
<b>F.C.M</b>	Factor de caudal medio
<b>Nc</b>	Factor de flujo debido a la cohesión
<b>Nq</b>	Factor de flujo debido a la sobrecarga
<b>Ny</b>	Factor de flujo debido al peso del suelo
<b>FH</b>	Factor de flujo instantáneo
<b>Fn</b>	Fuerza de techo o cúspide
<b>I</b>	Intensidad de lluvia mm/h
<b>kg</b>	Kilogramos
<b>kg-m</b>	Kilogramos por metro
<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Kilogramos sobre centímetro cuadrado
<b>kg/m<sup>2</sup></b>	Kilogramos sobre metro cuadrado
<b>kg/m<sup>3</sup></b>	Kilogramos sobre metro cúbico
<b>lb</b>	Libras
<b>Fy</b>	Límite de fluencia del acero
<b>lt/hab/día</b>	Litros por habitante día
<b>lt/s</b>	Litros sobre segundo
<b>M</b>	Momento
<b>N</b>	Número de habitantes servidos
<b>S</b>	Pendiente
<b>d</b>	Peralte efectivo

<b>t</b>	Peralte total de un elemento
<b>T</b>	Periodo de retención
<b>W</b>	Peso
<b>Pa</b>	Presión actuante
<b>f'c</b>	Resistencia del concreto a los 28 días
<b>s</b>	Segundos
<b>@</b>	Separación entre varillas
<b>Ton</b>	Toneladas
<b>Ton-m</b>	Toneladas por metro
<b>Ton/m</b>	Toneladas sobre metro
<b>Ton/m<sup>2</sup></b>	Toneladas sobre metro cuadrado
<b>UH</b>	Unidades mueble o unidades Hunter
<b>Vs</b>	Valor soporte del suelo
<b>v</b>	Velocidad
<b>Vol</b>	Volumen



## GLOSARIO

<b>ACI</b>	Instituto Americano del Concreto
<b>Aguas residuales</b>	Desperdicios sólidos y líquidos transportados por las aguas provenientes de las viviendas, establecimientos, comerciales e industrias.
<b>Análisis estructural</b>	Proceso para determinar los esfuerzos internos, deformaciones y tensiones que actúan sobre una estructura resistente.
<b>Ángulo</b>	Es la amplitud entre dos líneas de cualquier tipo que concurren en un punto común llamado vértice.
<b>Área de acero mínimo</b>	Es la cantidad de acero determinado por la sección y límite de fluencia.
<b>Carga muerta</b>	Peso constante soportado por un elemento estructural durante la vida útil, además del peso propio del elemento.
<b>Carga viva</b>	Peso variable dado por el uso de la estructura, soportado por el elemento.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua por unidad de tiempo

<b>Cimiento corrido</b>	Estructura que sirve de apoyo para muros, transmite las cargas de los elementos que soporta al suelo y la zapata.
<b>COCODE</b>	Comité Comunitario de Desarrollo
<b>Colector</b>	Sistema conformado por un conjunto de tuberías, pozos de visita, obras y accesorios, utilizado para la descarga de aguas residuales o pluviales.
<b>Columna</b>	Elemento estructural que soporta cargas axiales
<b>CONRED</b>	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres – Guatemala.
<b>Cota de terreno</b>	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado, banco de marca o nivel del mar.
<b>COVINTEC</b>	Producto constructivo basado en panel de poliestireno con alambre ahogados en concreto.
<b>Desfogue</b>	Salida de las aguas residuales en determinado punto.
<b>Esfuerzo</b>	Intensidad de fuerza por unidad de área
<b>Estribo</b>	Refuerzo empleado para resistir esfuerzos de cortante y de torsión en un elemento estructural.

<b>ETABS</b>	<i>Extended Three-dimensional Analysis of Buildings System</i> (Análisis Tridimensional Extendido de Sistema de Edificios).
<b>Excentricidad</b>	Divergencia entre el centro de masa y el centro de rigidez.
<b>Fluencia</b>	Capacidad del acero de resistir esfuerzos debido a cargas de tensión o compresión, presentando deformaciones uniformes para luego regresar al estado original luego de la aplicación de cargas.
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal
<b>MINEDUC</b>	Ministerio de Educación – Guatemala
<b>Momento</b>	Esfuerzo debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia del centro de masa de un elemento o estructura.
<b>Normas NRD-2</b>	Normas de reducción de desastres número dos: constituyen el conjunto de medidas y acciones que deben ser implementadas en las edificaciones e instalaciones de uso público.
<b>Perfil</b>	Visualización en plano de la superficie de la tierra, según la altitud y altura, referidas a un banco de marca.

<b>Predimensionar</b>	Estimar las medidas de los elementos que componen una estructura.
<b>PVC</b>	Material a base de cloruro de polivinilo.
<b>Rigidez</b>	Es la capacidad de un elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones y/o desplazamientos.
<b>SEAOC</b>	Structural Engineers Association of California, (Asociación de Ingenieros Estructurales de California).
<b>Solera</b>	Elemento estructural horizontal, sirve para darle mayor resistencia a un muro, además de resistir los esfuerzos inducidos en este.
<b>Viga</b>	Elemento estructural horizontal usado principalmente para soportar cargas.
<b>Zapata</b>	Elemento estructural que tiene por objeto transmitir la carga al subsuelo a una presión adecuada a las propiedades del suelo.

## RESUMEN

En el municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula existen comunidades que carecen de servicios básicos en saneamiento e infraestructura, por ello en el presente trabajo se diagnosticó, analizó y priorizó las necesidades de la población.

Después de investigar y observar las necesidades de las comunidades, se determinó que es necesaria la priorización de los siguientes proyectos de infraestructura: diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Santa Rosalía y la edificación escolar de tres niveles para el casco urbano, Esquipulas, Chiquimula.

El sistema de alcantarillado sanitario se diseñó utilizando tuberías PVC Norma ASTM D-3034 con un diámetro de 6", pozos de visita y fosas sépticas. Las conexiones consistirán en candelas domiciliarias de tubos de concreto con un diámetro de 12", tubería PVC Norma ASTM D-3034 de 4" de diámetro y silleta tipo Y para unirlos al colector principal.

Para el diseño de la edificación de escolar de tres niveles, según códigos y normas de construcción, se propondrá una estructura conformada por marcos dúctiles, losas prefabricadas tipo vigueta y bovedilla y muros de COVINTEC, la cual constará de 42 aulas, 2 baños, 3 módulos de gradas, 3 bodegas, salón de computación, biblioteca y área administrativa.





## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Santa Rosalía y la edificación escolar de tres niveles para el casco urbano, Esquipulas, Chiquimula.

### **Específicos**

1. Contribuir al mejoramiento y modernización de la infraestructura de la ciudad de Esquipulas, Chiquimula.
2. Desarrollar una investigación de carácter monográfico y un diagnóstico de servicios básicos e infraestructura de la aldea Santa Rosalía, municipio de Esquipulas, Chiquimula.
3. Capacitar a los miembros del COCODE de la aldea Santa Rosalía sobre aspectos de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario.



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), desarrollado en el municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula. El cual describe la planificación y el procedimiento para realizar el diseño de diversos proyectos de infraestructura, que beneficien a las comunidades acorde a las necesidades. La investigación fue desarrollada en dos etapas, la primera es la fase de identificación de necesidades y la segunda es la fase de servicios técnicos.

En la primera fase se realizó una investigación de carácter monográfico de la aldea Santa Rosalía y un diagnóstico de servicios básicos e infraestructura, que servirá para priorizar las necesidades de la comunidad.

En la fase de servicio técnico profesional se describe el proceso de la propuesta que pretende contribuir a la solución de los problemas de mayor urgencia en la comunidad, y que consiste en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Santa Rosalía y la edificación escolar de tres niveles para el casco urbano, Esquipulas, Chiquimula.

El proyecto de diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Santa Rosalía, se debe principalmente al aumento poblacional ocurrido en los últimos años el municipio, lo cual ha hecho que la aldea Santa Rosalía también tenga un crecimiento territorial, dando como resultado que la mayoría de los recientes habitantes de este lugar no cuenten con un servicio de drenaje adecuado.

El diseño de la edificación escolar de tres niveles, para el casco urbano de Esquipulas es de gran importancia, ya que, de acuerdo a inspecciones previas realizadas han puesto al descubierto que la infraestructura actual utilizada por los alumnos se encuentra en condiciones poco favorables, se han presentado problemas estructurales, poniendo así en riesgo el bienestar de los maestros y alumnos.

# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía de la aldea Santa Rosalía**

Para tener una visión general y enfatizada a la contribución del desarrollo de la comunidad es muy importante conocer ciertos aspectos tales como el origen, situación socioeconómica, clima, tipo de vivienda, etc., con el fin de comprender de una mejor manera la problemática que viven los pobladores diariamente.

### **1.1.1. Descripción morfológica de la comunidad**

La ciudad de Esquipulas está localizada a 222 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala, por la ruta CA-9 y CA-10, situada en la parte suroriental del departamento de Chiquimula, en el área del triffinio de las líneas divisorias entre las Repúblicas de El Salvador, Honduras y Guatemala.

La aldea Santa Rosalía se encuentra ubicada aledaña a la ciudad de Esquipulas, a 3 kilómetros de distancia ocupa un territorio de 31 kilómetros cuadrados, colinda al sur con el caserío Las Crucitas.

La aldea Santa Rosalía está conformada por los siguientes caseríos:

- El Limón
- El Jocotal
- La Cuestona
- El Portezuelo

- El Duraznal
- Plan de La Arada
- Las Toreras

### **1.1.2. Clima**

Tiene un clima muy variable, cálido templado seco. Los meses más calientes son marzo y abril y los más fríos diciembre y enero. La época de lluvia es de mayo a octubre, habiendo semanas de chubascos en noviembre, diciembre y enero, que se conoce como lluvias temporales.

De acuerdo con la estación meteorológica de Esquipulas del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), se presentan los siguientes parámetros de temperatura, precipitación, humedad y velocidad del viento:

- Promedio anual de temperatura máxima en grados centígrados: 28 °C
- Promedio anual de temperatura mínima en grados centígrados: 18 °C
- Promedio anual de temperatura media en grados centígrados: 22,2 °C
- Acumulación anual de precipitación en milímetros: 1 536 mm
- Promedio anual de humedad relativa media: 80 %
- Promedio anual de velocidad del viento en kilómetros por hora: 7,0 km/h

### **1.1.3. Tipo de viviendas y actividad económica**

Santa Rosalía es una aldea que pertenece al municipio de Esquipulas, sin embargo la cercanía a la cabecera municipal la absorbe en el aspecto socioeconómico, incluso hasta queda inmersa en la tendencia de crecimiento urbano de la ciudad de Esquipulas, esto por consiguiente, genera que la

actividad económica, social y productiva que la aldea genera vaya involucrada directamente con la actividad general de la cabecera municipal, por lo que el desarrollo de la misma va ligado al crecimiento de la gran metrópoli. Los habitantes de la aldea Santa Rosalía buscan las fuentes de trabajo en actividades que desarrollan en la cabecera municipal en oficios domésticos, conserjería, albañilería, jardinería, entre otros. Otro grupo trabaja como asalariado en actividades de campo ligado a la agricultura, sobre todo en el cultivo de café, aunque también se cuenta con los que trabajan en el extranjero y envían ayuda económica a través de remesas familiares.

La mayoría de viviendas están construidas con paredes de block y techo de lámina de zinc.

#### **1.1.4. Población y demografía**

Posee una población aproximada de 975 habitantes, de los cuales 454 son hombres y 521 son mujeres, el idioma que se habla en la comunidad es el español. El área de estudio tiene una población de 745 habitantes, el resto de habitantes se encuentra en los caseríos de la aldea.

#### **1.1.5. Servicios públicos**

La aldea cuenta con servicio de agua potable domiciliar y energía eléctrica. No cuenta con servicios de salud, acudiendo para ello a la cabecera municipal de Esquipulas. También existe una cooperativa agrícola que asiste a los asociados con créditos y suministros para la agricultura, especialmente para el cultivo de café.



La aldea Santa Rosalía se encuentra organizada por un Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) que vela por los proyectos que contribuyen y elevan el nivel de vida de los habitantes de la aldea.

#### **1.1.6. Educación**

Los siete caseríos que conforman la aldea Santa Rosalía cuentan con escuelas a nivel primario, las infraestructuras requiere ampliarse para suplir la demanda que tiene la creciente población estudiantil.

#### **1.1.7. Salud**

Puestos de salud que asisten a la aldea funciona en ciertos caseríos distintos los cuales debido al crecimiento poblacional, son insuficientes para atender la demanda de la población.

#### **1.1.8. Agua potable**

La comunidad tiene a disposición el servicio que proviene de distintas fuentes de agua, aunque en muchos casos por el crecimiento poblacional, el poco mantenimiento y la antigüedad de los proyectos, hacen que la distribución del agua sea irregular.

#### **1.1.9. Alcantarillado**

La aldea Santa Rosalía, no cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario, exceptuando algunos caseríos, donde sí se ha implementado el servicio.

### **1.1.10. Energía eléctrica**

La mayor parte de la comunidad cuenta con el servicio de electricidad y alumbrado público.

## **1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Santa Rosalía**

De acuerdo con la investigación realizada en la aldea, de la información obtenida de los pobladores y el COCODE se observa que la comunidad carece de servicios básicos y de infraestructura.

### **1.2.1. Descripción de necesidades**

La aldea Santa Rosalía, por la cercanía con la ciudad de Esquipulas, está inmersa en el desarrollo socioeconómico de la ciudad de Esquipulas, es por ello que se ve en la necesidad de elevar la calidad de vida de los habitantes, por ello se describe a continuación algunas de las necesidades a las que está sujeta la comunidad, que al ser resueltas contribuirán al desarrollo local.

- Mejora y ampliación de los sistemas de abastecimiento de agua potable.
- Es necesario mejorar la infraestructura escolar de la comunidad y construir más centros educativos a nivel básico, para satisfacer la demanda que tiene la comunidad a las instituciones escolares.
- Algunas vías de acceso no se encuentran en buenas condiciones, la mayoría son de terracería y el acceso a los caseríos es dificultoso.

- Construcción de centros de salud
- En la mayoría de los sectores falta un sistema de alcantarillado sanitario, en los sectores donde no está implementado el servicio las aguas negras corren a flor de tierra en las calles, veredas y patios de las casas, proliferando enfermedades por contaminación de la misma.

### **1.2.2. Evaluación y priorización de necesidades**

De acuerdo con los criterios de la Municipalidad de Esquipulas y el COCODE, se priorizaron las necesidades de la siguiente manera:

- Implementación de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento
- Mejoramiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable
- Reparación y construcción de vías de acceso
- Construcción de centros de salud y centros educativos de enseñanza media.

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Santa Rosalía, municipio de Esquipulas, Chiquimula**

La implementación del sistema de alcantarillado sanitario, pretende contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de la población, prestando un servicio del cual carecen los habitantes de la aldea Santa Rosalía.

#### **2.1.1. Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en diseñar un sistema de alcantarillado sanitario, el cual se desarrollará según especificaciones y normas de diseño del Instituto de Fomento Municipal (INFOM). El diseño en mención está calculado para un período de diseño de 25 años, tomando en cuenta una dotación diaria de 85 lt/hab/día, con un factor de retorno de 0,85.

El sistema de alcantarillado sanitario está integrado por 64 pozos de visita, la tubería es de PVC de 6" de diámetro y la cantidad de usuarios que lo utilizarán actualmente es de 745 habitantes.

#### **2.1.2. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico para un sistema de alcantarillado sanitario es la base fundamental para definir el diseño, ya que, tiene por objeto medir extensiones de terreno, determinar posición y elevación de puntos situados sobre y bajo la superficie del terreno.

### **2.1.2.1. Topografía**

Estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas; según los tres elementos del espacio y estos pueden ser: dos distancias y una elevación o una distancia, una dirección y una elevación. El conjunto de operaciones para determinar las posiciones de los puntos y representarlos en un plano comúnmente se le llama levantamiento topográfico.

El levantamiento topográfico tiene por objeto el cálculo de distancias, ángulos, direcciones, coordenadas, elevaciones, áreas, etc., a partir de los datos que se obtuvieron en campo.

Para realizar un trabajo topográfico se realizan los pasos ordenados de la siguiente forma:

- Reconocimiento: se recorre el área para tener un panorama de las actividades que se necesitan realizar.
- Toma de decisiones: con base en criterios técnicos se procede a seleccionar el método de levantamiento a efectuar.
- Trabajo de campo: se obtienen datos de importancia para el desarrollo del levantamiento topográfico, datos como mediciones, niveles, distancias horizontales, ángulos horizontales y verticales, etc...
- Procesamiento de datos: se utilizan los datos de campo para obtener la información necesaria para la realización del levantamiento topográfico.

- Elaboración de planos: se representan gráficamente los datos de campo con base en distancias, cotas, direcciones, ángulos, etc.
- Replanteo: con planos finalizados se procede a colocar en campo señales, para señalar los puntos de interés en función del trabajo.

#### **2.1.2.2. Planimetría**

Son los procedimientos utilizados para ubicar las posiciones de puntos proyectados en un plano horizontal, sin importar elevaciones, estos puntos se localizan con distancias y direcciones obtenidas en campo.

El método utilizado para realizar la planimetría del proyecto fue el de conservación del azimut, el quipo utilizado fue el teodolito Nestle DT 205C.

#### **2.1.2.3. Altimetría**

Sirve para obtener la medición de las alturas de una superficie, con el fin de representarlas gráficamente. La altimetría conjuntamente con la planimetría ayuda a definir la superficie en estudio, representada en tres dimensiones. Se realizó por el método taquimétrico.

#### **2.1.3. Diseño del sistema**

La implementación del sistema de alcantarillado sanitario, pretende contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de la población, prestando un mejor servicio a los pobladores de la aldea Santa Rosalía.

### **2.1.3.1. Descripción del sistema a utilizar**

Existen tres tipos básicos de sistema de alcantarillado, según sea el caso, la selección de cada uno dependerá de un estudio de diferentes factores, topográficos y de funcionalidad, sin embargo muchas veces el factor más importante es el económico.

- Alcantarillado sanitario: el sistema de alcantarillado sanitario recoge las aguas servidas domiciliarias, tales como: baños, cocinas, lavados y servicios; las de aguas residuales de comerciales como: restaurantes y garajes; las aguas residuales industriales y en menor medida las de infiltración.
- Alcantarillado pluvial: el sistema de alcantarillado pluvial recoge únicamente las aguas de lluvia que escurren al sistema.
- Alcantarillado combinado: el sistema de alcantarillado combinado tiene la característica que recoge las aguas tanto sanitarias como pluviales.

Se utilizó el sistema de alcantarillado sanitario

### **2.1.3.2. Período de diseño**

Es el período de funcionamiento eficiente del sistema de alcantarillado, una vez pasa este período es necesario rehabilitarlo.

Los sistemas de alcantarillados serán proyectados para llenar adecuadamente la función, durante un período de 30 a 40 años, a partir de la construcción.

Para seleccionar el período de diseño para una red de alcantarillado se deben considerar diferentes factores, tales como la vida útil de las estructuras y del equipo que lo componen, tomando en cuenta la antigüedad, desgaste y el daño; así también se debe considerar la facilidad para hacer ampliaciones futuras, y tomar en cuenta de forma anticipada el crecimiento poblacional, incluyendo en lo posible el desarrollo urbanístico, comercial o industrial de las áreas cercanas.

El período de diseño para la red de alcantarillado sanitario es de 25 años. Se adoptó dicho período tomando en cuenta los recursos económicos con los que cuenta la Municipalidad y las normas de INFOM.

### **2.1.3.3. Población de diseño**

Para obtener la población de diseño se utilizó el método geométrico, donde se involucra directamente a la población actual que tributa al sistema de drenaje y la tasa de crecimiento poblacional del lugar.

Para el cálculo de la población futura ( $P_f$ ), se utilizó el método de crecimiento geométrico, tomando como base la siguiente fórmula:

$$P_t = P_o * (r + 1)^n$$

Donde:

$P_f$  = población futura (habitantes)

$P_o$  = población actual según censo realizado en EPS (745 habitantes)

$r$  = tasa de crecimiento poblacional (2,79%)

$n$  = período de diseño (25 años)



$$P_f = 745 * (0,0279 + 1)^{25} = 1\ 482 \text{ habitantes}$$

La cantidad actual de familias a servir es de 149, con una densidad de habitantes por vivienda de 5 habitantes, y una tasa de crecimiento de 2,79 por ciento, lo cual hace una población actual de 745 habitantes, y una población futura de 1 482 habitantes.

#### **2.1.3.4. Dotación**

La dotación es la cantidad de agua asignada en un día a cada habitante, se expresa en litros por habitante por día (lt/hab/día).

Para asignar la dotación se consideran diferentes factores: clima, nivel de vida, actividad productiva, abastecimiento, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad de agua, medición, administración del sistema y presión del sistema. La dotación con la cual se trabajó es de 85 lt/hab/día, dicha dotación ya es asignada por la Municipalidad.

#### **2.1.3.5. Factor de retorno**

El factor de retorno es el porcentaje de agua que vuelve al drenaje después de ser usada, donde se considera un ochenta y cinco por ciento de factor de retorno.

#### **2.1.3.6. Factor de flujo instantáneo**

El factor de flujo instantáneo o factor de Harmon (FH) es un factor de seguridad que involucra a la población a servir. Factor de Harmon es un factor que actúa sobre todo en las horas pico o de mayor utilización del sistema.

La fórmula del factor de Harmon es adimensional y viene dada por:

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

Donde P es la población del tramo a servir, expresada en miles de habitantes. El factor de Harmon se encuentra entre 1,5 a 4,5 según sea el tamaño de la población a servir.

Ejemplo de cálculo de Factor de Harmon:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} = \frac{(18 + \sqrt{745/1\ 000})}{(4 + \sqrt{745/1\ 000})} = 3,878802$$

### **2.1.3.7. Caudal sanitario**

El caudal sanitario está formado por las aguas servidas producto de: caudal domiciliar, caudal por conexiones ilícitas, caudal de infiltración y caudal comercial e industrial.

#### **2.1.3.7.1. Caudal domiciliar**

El caudal domiciliar proviene de las viviendas, producto del agua que los habitantes utilizan de todo el quehacer diario, como son: higiene personal, alimentación, limpieza de la vivienda, etc.

Ejemplo de cálculo de caudal domiciliar, tramo 96 al 97

$$Q_{\text{dom}} = \frac{(\text{Habitantes} * \text{Dotación} * \text{Factor de retorno})}{86\ 400}$$
$$Q_{\text{dom}} = \frac{(1\ 482 * 85 * 0,85)}{86\ 400} = 1,239288 \text{ lt/s}$$

### 2.1.3.7.2. Caudal de infiltración

El caudal de infiltración ocurre generalmente en los pozos de visita, candelas domiciliarias, conexiones de las tuberías a los pozos de visita y en las tuberías de cemento.

Para la estimación del caudal de infiltración que entra al sistema se utilizó como base el método del INFOM, se tomará en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad de las tuberías y el tipo de tubería.

- Para tuberías sobre el nivel freático:
  - Tuberías de cemento:  $Q_i = 2,5 \% * \text{diámetro en pulgadas}$
  - Tuberías de PVC:  $Q_i = 1 \% * \text{diámetro en pulgadas}$
  
- Para tuberías debajo del nivel freático:
  - Tuberías de cemento:  $Q_i = 15 \% * \text{diámetro en pulgadas}$
  - Tuberías de PVC:  $Q_i = 2 \% * \text{diámetro en pulgadas}$

Ejemplo de cálculo de caudal de infiltración:

$$Q_i = 1\% * (\text{Distancia total de la tubería principal del sistema})$$
$$* (\text{diámetro de tubería})$$

$$Q_i = 0.01 * \left( \frac{3\ 131,8}{1\ 000} \right) * (6) = 0,187908 \text{ lt/s}$$

### **2.1.3.7.3. Caudal por conexiones ilícitas**

Es el resultado de conectar al sistema de drenaje conexiones que no deben pertenecer a este, tales como aguas pluviales. Este caudal daña al sistema, es por esto que debe evitarse para no causar daños al drenaje. Se calcula de distintas maneras según criterio del diseñador, se calcula como un porcentaje del total de conexiones, como una función del área de techos y patios y de permeabilidad, así como de la intensidad de lluvia. Se calcula de la siguiente forma:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

- Q = el caudal de conexiones ilícitas
- C = coeficiente de escorrentía que depende de la superficie
- I = la intensidad de lluvia en el área en mm/hora
- A = el área en hectáreas

Para un área de diferentes factores de escorrentía existirán diferentes caudales, el caudal de conexiones ilícitas se puede calcular también estimando un porcentaje del caudal domiciliar, con un porcentaje de la precipitación, etc.

De modo que se optó como base el método dado por INFOM, el cual especifica que se tomará el 10 % del caudal domiciliar, sin embargo en áreas

donde no hay drenajes pluviales se podrá utilizar valores más altos. El valor utilizado para el sistema es del 50 %.

Ejemplo de cálculo de caudal por conexiones ilícitas:

$$Q_{ilic} = 50\% * Q_{dom}$$
$$Q_{ilic} = 50\% * 1,239288 = 0,61964 \text{ lt/s}$$

#### **2.1.3.7.4. Caudal comercial**

Es el agua que ha sido utilizada por comercios, hoteles, restaurantes, oficinas, etc... en la aldea de Santa Rosalía existen bodegas de café, que se categorizan como comercio, por ello se le asignó un caudal comercial a dichos comercios de:

$$Q_{comercial} = 0,03763 \text{ lt/seg}$$

#### **2.1.3.7.5. Factor de caudal medio**

El factor de caudal medio es la suma de los caudales domiciliarios, infiltración, conexiones ilícitas y caudal comercial e industrial, dividido por la suma de los habitantes a servir. El factor de caudal medio debe ser mayor que 0,002 y menor que 0,005, de obtener unos valores mayores o menores a los mencionados se deberán poner en el límite más cercano. El factor de caudal medio se expresa en litros por segundo por habitante.

$$F. Q. M = \frac{Q \text{ medio}}{\# \text{ habitantes}}$$

Donde:

- Q medio = es la suma de los caudales domiciliarios, infiltración, conexiones ilícitas y caudal comercial e industrial.
- F.Q.M = factor de caudal medio.

Ejemplo de factor de caudal medio:

$$F. Q. M = (Q_{dom} + Q_{infiltración} + Q_{Conexiones\ ilícitas} + Q_{comercial})$$
$$F. Q. M = \frac{(0,622989 + 0,187908 + 0,61964 + 0,03763)}{1\ 482} = 0,000991$$

Se tomó el valor de 0,002 como factor de caudal medio.

#### **2.1.3.7.6. Caudal de diseño**

Es el caudal para el cual se diseña un tramo del sistema, cumpliendo con los requerimientos de velocidad y tirante. El caudal de diseño de cada tramo será igual a la multiplicación de: número de habitantes a servir por el factor de Harmon por el factor de caudal medio, que se diseña para una población actual y futura.

$$Q_{dis} = \#habitantes * FH * F. Q. M$$

Donde:

- Qdis = caudal de diseño
- FH = factor de Harmon
- F.Q.M = factor de caudal medio

#### **2.1.3.7.7. Selección del tipo de tubería**

La selección del tipo de tubería se basó principalmente en la vida útil de la tubería, así como también en las condiciones topográficas. La tubería seleccionada para este proyecto es de PVC NORMA ASTM D-3034 de 6 pulgadas de diámetro y 6 metros de longitud.

#### **2.1.3.7.8. Diseño de secciones y pendientes**

La pendiente deberá ser preferiblemente la misma pendiente que tiene el terreno para evitar un sobre costo por excavación excesiva, no obstante; en todos los casos se deberán cumplir con las relaciones hidráulicas y los límites máximos y mínimos de velocidad. Se recomienda además utilizar una pendiente mínima del 2 % en las viviendas, lo que garantiza el arrastre de sólidos.

#### **2.1.3.7.9. Velocidades máximas y mínimas**

La velocidad del flujo dentro del alcantarillado deberá estar entre el rango de 0,60 m/s a 3 m/s, para tuberías de concreto, para tuberías de PVC se pueden utilizar velocidades de 0,4 m/s a 4 m/s.

#### **2.1.3.7.10. Cotas Invert**

La cota Invert es la distancia que existe entre el nivel del suelo o la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería utilizada, se debe verificar que la cota Invert sea por lo menos igual al recubrimiento mínimo que debe tener la tubería.

Las cotas Invert se calculan utilizando la pendiente del terreno y la distancia entre pozos.

- La cota Invert de salida de un pozo de visita se coloca al menos tres centímetros más abajo que la cota Invert de entrada al mismo pozo de visita.
- Cuando el diámetro de la tubería que entra en un pozo de visita es mayor que el diámetro de la tubería que sale, la cota Invert de salida estará a una altura igual al diámetro de la tubería que entra.

#### **2.1.3.7.11. Diámetro de tubería**

Para calcular el diámetro de las tuberías se deben seguir ciertas normas para garantizar flujo constante dentro de la misma. Las normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM) y la Dirección General de Obras Públicas estipulan que el diámetro mínimo a colocar en un sistema de alcantarillado sanitarios es de 8 pulgadas, para tuberías de concreto, y de 6 pulgadas, para tuberías de PVC.

En lo que respecta a las conexiones domiciliarias se puede utilizar un diámetro de 6 pulgadas para tuberías de concreto y de 4 pulgadas para tuberías de PVC.

#### **2.1.3.7.12. Pozos de visita**

Los pozos de visita son estructuras que se construyen para verificar, hacer limpieza y cambiar de dirección cuando se encuentran dos o más tuberías; de mismo modo se construyen cuando existen cambios de nivel y a cada cierta distancia. Si las condiciones del lugar son adecuadas económicamente, se



permiten hacer pozos de visita de hasta 20 metros de altura, además se construyen en tramos iniciales, cuando es necesario cambiar de dirección (tanto horizontal como vertical), cuando la tubería cambia de diámetro y en cualquier intersección del colector.

Los pozos de visita son estructuras con precios elevados, por lo que se deben estudiar distintas alternativas para la construcción, como pueden ser ladrillo tayuyo de punta, fundidos en obra, de tuberías de cemento de al menos 36 pulgadas, etc. en este caso los pozos de visita serán de ladrillo de barro cocido.

#### **2.1.3.7.13. Conexiones domiciliarias**

La conexión domiciliar es un tubo de concreto o PVC que se encarga de llevar las aguas servidas desde una vivienda o edificio, a una sistema de alcantarilla o a un punto de desagüe. Al construir un sistema de alcantarillado sanitario, se establece y dejar previsto una conexión en Y o en T para cada vivienda o edificación, o en cada lugar en donde haya que conectar un desagüe doméstico. Las conexiones domiciliarias se deben tapar e impermeabilizar para así evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces. En los colectores pequeños, es más conveniente una conexión en Y debido a que proporciona una unión menos violenta de los escurrimientos que la que se conseguiría con una conexión en T.

No obstante, es más práctico realizar una conexión en T que una conexión en Y. Una conexión en T instalada de forma adecuada es preferible que una conexión en Y instalada de forma no adecuada. Es conveniente que el empotramiento con el colector principal se haga en la parte superior, para

impedir que las aguas negras retornen por la conexión doméstica cuando el colector esté funcionando a toda capacidad.

Las conexiones domésticas se hacen por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de cemento colocados en forma vertical comúnmente llamados candelas, en la cual se una la tubería proveniente del drenaje de la vivienda o edificación a servir, con la tubería que desagüe en el colector principal. La tubería entre la caja de inspección y el colector, debe tener un diámetro no menor a 6 pulgadas para tubería de cemento y 4 pulgadas para tubería PVC, está debe colocarse con una pendiente como mínimo del 2 %.

Para dicho proyecto se utilizó tubería PVC 4 pulgadas NORMA ASTM D-3034 así como silleta Y O T 6 pulgadas por 4 pulgadas, para la candela se utilizó un tubo de cemento de 12 pulgadas de diámetro.

#### **2.1.3.7.14. Profundidad de tubería**

La profundidad de las tuberías se calcula utilizando la cota Invert; se debe verificar que la tubería tenga un recubrimiento adecuado, para evitar posibles daños debidos al paso vehicular y peatonal, o por cualquier tipo de impacto que puedan sufrir.

El recubrimiento mínimo para el colector principal será de 1,20 metros para áreas con paso vehicular, es posible utilizar recubrimientos menores tomando en cuenta la calidad del material que se utilizará en el colector principal, también se debe tomar en cuenta que tipo de circulación vehicular habrá en el futuro sobre el área.

### **2.1.3.7.15. Principios hidráulicos**

La mayoría de proyectos de alcantarillados se proyectan como canales abiertos, en los cuales, el agua circula por acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera ( $P_a$  = presión atmosférica). Existen excepciones, como los sifones invertidos y las tuberías de impulsión de las estaciones elevadas, que trabajan siempre a presión. Puede suceder que el canal esté cerrado, como el caso de los conductos que sirven de alcantarillados para que circule el agua de desecho, y que eventualmente se produzca alguna presión debido a la formación de gases o en el caso que en las alcantarillas de agua de lluvia sea superada la capacidad para la que fueron diseñadas.

### **2.1.3.7.16. Relaciones hidráulicas**

Al hacer el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena y de alguna forma agilizar los resultados de velocidad de flujo, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionan los caudales reales o conocidos y los caudales teóricos ( $q/Q$ ). Teniendo esta relación de caudales, se determinan los valores de las demás relaciones, utilizando tablas de relaciones hidráulicas para el diseño de alcantarillado sanitario.

Las relaciones hidráulicas a obtener son:

- Relación de caudales:  $q/Q$
- Relación de velocidad:  $v/V$ 
  - Velocidad en tubería de concreto  $0,6 \text{ m/s} \leq v \leq 3 \text{ m/s}$
  - Velocidad en tubería de PVC.  $0,4 \text{ m/s} \leq v \leq 4 \text{ m/s}$

- Las velocidades mínimas son para que exista arrastre de sólidos y fuerza de tracción
  - Las velocidades máximas son para evitar el deterioro en la tubería debido a la fricción producida por la velocidad del flujo y la superficie de la tubería
- Relación de tirantes:  $d/D$
- La relación de tirante debe estar entre 0,1 a 0,75

Con ayuda de los anteriores parámetros se evita que la tubería trabaje bajo presión.

Ejemplo de cálculo, tramo 96-97

Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Periodo de diseño	25 años
Población actual	745 habitantes
Población futura	1 482 habitantes
Tasa de crecimiento anual	2,79%
Tipo de tubería	PVC $\varnothing$ 6", Norma ASTM D-3034
Conexión domiciliar	PVC $\varnothing$ 4", pendiente mínima de 2 %
Dotación de agua	85 lt/hab/día
Factor de retorno del agua	85%
Densidad de habitantes/vivienda	5 hab/vivienda
Relación de velocidad	$0,4 \leq v \leq 4$ m/s

$$Q_{dis} = FH * F. Q. M * \text{numero de habitantes}$$

$$Q_{dis \text{ actual}} = 3,8788 * 0,002 * 745 = 5,78 \text{ lt/s}$$

$$Q_{dis \text{ futuro}} = 3,683342 * 0,002 * 1 482 = 10,917 \text{ lt/s}$$

$$\text{Diametro de tuberia} = \varnothing_{tub} = D = 6 \text{ plg}$$

Cota de terreno inicial = 1006,41

Cota de terreno final = 1002,93

Distancia horizontal = 60 m

$$\text{Pendiente} = S = \frac{(\text{C. T inicial} - \text{C. T final})}{\text{Distancia}} * 100 = 4,64\%$$

$$V = \frac{0,03429 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n} = \frac{0,03429 * 6^{2/3} * 0,0464^{1/2}}{0,009} = 2,70989 \text{ m/s}$$

$$Q = V * A = 2,70989 * \left[ \left( 6 * \frac{0,0254}{2} \right)^2 * \pi \right] * 1\,000 = 49,432468 \text{ lt/s}$$

$$q/Q = \frac{5,78}{49,432468} = 0,116915 \text{ actual}$$

$$q/Q = \frac{10,917}{49,432468} = 0,220855 \text{ futuro}$$

A partir de las relaciones hidráulicas se obtiene:

$$v/V = 0,667916 \text{ actual}$$

$$V_{\text{actual}} = 0,667916 * 2,70989 = 1,81 \text{ m/s cumple los parametros establecidos}$$

$$v/V = 0,802507 \text{ futuro}$$

$$V_{\text{futuro}} = 0,802507 * 2,70989 = 2,17 \text{ m/s cumple los parametros establecidos}$$

$$d/D_{\text{actual}} = 0,23 \text{ cumple los parametros establecidos}$$

$$d/D_{\text{futuro}} = 0,32 \text{ cumple los parametros establecidos}$$

### **2.1.3.8. Propuesta de tratamiento de las aguas servidas**

- Tratamiento primario: este tratamiento eliminan o separan entre un 40 % a 60 % de los sólidos en suspensión en las aguas negras, mediante el proceso físico de asentamiento en los tanques de sedimentación. Se pueden agregar ciertos productos químicos que ayudan a la eliminación de la mayor parte de los sólidos coloidales, así como los sedimentables, o sea, entre un 80 % a 90 % de los sólidos suspendidos.

El propósito de los tratamientos primarios consiste en, disminuir la velocidad de las aguas negras para que se puedan sedimentar los sólidos. Entonces, a estos dispositivos se les puede conocer bajo el nombre de tanques de sedimentación. Estos logran la descomposición anaeróbica de los lodos. Los tanques de sedimentación pueden dividirse en cuatro grupos generales, que son:

- Tanques sépticos o fosas sépticas
- Tanques de dos pisos (Imhoff)
- Tanques de eliminación simple con eliminación mecánica de lodos
- Clarificadores de flujo ascendente con eliminación mecánica de lodos.

Si se emplean químicos, se usan otras unidades auxiliares que son:

- Unidades alimentadores de reactivos
- Mezcladores
- Floculadores

- Tratamiento secundario: se utiliza este método cuando las aguas negras aún conservan, después del tratamiento primario, sólidos orgánicos o solución que los que puedan ser asimilados por las aguas receptoras sin afectar el uso normal adecuado. Depende principalmente de los organismos aeróbicos para la descomposición de los sólidos orgánicos, hasta que se transformen en sólidos inorgánicos o en sólidos estables.

Los dispositivos que se utilizan para el tratamiento secundario pueden dividirse en:

- Filtro goteador con tanques de sedimentación secundaria
  - Tanques de aeración
  - Filtro percolador
  - Filtros de arena
  - Lechos de contacto
  - Lagunas de estabilización
- Tratamiento terciario: este método puede emplearse para diversos propósitos, en todas las etapas de un tratamiento de aguas negras.

Generalmente se aplica cloro en las aguas negras con el propósito de: desinfectar o destruir organismos patógenos, prevenir la descomposición de las aguas negras para controlar el olor y proteger las estructuras de la planta, auxiliar en las operaciones de sedimentación, etc.

Existen diversos tipos de sistemas de tratamientos de aguas negras, entre más avanzado sea el sistema a utilizar mayor será el costo de operación y mantenimiento. Debido a ello para este sistema de alcantarillado sanitario se

eligió el sistema de tratamiento primario a base de fosas sépticas, para el tratamiento de las aguas negras.

#### **2.1.3.8.1. Fosas sépticas**

La fosa séptica es uno de los dispositivos más antiguos de tratamiento primario que se han utilizado en los sistema de alcantarillado y tratamiento primario ya sea para sistemas de alcantarillado como también para viviendas. Es un tanque hermético, que puede construirse de ladrillo, piedra, concreto o cualquier otro tipo de material que se considere adecuado, es un tanque de un solo piso a diferencia de los Imhoff. Estas pueden ser de uno o dos o más compartimientos, para tanques de tamaño pequeño o normal, se ha comprobado que dos compartimientos o más compartimientos funcionan da mejores resultados que una fosa séptica de un solo compartimiento, de mismo modo, una fosa séptica grande de dos compartimientos funciona igual que una fosa séptica grande de más de dos compartimientos.

Está diseñado para mantener las aguas negras a velocidad muy bajas y logrando así condiciones anaeróbicas, por un período entre 12 a 24 horas, donde durante este tiempo se eliminan gran cantidad de sólidos sedimentales. Estos sólidos sedimentales se descomponen en el fondo de la fosa séptica, produciendo gases que arrastran a los sólidos y los obliga a subir a la superficie y eventualmente estos son arrastrados por la corriente de aguas negras hasta la salida, evitando parcialmente así el buen funcionamiento de la fosa séptica, debido a esto es necesario hacerle limpieza al tanque cada cierto período de tiempo, en un tiempo recomendado de 2 a 3 años.

Para el diseño de una fosa séptica se consideran los siguientes parámetros.



- El período de retención es de 12 a 24 horas
- La relación largo-ancho (L/A) puede ser: 2/1 o 3/1
- Los volúmenes de lodos acumulados por habitante son de 30 a 60 lt/hab/año.
- La capacidad recomendada para que la fosa sea funcional debe ser de 60 viviendas.

Ecuaciones:

$$T = \frac{\text{Vol}}{Q}$$

$$\text{Vol} = Q * T$$

$$Q = q * N$$

Donde:

T = período de retención

Vol = volumen (lt)

Q = caudal (lt/día)

N = número de habitantes servidos (hab)

Q = gasto de aguas negras (lt/hab/día)

q = caudal domiciliar (lt/s)

- Calculo de dimensiones de la fosa séptica

Para calcular el volumen, primero se debe de proponer una altura H, que será la altura desde el fondo de la fosa hasta el nivel del fluido, se toma entonces la relación L/A quedando recomendablemente dentro los límites,

donde L recomendablemente no sea mayor de 7 metros, quedando el volumen como:

$$V = A * L * H$$

Donde:

V = volumen útil de la fosa séptica

A = ancho útil de la fosa séptica

L = largo útil de la fosa séptica

H = altura útil de la fosa séptica

Propuesta la altura, se selecciona la relación L/A más conveniente, entonces se sustituyen la relación L/A en la fórmula de volumen. A modo de ejemplo, si se utiliza L/A igual a 2, da una longitud de L=2A, se sustituye entonces la longitud en la ecuación de volumen, quedando entonces la ecuación de volumen de la siguiente forma:

$$V = 2 * A^2 * H$$

Donde se obtiene el volumen de la fosa séptica.

Cálculo de las fosas sépticas: para calcular las fosas sépticas se utilizaron los datos siguientes:

- Gasto por habitante: 85 lt/hab/día
- Gasto de lodos por habitante: 30 lt/hab/año
- Período de limpieza de la fosa séptica: 3 años
- Período de retención: 24 horas

- Número de habitantes: 1 482 habitantes, 75 viviendas por fosa suponiendo 5 habitantes por vivienda de promedio
- Relación L/A: 2/1

Cálculo del caudal:

$$Q = q * N$$

$$Q = 85 * 0,85 * (75 * 5) = 27093,75 \text{ lt}$$

$$Q = 27,09 \text{ m}^3$$

Volumen de lodos:

$$\text{Vol} = N * \text{gasto de lodos} * \text{Período de limpieza}$$

$$\text{Vol} = (75 * 5) * 30 * 3 = 33\,750 \text{ lt} = 33,75 \text{ m}^3$$

Volumen total:

$$V_{\text{total}} = \text{Volumen de líquidos} + \text{Volumen de lodos}$$

$$V_{\text{total}} = 27,09 + 33,75 = 60,84 \text{ m}^3$$

Se emplearán 4 fosas sépticas, además, se usará una caja distribuidora de caudales para repartir entre las 4 fosas sépticas las aguas negras del sistema de drenaje.

$$\frac{L}{A} = 2 \quad L = 2 * A$$

$$V = A * L * H = 2 * A^2 * H$$

Se asume entonces que:

$$H = 2,50 \text{ m} \quad A^2 = \frac{V}{2 * H} = \frac{61}{2 * 2,50} = 12,2 \text{ m}^2$$

$$A = \sqrt{12,12} = 3,4928 \text{ m} = 3,50 \text{ m}$$

$$L = 2 * A = 2 * 3,50 = 7 \text{ m}$$

Dando como resultado final 4 fosas sépticas, cada una con las siguientes dimensiones:

$$A = 3,50 \text{ m}$$

$$L = 7 \text{ m}$$

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

- Diseño estructural de fosa séptica

Existen diferentes materiales para hacer una fosa séptica, incluso existen prefabricados, para este proyecto se utilizó muros de gravedad de concreto ciclópeo y cubierta de losa de concreto reforzada.

Las fosas sépticas pueden estar enterradas, semienterradas, superficiales o elevadas, todo depende de las características del terreno. La fosa séptica para este caso será semienterrado, donde la condición crítica de la fosa será cuando se encuentre completamente llena, o sea, a la altura útil con la que se diseñó (altura del rebalse).

Datos:

$V_s$  = valor soporte del suelo 18 Ton/m<sup>2</sup>

$W_{\text{piedra}}$  = peso específico de la piedra 2 Ton/m<sup>3</sup>

$W_{\text{concreto}}$  = peso específico del concreto 2,4 Ton/m<sup>3</sup>

$W_{\text{agua}}$  = peso específico del agua 1 Ton/m<sup>3</sup>

$V_s$  = valor soporte del suelo 17 Ton/m<sup>3</sup>

$\phi_i$  = ángulo de fricción interna 30°

$F_y$  = esfuerzo del acero 2 810 kg/cm<sup>2</sup>

$f'_c$  = esfuerzo del concreto 281 kg/cm<sup>2</sup>

Para calcular la losa de la fosa séptica, se tomaron en cuenta las dimensiones, por las dimensiones, se calculó en dos losas para cada fosa séptica, y se utilizó una viga intermedia para así tener dos losas.

$$\text{Relación } \frac{a}{b} > 0,5$$

Donde:

$a$  = lado corto de la losa en metros.

$b$  = lado largo de la losa en metros.

Se tiene:

$$a = 3,8 \text{ m.}$$

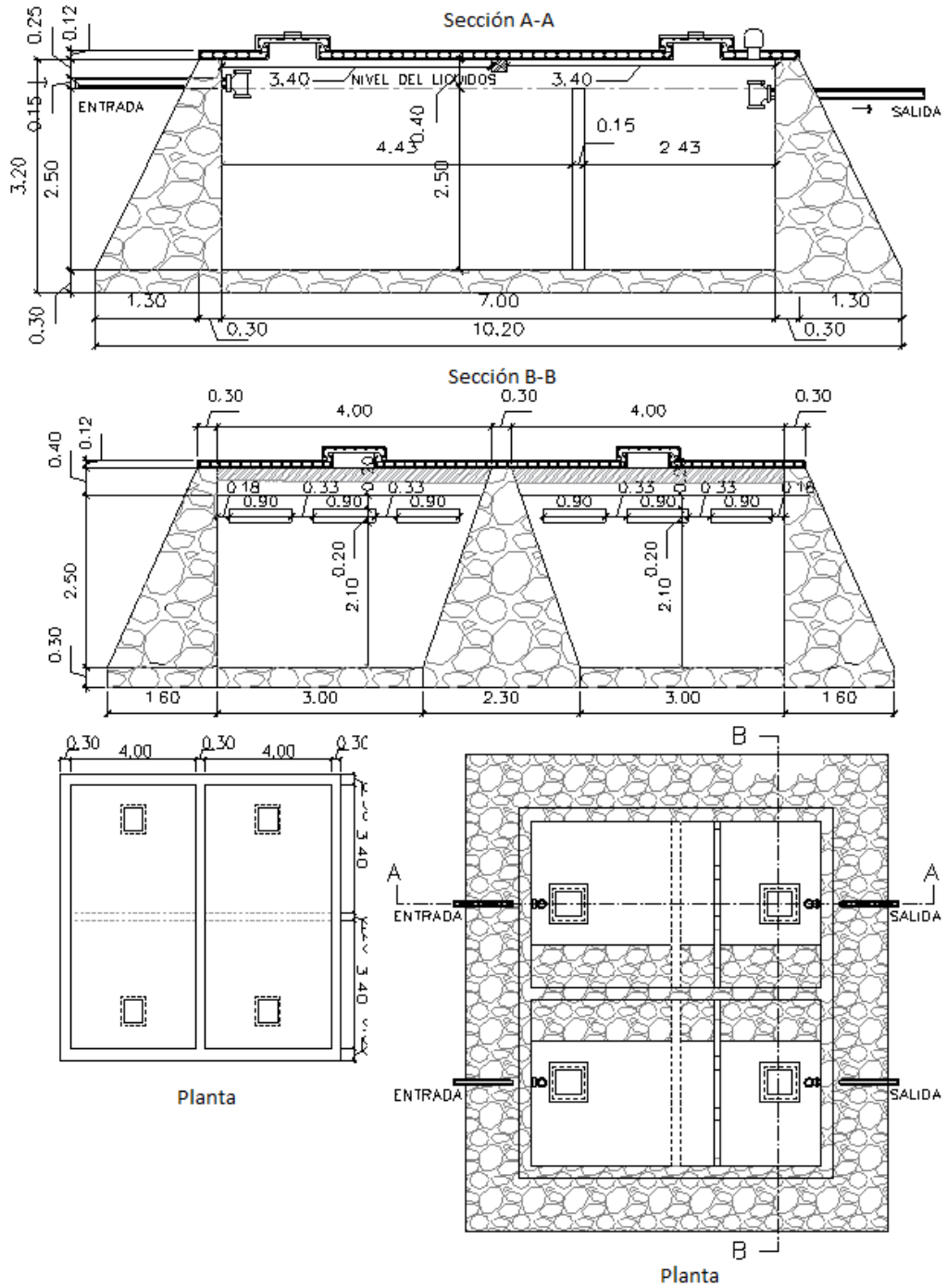
$$b = 4,45 \text{ m.}$$

$$\text{relación} = \frac{3,8}{4,45} = 0,85 > 0,5$$

Como la relación  $a/b$  es mayor a 0,5, la losa se debe diseñar en ambos sentidos. El espesor de la losa, cuando es de dos sentidos, debe ser menor de  $t = 0,12$  m y mayor que  $t = 0,09$  m, para calcular el espesor de la losa, se toma la luz de la losa en el lado largo y en el lado corto, sumando los lados para obtener el perímetro y dividiendo dentro de 180.

$$\text{Espesor de losa} = t = \frac{\text{Perímetro}}{180} = \frac{3,8 * 2 + 4,45 * 2}{180} = 0,092 \text{ m} \cong 0,10 \text{ m}$$

Figura 1. Fosa séptica



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD Civil 2014.

Integrando cargas:

$$CV = \text{carga viva} = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{acabado}} = \text{carga de acabados} = 100 \text{ kg/m}^2$$

CM = carga muerta = peso propio + acabados

$$CM = 0,12 * 2\,400 + 100 = 388 \text{ kg/m}^2$$

$$CMU = 1,4 * 388 = 543,20 \text{ kg/m}^2$$

$$CVU = 1,7 * 100 = 170 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = \text{Carga última} = CMU + CVU$$

$$CU = 543,20 + 170 = 713,20 \text{ kg/m}^2$$

Donde los valores 1,4 y 1,7 son factores de seguridad para las cargas muertas y vivas, respectivamente, según el código ACI 318-95 ACI 319R.

Como existen dos losas en una sola fosa séptica, y se diseñaron dos fosas sépticas compartiendo muro, entonces se toma como referencia para el diseño de la losa como una losa tipo 7, según código ACI 318-95 ACI 319R, por lo que los momentos se calculan de la siguiente forma:

$$M_{(+,-)} = \text{Coef} * CMU * \text{Lado}^2 + \text{Coef} * CVu * \text{Lado}^2$$

$$M_{(-)} = \frac{M_{(+)}}{3} = \text{cuando el momento negativo de cero debido a los coeficientes.}$$

A continuación se calculan cada uno de los momentos, de cada lado, de la losa, siguiendo las ecuaciones ya estipuladas.

$$M_{(+)_a} = \text{Coef} * CMU * L_a^2 + \text{Coef} * CVu * L_a^2$$

$$M_{(+)_b} = \text{Coef} * CMU * L_b^2 + \text{Coef} * CVu * L_b^2$$



$$M_{(-)b} = \text{Coef} * CMU * L_b^2 + \text{Coef} * CVu * L_b^2$$

$$M_{(-)a} = \frac{M_{(+)a}}{3}$$

Donde:

$M_{(+)}$  = momento positivo (Kg-m)

$M_{(-)}$  = momento negativo (Kg-m)

Coef = coeficiente, tomado de tablas ACI 318-98 ACI 319R

L = lado de la losa a analizar (m)

$$\text{Coef}_{(+)CV-a} = 0,045$$

$$\text{Coef}_{(+)CV-b} = 0,026$$

$$\text{Coef}_{(+)CM-a} = 0,04$$

$$\text{Coef}_{(+)CM-b} = 0,025$$

$$\text{Coef}_{(-)CV-a} = 0$$

$$\text{Coef}_{(-)CV-b} = 0,057$$

$$M_{(+)a} = 0,04 * 543,20 * 3,8^2 + 0,045 * 170 * 3,8^2 = 424,22 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{(+)b} = 0,025 * 543,20 * 4,45^2 + 0,026 * 170 * 4,45^2 = 356,45 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{(-)b} = 0,057 * 543,20 * 4,45^2 + 0,057 * 170 * 4,45^2 = 805,02 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{(-)a} = \frac{424,22}{3} = 141,41 \text{ kg} - \text{m}$$

Cálculo el acero mínimo para la losa:

$$A_{S_{\min}} = \left( \frac{14,1}{F_y} \right) * b * d$$

$$d = t - r$$

$$S_{V_{A_{S_{\min}}}} = \frac{A_{S_{\text{var}}} * b}{A_{S_{\min}}}$$

$$S_{V_{\max}} = 2 * t$$

Donde:

$A_{s_{min}}$  = acero mínimo ( $\text{cm}^2$ )

$B$  = la losa se analiza en franjas de 100 cm de ancho.

$d$  = peralte de la losa (cm)

$t$  = espesor de la losa (10 cm)

$r$  = recubrimiento de la losa (2,5 cm)

$A_{s_{var}}$  = área de acero de la varilla (se utilizará #3, =  $0,71\text{cm}^2$ )

$S_{V_{Asmin}} = S_v$  = espaciamiento entre varillas (cm)

$S_{V_{max}}$  = espaciamiento entre varillas máximo (cm)

$$d = t - r = 10 - 2,5 = 7,5 \text{ cm}$$

$$A_{s_{min}} = \left( \frac{14,1}{F_y} \right) * b * d = \frac{14,1}{2810} * 100 * 7,5 = 3,76 \text{ cm}^2$$

$$S_{V_{Asmin}} = \frac{A_{s_{var}} * b}{A_{s_{min}}} = \frac{0,71 * 100}{3,76} = 18,93 \text{ cm} \cong 19 \text{ cm}$$

$$S_{V_{max}} = 2 * t = 2 * 10 = 20 \text{ cm}$$

$$S_{V_{Asmin}} \leq S_{V_{max}} \quad \rightarrow \quad \text{cumple}$$

Una vez encontrada la cantidad de acero mínima que necesita la losa, se define la cantidad de acero requerido por medio de la siguiente ecuación:

$$A_{s_{req}} = b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \left( \frac{M_u * b}{0,003825 * f'c} \right) * \frac{0,85 * f'c}{F_y}}$$

Se calcula entonces el acero requerido para cada momento:

Tabla I. **Chequeo de acero – espaciamiento para fosa séptica**

M (Kg-m)	As ( $cm^2$ )	Espaciamiento "S" (cm)
424,22	2,28	31, no chequea, usar Asmin y Svmin.
356,45	1,91	37, no chequea, usar Asmin y Svmin.
805,02	4,40	16, chequea.
141,41	0,75	95, no chequea, usar Asmin y Svmin.

Fuente: elaboración propia.

Se colocará número 3 a cada 16 centímetros en ambos sentidos como refuerzo para la losa.

Para diseñar la fosa séptica, se consideró que esta esté a nivel del suelo, o sea superficial. Debido a esto, se debe verificar que los muros de la fosa séptica no presenten fallas ante situaciones críticas, como rebalses.

Para garantizar que la fosa séptica no sufra fallas por volteo o deslizamiento en el suelo, se deben chequear ciertos aspectos, como lo son: estabilidad contra el volteo, estabilidad contra el deslizamiento y presiones actuantes sobre el muro.

La fuerza que ejerce el agua hacia los muros genera un momento de volteo que es necesario calcular, de la siguiente forma:

$$Ea = \text{empuje activo} = \frac{W_{\text{agua}} * \text{área del triangulo de presión}}{2}$$

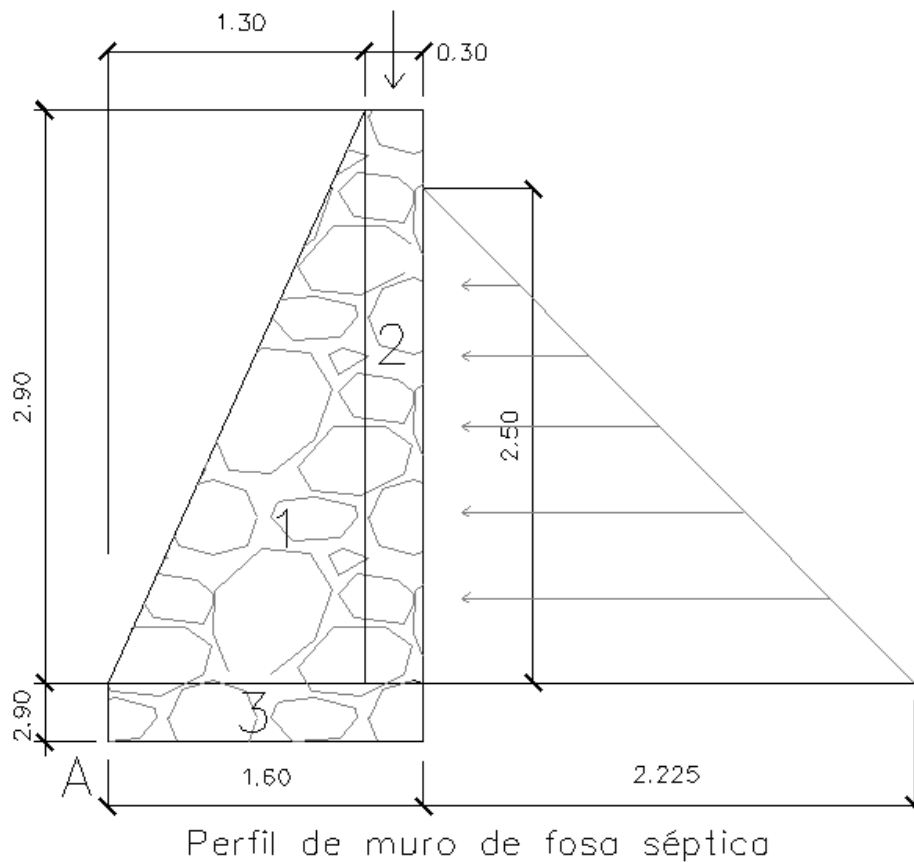
$$Ea = \frac{1 * \left( \frac{1}{2} * \left( 2,5 * \frac{4,45}{2} \right) \right)}{2} = \frac{1 * 0,5 * 2,5 * 2,225}{2} = 1,39 \text{ ton}$$

Calculado el empuje activo causado por el agua sobre el muro de la fosa séptica, se calcula el momento que este ejerce sobre el muro, de la siguiente forma:

$$M_{act} = \text{Momento del agua} = E_a * \frac{H}{3}$$

$$M_{act} = 1,39 * \frac{2,5}{3} = 1,34 \text{ ton} - \text{m}$$

Figura 2. **Análisis de volteo de fosa séptica**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD Civil 2014.

Tabla II. Cálculo de momentos producidos en punto A.

Figura	W=p.p(ton)*área(m <sup>2</sup> )	Distancia a "A"	Mr (ton-m)↓-
1	W=0,5*1,3*2,9*2*1= 3,77	D=2/3*1,30=0,87	3,27
2	W=0,3*2,9*2*1=1,74	D=1,3+0,3/2=1,45	2,52
3	W=1,60*0,3*2*1=0,96	D=1,60/2=0,80	0,77
	<b>Wr=6,47</b>		<b>Mr=6,56</b>
Mr es momento resistente del muro.			

Fuente: elaboración propia.

Teniendo el momento resistente del muro se procede a calcular el peso que el muro está soportando.

Donde:

W<sub>tm</sub> = peso que el muro soporta (Ton/m)

W<sub>sm</sub> = peso de losa más viga (Ton/m)

W<sub>losa</sub> = peso propio de la losa (Ton/m)

W<sub>viga</sub> = peso propio de la viga de apoyo (Ton/m)

W<sub>r</sub> = peso resistente del muro (Ton)

Mr = momento resistente del muro (Ton-m)

CU = carga última (kg/m<sup>2</sup>)

At = área tributaria (m<sup>2</sup>)

L<sub>m</sub> = longitud del muro

$$At = b * \frac{A}{2} - \left( \frac{A^2}{4} \right) = 4,45 * \frac{3,8}{2} - \frac{3,8^2}{4} = 4,845 \text{ m}^2$$

$$W_{losa} = CU * \frac{At}{L_m} = 713,20 * \frac{4,845}{7 * 1000} = 0,494 \text{ Ton/m}$$

Se propuso una viga de 20 cm por 20 cm (ver figura 1 para referencia), la longitud del muro se tomó de 7 metros de largo.

$$W_{\text{viga}} = 0,20 * 0,20 * 2,4 * 1,4 = 0,13 \text{ Ton/m}$$

$$W_{\text{sm}} = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} = 0,494 + 0,096 = 0,63 \text{ Ton/m}$$

$$W_{\text{tm}} = W_{\text{sm}} + W_{\text{r}} = 0,63 + 6,47 = 7,10 \text{ Ton/m}$$

Una vez encontradas las cargas, se toma como referencia el punto A y se calcula el momento que ejerce todas cargas en ese punto, se tiene entonces:

$$M_{\text{wc}} = W_{\text{sm}} * L_{\text{b}}$$

Donde:

$M_{\text{wc}}$  = momento de las cargas en el punto A (Ton-m)

$L_{\text{b}}$  = longitud con respecto del centro de la carga al punto A (m)

$$M_{\text{wc}} = 0,63 * \left( 1,30 + \frac{0,30}{2} \right) = 0,91 \text{ Ton} - \text{m}$$

Chequeos:

Obtenidos los momentos en el punto A, se verifica que el momento generado por el empuje activo debido al agua sobre el muro sea menor que el momento que ejerce peso del muro, viga y losa sobre el agua, por lo que la altura del muro de resiste el empuje activo. Verificando que no exista volteo o deslizamiento, por medio del cálculo de la estabilidad contra el volteo y la estabilidad contra el deslizamiento, de la siguiente forma:

$$F_v = \frac{M_{wc} + M_r}{M_{act}}$$

$$F_d = \frac{0,9 * \tan \phi * W_r}{E_a}$$

Donde:

$F_v$  = estabilidad contra el volteo

$F_d$  = estabilidad contra el deslizamiento

$\phi$  = ángulo de fricción interna del suelo (usar  $30^\circ$  si se desconoce)

$$F_v = \frac{M_{wc} + M_r}{M_{act}} = \frac{0,91 + 6,56}{1,34} = 5,56$$

$F_v > 1,5$  Resiste volteo

$$F_d = \frac{0,9 * \tan \phi * W_{tm}}{E_a} = \frac{0,9 * \tan 30 * 7,10}{1,39} = 2,65$$

$F_d > 1,5$  Resiste deslizamiento

Comprobado que no existe ni volteo ni deslizamiento por parte del muro sobre el suelo, se calcula entonces que la presión en el suelo por parte del muro no sea mayor que el valor soporte último del suelo, de la siguiente forma:

$$a = \frac{M_{wc} + M_r - M_{act}}{W_{tm}}$$

$$e = \frac{\text{Base del muro}}{2} - a$$

$$S_x = \frac{1}{6} * (\text{Base del muro})^2 * L$$

$$P_a = \frac{W_{tm}}{\text{Área de base}} \pm \frac{W_{tm} * e}{S_x}$$

Donde:

a = distancia donde actúan las cargas verticales (m)

e = excentricidad

S<sub>x</sub> = módulo de sección (m<sup>3</sup>-m)

L = se toma de 1 m, debido a que se calcula en franjas

P<sub>a</sub> = presión actuante (Ton/m<sup>2</sup>)

$$a = \frac{M_{wc} + M_r - M_{act}}{W_{tm}} = \frac{0,91 + 6,56 - 1,34}{7,10} = 0,86 \text{ m}$$

3a > base del muro      No existen presiones negativas.

$$e = \frac{\text{Base del muro}}{2} - a = \frac{1,6}{2} - 0,86 = -0,06$$

$$S_x = \frac{1}{6} * (\text{Base del muro})^2 * L = \frac{1}{6} * 1,6^2 * 1 = 0,43 \text{ m}^3$$

$$P_a = \frac{W_{tm}}{\text{Área de base}} \pm \frac{W_{tm} * e}{S_x} = \frac{7,1}{1,6 * 1} \pm \frac{7,1 * (-0,06)}{0,43} = 4,44 \pm 0,99$$

$$P_a(\text{maxima}) = 5,43 \text{ Ton/m}^2$$

$$P_a(\text{mínima}) = 3,45 \text{ Ton/m}^2$$

P<sub>a</sub>(máxima) < V<sub>s</sub>      El suelo soporta la presión



$P_a(\text{mínima}) > 0$  No existen esfuerzos a tensión

### **2.1.3.9. Planos**

Para un proyecto de alcantarillado sanitario se elaboran planos que deben contener planta y perfil de pozo de visita a pozos de visita, además de planos de detalles de pozos de visita, conexiones domiciliarias y cualquier otra estructura que necesite detalles. Los planos de planta-perfil deben llevar todos los datos necesarios, tales como cotas de terreno, cotas Invert de entrada y de salida, diámetros de tuberías, pendientes de tuberías y distancias de pozo de visita a pozo de visita.

Se realizaron 11 planos:

- Planta de conjunto
- Planta perfil 1
- Planta perfil 2
- Planta perfil 3
- Planta perfil 4
- Planta perfil 5
- Planta perfil 6
- Planta perfil 7
- Planta perfil 8
- Detalles de fosas sépticas y cajas distribuidoras de caudales
- Detalles de pozo de visita y acometida domiciliar

### 2.1.3.10. Presupuesto del proyecto

Para la elaboración del presupuesto, del sistema de alcantarillado sanitario, se tomaron los precios de los materiales cotizados regionalmente; los salarios de mano de obra fueron proporcionados por la Municipalidad de Esquipulas. Se identificaron los distintos renglones de trabajo que lo conforman, posteriormente se calculó un factor de costos indirectos, conformado por costos de administración, fianzas, supervisión, utilidad, etc. dando un factor de costos indirectos del 35 por ciento.

Tabla III. **Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario, para la aldea Santa Rosalía, Esquipulas, Chiquimula**

<u>No</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>UNIDAD DE MEDIDA</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO UNITARIO</u>	<u>TOTAL PARCIAL</u>
1	Replanteo topográfico	ML	3 131	Q 2,96	Q 9 264,04
2	Excavación	M³	5 203,23	Q 87,56	Q 455 581,59
3	Instalación de tubería de 6"	ML	3 131	Q 90,98	Q 284 858,04
4	Relleno	M3	5 723,55	Q 55,65	Q 318 537,42
5	Pozos de visita de 1.20m a 2.20m	UNIDAD	53	Q 7 543,32	Q 399 795,71
6	Pozos de visita de 2.20m a 3.20m	UNIDAD	8	Q 9 223,78	Q 73 790,22
7	Pozos de visita de 3.20m a 4.20m	UNIDAD	2	Q 24 178,47	Q 48 356,95
8	Fosa séptica	UNIDAD	2	Q 437 371,58	Q 874 743,16
9	Caja distribuidora de caudales	UNIDAD	2	Q 19 777,81	Q 39 555,62
10	Conexiones Domiciliares	UNIDAD	285	Q 1 344,11	Q 383 071,02
<b>Total del Proyecto</b>					<b>Q 2 887 553,76</b>

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.3.11. Evaluación socioeconómica**

Tiene como fin, determinar la rentabilidad del proyecto a través de indicadores socioeconómicos, tales como el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

#### **2.1.3.11.1. Valor Presente Neto**

Es una alternativa para la toma de decisiones de la inversión que se hará en el proyecto, lo cual permite determinar si la inversión factible o no, evitando la toma de decisiones no factibles que provoquen futuras pérdidas.

- Cuando el  $VPN < 0$ , y si el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, está alertando o previniendo que el proyecto no es rentable.
- Cuando el  $VPN = 0$ , está indicando que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad deseada.
- Cuando el  $VPN > 0$ , está indicando que la opción es rentable y que inclusive podrían incrementarse el porcentaje de utilidad.

El proyecto de sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Santa Rosalía, el valor presente neto es de:

$$\begin{aligned} VPN &= \text{ingresos} - \text{egresos} \\ VPN &= Q 0,00 - Q 2 887 553,76 \\ VPN &= Q -2 887 553,76 \end{aligned}$$

El Valor Presente Neto negativo del proyecto es de Q 2 887 553,76. Este costo será de inversión social por parte de la Municipalidad. No se recupera la inversión, sino que se beneficia a la población con servicios básicos, por lo cual no se está estipulando ningún ingreso ni rentabilidad del proyecto.

#### **2.1.3.11.2. Tasa Interna de Retorno**

Conceptualmente se puede decir que la Tasa Interna de Retorno es la máxima de utilidad que puede obtenerse cuando se analiza una alternativa de inversión, teniendo en cuenta un equilibrio entre el flujo de ingresos y egresos.

Como pudo constatarse al calcular el Valor Presente Neto, no se prevé ningún tipo de ingreso para este proyecto, debido a que la propuesta de disposición y tratamiento de aguas negras no es rentable para la Municipalidad, ya que, el costo de la obra supera a los ingresos que genera el mismo; sin embargo, el no ser rentable no significa que sea innecesario para la comunidad. Por lo que se procede para este caso a realizar un análisis socioeconómico de costo/beneficio a nivel municipal.

Costo = inversión inicial

Costo = Q 2 887 553,76

Beneficio = habitantes beneficiados (población futura)

Beneficio = 1 482 habitantes

- Análisis socioeconómico

costo/beneficio = Q 2 887 553,76 / 1 482 hab

costo/beneficio = Q 1 948,42 / hab

Con base en dicho análisis se basan las instituciones de inversión social para determinar si el proyecto es factible o no.

#### **2.1.3.12. Evaluación de Impacto Ambiental Inicial**

Tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad producirá en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismo; con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de la administración pública competente.

Impacto ambiental, producido por:

- Movimiento de suelos (excavación y relleno), ocasionando residuos de partículas en suspensión y polvo en las áreas cercanas al proyecto.
- Obstrucción del tránsito ocasionado por el zanjeo y relleno de la línea principal y pozos de visita
- Contaminación auditiva, generada por ruido de las actividades que se deben realizar para la demolición, movimiento de suelos y construcción del proyecto.
- Posibles accidentes de los trabajadores y habitantes
- Producción de desechos

Medidas de mitigación

- Trabajar en horarios donde se cause la menor molestia posible a la población.
- Mantener limpia el área de trabajo durante y después de cada jornada, recogiendo cualquier tipo de desecho que ponga en riesgo el medio

ambiente y la seguridad de los trabajadores, colocando recipientes de basura para cualquier desecho que produzca el personal.

- Colocar avisos o señales cerca de las excavaciones
- Proveer a los trabajadores de equipo adecuado

## **2.2. Diseño de la edificación escolar de dos niveles para el casco urbano, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula**

El proyecto de diseño de la edificación escolar, pretende contribuir a la comunidad estudiantil, debido a que actualmente, existe una edificación escolar que se encuentra en malas condiciones, siendo necesario construir una nueva edificación escolar.

### **2.2.1. Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en el diseño de una edificación escolar de dos niveles, donde funcionarán diversas escuelas en distintas jornadas, entre ellas están: escuela para niñas Pedro Nufio (primaria matutina), escuela para varones Pedro Arriaza (primaria vespertina), escuela oficial nocturna para alumnos (primaria nocturna), instituto por cooperativa de educación básica (nocturna). La edificación escolar se diseñará para suplir la creciente necesidad que tiene el casco urbano de contar con un centro educativo que tenga la capacidad para atender a alumnos que necesitan y que llene las expectativas, es por ello que el proyecto se determinó la necesidad de incrementar la capacidad de alumnos, por lo que el proyecto será diseñado para ser de tres niveles.

La edificación escolar estará conformada por 3 módulos, en los cuales estarán repartidos los salones de clases, salones de computación, biblioteca y

oficinas administrativas. También contará con 3 módulos de gradas, para servir de acceso a los niveles superiores de la edificación y como salida de emergencia.

La estructura de la edificación escolar estará conformada por marcos dúctiles con nudos rígidos y las losas de vigueta y bovedilla prefabricadas, todos los muros de los módulos serán tabique de COVINTEC. Los módulos de gradas tendrán muros de mampostería reforzada de block, además tendrán losa de concreto reforzado, excepto en la losa del tercer nivel, ya que, esta será de vigueta y bovedilla prefabricada.

### **2.2.2. Descripción del área disponible**

El terreno se encuentra ubicado en el casco urbano del municipio de Esquipulas, Chiquimula, cuenta con un área de 4 517,66 metros cuadrados destinados para la construcción del complejo educativo.

### **2.2.3. Determinación del valor soporte del suelo**

Para determinar el valor soporte del suelo es necesario conocer primero las características del suelo, se realizó un ensayo de compresión triaxial en el Centro de Investigación de Ingeniería (CII). Para realizar el ensayo fue necesario obtener una muestra del suelo del área destinada a la construcción del complejo educativo, dicha muestra fue extraída a 2 metros por debajo del nivel del terreno, dando los siguientes resultados:

Tipo de ensayo: no consolidado y no drenado

Descripción del suelo: limoso arenoso color café

Dimensión y tipo de la probeta: 2,5" x 5,0"

Ángulo de fricción interna  $\phi = 10,84^\circ$

Cohesión  $C_u = 3,05 \text{ Ton/m}^2$

Base (B) = 3,5 m

Peso específico del suelo ( $\gamma_s$ ) = 1,86  $\text{Ton/m}^3$

Desplante ( $D_f$ ) = 2,00 m

- Factor de flujo ( $N_q$ ) debido a la sobrecarga

$$N_q = \frac{e^{(3/2\pi + \phi_{\text{rad}}) \cdot \tan \phi}}{2 * \left(\cos\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)\right)^2} = \frac{e^{\left(3/2\pi + \left(\frac{10,84 * \pi}{180}\right)\right) \cdot \tan 10,84}}{2 * \left(\cos 45 + \frac{10,84}{2}\right)^2} = 2,928 = 2,97$$

- Factor de flujo debido a la cohesión ( $N_c$ )

$$N_c = (N_q - 1) * \cot \phi = (2,928 - 1) * \cot(10,84) = 10,068 = 10,07$$

- Factor de flujo debido al peso del suelo ( $N_y$ )

$$N_y = (N_q + 1) * 2 \tan(\phi) = (2,928 + 1) * 2 * \tan(10,84) = 1,504$$

- Capacidad de carga última bruta

$$q_u = 1,3C_u N_c + \gamma_s D_f N_q + 0,4\gamma_s B N_y$$
$$q_u = 1,3 * 3,05 * 10,07 + 1,86 * 2 * 2,97 + 0,4 * 1,86 * 1,504 * 3,5$$
$$q_u = 52,57 \text{ Ton/m}^2$$



- Valor soporte del suelo

Para calcular el valor soporte del suelo se requiere aplicar un factor de seguridad a la capacidad de carga última bruta, (Braja M. Das, 2001. 165 p) recomienda “Independientemente del procedimiento por el cual se aplique el factor de seguridad (FS), la magnitud de FS debe depender de las incertidumbres y riesgos implicados en las condiciones encontradas”. Siguiendo la recomendación dada por Braja M. Das, puede ser aplicado un FS de por lo menos tres en todos los casos, se optó por utilizar un factor de FS = 3.

El valor soporte del suelo se calcula de la siguiente forma:

$$V_s = \frac{q_u}{FS} = \frac{52,57}{3} = 17,52 \text{ Ton/m}^2$$

El valor soporte del suelo a utilizar será de  $V_s = 17,52 \text{ Ton/m}^2$

#### **2.2.4. Normas a utilizar para el diseño de edificios**

En el diseño de la edificación escolar, se cumplieron con los requerimientos y normas del Ministerio de Educación (MINEDUC) y Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED) para generar una propuesta que sea agradable cómoda y segura para los usuarios.

##### **2.2.4.1. Criterios generales**

Son las consideraciones que se deben tomar en cuenta para el diseño de un edificio, en el caso de edificaciones escolares, se toman las consideraciones del normativo para el diseño arquitectónico de centros educativos MINEDUC y

las normas NRD-2 de CONRED, tales como: ubicación, alturas de salones, alturas de puertas y ventanas, anchos de pasillos, salidas de emergencia, etc.

#### **2.2.4.2. Criterios de conjunto**

La edificación escolar tiene que suplir las necesidades que demanda la población estudiantil, para un desempeño adecuado, debe estar diseñada de acuerdo con la funcionalidad que tendrá cada una de las áreas. Se utilizaron las normas de CONRED NRD-2 para determinar los anchos de pasillos, capacidad máxima de alumnos por salón, salidas de emergencia, etc.

#### **2.2.4.3. Criterios de iluminación**

La iluminación natural debe ser esencialmente bilateral, de norte-sur, considerando que el norte debe coincidir con el lado izquierdo de los alumnos viendo el pizarrón, además, el nivel de iluminación artificial debe estar uniformemente distribuido dentro del aula variando en niveles entre 200 a 400 luxes para nivel primario y 250 a 500 luxes para nivel medio.

#### **2.2.4.4. Otros criterios**

Se deben considerar otros criterios cuando se diseña una edificación, tales como:

Color: se debe utilizar colores claros para aumentar la iluminación natural y al mismo tiempo tenga un efecto relajante para los alumnos.

Ventilación: el área mínima de las ventanas debe ser de 1/3 del área de piso, esto con el propósito de ofrecer una ventilación adecuada e iluminación natural.

## **2.2.5. Diseño arquitectónico**

El diseño arquitectónico se realiza para dar mayor comodidad al usuario, y, distribuir de forma eficiente los ambientes para tener una funcionalidad óptima.

Se proporcionarán los servicios necesarios para el correcto funcionamiento del complejo, tales como: servicios sanitarios, salones de clases, salón de computación y biblioteca, además se proporcionó un área administrativa y suficiente espacio para áreas verdes y deportivas para distintas actividades del alumnado.

### **2.2.5.1. Ubicación de la edificación escolar en el terreno**

El terreno tiene un área de 4 517,66 metros cuadradas, la edificación ocupa un área de 1 254,23 metros cuadrados, por lo que se ocupó el 28 por ciento del área disponible, dejando un 72 por ciento del terreno ocupado por áreas verdes, área deportiva, etc.

### **2.2.5.2. Distribución de ambientes**

La edificación escolar cuenta con 3 módulos.

- El módulo 1; se ubicaron 21 aulas puras

- El módulo 2; en el primer nivel se ubica el área administrativa y una bodega, en el segundo nivel se ubican los servicios sanitarios y dos bodeguitas, y en el tercer nivel se ubica el salón de computación y biblioteca.
- El módulo 3; se ubicaron 21 aulas puras

También se ubica una cancha deportiva, ubicada en el lado noreste del complejo.

### **2.2.5.3. Altura del edificio**

Todos los módulos tendrán una altura de piso a cielo de 3,00 metros, la altura total de cada módulo es 9,6 metros. La altura de piso a cielo se tomó con base a las normas para el diseño arquitectónico de centros educativos del MINEDUC.

### **2.2.6. Selección del sistema estructural a utilizar**

Se debe tomar en cuenta, para la selección del sistema estructural a utilizar, distintos aspectos como la economía, materiales a utilizar y la factibilidad de construcción del sistema estructural.

La estructura principal de cada módulo estará compuesta por un sistema de marcos dúctiles con nudos rígidos y losas de vigueta y bovedilla prefabricada, los módulos de gradas serán de mampostería reforzada de block con losas planas de concreto reforzados excepto la losa final, que será de vigueta y bovedilla prefabricada.

### 2.2.6.1. Predimensionamiento de elementos estructurales

El predimensionamiento se utiliza para marcar el rumbo que se debe seguir en el diseño de los elementos estructurales que conforman la edificación.

Se empieza haciendo un predimensionamiento de losas, seguido de vigas y columnas.

#### - Losas

Para predimensionar las losas, se calcula el perímetro de los ambientes y se divide dentro de 180. Se tomará el área más crítica para el predimensionamiento.

$$t_{\text{losa módulo 2}} = \frac{\text{perímetro}}{180} = \frac{7 + 7 + 5 + 5}{180} = 0,133\text{m}$$

Debido a que el espesor de la losa supera los 12 centímetros, la losa no puede ser construida como una losa plana, por lo que se deben optar por distintas alternativas, como lo son: losas prefabricadas, losas nervadas, losas con estructura metálica, etc.

Para este proyecto se utilizarán losas prefabricadas de vigueta y bovedilla.

#### - Vigas

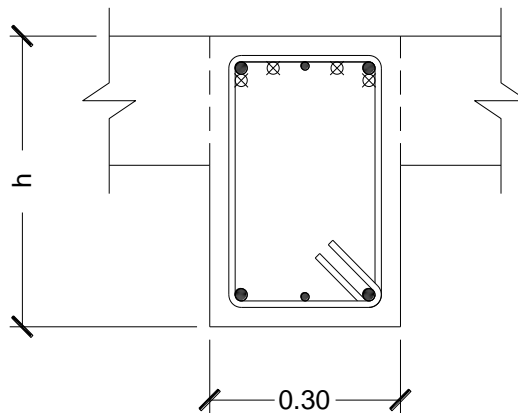
Para predimensionar las vigas, de mismo modo que las losas, se tomará la viga que tenga la mayor luz, o sea, la más crítica, que para este proyecto es

de 7 metros de luz, según el código ACI 318S-08 en la sección 9.5.2, la altura mínima para una viga no preesforzada con un extremo continuo es:

$$h = \frac{l}{18,5}$$
$$h = \frac{7}{18,5} = 0,38 \text{ m}$$

Se proponen dimensiones de 0,45 metros de altura y 0,30 metros de base para la viga del tercer nivel, de los módulos 1, 2 y 3.

Figura 3. **Sección de viga propuesta**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Alturas propuestas de las vigas de los módulos:

- Módulo 1 y 3
  - h1 = 0,60 m
  - h2 = 0,55 m

- $h_3 = 0,45 \text{ m}$

- Módulo 2

- $h_1 = 0,60 \text{ m}$
- $h_2 = 0,50 \text{ m}$
- $h_3 = 0,45 \text{ m}$

- Columnas

Las columnas se calculan con base en la carga que soportarán y una cuantía de acero propuesta que debe estar entre el uno por ciento del área de la columna y el seis por ciento del área de la columna, según el ACI 318S-08 en la sección 21.6.3.

$$1\%A_g \leq A_s \leq 6\%A_g$$

$$P = 0,85 * (0,85 * f'_c * (A_g - A_s) + F_y * A_s)$$

Donde:

P = carga axial que soporta la columna

$A_g$  = área de la sección de la columna

$A_s$  = área de acero de la armadura longitudinal

$f'_c$  = resistencia a la compresión del concreto (210 Kg/cm<sup>2</sup>)

$F_y$  = resistencia a la fluencia del refuerzo (2810 Kg/cm<sup>2</sup>)

P.P = peso propio del elemento estructural

CV = carga viva

Wc = peso del concreto (2400 kg/m<sup>3</sup>)

$$P3 = \text{área}_{\text{losa}} * (P \cdot P_{\text{losa}} + CV) + \text{Sec}_{\text{viga}} * \text{long} * Wc$$

$$P3 = 18\,203 \text{ kg}$$

$$P2 = \text{área}_{\text{losa}} * (P \cdot P_{\text{losa}} + CV) + \text{Sec}_{\text{viga}} * \text{long} * Wc + CV_{\text{cov}} * H * \text{long} + P3$$

$$P2 = 48\,558 \text{ kg}$$

$$P1 = \text{área}_{\text{losa}} * (P \cdot P_{\text{losa}} + CV) + \text{Sec}_{\text{viga}} * \text{long} * Wc + CV_{\text{cov}} * H * \text{long} + P2$$

$$P1 = 78\,878,5 \text{ kg}$$

$$Ag = \frac{P}{0,85 * (0,85 * f'c * (1 - 0,01) + 0,01 * Fy)}$$

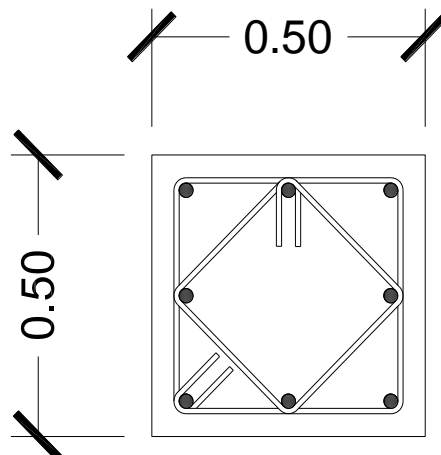
$$Ag3 = 104,6 \text{ cm}^2$$

$$Ag2 = 279 \text{ cm}^2$$

$$Ag1 = 453,1 \text{ cm}^2$$

Se propone utilizar columna de 0,50 m x 0,50 m.

Figura 4. **Sección de columna propuesta**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.



### **2.2.6.2. Cargas de diseño**

Las estructuras se encuentran sometidas a distintas cargas, originadas por distintos factores, como el uso, sismos o por el ambiente en el que se someten, por ello las estructuras deben ser capaces de soportar estas cargas. Las cargas se pueden clasificar según la dirección en la que se ejercen sobre la estructura, como lo son las cargas verticales y cargas horizontales.

#### **2.2.6.2.1. Cargas verticales en marcos dúctiles con nudos rígidos**

Las cargas verticales se pueden clasificar de distintas formas, dependiendo del uso de la estructura, estas cargas son: cargas vivas y cargas muertas; las cuales se describen a continuación.

- Cargas vivas (CV)

Las cargas vivas son generadas por el uso de la estructura y por cualquier elemento móvil dentro de la misma.

- Cargas muertas (CM)

Las cargas muertas son cargas que actúan de forma permanente en la estructura, como lo es el peso propio de la estructura.

A continuación se presentan las cargas muertas y vivas que se utilizaron en la estructura.

Tabla IV. **Cargas verticales en la estructura**

<b>Cargas vivas (CV)</b>	<b>Cargas muertas (CM)</b>
Techo= 100 kg/m <sup>2</sup>	Concreto= 2 400 kg/m <sup>3</sup>
Aulas= 200 kg/m <sup>2</sup>	Acabados= 40 kg/m <sup>2</sup>
Pasillos= 500 kg/m <sup>2</sup>	Muros COVINTEC= 100 kg/m <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

- Integración de cargas verticales

Para la integración de cargas verticales se toman las áreas tributarias de los ambientes y calcularon las cargas. Se realizó el siguiente procedimiento:

- Módulo 1, eje B

Nivel 3

$$CM = W_{losa} + W_{vigas} + W_{acabados}$$

$$CM = \frac{269 * 20,5}{7} + 0,45 * 0,30 * 2\ 400 + \frac{40 * 20,5}{7} = 1\ 228,93\ \text{kg /m}$$

$$CV = \frac{100 * 20,5}{7} = 292,86\ \text{kg /m}$$

Nivel 2

$$CM = W_{losa} + W_{vigas} + W_{acabados} + W_{muros}$$

$$CM = \frac{269 * 20,5}{7} + 0,55 * 0,30 * 2\ 400 + \frac{40 * 20,5}{7} + 100 * 2,6 = 1\ 560,93\ \text{kg /m}$$

$$CV = W_{losa\ aula} + W_{losa\ pasillo}$$

$$CV = \frac{200 * 12,5}{7} + \frac{500 * 8,25}{7} = 939,29\ \text{kg /m}$$

### Nivel 1

$$CM = W_{\text{losa}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{acabados}} + W_{\text{muros}}$$

$$CM = \frac{269 * 20,5}{7} + 0,60 * 0,30 * 2\,400 + \frac{40 * 20,5}{7} + 100 * 2,6 = 1\,596,93 \text{ kg /m}$$

$$CV = W_{\text{losa aula}} + W_{\text{losa pasillo}}$$

$$CV = \frac{200 * 12,5}{7} + \frac{500 * 8,25}{7} = 939,29 \text{ kg /m}$$

- Módulo 1, eje 5

### Nivel 3, tramo de 7 metros

$$CM = W_{\text{losa}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{acabados}}$$

$$CM = \frac{269 * 24,5}{7} + 0,45 * 0,30 * 2\,400 + \frac{40 * 24,5}{7} = 1\,405,5 \text{ kg /m}$$

$$CV = \frac{100 * 24,5}{7} = 350 \text{ kg /m}$$

### Nivel 3, tramo de 3 metros

$$CM = W_{\text{losa}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{acabados}}$$

$$CM = \frac{269 * 4,5}{3} + 0,45 * 0,30 * 2\,400 + \frac{40 * 4,5}{3} = 787,50 \text{ kg /m}$$

$$CV = \frac{100 * 4,5}{3} = 150 \text{ kg /m}$$

### Nivel 2, tramo de 7 metros

$$CM = W_{\text{losa}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{acabados}} + W_{\text{muros}}$$

$$CM = \frac{269 * 24,5}{7} + 0,55 * 0,30 * 2\ 400 + \frac{40 * 24,5}{7} + 100 * 2,6 = 1\ 737,50 \text{ kg /m}$$

$$CV = W_{V_{\text{losa aula}}} + W_{V_{\text{losa pasillo}}}$$

$$CV = \frac{200 * 24,50}{7} = 700 \text{ kg /m}$$

Nivel 2, tramo de 3 metros

$$CM = W_{\text{losa}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{acabados}} + W_{\text{muros}}$$

$$CM = \frac{269 * 4,5}{3} + 0,55 * 0,30 * 2\ 400 + \frac{40 * 4,5}{3} + 100 * 2,6 = 895,50 \text{ kg /m}$$

$$CV = W_{V_{\text{losa aula}}} + W_{V_{\text{losa pasillo}}}$$

$$CV = \frac{500 * 4,50}{3} = 750 \text{ kg /m}$$

Nivel 1, tramo de 7 metros

$$CM = W_{\text{losa}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{acabados}} + W_{\text{muros}}$$

$$CM = \frac{269 * 24,5}{7} + 0,60 * 0,30 * 2\ 400 + \frac{40 * 24,5}{7} + 100 * 2,6 = 1\ 773,50 \text{ kg /m}$$

$$CV = W_{V_{\text{losa aula}}} + W_{V_{\text{losa pasillo}}}$$

$$CV = \frac{200 * 24,5}{7} = 700 \text{ kg /m}$$

Nivel 1, tramo de 7 metros

$$CM = W_{\text{losa}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{acabados}} + W_{\text{muros}}$$

$$CM = \frac{269 * 4,5}{3} + 0,60 * 0,30 * 2\ 400 + \frac{40 * 4,5}{3} + 100 * 2,6 = 895,50 \text{ kg /m}$$

$$CV = W_{V_{\text{losa aula}}} + W_{V_{\text{losa pasillo}}}$$

$$CV = \frac{200 * 4,5}{3} = 750 \text{ kg /m}$$

La integración de cargas para todos los ejes de los 3 módulos, se realizó adecuando el procedimiento anterior, y se resumen en la siguiente tabla.

Tabla V. **Integración de cargas verticales**

Módulo	Eje	CM (kg/m)			CV (Kg/m)		
		Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1
1	A	688,20	1 020,18	1 056,18	117,86	589,29	589,29
	B	1 228,23	1 560,93	1 596,93	292,86	939,29	939,29
	C	864,75	1 196,75	1 232,75	175	350	350
	1,8	L=7m	L=7m	L=7m	L=7m	L=7m	L=7m
		864,75	1 196,15	1 232,75	175	350	350
		L=3m	L=3m	L=3m	L=3m	L=3m	L=3m
	2,3, 4,5, 6,7	555,75	887,75	923,75	75	375	375
		L=7m	L=7m	L=7m	L=7m	L=7m	L=7m
		1 405,50	1 737,50	1 773,50	350	700	700
	2	E,I	L=3m	L=3m	L=3m	L=3m	L=3m
787,50			859,50	895,50	150	750	750
555,75			887,75	923,75	75	375	375
F,G ,H		L=5m	L=5m	L=5m	L=5m	L=5m	L=5m
		1 317,21	1 613,21	1 685,21	321,43	642,86	642,86
		L=3m	L=3m	L=3m	L=3m	L=3m	L=3m
2'		710,25	1 006,25	1 078,25	125	250	250
3		1 034,70	1 330,70	1 402,70	230	775	775
3'		648,45	944,45	1 016,45	105	525	525

Continuación de la tabla V.

3	L	688,20	1 020,18	1 056,18	117,86	589,29	589,29	
	M	1 228,23	1 560,93	1 596,93	292,86	939,29	939,29	
	K	864,75	1 196,75	1 232,75	175	350	350	
	1,8	L=7m		L=7m	L=7m	L=7m	L=7m	L=7m
			864,75	1 196,15	1 232,75	175	350	350
		L=3m		L=3m	L=3m	L=3m	L=3m	L=3m
	2,3, 4,5, 6,7		555,75	887,75	923,75	75	375	375
		L=7m		L=7m	L=7m	L=7m	L=7m	L=7m
			1 405,50	1 737,50	1 773,50	350	700	700
		L=3m		L=3m	L=3m	L=3m	L=3m	L=3m
			787,50	859,50	895,50	150	750	750

Fuente: elaboración propia.

#### 2.2.6.2.2. Cargas horizontales en marcos dúctiles con nudos rígidos

Dependiendo de la ubicación de la estructura, estas pueden sufrir cargas horizontales debido a sismos, viento, etc. Estas cargas son de suma importancia de considerarlas al momento de realizar cualquier tipo de análisis estructural. Guatemala está ubicada en una región altamente sísmica, es por ello que las estructuras están propensas a sufrir cargas horizontales, por ello en el análisis estructural hay que simular los efectos de un sismo sobre la estructura.

### 2.2.6.3. Fuerzas sísmicas

Existen distintas formas de calcular las fuerzas sísmicas, entre ellas se puede mencionar SEAOC, AGIES, análisis dinámicos, etc. Para este proyecto se utilizó el método del SEAOC.

#### - Corte basal

El corte basal es la fuerza cortante que se transmite a la base de la estructura debido al sismo, esta fuerza depende de distintos factores, tales como la zona sísmica, período natural de vibración, tipo de ocupación, importancia de la estructura y el peso de la estructura. Se puede calcular de la siguiente forma:

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

$$c = \frac{1}{15\sqrt{T}} \quad T = \frac{0,05h_n}{\sqrt{D}}$$

Donde:

$V_b$  = corte basal

$Z$  = coeficiente de zona sísmica ( $Z = 1$ )

$I$  = coeficiente de la importancia o utilidad que se le dé a la estructura después de un sismo ( $I = 1,3$ ).

$C$  = coeficiente que depende del periodo natural de vibración ( $C \leq 0,12$ )

$h_n$  = altura de la estructura (9,6 m)

$D$  = base de la estructura

S = coeficiente que depende del tipo de suelo donde se cimienta la estructura, si se desconoce se puede utilizar 1,5 ( $C \cdot S \leq 0,14$ ).

K = factor que refleja la ductilidad de la estructura ( $K = 0,67$ )

W = peso de la estructura más un 25 % de la carga viva

Debido a que el sismo actúa en ambas direcciones, tanto X como Y, se debe analizar el corte basal para ambas direcciones.

Ejemplo de corte basal, módulo 2:

Tabla VI. Valores C y C\*S

$C \leq 0,12$	$T_x = \frac{0,05 * 9,6}{\sqrt{10}}$ $= 0,1518$	$C_x = \frac{1}{15 * \sqrt{0,1518}} = 0,1711 \rightarrow C$ $= 0,12$
	$T_x = \frac{0,05 * 9,6}{\sqrt{20}}$ $= 0,1073$	$C_x = \frac{1}{15 * \sqrt{0,1073}} = 0,2035 \rightarrow C$ $= 0,12$
$C \cdot S \leq 0,14$	$C_x * S = 0,12 * 1,5 = 0,18 \rightarrow \text{usar } C_x * S = 0,14$ $C_y * S = 0,12 * 1,5 = 0,18 \rightarrow \text{usar } C_y * S = 0,14$	

Fuente: elaboración propia.

Debido a que los valores de los coeficientes son iguales tanto en X como en Y, el corte basal quedará de la siguiente forma.

$$V_b = V_x = V_y = ZICKSW$$

$$V_b = 1 * 1,3 * 0,14 * 0,67 * 486,15$$

$$V_b = 59,281 \text{ Ton}$$



Tabla VII. **Corte basal**

Módulo	Coeficiente (ZICKS)	Peso de la estructura W (Ton)	Corte basal Vb (Ton)
1	0,12194	1 105,37	134,789
2	0,12194	486,15	59,281
3	0,12194	1 105,37	134,789

Fuente: elaboración propia.

- Fuerzas por nivel

$$F_n = \frac{(V_b - F_T) * W_i * h_i}{\sum W_i * h_i}$$

Donde:

$F_n$  = fuerza de techo, si  $T \leq 0,25$ , entonces  $F_t=0$

$W_i$  = peso propio de cada nivel más 25 % de la carga viva.

$H_i$  = altura hasta cada nivel

$$T < 0,25 \rightarrow F_n = 0$$

$$F_3 = \frac{(59,281 - 0) * 1\,369,596}{3\,700,716} = 21,9389 \text{ Ton}$$

$$F_2 = \frac{(59,281 - 0) * 1\,284,12}{3\,700,716} = 20,5701 \text{ Ton}$$

$$F_1 = \frac{(59,281 - 0) * 1\,047}{3\,700,716} = 16,7716 \text{ Ton}$$

Chequeando:

$$V_b = F_T + F_3 + F_2 + F_1$$

$$V_b = 0 + 21,9389 + 20,5701 + 16,7716 = 59,2806 = 59,281 \text{ Ton}$$

En la siguiente tabla se muestran las fuerzas por nivel de cada módulo.

Tabla VIII. **Fuerzas por nivel**

Módulo	Fuerza por nivel $F_i$ (Ton)		
	F3	F2	F1
1	50,3267	48,1875	36,2744
2	21,9389	20,5701	16,7716
3	50,3267	48,1875	36,2744

Fuente: elaboración propia.

- Fuerzas por marco

Para analizar las fuerzas por marco primero se debe obtener el centro de masa, centro de rigidez y excentricidad.

- Centro de rigidez

Para el cálculo del centro de rigidez es necesario determinar el valor de la rigidez de cada columna, debido a que se utilizó la misma columna para todo el nivel, poseen las mismas características geométricas, por lo que se puede asumir un valor de rigidez  $K$  para todas las columnas, el centro de rigidez dependerá de la posición que tenga con respecto al origen.

Tabla IX. Centro de rigidez, módulo 2

Eje	Dirección X			Eje	Dirección Y		
	Xi	Rigidez por marco (R)	Xi*R		Yi	Rigidez por marco (R)	Yi*R
2'	0	1	0	E	0	1	0
3	7	1	7	F	5	1	5
3'	10	1	10	G	10	1	10
				H	15	1	15
				I	20	1	20
		3	17			5	50

Fuente: elaboración propia.

Calculando el centro de rigidez:

$$X_R = \frac{\sum R * X_i}{\sum R} \qquad Y_R = \frac{\sum R * Y_i}{\sum R}$$

$$X_R = \frac{17}{3} = 5,67m \qquad Y_R = \frac{50}{5} = 10m$$

Donde:

Xi, Yi = distancia del centro geométrico de la columna.

R = rigidez del marco.

- Centro de masa

El centro de masa se calcula tomando en cuenta el área de la sección de los elementos estructurales y la posición en la estructura.

Tabla X. Centro de masa, módulo 2

Centro de masa					
Elemento	X	Y	Área	X*A	Y*A
Losa	5	10	200	1 000	2 000
Columna E2'	0	20	0,25	0	5
Columna E3	7	20	0,25	1,75	5
Columna E3'	10	20	0,25	2,5	5
Columna F2'	0	15	0,25	0	3,75
Columna F3	7	15	0,25	1,75	3,75
Columna F3'	10	15	0,25	2,5	3,75
Columna G2'	0	10	0,25	0	2,5
Columna G3	7	10	0,25	1,75	2,5
Columna G3'	10	10	0,25	2,5	2,5
Columna H2'	0	5	0,25	0	1,25
Columna H3	7	5	0,25	1,75	1,25
Columna H3'	10	5	0,25	2,5	1,25
Columna I2'	0	0	0,25	0	0
Columna I3	7	0	0,25	1,75	0
Columna I3'	10	0	0,25	2,5	0
Viga E	5	20	0,18	0,9	3,6
Viga F	5	15	0,18	0,9	2,7
Viga G	5	10	0,18	0,9	1,8
Viga H	5	5	0,18	0,9	0,9
Viga I	5	0	0,18	0,9	0
Viga 2'	0	10	0,18	0	1,8
Viga 3	7	10	0,18	1,26	1,8
Viga 3'	10	10	0,18	1,8	1,8
		Σ	205,19	1 028,81	2 051,90

Fuente: elaboración propia.

Calculando centro de masa

$$X_m = \frac{\sum X_i * A}{\sum A} \qquad Y_m = \frac{\sum Y_i * A}{\sum A}$$

$$X_m = \frac{1\,028,81}{205,19} = 5,014 \text{ m} \qquad Y_m = \frac{2\,051,90}{205,19} = 10 \text{ m}$$

- Excentricidad

La excentricidad es la diferencia entre el centro de masa y el centro de rigidez.

$$e = |\text{Centro de masa} - \text{centro de rigidez}|$$

La excentricidad mínima permitida es de  $e = 0,05 \cdot B$ , donde B es la base perpendicular al sentido analizado

Tabla XI. **Excentricidad**

Módulo	Sentido	Centro de masa	Centro de rigidez	e calculada	e mínima
1	X	24,50	24,50	0,00	0,5
	Y	5,01	5,67	0,66	2,45
2	X	5,01	5,67	0,65	1
	Y	10	10	0,00	0,5
3	X	24,50	24,50	0,00	0,5
	Y	5,01	5,67	0,66	2,45

Fuente: elaboración propia.

- Fuerza en dirección X, módulo 2

Debido a la simetría en el sentido X, las fuerzas por marco para este sentido se calculan dividiendo la fuerza de nivel entre el número de marcos en este sentido.

Fuerza por marco para el nivel 3, módulo 2.

$$F_m = \frac{F_3}{\# \text{ de marcos}} = \frac{21,939}{5} = 4,39 \text{ Ton}$$

Fuerza por marco para el nivel 2, módulo 2.

$$F_m = \frac{F_2}{\# \text{ de marcos}} = \frac{20,57}{5} = 4,11 \text{ Ton}$$

Fuerza por marco para el nivel 2, módulo 2.

$$F_m = \frac{F_1}{\# \text{ de marcos}} = \frac{16,7716}{5} = 3,35 \text{ Ton}$$

- Fuerza en dirección Y, módulo 2

Debido a la existencia de la excentricidad, la carga aplicada a cada marco se distribuye de acuerdo a la rigidez, de la siguiente forma:

$$F_m = F_i'' \mp F_i' \quad F_i'' = \frac{(e * F_n)}{E_i} \quad F_i' = \frac{(R_m * F_n)}{\sum R_i} \quad E_i = \frac{\sum (R_m * d_i)^2}{R_m * d_i}$$

Donde:

F<sub>m</sub> = fuerza por marco

F<sub>n</sub> = fuerza del nivel

e = excentricidad

R<sub>m</sub> = rigidez del marco

∑R<sub>i</sub> = rigidez total del nivel

di = distancia del centro de rigidez al marco considerado

Tabla XII. **Fuerza por marco, módulo 2 sentido Y**

Marco	Rm	Di	R*di	R*di <sup>2</sup>	Ei
2'	1	-5,67	-5,67	32,11	-9,29
3	1	1,33	1,33	1,78	39,5
3'	1	4,33	4,33	18,78	12,15
	3			52,67	

Marco	Primer nivel			Segundo nivel			Tercer nivel		
	F''	F'	Fm	F''	F'	Fm	F''	F'	Fm
2'	-1,80	5,59	5,59	-2,21	6,86	6,86	-2,36	7,31	7,31
3	0,42	5,59	6,01	0,52	6,86	7,38	0,56	7,31	7,87
3'	1,38	5,59	6,97	1,69	6,86	8,55	1,81	7,31	9,12

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Fuerza por marcos**

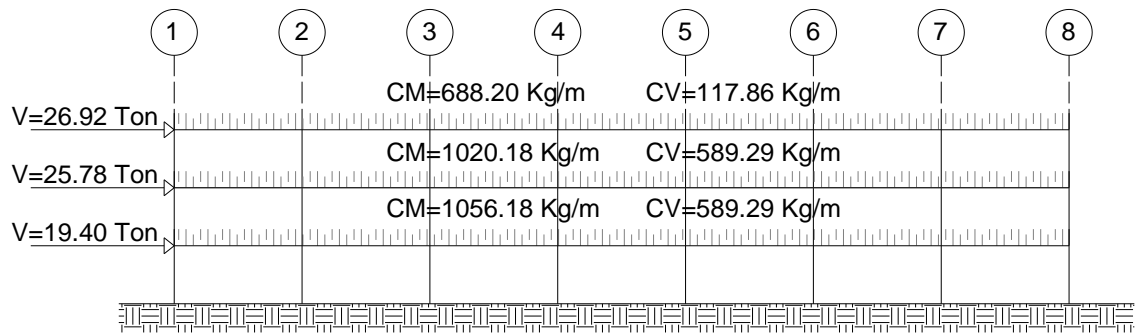
Módulo	Eje	Nivel 3 (Fm)	Nivel 2 (Fm)	Nivel 1 (Fm)
1	A	26,92	25,78	19,40
	B	19,90	19,05	14,34
	C	16,78	16,06	12,09
	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	6,29	6,02	4,53
2	E, F, G, H, I	4,39	4,11	3,35
	2'	7,31	6,86	5,59
	3	7,87	7,38	6,02
	3'	9,12	8,55	6,97
3	M	26,92	25,78	19,40
	L	19,90	19,05	14,34
	K	16,78	16,06	12,09
	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	6,29	6,02	4,53

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.6.4. Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nudos rígidos

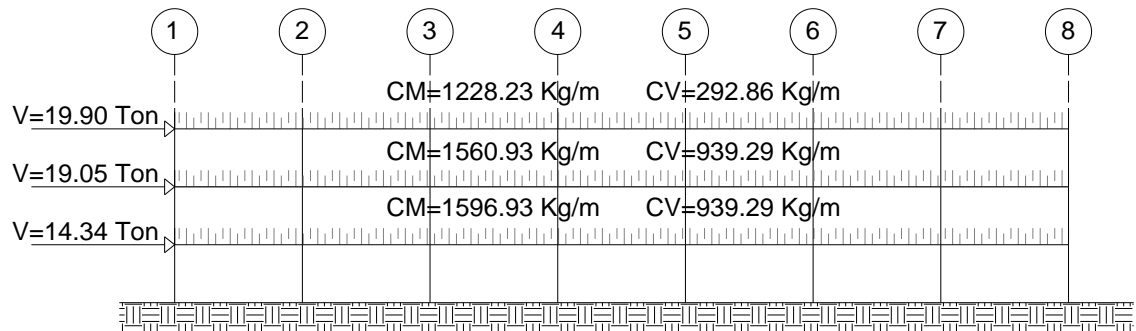
El fin de realizar un modelo matemático es representar la forma en que la estructura soporta las cargas calculadas anteriormente, con el objetivo de facilitar el análisis estructural. Las figuras ilustran los modelos matemáticos de los marcos dúctiles que se analizaron para este proyecto.

Figura 5. Modelo matemático, eje A y M, módulo 1 y 3



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

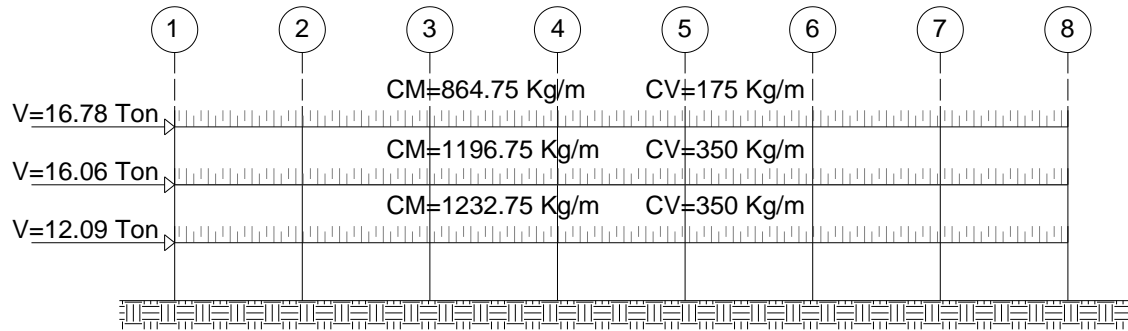
Figura 6. Modelo matemático, eje B y L, módulo 1 y 3



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

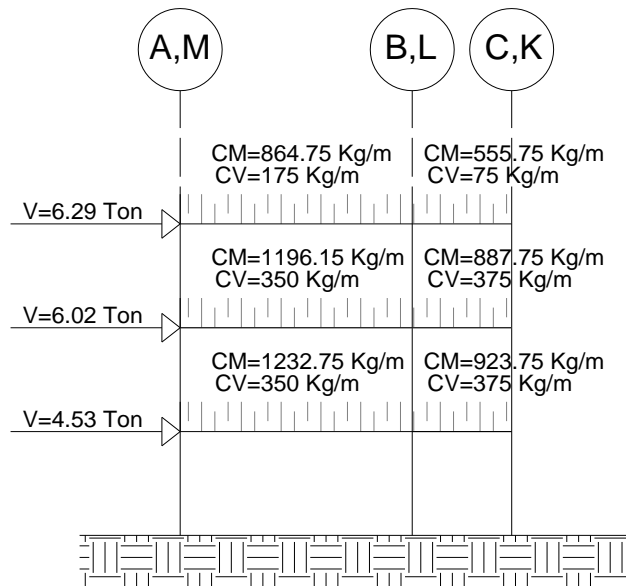


Figura 7. **Modelo matemático, eje C y K, módulo 1 y 3**



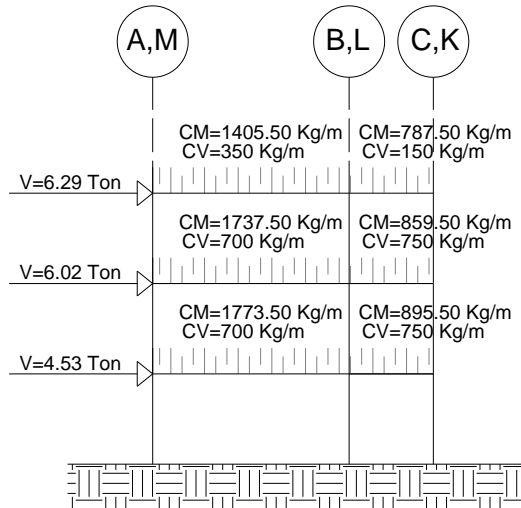
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 8. **Modelo matemático, eje 1 Y 8, módulo 1 y 3**



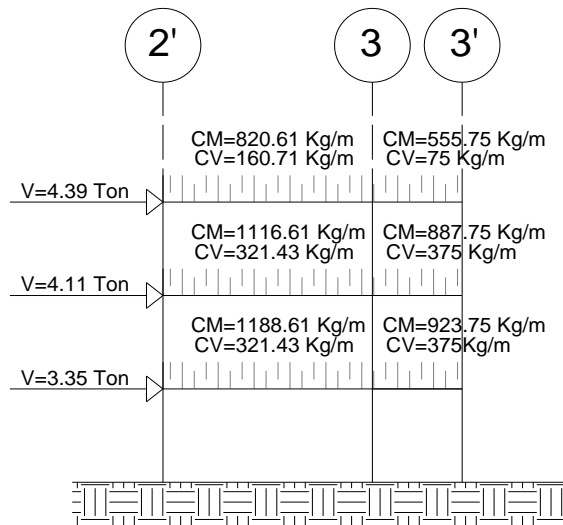
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 9. **Modelo matemático, eje 2 al 7, módulo 1 y 3**



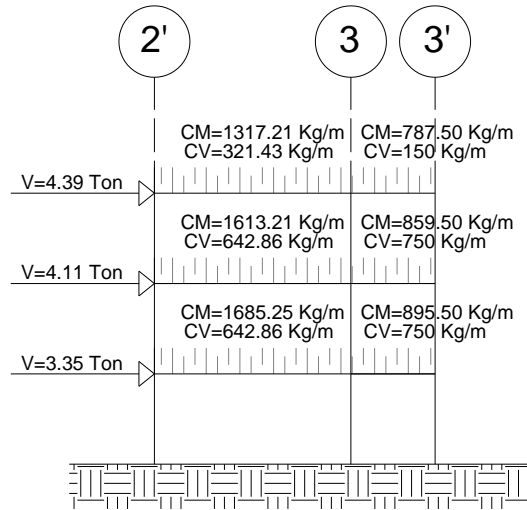
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 10. **Modelo matemático, eje E y I, módulo 2**



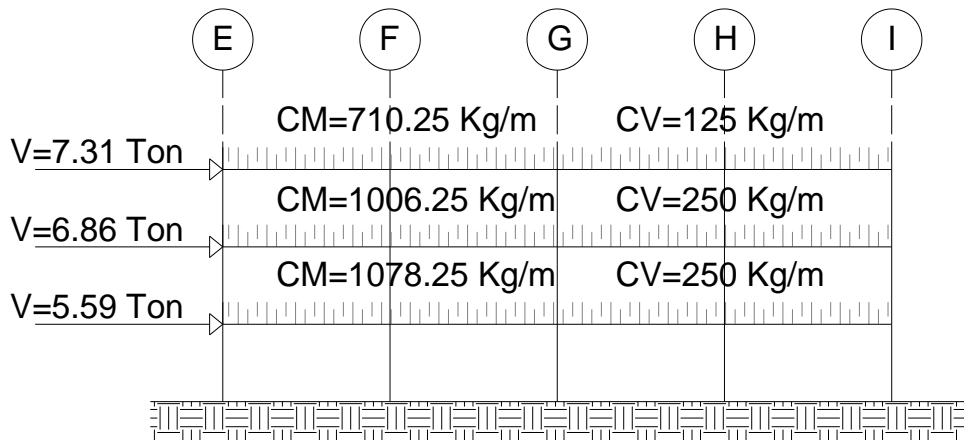
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 11. **Modelo matemático, eje F al H, módulo 2**



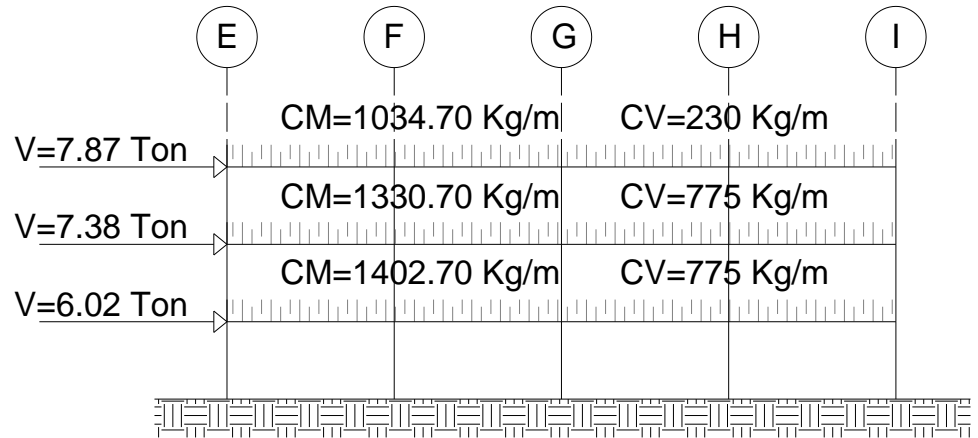
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 12. **Modelo matemático, eje 2', módulo 2**



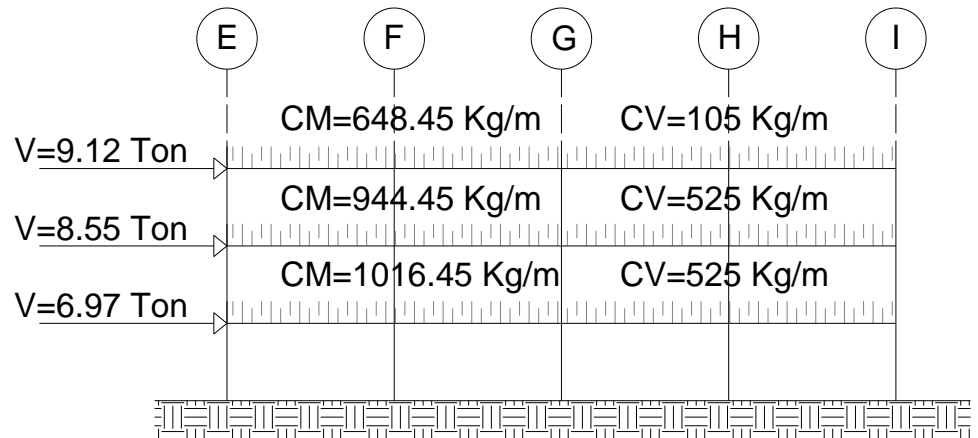
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 13. **Modelo matemático, eje 3, módulo 2**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 14. **Modelo matemático, eje 3', módulo 2**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

#### **2.2.6.5. Análisis de marcos dúctiles por medio de software y comprobación por medio de análisis estructural numérico**

El análisis estructural se realizó por medio del método numérico del Dr. Kani, y se comprobó con el software ETABS v.9.7.4, el software trabaja con un método matricial, se observó una variación mínima entre ambos métodos.

Se realizó el análisis para cargas vivas, muertas y de sismo independientemente, para el diseño de los elementos estructurales se utilizaron los valores obtenidos con el método numérico del Dr. Kani, esto debido a que es un método más conservador. Las figuras 2,3 y 4 del anexo muestran el análisis estructural por medio del método numérico del Dr. Kani del módulo 1 y 3, eje 5.

#### **2.2.6.6. Envolvente de momentos**

La envolvente de momentos es la representación de los esfuerzos máximos resultantes de la combinación de carga muerta, carga viva y sismo. Las combinaciones que se utilizaron son las propuestas por el ACI:

- $M = 1,4 \cdot MCM + 1,7 \cdot MCV$
- $M = 0,75(1,4 \cdot MCM + 1,7 \cdot MCV + 1,87 \cdot MCS)$
- $M = 0,75(1,4 \cdot MCM + 1,7 \cdot MCV - 1,87 \cdot MCS)$

En la siguiente tabla se calculan los valores de la envolvente de momentos para las vigas del módulo 2, en el sentido Y.

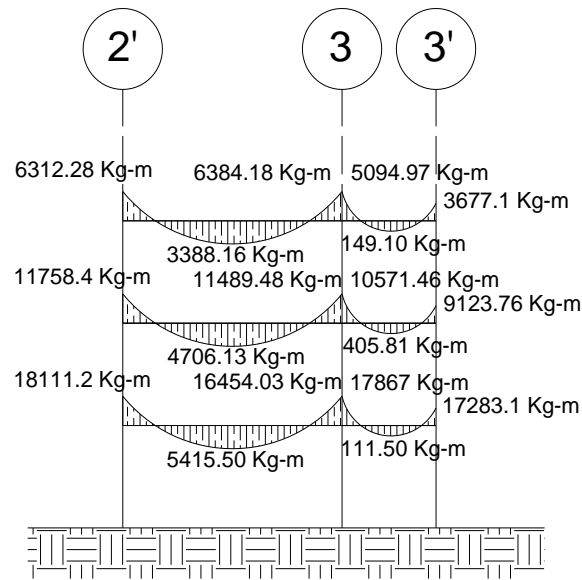
Tabla XIV. **Envolvente de momentos para vigas, eje 3, módulo 2**

Viga	Momentos			Combinaciones			Mu		
	MCM	MCV	MCS	1	2	3			
Tercer nivel.	E- E	M(-)	-1 629,9	-143,08	2 152,41	-2 984,1	780,7	-5 256,8	-5 256,81
		M(+)	1 232,42	257,43	-	2 163,02	1 622,27	1 622,27	2 163,02
		M(-)	2 372,16	509,55	1 933,32	4 187,26	5 851,82	428,97	5 851,92
		M(+)	-2 217,4	-482,7	1 742,32	-3 924,9	-500,14	-5 387,34	-5 387,34
	F- C	M(+)	1 062,4	238,7	-	1 893,1	1 419,8	1 419,8	1 893,1
		M(-)	2 124,7	477,4	1 770,4	3 786,2	5 322,64	356,64	5 322,65
		M(-)	-2 124,7	-477,4	1 770,4	-3 786,2	-356,64	-5 322,65	-5 322,65
		M(+)	1 062,4	238,7	-	1 893,1	1 419,82	1 419,82	1 893,1
	G- H	M(-)	2 217,41	413,1	1 742,32	3 806,62	5 298,56	411,36	5 298,56
		M(-)	-2 372,2	-509,55	1 933,32	-4 187,3	-428,97	-5 851,9	-5 851,9
		M(+)	1 232,42	257,43	-	2 163,02	1 622,27	1 622,27	2 163,02
		M(-)	1 629,88	413,08	2 452,41	2 984,07	5 256,81	-780,7	5 256,81
Segundo nivel.	E- E	M(-)	-2 397,4	-1 328,1	4 797,9	-5 614	2 518,54	-10 939,6	-10 939,6
		M(+)	1 484,24	887,1	-	3 585,93	2 689,45	2 689,45	3 585,93
		M(-)	2 951,02	1741,6	4 507,5	7 092,13	11 640,8	-1 002,64	11 640,8
		M(+)	-2 783,9	-1 636,3	4 218,87	-6 679,2	907,61	-10 926,3	-10 926,3
	F- C	M(+)	1 383,24	801,87	-	3 299,71	2 474,78	2 474,78	3 299,71
		M(-)	2 766,54	1 603,74	4 220,7	6 599,42	10 869,1	-969,96	10 869,1
		M(-)	-2 766,5	-1603,7	4 220,7	-6 599,4	969,96	-10 869,1	-10 869,1
		M(+)	1 383,24	801,87	-	3 299,71	2 474,78	2 474,78	3 299,71
	G- H	M(-)	2 783,93	1 636,27	4 218,87	6 679,15	10 926,3	-907,60	10 926,3
		M(-)	-2 951	-1741,6	4 507,47	-7 092,1	1 002,64	-11640	-11 640,8
		M(+)	1 484,24	887,06	-	3 585,93	2 689,45	2 689,45	3 585,93
		M(-)	2 397,38	1 328,05	4 797,90	5 614,02	10 939,5	-2 518,54	10 939,6
Primer nivel.	E- E	M(-)	-2 079,7	-1172	10 276,2	-4 903,9	10 734,4	-18 090,3	-18 090,3
		M(+)	1 713,46	938,47	-	3 994,24	2 995,68	2 995,68	3 994,24
		M(-)	3 260,3	1 794,81	8 829,88	7 615,59	18 095,6	-6 672,21	18 095,59
		M(+)	-3 033,4	-1 669,3	7 592,54	-7 084,6	5 335,1	-15 961,9	-15 961,9
	F- C	M(+)	1 433,37	793,6	-	3 355,85	2 516,89	2 516,59	3 355,85
		M(-)	2 866,75	1 587,21	7 801,49	6 711,7	15 975,3	-5 907,82	15 975,3
		M(-)	-2 866,8	-1 587,2	7 801,49	-6 711,7	5 907,82	-15 975,4	-15 975,4
		M(+)	1 433,37	793,60	-	3 355,85	2 516,89	2 516,89	3 355,9
	G- H	M(-)	3 033,38	1 669,34	7 592,54	7 084,6	15 961,9	-5 335,1	15 962,9
		M(-)	-3 260,3	-1 794,8	8 829,88	-7 615,6	6 672,21	-18 095,6	-18 095,6
		M(+)	1 713,46	938,47	-	3 994,24	2 995,68	2 995,68	3 994,24
		M(-)	2 079,65	1172	10 276,2	4 903,92	18 090,3	-10 731,4	18 090,3

Fuente: elaboración propia.

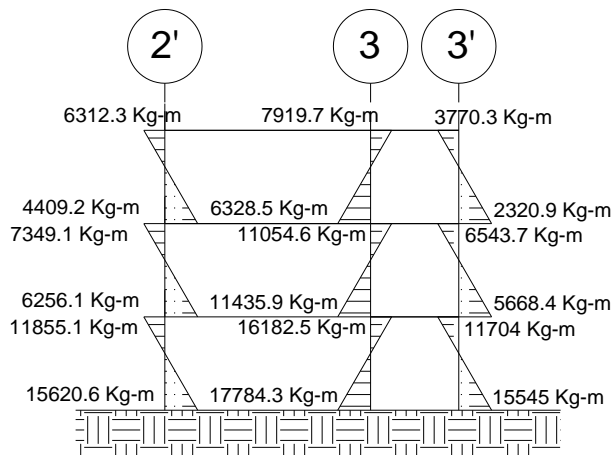
A continuación se presentan los diagramas de las envolventes de momentos para los marcos 1,2 y 3.

Figura 15. **Envolvente de momentos para vigas, eje E y I, módulo 2**



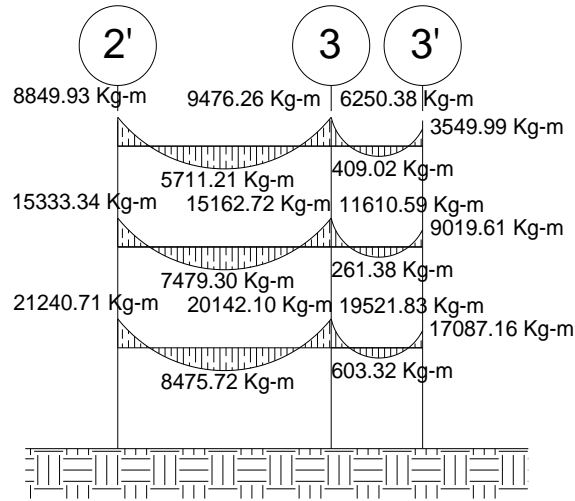
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 16. **Envolvente de momentos para columnas, eje E y I, módulo 2**



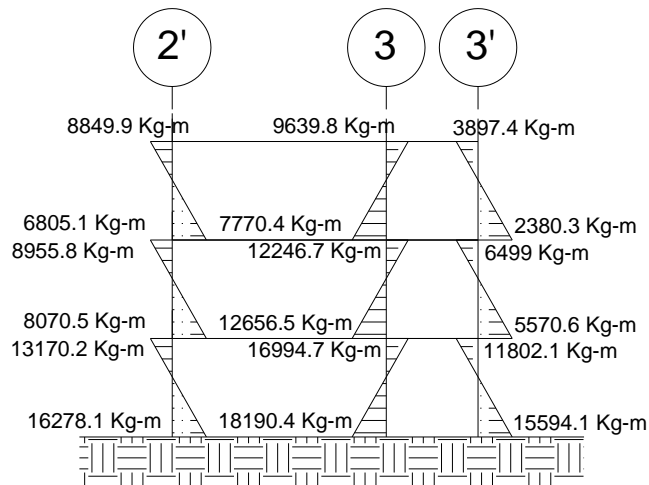
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 17. **Envolvente de momentos para vigas, eje F al H, módulo 2**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

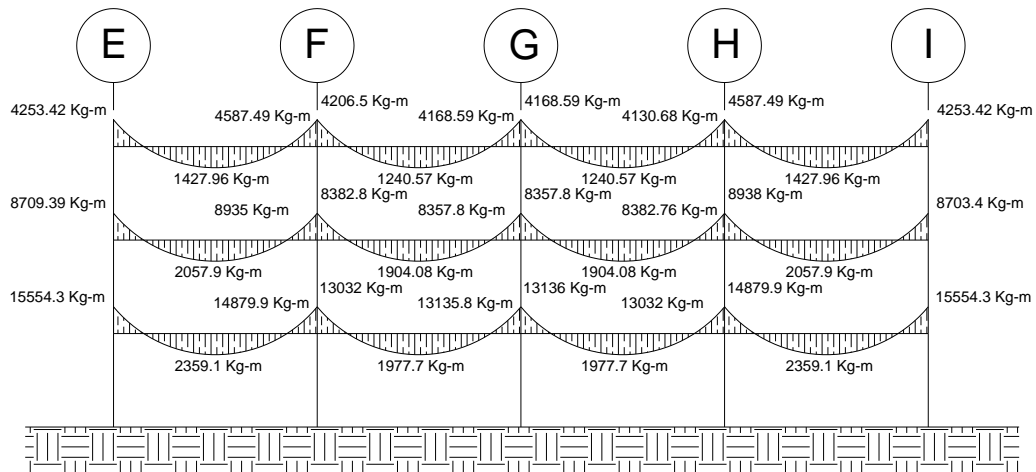
Figura 18. **Envolvente de momentos para columnas, eje F al H módulo 2**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

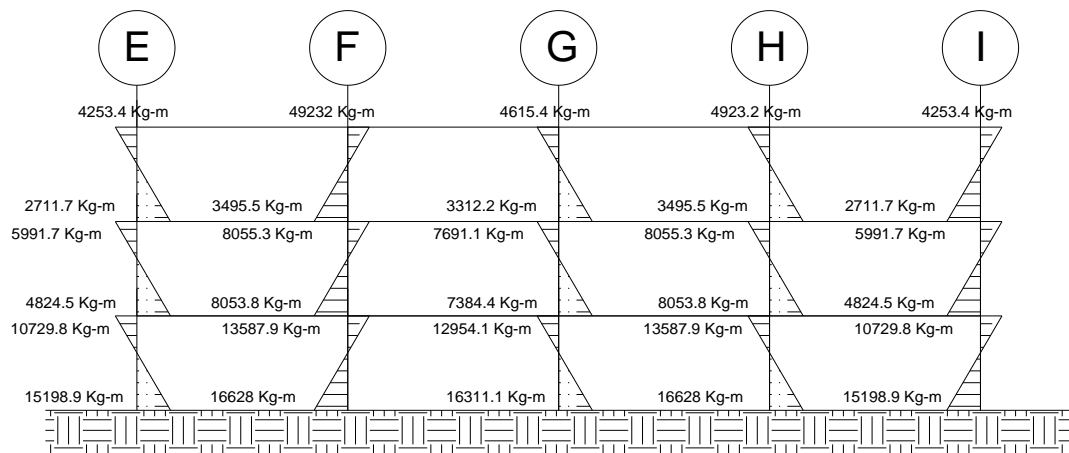


Figura 19. **Envolvente de momentos para vigas, eje 2' módulo 2**



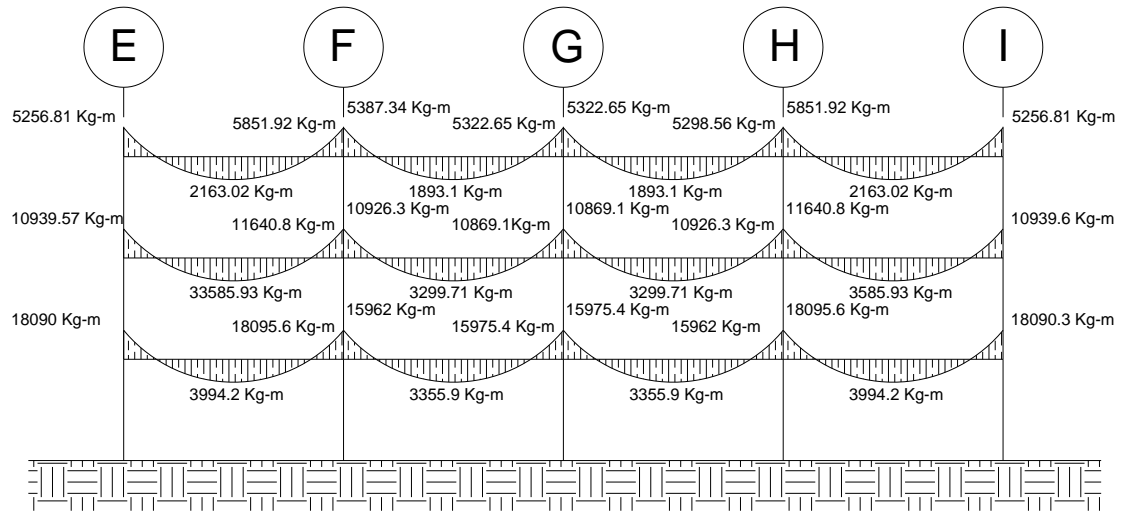
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 20. **Envolvente de momentos para columnas, eje 2' módulo 2**



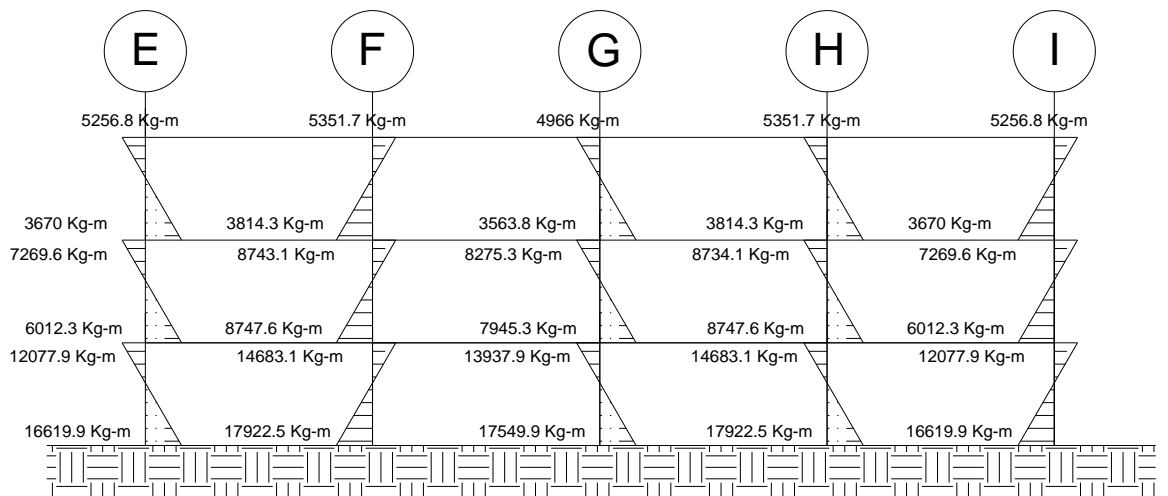
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 21. **Envolvente de momentos para vigas, eje 3 módulo 2**



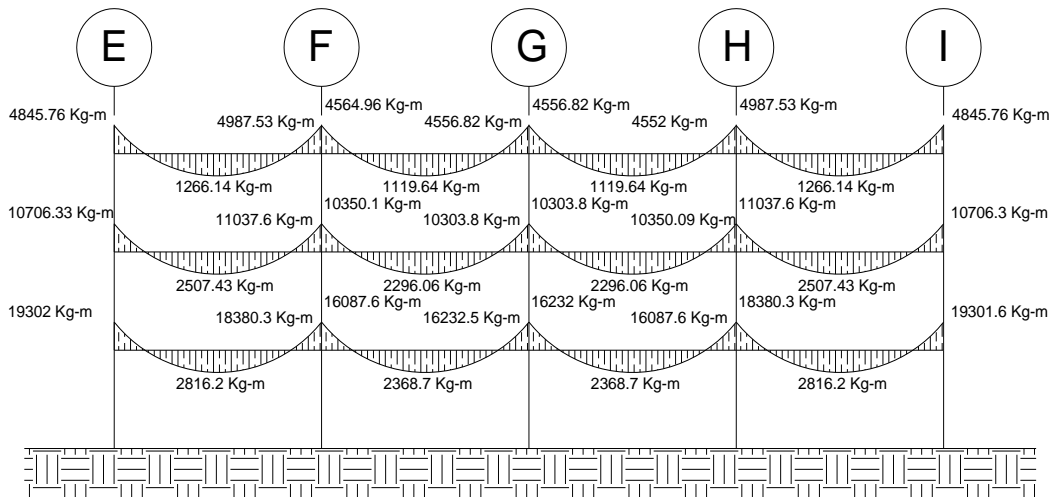
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 22. **Envolvente de momentos para columnas, eje 3 módulo 2**



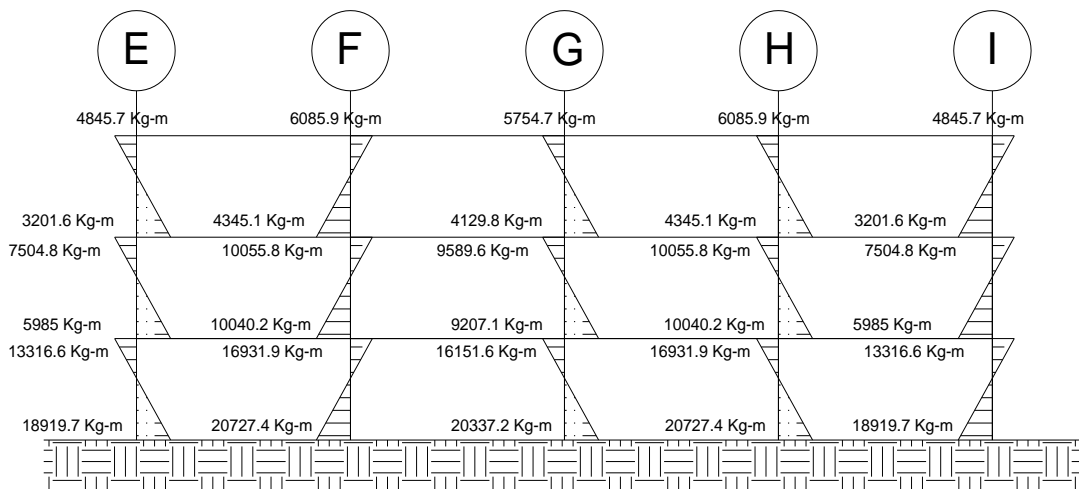
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 23. **Envolvente de momentos para vigas, eje 3' módulo 2**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 24. **Envolvente de momentos para columnas, eje 3' módulo 2**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

### 2.2.6.7. Diagramas de corte

Para el calcular la fuerza cortante en los marcos de la estructura, se utilizaron las siguientes expresiones.

- Corte en vigas

$$V_{\text{vigas}} = 0,75 * \left[ 1,4 * \frac{(CM * L)}{2} + 1,7 * \frac{(CV * L)}{2} + 1,87 * \frac{\sum MS_{\text{vigas}}}{L} \right]$$

- Corte en columnas

$$V_{\text{columnas}} = \frac{\sum M_{\text{columnas}}}{L}$$

Ejemplo de corte, en eje 3 módulo 2

Viga F-G del segundo nivel

$$V_{\text{viga F-G}} = 0,75 * \left( 1,4 * \frac{1\ 330,7 * 5}{2} + 1,7 * \frac{775 * 5}{2} + 1,87 * \frac{4\ 218,87 + 4\ 220,7}{5} \right)$$

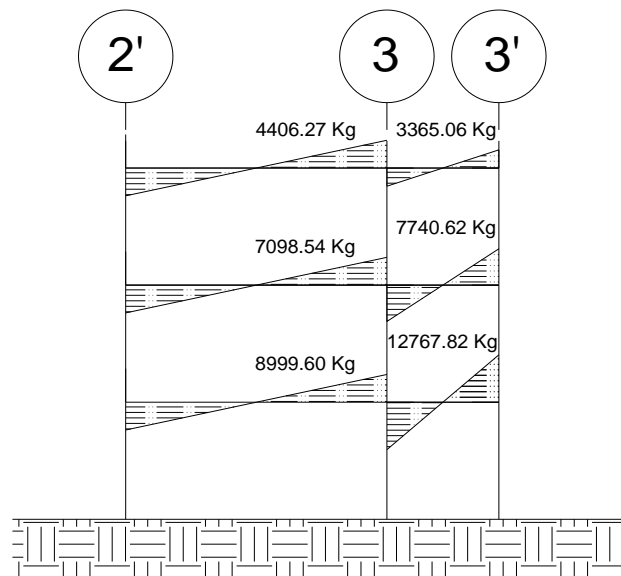
$$V_{\text{viga F-G}} = 8330,7 \text{ kg}$$

Columna segundo nivel (eje 3,F)

$$V_{\text{columna eje 3,F}} = \frac{8\ 734,1 + 8\ 747,6}{3,2} = 5\ 463,01 \text{ kg}$$

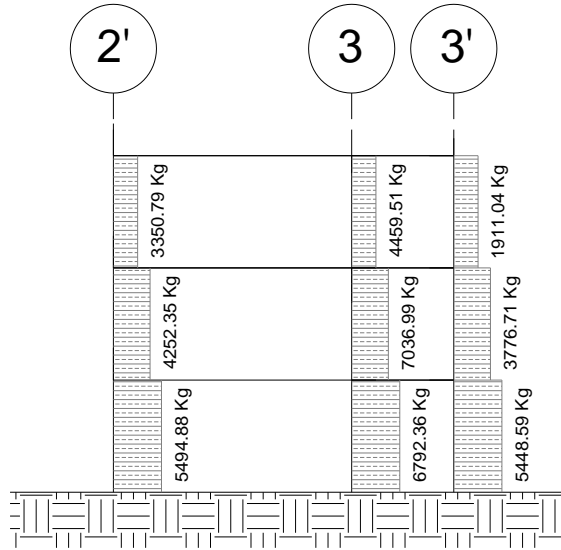
Se realizó el mismo procedimiento para los demás elementos estructurales de la estructura, se presentan a continuación los diagramas de corte para vigas y columnas del módulo 2.

Figura 25. **Corte en vigas, eje E y I, módulo 2**



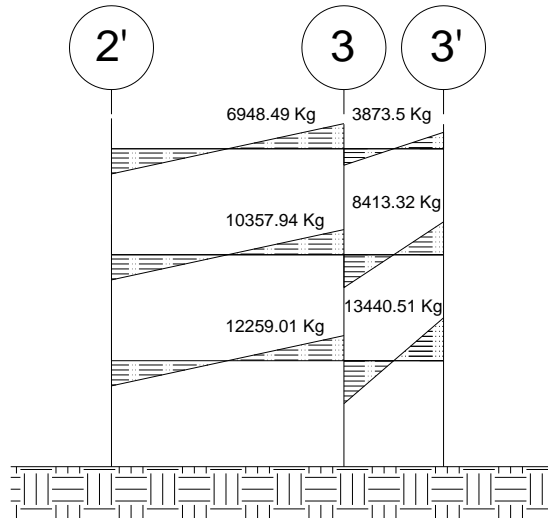
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 26. **Corte en columnas, eje E y I, módulo 2**



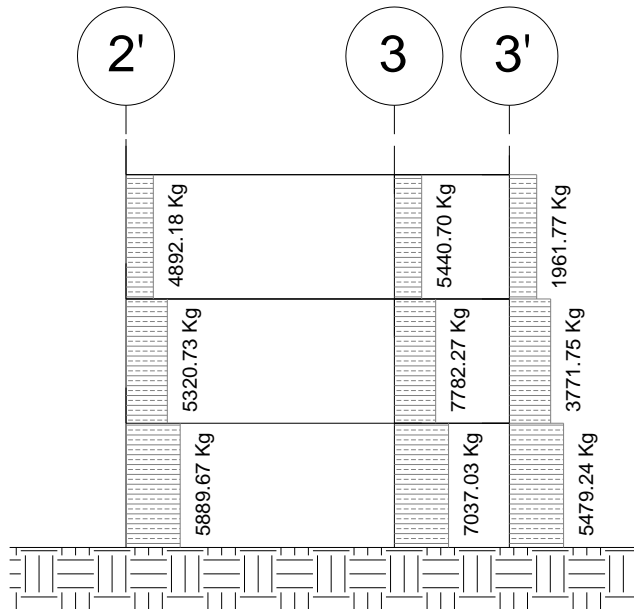
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 27. **Corte en vigas, eje F al H, módulo 2**



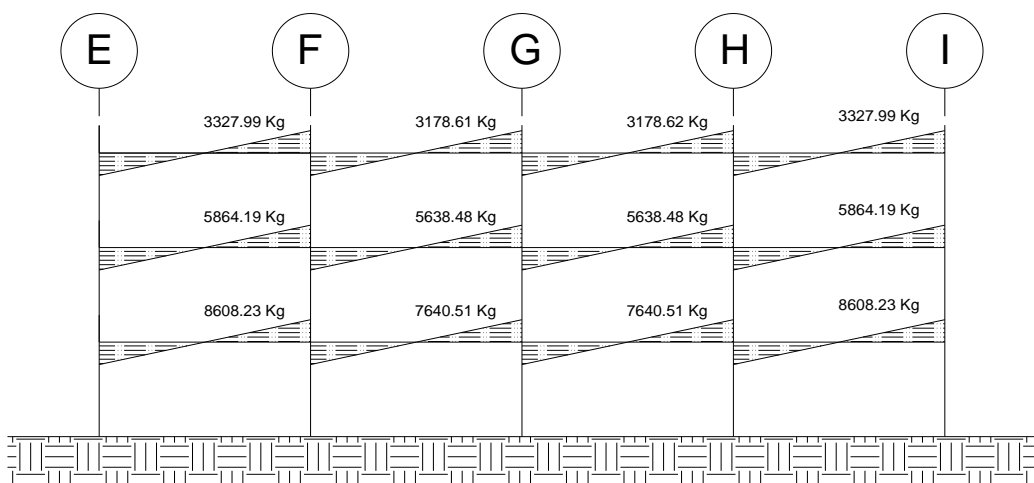
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 28. **Corte en columnas, eje F al H, módulo 2**



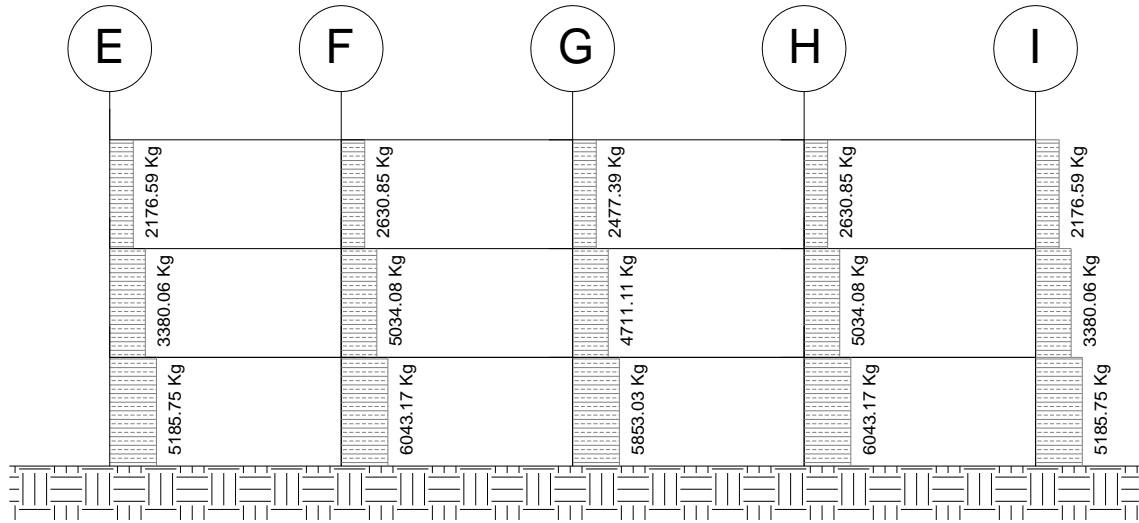
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 29. **Corte en vigas, eje 2' módulo 2**



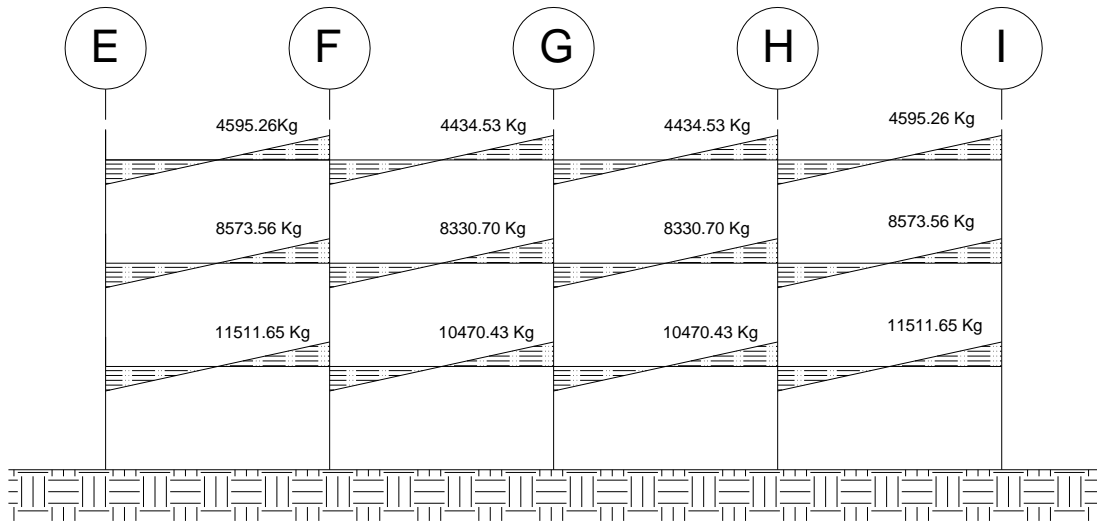
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 30. Corte en columnas, eje 2' módulo 2



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

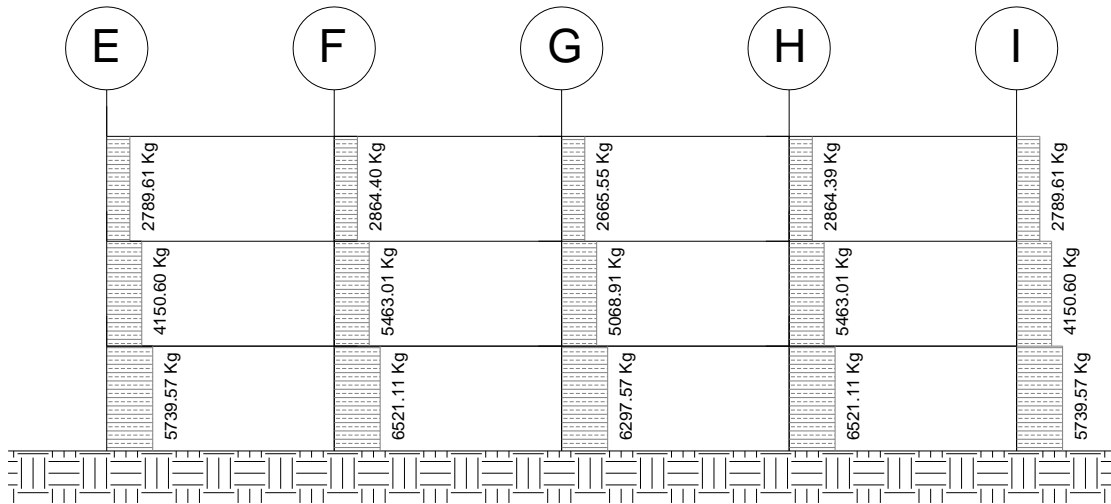
Figura 31. Corte en vigas, eje 3, módulo 2



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

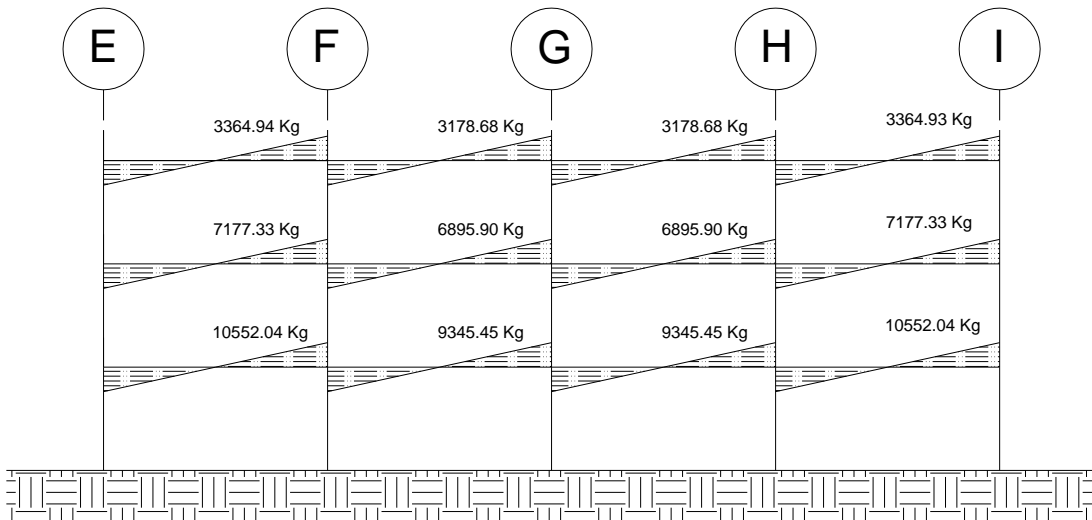


Figura 32. **Corte en columnas, eje 3 módulo 2**



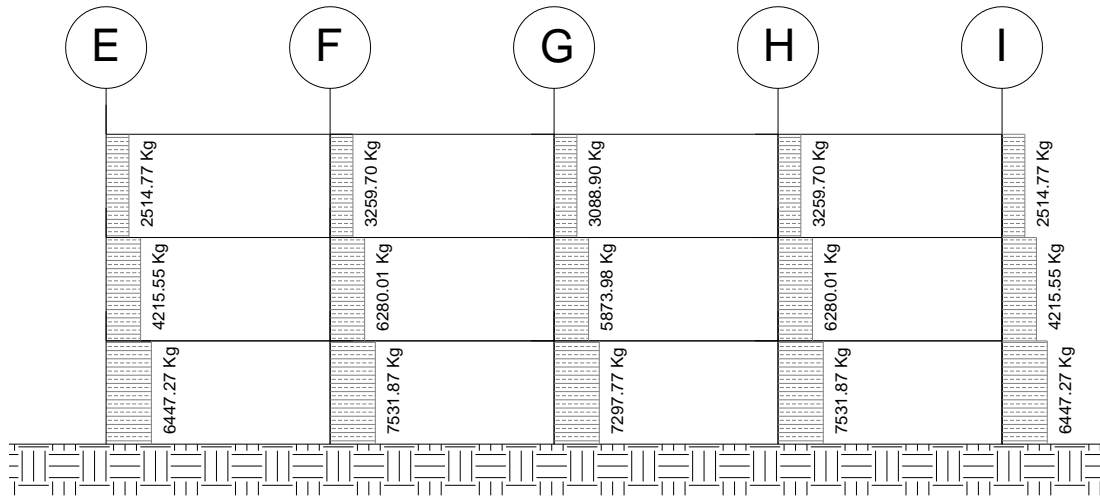
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 33. **Corte en vigas, eje 3' módulo 2**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 34. Corte en columnas, eje 3' módulo 2



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

### 2.2.6.8. Diseño de losas

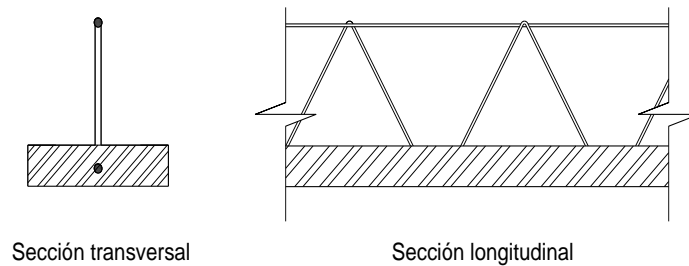
El espesor de la losa se calculó previamente en la sección 2.2.6.1, debido a que el resultado del espesor de losa fue de 13,33 cm para las losas del módulo 2, y que el área de las losas de los módulos 1 y 3 son mayores a las áreas de losas del módulo 2; se optó por utilizar losas prefabricadas de vigueta y bovedilla, las cuales son de viguetas pretensadas y bovedillas.

Las losas están diseñadas para cumplir con los requerimientos establecidos por el ACI318-11, el peso propio de la losa es de 269 kg/m<sup>2</sup>, están diseñadas para soportar una carga muerta de 100 kg/m<sup>2</sup> y una carga viva de 500 kg/m<sup>2</sup>, las cuales están dentro de los parámetros de diseño utilizados.

Las losas prefabricadas para este proyecto están conformadas por:

- Viguetas: JJ-15-52, JJ-15-53, JJ-15-54 y JJ-15-55.
- Bovedilla: JJx-15
- Malla especial tipo 5

Figura 35. **Vigueta**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

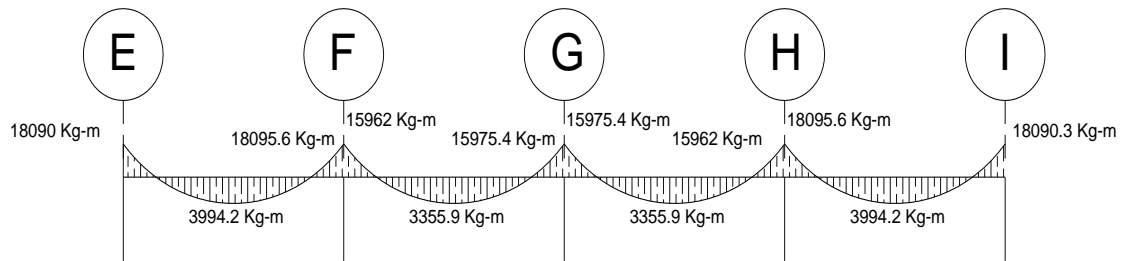
Es espesor de la losa sin fundición es de 15 cm, se debe realizar una fundición de concreto con proporción 1:2:2 y de 5 cm de espesor para recubrir la vigueta y bovedilla, dando un espesor de losa de 20 cm.

#### **2.2.6.9. Diseño de vigas**

Las vigas son elementos estructurales de suma importancia, estas están sometidas a esfuerzos de tensión, compresión y corte. Para diseñar las vigas se utilizarán los datos obtenidos a través del análisis estructural, datos como momentos últimos y cortes últimos.

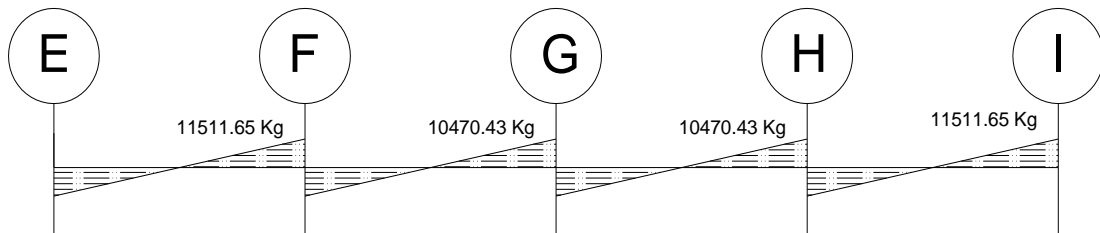
Diseño de viga E-F (V-26), primer nivel, eje 3 módulo 2.

Figura 36. **Envolvente de momentos, vigas primer nivel, eje 3 módulo 2**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 37. **Corte último, vigas primer nivel, eje 3 módulo 2**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Sección de vigas propuestas para módulo 2:

- Vigas tercer nivel:  $h=45\text{cm}$ ,  $b=30\text{cm}$ ,  $r=4\text{cm}$ .
- Vigas segundo nivel:  $h=50\text{cm}$ ,  $b=30\text{cm}$ ,  $r=4\text{cm}$ .
- Vigas primer nivel:  $h=60\text{cm}$ ,  $b=30\text{cm}$ ,  $r=4\text{cm}$ .

- Límites de acero para el refuerzo

Para analizar el acero longitudinal en las vigas, columnas, losas o cimientos, se debe conocer primero los límites permitidos, tanto máximos como mínimos, con el fin de garantizar que el concreto funcionará conjuntamente y de forma eficiente con el acero de refuerzo. Los límites del acero se encuentran utilizando los siguientes criterios:

Acero mínimo

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{F_y} * b * d$$

Acero máximo

$$A_{s_{\max}} = 0,5 * \rho_b * b * d$$
$$\rho_b = \frac{\phi * \beta_1 * f'_c}{F_y} * \left( \frac{6120}{6120 + F_y} \right)$$

Donde:

$A_{s_{\min}}$  = área de acero mínima (cm<sup>2</sup>)

$\phi = 0,85$

$\beta_1 = 0,85$

$r_b$  = balanceado

$d = h - \text{recubrimiento}$

Calculando los límites de acero para la viga E-F (V-26), eje 3, primer nivel, módulo 2:

$$d = h - r = 60 - 4 = 56 \text{ cm}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 * 0,85 * 210}{2810} * \left( \frac{6120}{6120 + 2810} \right) = 0,03700418$$

$$A_{S_{\min}} = \frac{14,1}{2810} * 30 * 56 = 8,43 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{\max}} = 0,5 * 0,03700418 * 30 * 56 = 31,08 \text{ cm}^2$$

- Acero longitudinal

Para calcular el acero longitudinal en las vigas, se calcula primero el área de acero requerida por las vigas utilizando los datos obtenidos en el Predimensionamiento de las vigas y los momentos últimos de las vigas, después se procede a calcular el acero longitudinal que requieren las vigas.

$$A_{S_{\text{req}}} = \left[ b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \left( \frac{0,085 * f'c}{F_y} \right)$$

Calculando el área de acero requerida para la viga E-F (V-66), eje 3, primer nivel, módulo 2:

Calculando para  $M_{(-)E-F} = 18\,090,26 \text{ kg} - \text{m}$

$$A_{S_{\text{req } M_{(-)E-F}}} = \left[ 30 * 56 - \sqrt{(30 * 56)^2 - \frac{18\,090,26 * 30}{0,003825 * 210}} \right] * \left( \frac{0,85 * 210}{2810} \right)$$

$$A_{S_{\text{req } M_{(-)E-F}}} = 13,65 \text{ cm}^2$$

Calculando para  $M_{(+)E-F} = 3\,994,25 \text{ kg} - \text{m}$

$$A_{S_{\text{req } M_{(+)}}} = \left[ 30 * 56 - \sqrt{(30 * 56)^2 - \frac{3\,994,25 * 30}{0,003825 * 210}} \right] * \left( \frac{0,85 * 210}{2810} \right)$$

$$A_{S_{req\ M(+)}} = 2,86 \text{ cm}^2$$

Calculando para  $M_{(-)F-E} = 18\ 095,60 \text{ kg} - \text{m}$

$$A_{S_{req\ M(-)F-E}} = \left[ 30 * 56 - \sqrt{(30 * 56)^2 - \frac{18\ 095,60 * 30}{0,003825 * 210}} \right] * \left( \frac{0,85 * 210}{2\ 810} \right)$$

$$A_{S_{req\ M(-)F-E}} = 13,65 \text{ cm}^2$$

El cálculo del acero longitudinal, toma en cuenta los siguientes criterios sísmicos:

- Cama inferior

Se deben colocar como mínimo 2 varillas de acero longitudinal, con el área mayor de los siguientes criterios:

- $A_{S_{min}}$
- $50\%A_{S_{req. M(+)}}$
- $50\%A_{S_{req. mayor M(-)}}$

Para la viga E-F (V-26), eje 3, primer nivel, módulo 2:

- $A_{S_{min}} = 8,43 \text{ cm}^2$
- $50\%A_{S_{req. M(+)}} = 0,5 * 2,56 = 1,43 \text{ cm}^2$
- $50\%A_{S_{req. mayor M(-)}} = 0,5 * 13,65 = 6,83 \text{ cm}^2$

Se utilizará el área de acero mayor para la cama inferior, en este caso el  $A_{S_{min}}$  es el área de acero mayor, por lo que se utilizará  $8,43 \text{ cm}^2$ , colocando

2#6+2#5 corridas, equivalente a  $9,66 \text{ cm}^2$ , lo cual cubre el acero requerido por el momento positivo de la viga E-F (V-26), eje 3, primer nivel, módulo 2.

- Cama superior

Se deben colocar como mínimo 2 varillas de acero longitudinal, con el área mayor de los siguientes criterios:

- $A_{s_{\min}}$
- $33\%A_{s_{\text{req. mayor } M(-)}}$

Para la viga E-F (V-26), eje 3, primer nivel, módulo 2, tenemos:

- $A_{s_{\min}} = 8,43 \text{ cm}^2$
- $33\%A_{s_{\text{req. mayor } M(-)}} = 0,33 * 13,65 = 4,50 \text{ cm}^2$

Se utilizará el área de acero mayor para la cama superior, en este caso el  $A_{s_{\min}}$  es el área de acero mayor, por lo que se utilizará  $8,43 \text{ cm}^2$ , colocando 3#6 corridas, equivalente a  $8,55 \text{ cm}^2$ , para la cama superior de la viga E-F (V-26), eje 3, primer nivel, módulo 2.

Debido a que el acero requerido para el momento mayor negativo de la viga E-F (V-26), eje 3, primer nivel, módulo 2 es mayor que el área de acero propuesto para las varillas longitudinales de la cama superior, se deben de colocar bastones de refuerzo, tomando en cuenta que no deben de tener una diferencia mayor de 2 diámetros consecutivos.

Para calcular el área de acero de los bastones de la cama superior de la viga E-F (V-26), eje 3, primer nivel, módulo 2, se toma la diferencia entre el área



de acero requerida y el área de acero longitudinal propuesta de la cama superior.

El momento negativo  $M_{(-)E-F} = 18090,26$  kg-m, requiere un área de acero de  $A_{s_{req}} = 13,65$  cm<sup>2</sup>, las barras corridas equivalen a 8,55 cm<sup>2</sup>, la diferencia es de 5,10 cm<sup>2</sup>, entonces se colocan bastones 2#6 equivalente a 5,70 cm<sup>2</sup>, por lo cual cubre el acero requerido para los bastones.

El momento negativo  $M_{(-)F-G} = 18095,60$  kg-m, requiere un área de acero de  $A_{s_{req}} = 13,65$  cm<sup>2</sup>, las barras corridas equivalen a 8,55 cm<sup>2</sup>, la diferencia es de 5,10 cm<sup>2</sup>, entonces se colocan bastones 2#6 equivalente a 5,70 cm<sup>2</sup>, por lo cual cubre el acero requerido para los bastones.

- Comprobación

Una vez calculadas las barras de acero que requiere la viga E-F (V-26), eje 3, primer nivel, módulo 2, se realiza una comprobación para verificar que las barras de acero propuestas estén dentro de los límites calculados anteriormente:

- Acero cama superior = 3#6 corridas + 2#6 de bastones, equivalente a 14,25 cm<sup>2</sup>.
- Acero cama inferior = 2#6 + 2#5 corridas, equivalente a 9,66 cm<sup>2</sup>.

$$A_{s_{min}} \leq \text{Acero cama superior} \leq A_{s_{max}} \rightarrow \text{Cumple}$$

$$A_{s_{min}} \leq \text{Acero cama inferior} \leq A_{s_{max}} \rightarrow \text{Cumple}$$

Se calculó el acero en todas las vigas de los módulos 1, 2 y 3, utilizando el procedimiento anterior, los resultados se resumen en las tablas XV y XVI.

- Diseño a corte

Para resistir los efectos del corte en los elementos estructurales, como lo es una viga, es necesario utilizar refuerzo transversal, que además de resistir los efectos del corte, ayuda a confinar el concreto y dan soporte lateral a las barras de refuerzo en regiones en las que se espera fluencia.

Según el ACI 318S-08 en la sección 21.5.3, deben disponer estribos cerrados de confinamiento en una longitud mínima igual a dos veces la altura del elemento, medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos de la viga.

El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar a una separación máxima de 5 cm de la cara del elemento de apoyo. La separación de los estribos cerrados de confinamiento restantes no debe exceder al menor de los siguientes criterios:

- $d/4$
  - 8 veces el diámetro de las barras longitudinales más pequeñas
  - 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento
  - 30 cm.
- Longitud de confinamiento mínima en los extremos de la viga

Calculando la longitud mínima de confinamiento para la viga E-F (V-26), eje 3, primer nivel, módulo 2:

$$L_{\text{confinamiento}} = 2 * h$$

$$L_{\text{confinamiento}} = 2 * 60 = 120 \text{ cm.}$$

- Longitud de confinamiento en los extremos de la viga

Para determinar la longitud de confinamiento en los extremos de la viga, es necesario calcular primero el corte resistente de la viga, tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Si  $V_{res} < V_u$ , entonces, es necesario diseñar los estribos, utilizando los datos de corte obtenidos del análisis estructural.
- Si  $V_{res} > V_u$ , entonces, la sección de la viga resiste los efectos del corte y necesita estribos solo por armado a una separación no mayor de  $d/2$ .

Calculando la longitud de confinamiento para la viga E-F (V-26), eje 3, primer nivel, módulo 2:

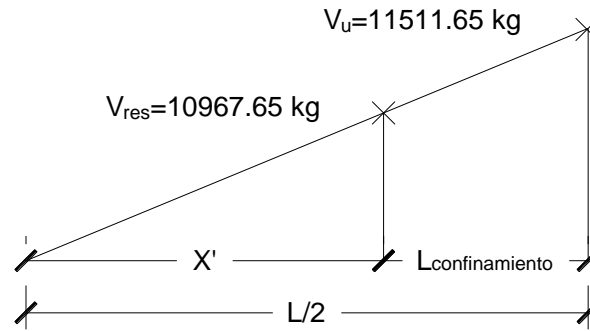
$$V_{res} = \phi * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 30 * 56 = 10\,967,65 \text{ kg}$$

$$V_u = 11\,511,65 \text{ kg}$$

$$V_{res} < V_u \quad \text{se diseñan los estribos}$$

Figura 38. **Corte actuante y corte resistente**



Fuente: elaboración propia.

$$\frac{V_u}{\frac{L}{2}} = \frac{V_{res}}{X'} \quad \rightarrow \quad X' = \frac{V_{res}}{V_u} * \left(\frac{L}{2}\right)$$

$$L_{confinamiento} = \frac{L}{2} - X'$$

$$L_{confinamiento} = \frac{L}{2} - \frac{V_{res}}{V_u} * \frac{L}{2} = 350 - \frac{10\,967,65}{11\,511,65} * 350 = 17 \text{ cm.}$$

Debido a que la longitud de confinamiento es menor a la longitud de confinamiento mínima permitida por el ACI 318S-08 sección 21.5.3, se utilizará una longitud de confinamiento de  $2h = 1,20$  metros.

- Separación de estribos en la longitud de confinamiento

Se calcula la separación de estribos teórica de la siguiente forma:

$$S = \frac{2 * A_v * F_y * d}{V}$$

Se utilizará varillas número 3 para los estribos con un área de sección de  $0,7125 \text{ cm}^2$ .

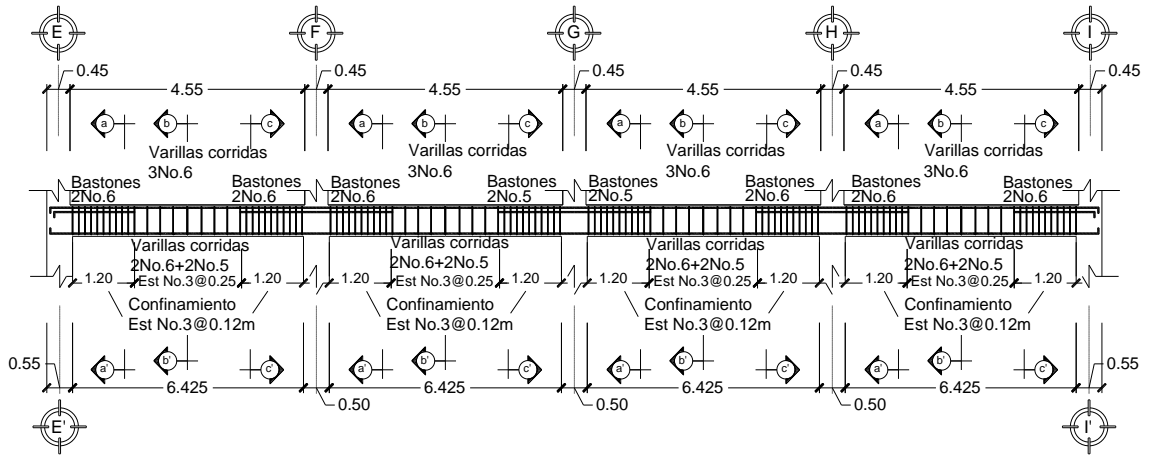
$$S = \frac{2 * 0,71 * 2\ 810 * 56}{11\ 511,65} = 19,41 \text{ cm}$$

Se comprueban los requisitos del ACI 318S-08 sección 21.5.3, tomando la separación menor, entre la separación teórica y los requisitos del ACI.

- $d/4 = 56/4 = 14 \text{ cm}$
- $8 * \varnothing_{\text{longitudinal}} = 8 * 2,54 = 20,32 \text{ cm}$
- $24 * \varnothing_{\text{estribo}} = 24 * 0,7125 = 17,10 \text{ cm}$
- $30 \text{ cm}$

Se coloca el primer estribo a una separación de 5 cm del rostro del elemento de apoyo, el resto de estribos se colocan a una separación de  $S = 12 \text{ cm}$  dentro de la zona de confinamiento, los estribos en la zona no confinada se colocarán a una separación máxima de  $S = d/2 = 28 \text{ cm}$ , por lo que se usará  $S = 25 \text{ cm}$ .

Figura 39. Armado de viga E-F (V-26), eje 3, primer nivel, módulo 2



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Se calculó la longitud de confinamiento y separación de estribos de las vigas de los módulos 1, 2 y 3, utilizando el procedimiento anterior, los resultados se resumen en las siguientes tablas.

Tabla XV. Diseño de vigas, módulo 1 y 3

VIGA	SECCIÓN	LONGITUD	PERALTE	ANCHO	CORRIDO SUPERIOR	CORRIDO INFERIOR	BASTONES SUPERIOR	ESTRIBOS
1	a-a'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	3#8	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	3#8	Conf 1,20m EST No,3@0,12m
2	a-a'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	3#8	Conf 1,20m EST No,3@0,12m
	b-b'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	2#8+1#6	Conf 1,20m EST #3@0,12m
3	a-a'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	2#8+1#6	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	2#8+1#6	Conf 1,20m EST #3@0,12m
4	a-a'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	2#8+1#6	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	3#8	Conf 1,20m EST #3@0,12m
5	a-a'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	3#8	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	3#8	Conf 1,20m EST #3@0,12m
6	a-a'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	2#6+1#5	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	2#6+1#5	Conf 1,20m EST #3@0,12m
7	a-a'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	2#6+1#5	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	3#5	Conf 1,20m EST #3@0,12m
8	a-a'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	3#5	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	3#5	Conf 1,20m EST #3@0,12m
9	a-a'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	3#5	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	2#6+1#5	Conf 1,20m EST #3@0,12m
10	a-a'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	2#6+1#5	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	2#6+1#5	Conf 1,20m EST #3@0,12m

Continuación de la tabla XV.

VIGA	SECCIÓN	LONGITUD	PERALTE	ANCHO	CORRIDO SUPERIOR	CORRIDO INFERIOR	BASTONES SUPERIOR	ESTRIBOS
11	a-a'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	2#6	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	2#8	Conf 1,20m EST #3@0,12m
12	a-a'	3	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	2#8	EST #3@0,12m
	b-b'	3	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	-	EST #3@0,12m
	c-c'	3	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	2#8	EST #3@0,12m
13	a-a'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	2#6+1#5	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	2#8+1#6	Conf 1,20m EST #3@0,12m
14	a-a'	3	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	2#6+1#6	EST #3@0,12m
	b-b'	3	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	-	EST #3@0,12m
	c-c'	3	0,6	0,3	2#8	2#8+1#6	2#8	EST #3@0,12m
29	a-a'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#8	Conf 1,10m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#8	Conf 1,10m EST #3@0,12m
30	a-a'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#8	Conf 1,10m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#8+1#6	Conf 1,10m EST #3@0,12m
31	a-a'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#8+1#6	Conf 1,10m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#8	Conf 1,10m EST #3@0,12m
32	a-a'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#8	Conf 1,10m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#8+1#6	Conf 1,10m EST #3@0,12m
33	a-a'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#8+1#6	Conf 1,10m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#8	Conf 1,10m EST #3@0,12m



Continuación de la tabla XV.

VIGA	SECCIÓN	LONGITUD	PERALTE	ANCHO	CORRIDO SUPERIOR	CORRIDO INFERIOR	BASTONES SUPERIOR	ESTRIBOS
34	a-a'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#5	Conf 1,10m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#6	Conf 1,10m EST #3@0,12m
35	a-a'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#6	Conf 1,10m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#5	Conf 1,10m EST #3@0,12m
36	a-a'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#5	Conf 1,10m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#5	Conf 1,10m EST #3@0,12m
37	a-a'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#5	Conf 1,10m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#6	Conf 1,10m EST #3@0,12m
38	a-a'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#6	Conf 1,10m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#5	Conf 1,10m EST #3@0,12m
39	a-a'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	1#6	Conf 1,10m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#6	Conf 1,10m EST #3@0,12m
40	a-a'	3	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#6	EST #3@0,12m
	b-b'	3	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	-	EST #3@0,12m
	c-c'	3	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#6	EST #3@0,12m
41	a-a'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#6+1#4	Conf 1,10m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#6+1#4	Conf 1,10m EST #3@0,12m
42	a-a'	3	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#6+1#4	EST #3@0,12m
	b-b'	3	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	-	EST #3@0,12m
	c-c'	3	0,55	0,3	3#6	3#6+1#5	2#5+1#4	EST #3@0,12m
49	a-a'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	2#4	Conf 0,90m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,20m
	c-c'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	2#4	Conf 0,90m EST #3@0,12m

Continuación de la tabla XV.

VIGA	SECCIÓN	LONGITUD	PERALTE	ANCHO	CORRIDO SUPERIOR	CORRIDO INFERIOR	BASTONES SUPERIOR	ESTRIBOS
50	a-a'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	2#4	Conf 0,90m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,20m
	c-c'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	1#5	Conf 0,90m EST #3@0,12m
51	a-a'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	1#5	Conf 0,90m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,20m
	c-c'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	1#5	Conf 0,90m EST #3@0,12m
52	a-a'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	1#5	Conf 0,90m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,20m
	c-c'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	2#4	Conf 0,90m EST #3@0,12m
53	a-a'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	2#4	Conf 0,90m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,20m
	c-c'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	2#4	Conf 0,90m EST #3@0,12m
54	a-a'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	2#5	Conf 0,90m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,20m
	c-c'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	3#5	Conf 0,90m EST #3@0,12m
55	a-a'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	3#5	Conf 0,90m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,20m
	c-c'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	2#5	Conf 0,90m EST #3@0,12m
56	a-a'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	2#5	Conf 0,90m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,20m
	c-c'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	2#5	Conf 0,90m EST #3@0,12m
57	a-a'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	2#5	Conf 0,90m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,20m
	c-c'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	3#5	Conf 0,90m EST #3@0,12m
58	a-a'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	3#5	Conf 0,90m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,20m
	c-c'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	2#5	Conf 0,90m EST #3@0,12m
59	a-a'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	1#4	Conf 0,90m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,20m
	c-c'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	1#5	Conf 0,90m EST #3@0,12m

Continuación de la tabla XV.

VIGA	SECCIÓN	LONGITUD	PERALTE	ANCHO	CORRIDO SUPERIOR	CORRIDO INFERIOR	BASTONES SUPERIOR	ESTRIBOS
60	a-a'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	1#5	Conf 0,90m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,20m
	c-c'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	1#4	Conf 0,90m EST #3@0,12m
61	a-a'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	1#4	Conf 0,90m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,20m
	c-c'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	1#4	Conf 0,90m EST #3@0,12m
62	a-a'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	1#4	Conf 0,90m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,20m
	c-c'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	1#5	Conf 0,90m EST #3@0,12m
63	a-a'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	1#5	Conf 0,90m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,20m
	c-c'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	1#4	Conf 0,90m EST #3@0,12m
64	a-a'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	1#4	Conf 0,90m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,20m
	c-c'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	1#4	Conf 0,90m EST #3@0,12m
65	a-a'	3	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	1#4	EST #3@0,12m
	b-b'	3	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,12m
	c-c'	3	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,12m
66	a-a'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	2#5	Conf 0,90m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,20m
	c-c'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	2#5	Conf 0,90m EST #3@0,12m
67	a-a'	3	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	2#5	EST #3@0,12m
	b-b'	3	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,12m
	c-c'	3	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,12m

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Diseño de vigas, módulo 2

VIGA	SECCIÓN	LONGITUD	PERALTE	ANCHO	CORRIDO SUPERIOR	CORRIDO INFERIOR	BASTONES SUPERIOR	ESTRIBOS
15	a-a'	7	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	2#6	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	2#6	Conf 1,20m EST #3@0,12m
16	a-a'	3	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	2#6	EST #3@0,12m
	b-b'	3	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	-	EST #3@0,12m
	c-c'	3	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	2#6	EST #3@0,12m
17	a-a'	7	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	3#6	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	7	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	2#6+1#4	Conf 1,20m EST #3@0,12m
18	a-a'	3	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	2#6+1#4	EST #3@0,12m
	b-b'	3	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	-	EST #3@0,12m
	c-c'	3	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	2#6	EST #3@0,12m
19	a-a'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	2#5	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	1#6	Conf 1,20m EST #3@0,12m
20	a-a'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	1#6	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	1#4	Conf 1,20m EST #3@0,12m
21	a-a'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	1#4	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	1#6	Conf 1,20m EST #3@0,12m
22	a-a'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	1#6	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	2#5	Conf 1,20m EST #3@0,12m
23	a-a'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	2#6	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	2#6	Conf 1,20m EST #3@0,12m
24	a-a'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	2#6	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	2#5	Conf 1,20m EST #3@0,12m

Continuación de la tabla XVI.

VIGA	SECCIÓN	LONGITUD	PERALTE	ANCHO	CORRIDO SUPERIOR	CORRIDO INFERIOR	BASTONES SUPERIOR	ESTRIBOS
25	a-a'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	2#5	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	2#6	Conf 1,20m EST #3@0,12m
26	a-a'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	2#6	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	2#6	Conf 1,20m EST #3@0,12m
27	a-a'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	2#6+1#5	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	2#6	Conf 1,20m EST #3@0,12m
28	a-a'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	2#6	Conf 1,20m EST #3@0,12m
	b-b'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	-	EST #3@0,25m
	c-c'	5	0,6	0,3	3#6	2#6+2#5	2#6+1#5	Conf 1,20m EST #3@0,12m
43	a-a'	7	0,55	0,3	2#6+1#5	3#6	2#5	Conf 1,00m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,55	0,3	2#6+1#5	3#6	-	EST #3@0,20m
	c-c'	7	0,55	0,3	2#6+1#5	3#6	2#5	Conf 1,00m EST #3@0,12m
44	a-a'	3	0,55	0,3	2#6+1#5	3#6	2#5	EST #3@0,12m
	b-b'	3	0,55	0,3	2#6+1#5	3#6	-	EST #3@0,12m
	c-c'	3	0,55	0,3	2#6+1#5	3#6	1#4	EST #3@0,12m
45	a-a'	7	0,55	0,3	2#6+1#5	3#6	2#6+1#4	Conf 1,00m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,55	0,3	2#6+1#5	3#6	-	EST #3@0,20m
	c-c'	7	0,55	0,3	2#6+1#5	3#6	2#6+1#4	Conf 1,00m EST #3@0,12m
46	a-a'	3	0,55	0,3	2#6+1#5	3#6	2#6+1#4	EST #3@0,12m
	b-b'	3	0,55	0,3	2#6+1#5	3#6	-	EST #3@0,12m
	c-c'	3	0,55	0,3	2#6+1#5	3#6	1#4	EST #3@0,12m
47	a-a'	5	0,55	0,3	2#6+1#4	3#6	1#4	Conf 1,00m EST #3@0,12m
	b-b'	5	0,55	0,3	2#6+1#4	3#6	-	EST #3@0,20m
	c-c'	5	0,55	0,3	2#6+1#4	3#6	1#4	Conf 1,00m EST #3@0,12m
48	a-a'	5	0,55	0,3	2#6+1#4	3#6	2#5	Conf 1,00m EST #3@0,12m
	b-b'	5	0,55	0,3	2#6+1#4	3#6	-	EST #3@0,20m
	c-c'	5	0,55	0,3	2#6+1#4	3#6	2#5	Conf 1,00m EST #3@0,12m

Continuación de la tabla XVI.

VIGA	SECCIÓN	LONGITUD	PERALTE	ANCHO	CORRIDO SUPERIOR	CORRIDO INFERIOR	BASTONES SUPERIOR	ESTRIBOS
68	a-a'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	Conf 0,90m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,20m
	c-c'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	Conf 0,90m EST #3@0,12m
69	a-a'	3	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,12m
	b-b'	3	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,12m
	c-c'	3	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,12m
70	a-a'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	1#6	Conf 0,90m EST #3@0,12m
	b-b'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,20m
	c-c'	7	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	1#6	Conf 0,90m EST #3@0,12m
71	a-a'	3	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	1#6	EST #3@0,12m
	b-b'	3	0,45	0,3	2No,6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,12m
	c-c'	3	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,12m
72	a-a'	5	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	Conf 0,90m EST #3@0,12m
	b-b'	5	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	EST #3@0,20m
	c-c'	5	0,45	0,3	2#6+1#4	2#6+1#4	-	Conf 0,90m EST #3@0,12m

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.6.10. Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales que sostienen principalmente cargas a compresión. En general las columnas también soportan momentos flectores desde uno o los dos ejes de la sección transversal. La columna se considera comúnmente como elementos a compresión, puesto que las fuerzas de compresión dominan el comportamiento. Para el diseño de una columna se utilizan las cargas axiales, que son el resultado de todas las cargas verticales que soporta la columna, y los momentos flectores se obtienen del análisis

estructural, para el diseño de una columna se utilizan los momentos últimos actuantes.

Se analizará la columna más crítica por nivel, y se utilizará para todas las columnas del nivel analizado. A continuación se diseña la columna más crítica del segundo nivel, módulo 2.

- Columna segundo nivel, módulo 2

Datos:

Sección de columna  $0,45\text{m} \times 0,45\text{m} = 0,2025 \text{ m}^2$

Longitud de la columna = 3,20 m

$M_x = 10\,055,8 \text{ kg-m}$

$M_y = 12\,656,53 \text{ kg-m}$

$V_u = 7\,782,3 \text{ kg}$

- Carga axial

Debido a que existen dos cargas vivas, para aulas y para pasillos, se calcula cuanto porcentaje del área tributaria de la columna es para cada carga viva, se determinó que el 70 % del área tributaria de la columna es de carga viva para aulas y el 30 % del área tributaria de la columna es de carga viva para pasillos. Se calcula entonces la carga última que afecta a la columna del segundo nivel, módulo 2.

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

$$CU = 1,4 * (269 + 88,4 + 40) + 1,7 * (0,7 * 200 + 0,3 * 500) = 1\,049,36 \text{ kg/m}^2$$

- Factor de carga última

$$FCU = \frac{CU}{CM + CV} = \frac{1\ 049,36}{(269 + 88,4 + 40) + (0,7 * 200 + 0,3 * 500)} = 1,382155$$

- Carga axial última

Sección de columnas propuestas para módulo 2:

- Columna tercer y segundo nivel 0,45m x 0,45m
- Columna primer nivel 0,50m x 0,50m

$$P_{u3} = 19838,65$$

$$P_{u2} = \text{Área tributaria} * CU + FCU * (P_{\text{viga}} + P_{\text{columna nivel 3}}) + P_{u3}$$

$$P_{u2} = (17,5 + 7,5) * 1\ 049,36 + 1,382 * (3\ 600 + 1\ 458) + 19\ 838,65$$

$$P_{u2} = 53\ 063,595 \text{ kg}$$

- Esbeltez (E)

La esbeltez en una columna es la relación que existe entre la altura y la sección transversal de la misma, estas se pueden clasificar en cortas, intermedias y largas, tomando como base los siguientes criterios:

- Columna corta  $E < 22$
- Columna intermedia  $22 < E < 100$
- Columna larga  $E > 100$



Grado de empotramiento a la rotación:

$$\Psi = \frac{\sum K_{\text{columna}}}{\sum K_{\text{viga}}} \quad K = \frac{I}{L} \quad I_{\text{vigas}} = 0,35 * \frac{b * h^3}{12} \quad I_{\text{columnas}} = 0,7 * \frac{b * h^3}{12}$$

Cálculo de factor de longitud efectiva (K)

$$K = \frac{20 - \Psi_{\text{prom}}}{20} * \sqrt{1 + \Psi_{\text{prom}}} \quad \rightarrow \quad \text{cuando } \Psi_{\text{prom}} < 2$$

$$K = 0,90 * \sqrt{1 + \Psi_{\text{prom}}} \quad \rightarrow \quad \text{cuando } \Psi_{\text{prom}} > 2$$

Esbeltez

$$E = \frac{K * l_u}{r} \quad r = 0,3 * \text{lado corto de columna rectangular}$$

- Tercer nivel, sentido X

$$I_{\text{col, nivel 3}} = 0,7 * \frac{0,45 * 0,45^3}{12} = 0,002392$$

$$K_{\text{col. nivel 3}} = \frac{0,00074751}{3,2} = 0,00074751$$

- Segundo nivel, sentido X

$$I_{\text{viga nivel 2}} = 0,35 * \frac{0,30 * 0,50^3}{12} = 0,00109375 \text{ m}^4$$

$$K_{\text{viga (5m) nivel 2}} = \frac{0,00109375}{5} = 0,00021875$$

$$I_{\text{col. nivel 3}} = I_{\text{col. nivel 2}} = 0,002392 \quad K_{\text{col. nivel 3}} = K_{\text{col. nivel 2}} = 0,00074751$$

- Primer nivel, sentido X

$$I_{\text{viga nivel 1}} = 0,35 * \frac{0,30 * 0,60^3}{12} = 0,00189 \text{ m}^4$$

$$K_{\text{viga (5m) nivel 1}} = \frac{0,00189}{5} = 0,000378$$

$$I_{\text{col. nivel 1}} = 0,7 * \frac{0,50 * 0,50^3}{12} = 0,003646 \quad K_{\text{col. nivel 1}} = \frac{0,003646}{5} = 0,00072917$$

- Tercer nivel, sentido Y

$$I_{\text{col. nivel 3}} = 0,7 * \frac{0,45 * 0,45^3}{12} = 0,002392$$

$$K_{\text{col. nivel 3}} = \frac{0,00074751}{3,2} = 0,00074751$$

- Segundo nivel, sentido Y

$$I_{\text{viga nivel 2}} = 0,35 * \frac{0,30 * 0,50^3}{12} = 0,00109375 \text{ m}^4$$

$$K_{\text{viga (7m) nivel 2}} = \frac{0,00109375}{7} = 0,00015625$$

$$K_{\text{viga (3m) nivel 2}} = \frac{0,00109375}{3} = 0,00036458$$

$$I_{\text{col. nivel 3}} = I_{\text{col. nivel 2}} = 0,002392 \quad K_{\text{col. nivel 3}} = K_{\text{col. nivel 2}} = 0,00074751$$

- Primer nivel, sentido Y

$$I_{\text{viga nivel 1}} = 0,35 * \frac{0,30 * 0,60^3}{12} = 0,00189 \text{ m}^4$$

$$K_{\text{viga (7m) nivel 1}} = \frac{0,00189}{7} = 0,00027$$

$$K_{\text{viga (3m) nivel 1}} = \frac{0,00189}{3} = 0,00063$$

$$I_{\text{col. nivel 1}} = 0,7 * \frac{0,50 * 0,50^3}{12} = 0,003646 \quad K_{\text{col. nivel 1}} = \frac{0,003646}{5} = 0,00072917$$

Nivel 2, sentido X.

$$\Psi_{\text{a, segundo nivel}} = \frac{K_{\text{col. nivel 3}} + K_{\text{col. nivel 2}}}{K_{\text{viga nivel 2}}}$$

$$\Psi_{\text{a, segundo nivel}} = \frac{0,00074751 + 0,00074751}{0,00021875 + 0,00021875} = 3,4171875$$

$$\Psi_{\text{b, segundo nivel}} = \frac{K_{\text{col. nivel 2}} + K_{\text{col. nivel 1}}}{K_{\text{viga nivel 1}}}$$

$$\Psi_{\text{b, segundo nivel}} = \frac{0,00074751 + 0,00072917}{0,000378 + 0,000378} = 1,9532757$$

$$\Psi_{\text{prom. nivel 2}} = \frac{3,4171875 + 1,9532757}{2} = 2,6852316 \quad \Psi_{\text{prom}} > 2$$

$$K = 0,9 * \sqrt{1 + 2,6852316} = 1,72772614$$

$$E = \frac{1,72772614 * (3,2 - 0,2)}{0,3 * 0,45} = 38,3939 \quad \rightarrow \quad \text{Columna intermedia}$$

$$\beta_d = 1,4 * \frac{CM}{CU} = 1,4 * \frac{397,4}{1049,36} = 0,53018983$$

$$E_c = 15100 * \sqrt{f'c} = 15100 * \sqrt{210} = 218819,789$$

$$EI = \frac{0,4 * E_c * I_{\text{columna}}}{1 + \beta_d} = \frac{0,4 * 218819,789 * \left(\frac{45^4}{12}\right)}{1 + 0,53018983} * \left(\frac{1}{10000000}\right)$$

$$EI = 1954,65486 \text{ Ton} - \text{m}^2$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{(K * l_u)^2} = \frac{\pi^2 * 1954,65486}{(1,72772614 * (3,2 - 0,2))^2} = 718,088 \text{ Ton}$$

Nivel 2, sentido Y

$$\Psi_{a, \text{ segundo nivel}} = \frac{K_{\text{col. nivel 3}} + K_{\text{col. nivel 2}}}{K_{\text{viga nivel 2}}}$$

$$\Psi_{a, \text{ segundo nivel}} = \frac{0,00074751 + 0,00074751}{0,00015625 + 0,00036458} = 2,8704375$$

$$\Psi_{b, \text{ segundo nivel}} = \frac{K_{\text{col. nivel 2}} + K_{\text{col. nivel 1}}}{K_{\text{viga nivel 1}}}$$

$$\Psi_{b, \text{ segundo nivel}} = \frac{0,00074751 + 0,00072917}{0,00027 + 0,00063} = 1,64075$$

$$\Psi_{\text{prom, nivel 2}} = \frac{2,8704375 + 1,64075}{2} = 2,25559 \quad \Psi_{\text{prom}} > 2$$

$$K = 0,9 * \sqrt{1 + 2,25559} = 1,623894$$

$$E = \frac{1,623894 * (3,2 - 0,2)}{0,3 * 0,45} = 36,0865 \rightarrow \text{Columna intermedia}$$

$$\beta_d = 1,4 * \frac{CM}{CU} = 1,4 * \frac{397,4}{1049,36} = 0,53018983$$

$$E_c = 15100 * \sqrt{f'c} = 15100 * \sqrt{210} = 218819,789$$

$$EI = \frac{0,4 * E_c * I_{\text{columna}}}{1 + \beta_d} = \frac{0,4 * 218819,789 * \left(\frac{45^4}{12}\right)}{1 + 0,53018983} * \left(\frac{1}{10000000}\right)$$

$$EI = 1954,65486 \text{ Ton} - \text{m}^2$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{(K * l_u)^2} = \frac{\pi^2 * 1954,65486}{(1,623894 * (3,2 - 0,2))^2} = 812,853 \text{ Ton}$$

- Momentos de diseño

$$\delta = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi_k * P_{cr}}} \geq 1,0$$

$$M_d = \delta * M_2$$

El factor  $C_m$  es un factor de corrección que relaciona el diagrama de momentos existente con un diagrama de momentos uniforme equivalente. En el ACI 318S-08 en la sección R10.10.6, dice que es posible utilizar el momento máximo de la columna como  $M_2$  y  $C_m$  como 1.0.

El ACI 318S-08 en la sección R10.10.6, sugiere que el valor del factor de reducción de rigidez ( $\phi_k$ ) para una columna aislada debe ser de 0,75 tanto para columnas con estribos como con espiral.

Sentido X

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{53\,063,5947}{0,75 * 718,087744 * 1\,000}} = 1,1092963$$

$$M_d = 1,1092963 * 10\,055,8 = 11\,154,88 \text{ kg} - \text{m}$$

Sentido Y

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{53\,063,5947}{0,75 * 812,852955 * 1\,000}} = 1,09533933$$

$$M_d = 1,09533933 * 12\,656,53 = 13\,863,20 \text{ kg} - \text{m}$$

- Refuerzo longitudinal

Según el ACI 318S-08 sección 2.6.3, el porcentaje de refuerzo longitudinal no debe ser menor que  $0,01A_g$  ni mayor que  $0,06A_g$ .

$$1\%A_g \leq A_s \leq 6\%A_g$$

Donde:

$A_g$  = área de la columna

$$A_{s\min} = 0,01 * A_g$$

$$A_{s\max} = 0,06 * A_g$$

Se propone un área de acero cercana al acero mínimo permitido, para la columna del segundo nivel, módulo 2, se tiene:

$$A_g = 45 * 45 = 2\,025 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\min} = 0,01 * 2025 = 20,25 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\max} = 0,06 * 2025 = 121,5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{ propuesta}} = 31,67 \text{ cm}^2 \rightarrow 4\#8 + 4\#6$$

Valor de gráfica

$$Y = \frac{d - d'}{h}$$

Donde:

r = recubrimiento (5 cm)

d' = 2 veces el recubrimiento

d = lado corto de la sección de la columna

h = lado largo de la sección de la columna

$$Y_{x,y} = \frac{45 - 2 * 5}{45} = 0,7778$$

Valores de la curva

$$\rho = \frac{A_s * F_y}{0,85 * f'_c * A_g} = \frac{31,67 * 2810}{0,85 * 210 * 2025} = 0,24619567$$

Excentricidad

$$e_x = \frac{M_x}{P_u} = \frac{11,1549}{53,0636} = 0,21021719 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{M_y}{P_u} = \frac{13,8632}{53,0636} = 0,26125627 \text{ m}$$

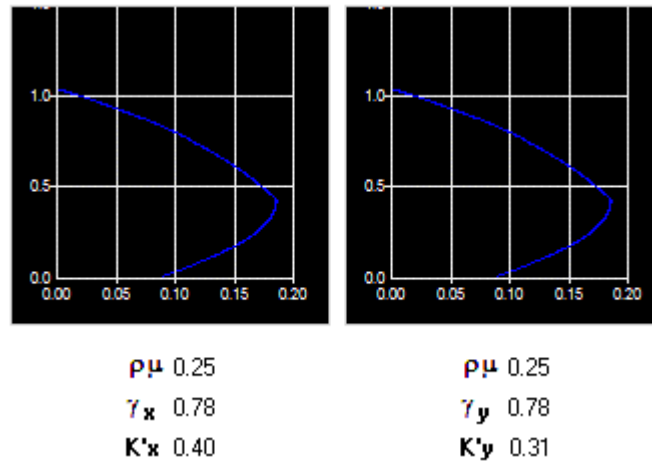
Valor de la excentricidad

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{0,21021719}{45} * 100 = 0,46714932$$

$$\frac{e_y}{h_y} = \frac{0,26125627}{45} * 100 = 0,58056948$$

Los valores de los coeficientes de iteración se obtuvieron a través del software JC-Diseño de concreto, donde se obtuvieron  $K'_x = 0,40$  y  $K'_y = 0,31$ .

Figura 40. Diagrama de iteración



Fuente: JC-Diseño de concreto.

Carga resistente de la columna a una excentricidad  $e_x$

$$P'_x = K'_x * f'_c * A_g = 0,4 * \frac{210}{1\ 000} * 0,2025 = 170,1 \text{ Ton}$$



Carga resistente de la columna a una excentricidad  $e_x$

$$P'_y = K'_x * f'_c * A_g = 0,31 * \frac{210}{1000} * 0,2025 = 131,8275 \text{ Ton}$$

Carga axial resistente de la columna

$$P'_o = 0,7 * [0,85 * f'_c * A_g + A_s * F_y]$$

$$P'_o = 0,7 * [0,85 * 210 * 2025 + 31,67 * 2810] = 315,32 \text{ Ton}$$

Carga resistente de la columna

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_x} + \frac{1}{P'_y} - \frac{1}{P'_o}} = \frac{1}{\frac{1}{170,1} + \frac{1}{131,8275} - \frac{1}{315,32}} = 97,15 \text{ Ton}$$

$$(P'_u = 97,15 \text{ Ton}) > (P_u = 53,0636 \text{ Ton})$$

La carga axial última que soporta la columna es mayor que la carga actuante última, por lo que la sección y armado propuesto es adecuado.

- Refuerzo transversal

El refuerzo transversal tiene como objetivo mantener el refuerzo longitudinal en el lugar e incrementar la ductilidad de la columna y capacidad que tiene la misma para absorber los efectos sísmicos.

El ACI 318S-08 en la sección 21.3.5, dice que se debe proporcionar estribos cerrados de confinamiento con una longitud no menor que:

- Una sexta parte de la luz libre de la columna
- La mayor dimensión de la sección transversal de la columna
- 45 cm.

Al igual que la viga, en las columnas es necesario verificar si el corte resistente de la columna es mayor que el corte actuante.

- Si  $V_{res} < V_u$ , entonces, es necesario diseñar los estribos, utilizando los datos de corte obtenidos del análisis estructural.
- Si  $V_{res} > V_u$ , entonces, la sección de la viga resiste los efectos del corte y necesita estribos solo por armado a una separación no mayor de  $d/2$ .

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

$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 45 * (45 - 5) = 11\,751,06 \text{ kg}$$

$$V_{act} = 7\,782,3 \text{ kg}$$

$V_{res} > V_{act} \rightarrow$  La columna resiste los efectos de corte actuante

Longitud de confinamiento

- $L_{confinamiento \text{ columna nivel } 2} = \frac{3,2-0,5}{6} = 0,45 \text{ m}$
- Mayor sección transversal de columna = 0,45 m
- 0,45 m

Se toma la mayor la mayor de las anteriores

$$L_{\text{confinamiento columna nivel 2}} = 0,45 \text{ m}$$

- Separación de estribos en la longitud de confinamiento

$$\rho_s = 0,45 * \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) * \left( \frac{0,85 * f'c}{F_y} \right)$$

$$S_s = \frac{4 * A_v}{\rho_s * L}$$

Donde:

$r_s$  = relación volumétrica

$S_s$  = Separación de estribos en zona de confinamiento

Se tiene:

$$\rho_s = 0,45 * \left( \frac{45*45}{0,35*0,35} - 1 \right) * \left( \frac{0,85*210}{2810} \right) = 0,01866802$$

$$S_s = \frac{4 * 0,71}{0,01866802 * 0,35} = 3,82 \text{ cm}$$

Se utilizará una separación entre estribos en la zona confinada de 4 centímetros.

- Separación de estribos en zona no confinada

La separación de estribos en la zona no confinada se tomará como  $S = d/2$ .

$$S = \frac{d}{2} = \frac{35}{2} = 17,5 \text{ cm}$$

Se utilizará una separación entre estribos en la zona no confinada de 15 centímetros. Además de los estribos se utilizaron estribos rotados a 45 grados para confinar la columna (ver figura 4).

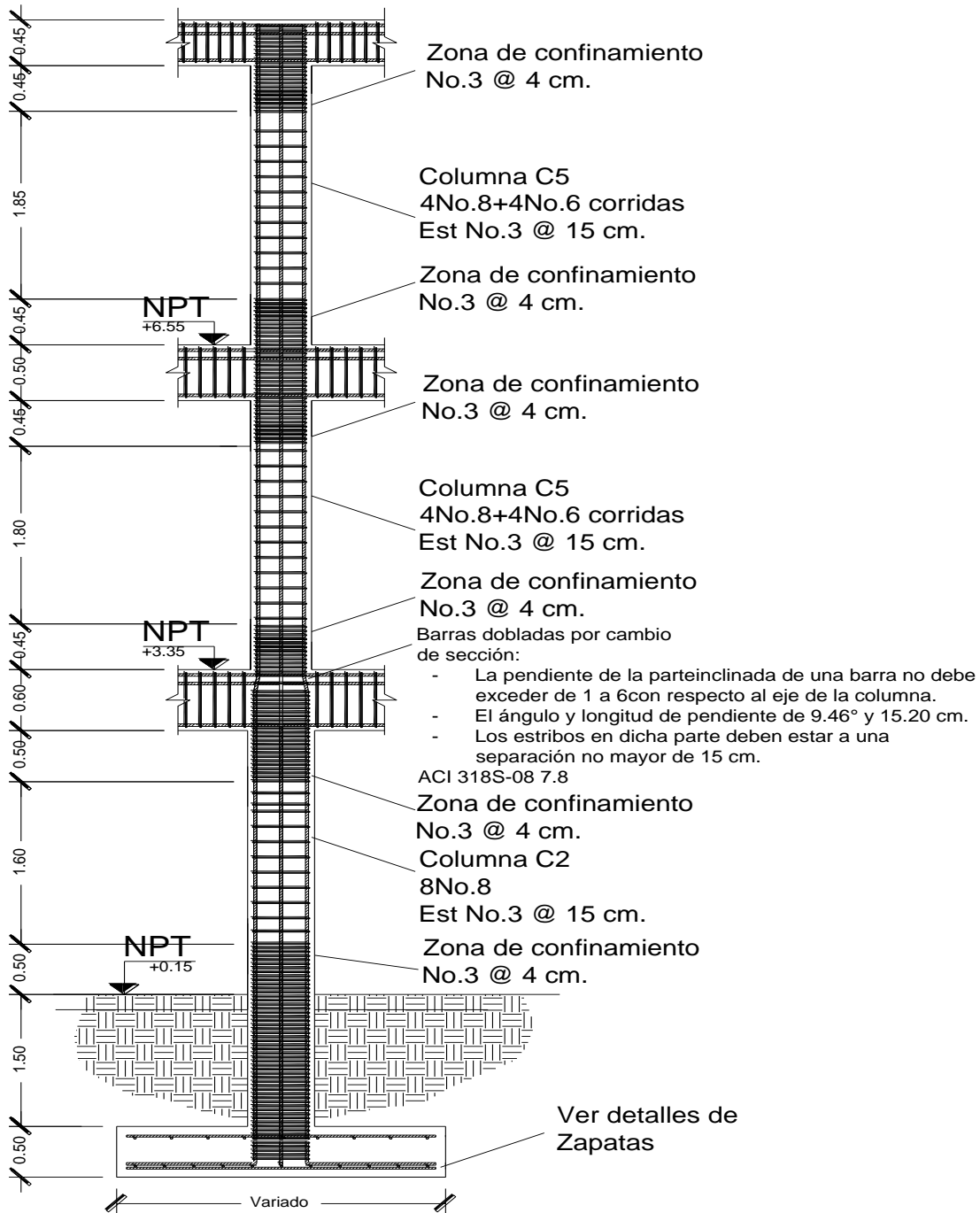
Se realizó el mismo procedimiento para calcular las columnas de los módulos 1, 2 y 3. Se resume el cálculo en la siguiente tabla.

Tabla XVII. **Cálculo de columnas**

Módulo	Columnas				
	Nivel	Columna	Sección	Refuerzo longitudinal	Refuerzo transversal
1,3	3, 2	C4	0,50m x 0,50m	8#8	-Conf 0,50m Est #3@4cm -Est #3@15cm
	1	C1	0,55m x 0,55m	8#8+4#6	-Conf 0,55m Est #3@4cm -Est #3@15cm
2	3, 2	C5	0,45m x 0,45m	4#8+4#6	-Conf 0,45m Est #3@4cm -Est #3@15cm
	1	C2	0,50m x 0,50m	8#8	-Conf 0,50m Est #3@4cm -Est #3@15cm

Fuente: elaboración propia.

Figura 41. Armado de columna, módulo 2



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

### 2.2.6.11. Diseño de gradas

Para diseñar las gradas de los módulos de gradas, es necesario determinar el peso que estas soportarán. Se propone un espesor de losa de gradas de  $t = 0,12\text{m}$ .

Peso propio

$$W_e = 2\,400 * \left(t + \frac{c}{2}\right)$$

$$W_e = 2\,400 * \left(0,12 + \frac{0,145}{2}\right) = 462 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Acabados =  $90 \text{ kg/m}^2$

Carga muerta =  $552 \text{ kg/m}^2$

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

Carga última =  $1,4*(552)+1,7*(500) = 1\,622,80 \text{ kg/m}^2$

La losa se considera en una dirección, apoyada en los muros. Como la losa se encuentra inclinada, es necesario calcular la longitud de esta.

$$D = \sqrt{(3)^2 + (1,6)^2} = 3,4 \text{ m}$$

$$M_{(-)} = \frac{W * L^2}{14} = \frac{1\,622,80 * 3,2^2}{14} = 1\,339,97 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{(+)} = \frac{W * L^2}{9} = \frac{1\,622,80 * 3,2^2}{9} = 2\,084,40 \text{ kg} - \text{m}$$

Cálculo de acero

$$A_{S_{\min}} = \frac{14,1}{F_y} * b * d = \frac{14,1}{2810} * 100 * (12 - 2,5) = 4,77 \text{ cm}^2$$

Cálculo de acero requerido

$$A_{S_{\text{req } M(-)}} = \left[ 100 * 9,5 - \sqrt{(100 * 9,5)^2 - \frac{100 * 1339,97}{0,003825 * 210}} \right] * \left( \frac{0,85 * 210}{2810} \right)$$

$$A_{S_{\text{req } M(-)}} = 5,86 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{\text{req } M(+)}} = \left[ 100 * 9,5 - \sqrt{(100 * 9,5)^2 - \frac{100 * 2084,40}{0,003825 * 210}} \right] * \left( \frac{0,85 * 210}{2810} \right)$$

$$A_{S_{\text{req } M(+)}} = 9,41 \text{ cm}^2$$

Las gradas se diseñaran para resistir el momento positivo, ya que, este es el que requiere más acero.

$$\left[ \begin{array}{l} 9,41 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm} \\ 1,29 \text{ cm}^2 \rightarrow S \end{array} \right] \rightarrow S = \frac{1,29 * 100}{9,41} = 13,46 \text{ cm}$$

Se utilizará #4 @ 13cm.

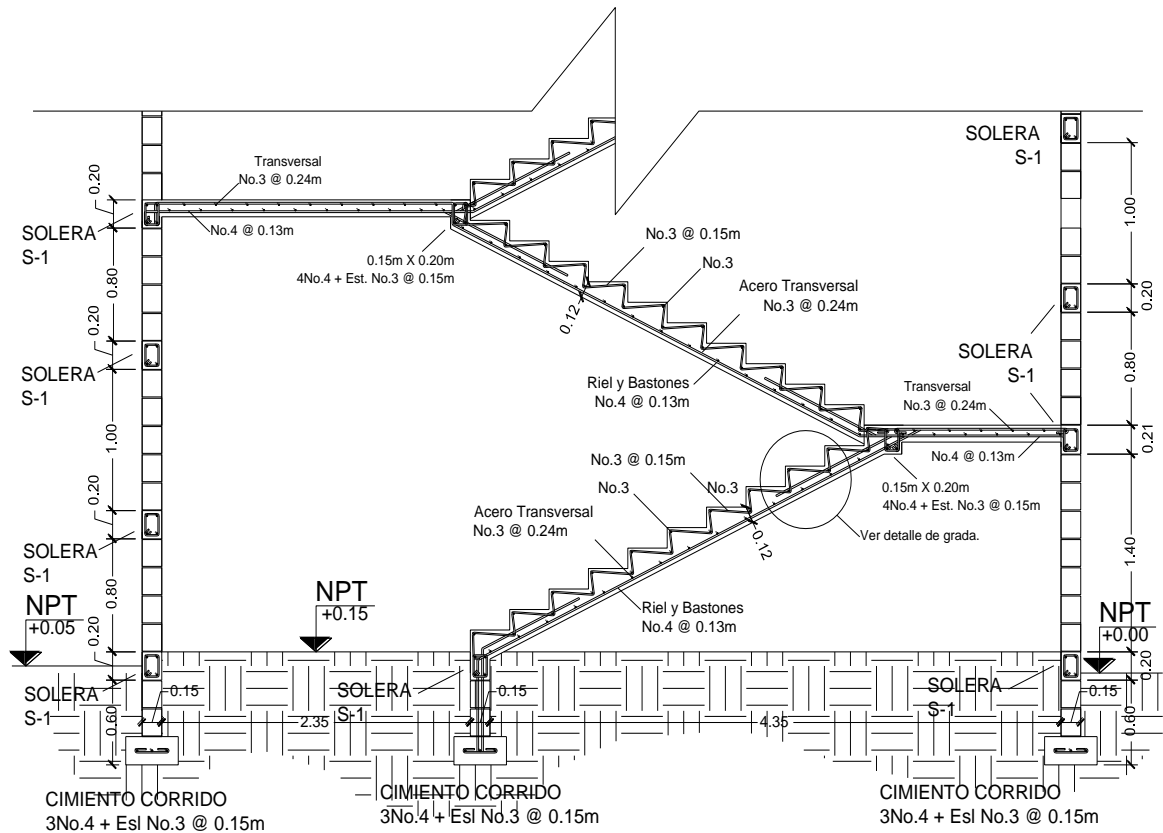
El acero por temperatura se coloca en el sentido corto:

$$A_{S_{\text{temp}}} = 0,002 * b * t = 0,002 * 100 * 12 = 2,40 \text{ cm}^2$$

$$S_{\text{max}} = 2 * t = 2 * 12 = 24 \text{ cm}$$

Se usará #3 @ 24cm.

Figura 42. Armado de gradas



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

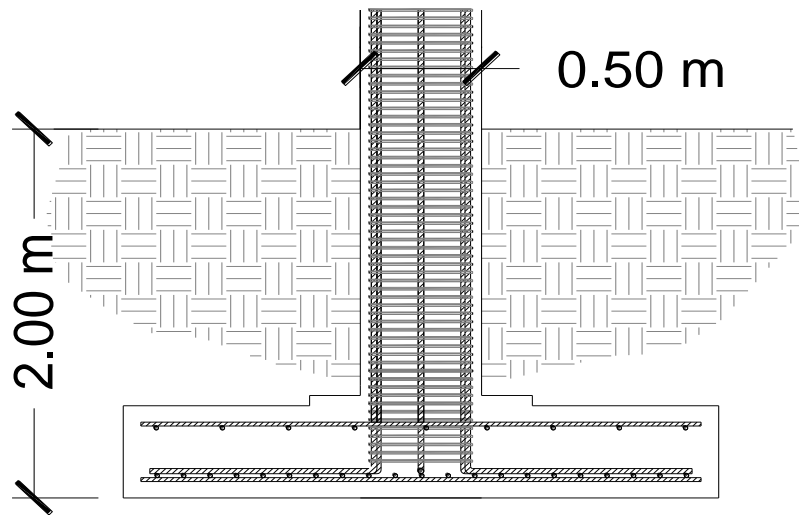
### 2.2.6.12. Diseño de cimientos

Las zapatas son elementos estructurales encargados de transmitir las cargas que actúan de la estructura hacia el suelo, existen distintos tipos de cimentaciones, cada una de ellas depende de distintos factores, tales como la condición del suelo, las condiciones del terreno, etc.



- Zapatas concéntricas

Figura 43. **Diseño típico de zapata concéntrica**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Se diseñará la zapata concéntrica (Z5) del módulo 2.

$$M_x = 16\,627,98 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_y = 18\,190,41 \text{ kg} - \text{m}$$

$$P_u = 63\,952,12 \text{ kg}$$

$$V_s = 17,52 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$FCU = 1,50$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2,4 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1,86 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3}$$

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

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

$$\text{Desplante} = 2,00 \text{ m}$$

- Cargas de trabajo

$$P' = \frac{Pu}{FCU} = \frac{63\,952,12}{1,5 * 1\,000} = 42,62238 \text{ Ton}$$

$$M'_x = \frac{M_x}{FCU} = \frac{16\,627,98}{1,5 * 1\,000} = 11,0821 \text{ Ton - m}$$

$$M'_y = \frac{M_y}{FCU} = \frac{18\,190,41}{1,5 * 1\,000} = 12,12342 \text{ Ton - m}$$

- Área de zapata concéntrica

$$Az = \frac{1,5 * P'}{Vs} = \frac{1,5 * 42,62238}{17,52} = 3,65 \text{ m}^2$$

Después de comprobar y verificar el Az propuesta de 3,65 m<sup>2</sup> se llegó a la conclusión que era necesario aumentar el área de la zapata, proponiendo un área de zapata de 2,70m x 2,70m equivalente a 7,29 metros cuadrados y una altura peralte de 0,45m para la zapata.

- Presión sobre el suelo

La presión de contacto entre la zapata y el suelo se calcula con la siguiente expresión:

$$q = \frac{P_T}{Az} \pm \frac{M_x}{S_x} \pm \frac{M_y}{S_y}$$

El valor de la presión no debe ser negativo ni exceder el valor soporte del suelo (Vs).

$$S_x = S_y = \frac{b * h^2}{6} = \frac{2,7 * 2,7^2}{6} = 3,2805$$

$$P_T = P' + P_{\text{cimiento}} + P_{\text{suelo}}$$

$$P_T = 42,62238 + 7,29 * 0,45 * 2,4 + 7,29 * (2 - 0,45) * 1,86 = 71,51265 \text{ Ton}$$

$$q_{\text{max}} = \frac{71,51265}{7,29} + \frac{11,0821}{3,2805} + \frac{12,12342}{3,2805} = 16,88 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\text{min}} = \frac{71,51265}{7,29} - \frac{11,0821}{3,2805} - \frac{12,12342}{3,2805} = 2,74 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\text{max}} < V_s \quad \text{cumple}$$

$$q_{\text{min}} > 0 \quad \text{cumple}$$

La presión que ejerce la estructura al suelo es menor que el valor soporte del suelo, de mismo modo es mayor que cero, lo que indica que no ocurren presiones negativas en la zapata. Una vez comprobado que las dimensiones propuestas de la zapata son correctas, se procede a calcular la presión última de la zapata.

$$q_u = q_{\text{max}} * \text{FCU} = 16,88 * 1,5 = 25,33255 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

- Espesor de la zapata

Según el ACI 318S-08 en la sección 15.7 y sección 7.7.2, la altura mínima de las zapatas apoyadas sobre el suelo debe ser de 15cm y el recubrimiento mínimo para concreto colocado y expuesto permanentemente contra el suelo es de 7,5cm.

- Peralte efectivo

Asumiendo un espesor de  $t = 0,45\text{m}$

$\emptyset = \text{Varilla \#6}$  (diámetro =  $1,905\text{ cm}$ )

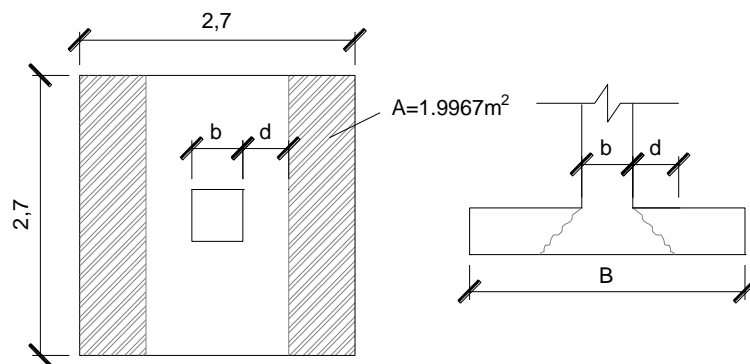
$d = t - \text{recubrimiento} - \emptyset/2$

$d = 0,45 - 0,08 - 0,001905/2 = 0,3605\text{ m}$

- Chequeo por corte simple

En las zapatas ocurre una falla por corte simple a una distancia igual al peralte efectivo del borde de la columna, por lo que se debe de comparar si el corte resistente es mayor al corte actuante.

Figura 44. **Sección crítica por corte simple, zapata concéntrica**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Corte resistente

$$V_{\text{res. simple}} = 0,53 * \emptyset * b * d * \sqrt{f'c}$$

$$V_{\text{res. simple}} = 0,53 * 0,85 * 270 * 0,3605 * 100 * \sqrt{210}/1\,000 = 63,539\text{ Ton}$$

Corte actuante

$$\text{Área de corte simple} = 2,70 * \frac{2,70 - 0,50 - 2 * 0,3605}{2} = 1,9967 \text{ m}^2$$

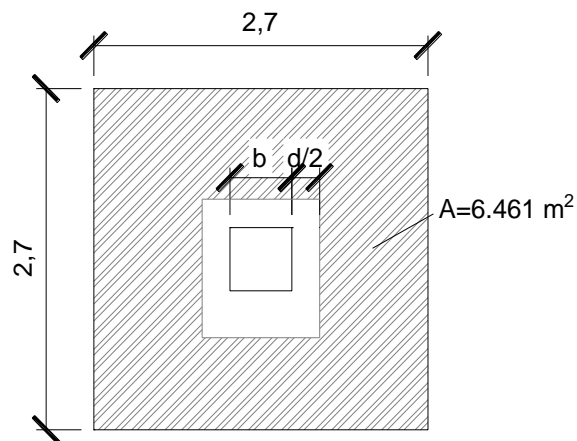
$$V_{\text{act. simple}} = \text{Área de corte simple} * q_u$$

$$V_{\text{act. simple}} = 1,9967 * 25,33255 = 50,58195 \text{ Ton}$$

$$V_{\text{res}} > V_{\text{act. simple}} \quad \text{resiste el corte simple}$$

Corte punzonante

Figura 45. **Sección crítica para corte punzonante, zapata concéntrica**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Para el área punzonante, en este caso, se asume un espesor mayor de  $t = 0,45 \text{ m}$ .

$$d = 0,45 - 0,08 - \frac{0,01905}{2} = 0,360475 \text{ m}$$

$$\text{Área de corte punzonante} = 2,70^2 - (0,45 + 0,360475)^2 = 6,63 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{act. punzonante}} = \text{Área de corte punzonante} * q_u$$

$$V_{\text{act. punzonante}} = 6,63 * 25,33255 = 168,03 \text{ Ton}$$

$b_o$  = perímetro del área punzonante

$$b_o = (45 + 36,05) * 4 = 324,20 \text{ cm}$$

$$V_{\text{res. punzonante}} = 1,06 * \phi * b_o * d * \sqrt{f'c}$$

$$V_{\text{res. punzonante}} = 1,06 * 0,85 * 324,2 * 36,05 * \sqrt{210} = 195,186 \text{ Ton}$$

$$V_{\text{act. punzonante}} < V_{\text{res. punzonante}} \rightarrow \text{Cumple}$$

El corte resistente es mayor que el corte actuante, esto indica que las dimensiones propuestas por la zapata son las adecuadas.

- Diseño a flexión

$$M_u = \frac{q_u * L^2}{2} = \frac{25,33255 * \left(\frac{2,70}{2} - \frac{0,50}{2}\right)^2}{2} * 1000 = 15\,326,193 \text{ kg} - \text{m}$$

Área de acero:

$$A_{S\text{requerida}} = \left[ b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * f'c}} \right] \left( \frac{0,85 * f'c}{F_y} \right)$$

Donde:

b = franja unitaria de zapata

d = peralte efectivo de la zapata

Mu = momento último

f'c = resistencia a la compresión del concreto

Fy = límite de fluencia del acero

$$A_{S_{requerida}} = \left[ 100 * 36,05 - \sqrt{(100 * 36,05)^2 - \frac{15\,326,193 * 100}{0,003825 * 210}} \right] * \left( \frac{0,85 * 210}{2\,810} \right)$$

$$A_{S_{requerida}} = 17,48 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{min}} = \frac{14,1}{2810} * 100 * 36,05 = 18,09 \text{ cm}^2$$

El área de acero mínima es mayor que el área de acero requerido por el momento último se utilizará el área de acero mínima.

Se utilizará varillas #6 con un área de sección de 2,84 cm<sup>2</sup>.

$$\left( \begin{array}{l} 18,09 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm} \\ 2,84 \text{ cm}^2 \rightarrow S \end{array} \right) \rightarrow S = \frac{2,84 * 100}{18,09} = 15,70 \text{ cm}$$

Se colocará varillas #6 @ 0,15m en la cama inferior en ambos sentidos.

Área de acero por temperatura:

Se calcula para la cama superior de la zapata

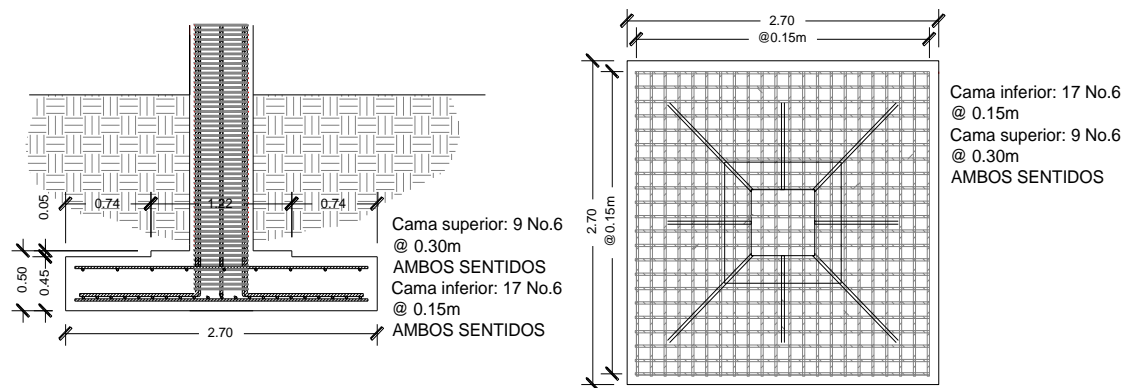
$$A_{s_{temp}} = 0,002 * b * t = 0,002 * 100 * 45 = 9 \text{ cm}^2$$

Se utilizará varillas #6 con un área de sección de 2,84 cm<sup>2</sup>.

$$\left( \begin{array}{l} 9 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm} \\ 2,84 \text{ cm}^2 \rightarrow S_{temp} \end{array} \right) \rightarrow S_{temp} = \frac{2,84 * 100}{9} = 31,56 \text{ cm}$$

Se colocará varillas #6 @ 0,30m en la cama superior como refuerzo por temperatura en ambos sentidos.

Figura 46. Armado de zapata concéntrica Z5



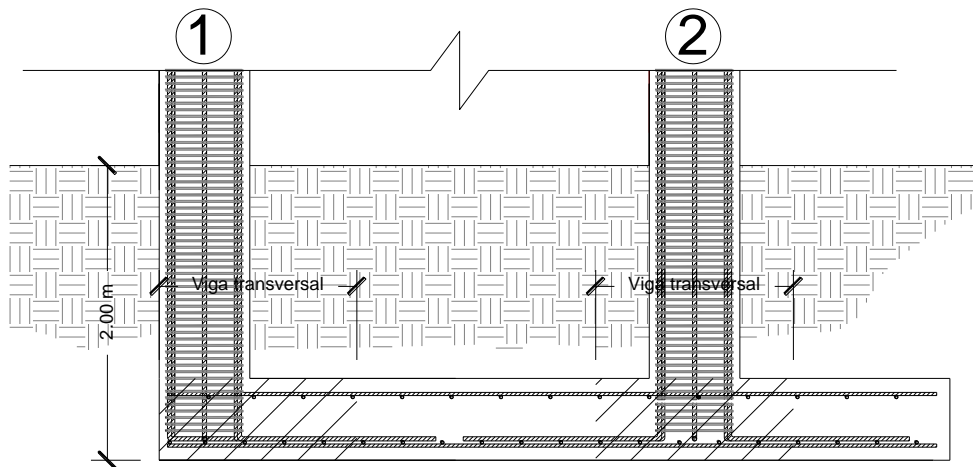
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.



- Diseño de zapata combinada

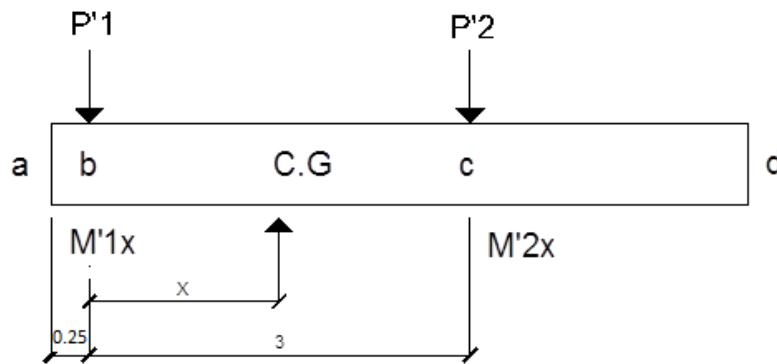
Se propuso utilizar zapata combinada por la cercanía que tienen las columnas y los módulos.

Figura 47. **Diseño típico de zapata combinada (excéntrica y concéntrica)**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Figura 48. **Cargas de trabajo sobre zapata combinada**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Se diseñará la zapata combinada (Z6) del módulo 2.

$$P_{1u} = 45\,011,11 \text{ kg}$$

$$M_{1x} = 18\,190,41 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{1y} = 20\,727,40 \text{ kg} - \text{m}$$

$$FCU = 1,527$$

$$V_s = 17,52 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2,4 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3}$$

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

$$P_{2u} = 91\,679,25 \text{ kg}$$

$$M_{2x} = 18\,190,41 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{1y} = 17\,922,47 \text{ kg} - \text{m}$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1,86 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3}$$

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

$$\text{Desplante} = 2,00 \text{ m}$$

- Cargas de trabajo

$$P'_1 = \frac{P_{1u}}{FCU} = \frac{45\,011,11}{1,527 * 1\,000} = 29,48 \text{ Ton}$$

$$P'_2 = \frac{P_{2u}}{FCU} = \frac{91\,679,25}{1,527 * 1\,000} = 60,06 \text{ Ton}$$

$$M'_{1x} = \frac{M_{1x}}{FCU}$$

$$M'_{2x} = \frac{M_{2x}}{FCU}$$

$$M'_{1x} = \frac{18\,190,41}{1,527 * 1\,000} = 11,916 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$M'_{2x} = \frac{18\,190,41}{1,527 * 1\,000} = 11,916 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$M'_{1y} = \frac{M_{1y}}{FCU}$$

$$M'_{2y} = \frac{M_{2y}}{FCU}$$

$$M'_{1y} = \frac{20\,727,40}{1,527 * 1\,000} = 13,578 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$M'_{2y} = \frac{17\,922,7}{1,527 * 1\,000} = 11,74 \text{ Ton} - \text{m}$$

Calculando la resultante

$$R = \sum P = 29,48 + 60,06 = 89,54 \text{ Ton}$$

$$\sum Mb = 0$$

$$X = \frac{(\text{Distancia } (b - c)) * P'_2 + M'_{1y} + M'_{2y}}{R}$$

$$X = \frac{3 * 60,06 + 13,578 + 11,71}{89,54} = 2,295 \text{ m}$$

La longitud de la zapata combinada, se determina de tal manera que el centro de gravedad de las cargas de alguna manera, coincida con el centro geométrico de la zapata combinada.

$$L = 2 * (0,25 + X) = 2 * (0,25 + 2,295) = 5,09 \text{ m}$$

La longitud requerida necesita una longitud menor, tomando en cuenta que no es considerable la diferencia. Se propone una longitud de 4,80 m.

Si se tiene que:

$$q_{\text{dis}} \cong V_s \cong \frac{\sum P}{A_z}$$

Donde:

$$A_z = B * L$$

$$\sum P = R$$

Se tiene que

$$V_s = \frac{R}{B * L}$$

$$B = \frac{R}{V_s * L} = \frac{89,54}{17,52 * 4,8} = 1,06 \text{ m}$$

El ancho de la zapata combinada es pequeña en comparación con la longitud, se propone un ancho de 2,5m.

- Área de zapata

$$Az = B * L = 4,8 * 2,5 = 12 \text{ m}^2$$

Chequeando con  $Az=12 \text{ m}^2$ . Se propone un espesor de zapata  $t = 0,50\text{m}$ .

$$P_{\text{suelo}} = Az * \text{Desplante} * \gamma_{\text{suelo}}$$

$$P_{\text{suelo}} = 12 * (2 - 0,5) * 1,86 = 33,48 \text{ Ton}$$

$$P_{\text{cimiento}} = Az * t * \gamma_{\text{concreto}}$$

$$P_{\text{cimiento}} = 12 * 0,50 * 2,4 = 14,40 \text{ Ton}$$

Las cargas equivalentes en el centro de gravedad están dadas por la siguiente expresión:

$$P_{C.G} = \sum Fv$$

$$P_{C.G} = 29,48 + 60,06 + 33,48 + 14,40 = 137,42 \text{ Ton}$$

$$M_{C.G} = 0,705 * 60,06 - 2,295 * 29,48 + 11,92 + 11,92 - 12 * 1,5 * 1,86 * 145$$

$$M_{C.G} = -6,336 \text{ Ton - m}$$

Presiones sobre el suelo

$$q = \frac{P_T}{Az} \pm \frac{M_x}{S_x} \pm \frac{M_y}{S_y}$$

$$S = \frac{B * L^2}{6}$$

$$S_x = \frac{2,5 * 4,8^2}{6} = 9,6 \quad S_y = \frac{4,8 * 2,5^2}{6} = 5$$

$$q_{(+ +)} = \frac{137,42}{12} + \frac{-6,336}{9,6} + \frac{13,58 + 11,74}{5} = 15,85 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{(+ -)} = \frac{137,42}{12} + \frac{-6,336}{9,6} - \frac{13,58 + 11,74}{5} = 5,72 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{(- +)} = \frac{137,42}{12} - \frac{-6,336}{9,6} + \frac{13,58 + 11,74}{5} = 17,17 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{(- -)} = \frac{137,42}{12} - \frac{-6,336}{9,6} - \frac{13,58 + 11,74}{5} = 7,04 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

La presión máxima y mínima que ejerce la zapata combinada sobre el terreno son, menores que el valor soporte del suelo y mayores que cero respectivamente, por lo que el área propuesta es adecuada.

- Presión del suelo y el cimiento

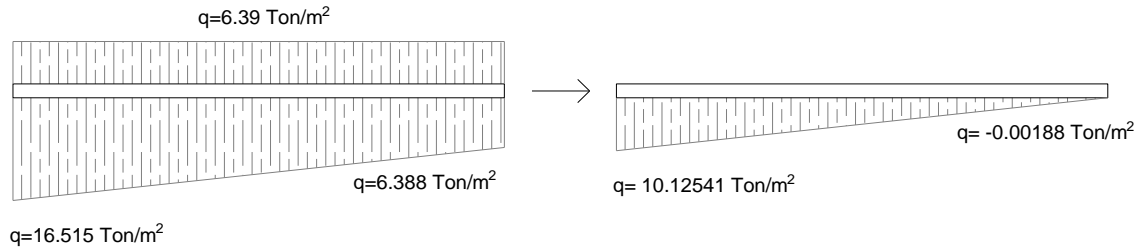
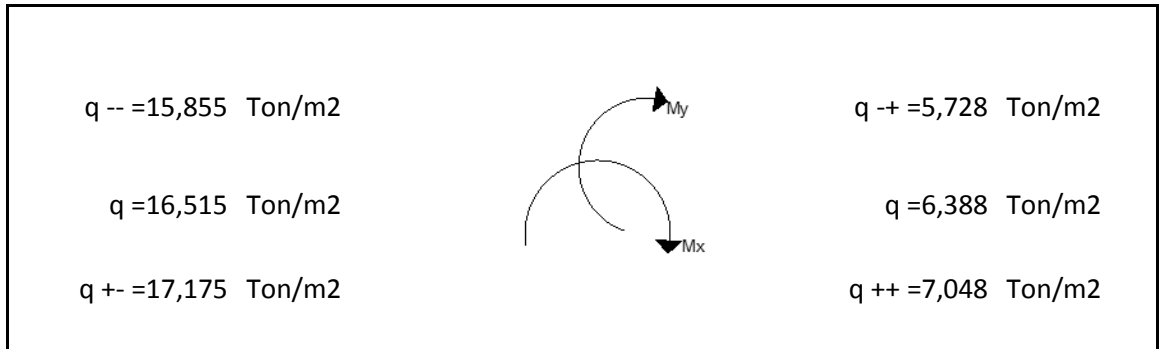
$$q_{\text{suelo}} = (\text{Desplante} - t) * \gamma_{\text{suelo}} = 1,50 * 1,86 = 2,79 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\text{cimiento}} = t * \gamma_{\text{concreto}} = 0,50 * 2,4 = 3,60 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\text{suelo+cimiento}} = 2,79 + 3,60 = 6,36 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Las presiones sobre el suelo se presentan en la siguiente figura.

Figura 49. **Presiones sobre el suelo (zapata combinada)**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Las presiones últimas por metro lineal se obtienen con las siguientes expresiones:

$$q_{dis} = FCU * q$$

$$q_{dis. \min} = 1,527 * (-0,00188) = -0,00286 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

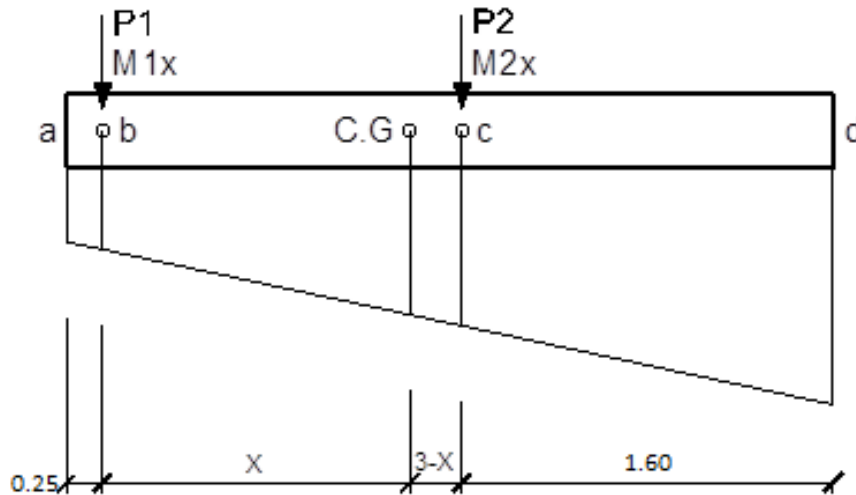
$$q_{dis. \max} = 1,527 * 16,515 = 15,457 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$W = B * q_{dis}$$

$$W_{\min} = 2,50 * (-0,00286) = -0,00716 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$

$$W_{\max} = 2,50 * 15,457 = 38,64 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$

Figura 50. Diagrama de cuerpo libre (zapata combinada)



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

- Diagrama de momentos y corte

$$W_{s_a} = -0,00716 \text{ Ton/m}$$

$$W_{s_b} = 2,006 \text{ Ton/m}$$

$$W_{s_d} = 38,6427 \text{ Ton/m}$$

$$W_{s_c} = 26,162 \text{ Ton/m}$$

$$W_{s_{c.g.}} = 20,014 \text{ Ton/m}$$

$$V_{ab} = \frac{-0,00716 + 2,006}{2} * 0,25 = 0,2498 \text{ Ton}$$

$$V_b = 0,2498 - 45,011 = -44,7613 \text{ Ton}$$

$$\text{si } V_{bc} = 0 \rightarrow X = 2,236483 \text{ m}$$

$$V_{bc} = -44,7613 + 2X + 8,052X^2$$

$$V_{bc} = -44,7613 + 2 * 3 + 8,052 * 3^2 = 33,72 \text{ Ton}$$

$$V_c = 33,72 - 91,679 = -57,9545 \text{ Ton}$$

$$M_{ab} = \frac{-0,00716 * 0,25^2}{2} + \frac{(2,006 - (-0,00716)) * 0,25^2}{2 * 3} = 0,021 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$M_b = 0,021 + 18,19 = 18,2112 \text{ Ton} - \text{m}$$

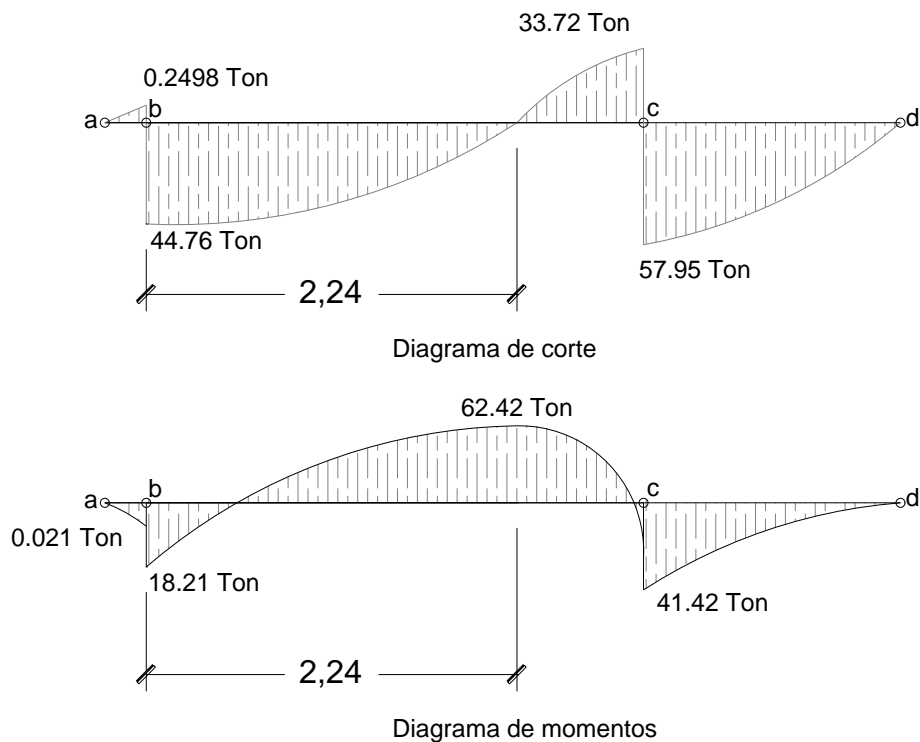
$$M_{\max} = 18,2112 + \frac{2,006 * 2,2364^2}{2} + \frac{(20,014 - 2,006) * 2,2364^2}{2 * 3} - 45,011 * 2,236$$

$$M_{\max} = -62,4265 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$M_{cd} = \frac{26,162 * (4,8 - 3 - 0,25)^2}{2} + \frac{(38,6427 - 26,162)(4,8 - 3 - 0,25)^2}{2} * \frac{2}{3}$$

$$M_{cd} = 41,422 \text{ Ton} - \text{m}$$

Figura 51. **Diagrama de corte y momento (zapata combinada)**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.



- Chequeo por corte simple

$$d = 50 - 8 - \frac{1,905}{2} = 41,05 \text{ cm}$$

$$V_{\text{res}} = 0,85 * \emptyset * b * d * \sqrt{f'c}$$

$$V_{\text{res. simple}} = 0,85 * 0,53 * 250 * 41,05 * \frac{\sqrt{210}}{1\ 000} = 66,99 \text{ Ton}$$

$$(V_{\text{max}} = 57,95 \text{ Ton}) < (V_{\text{res. simple}} = 66,99 \text{ Ton}) \rightarrow \text{Resiste corte simple}$$

- Chequeo por corte punzonante

$$b_o = 4 * (50 + d) = 4 * (50 + 41,05) = 364,20 \text{ cm}$$

$$V_{\text{res. punzonante}} = 0,85 * 1,06 * b_o * d * \sqrt{f'c}$$

$$V_{\text{res. punzonante}} = 0,85 * 1,06 * 364,20 * 41,05 * \sqrt{210} = 195,18 \text{ Ton}$$

$$V_{\text{act. punzonante}} = P_u - q * A_{\text{punzonante}}$$

$$V_{\text{act. punzonante}} = 91,679 - (0,50 - 0,41)^2 \left( \frac{15,45 - (-0,002)}{4,8} * 3,25 - 0,002 \right)$$

$$V_{\text{act. punzonante}} = 83 \text{ Ton}$$

$$(V_{\text{act. punzonante}} = 83 \text{ Ton}) < (V_{\text{res. punzonante}} = 195,18 \text{ Ton}) \rightarrow \text{Resiste}$$

El espesor de la zapata resiste el corte punzonante, debido a que el corte punzonante resistente es mayor al corte actuante punzonante.

- Diseño a flexión

$$A_{S_{\min}} = \frac{14,1}{2810} * 100 * 41,05 = 20,60 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{\min, \text{ ancho B de la zapata combinada}}} = \frac{14,1}{2810} * 250 * 41,05 = 51,50 \text{ cm}^2$$

$$M_{A_{S_{\min}}} = \phi \left[ A_s * F_y * \left( d - \frac{A_s * F_y}{1,7 * f'_c * B} \right) \right]$$

$$M_{A_{S_{\min}}} = \frac{0,90 * \left[ 51,50 * 2810 * \left( 41,05 - \frac{51,50 * 2810}{1,7 * 210 * 250} \right) \right]}{1000 * 100} = 51,34 \text{ Ton} - \text{m}$$

El momento resistente por el área de acero mínima es mayor a los momentos actuantes en la zapata combinada, por lo que se armará con el área de acero mínima.

Se utilizará varillas #6 con un área de sección de 2,84 cm<sup>2</sup>.

$$\left( \begin{array}{l} 20,60 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm} \\ 2,84 \text{ cm}^2 \rightarrow S \end{array} \right) \rightarrow S = \frac{2,84 * 100}{20,60} = 13,78 \text{ cm}$$

Se colocará varillas #6 @ 0,13m.

Para el acero transversal se colocará refuerzo por temperatura, se propone utilizar varilla #6.

$$A_{S_{\text{temp}}} = 0,002 * 100 * 50 = 10 \text{ cm}^2$$

$$\left( \begin{array}{l} 10 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm} \\ 2,84 \text{ cm}^2 \rightarrow S \end{array} \right) \rightarrow S = \frac{2,84 * 100}{10} = 28,41 \text{ cm}$$

Se colocará varillas #6 @ 0,28 m.

- Vigas transversales

La viga transversal se diseña utilizando una presión uniforme ocasionada por la carga puntual actuante sobre la columna.

$$\text{Ancho de viga} = c + 1,5d$$

$$d = t - r - \frac{\phi_x}{2} - \frac{\phi_y}{2}$$

$$q_{\text{dis}} = \frac{P_{u2}}{B * (c + 1,5d)}$$

Donde:

C = lado de la columna

d = peralte efectivo de la zapata

$\phi_y = \#6$

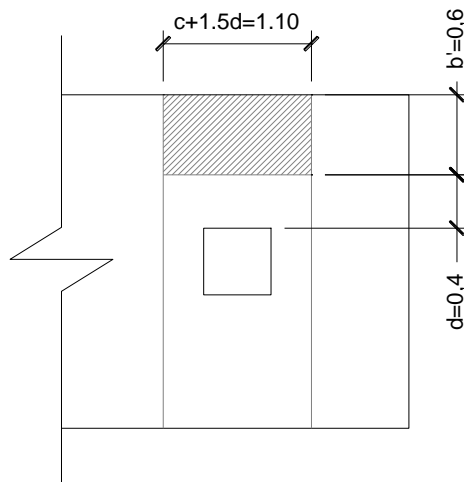
$$d = 50 - 0,08 - \frac{1,905}{2} - \frac{1,905}{2} = 0,40 \text{ m}$$

$$\text{Ancho de viga} = 0,50 + 1,5 * 0,40 = 1,10 \text{ m}$$

$$q_{\text{dis}} = \frac{91,68}{2,50 * 1,10} = 33,34 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Corte simple

Figura 52. **Sección crítica por corte simple en viga transversal (zapata combinada)**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

$$V_{\text{act viga}} = q_{\text{dis}} * b' * (c + 1,5d)$$

$$V_{\text{act viga}} = 33,34 * 0,60 * 1,10 = 21,97 \text{ Ton}$$

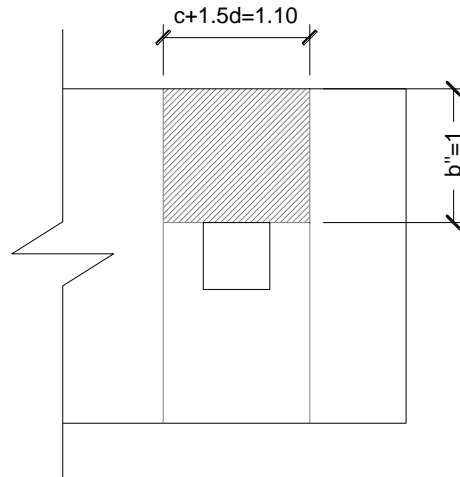
$$V_{\text{res viga}} = 0,85 * 0,53 * (c + 1,5d) * d * \sqrt{f'c}$$

$$V_{\text{res viga}} = 0,85 * 0,53 * 1,10 * 0,40 * \sqrt{210} = 43,02 \text{ Ton}$$

$(V_{\text{act viga}} = 21,97 \text{ Ton}) < (V_{\text{res viga}} = 43,02 \text{ Ton}) \rightarrow$  Resiste corte simple

## Flexión

Figura 53. **Flexión en viga transversal (zapata combinada)**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

$$M_{\text{act. viga}} = \frac{q_{\text{dis}} * b''^2}{2}$$

$$M_{\text{act. viga}} = \frac{33,34 * 1^2}{2} = 16,66 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$A_{S_{\text{req}}} = \left[ 110 * 40 - \sqrt{(110 * 40)^2 - \frac{16\,660 * 110}{0,003825 * 210}} \right] \left( \frac{0,0085 * 210}{2\,810} \right)$$

$$A_{S_{\text{req}}} = 16,95 \text{ cm}^2$$

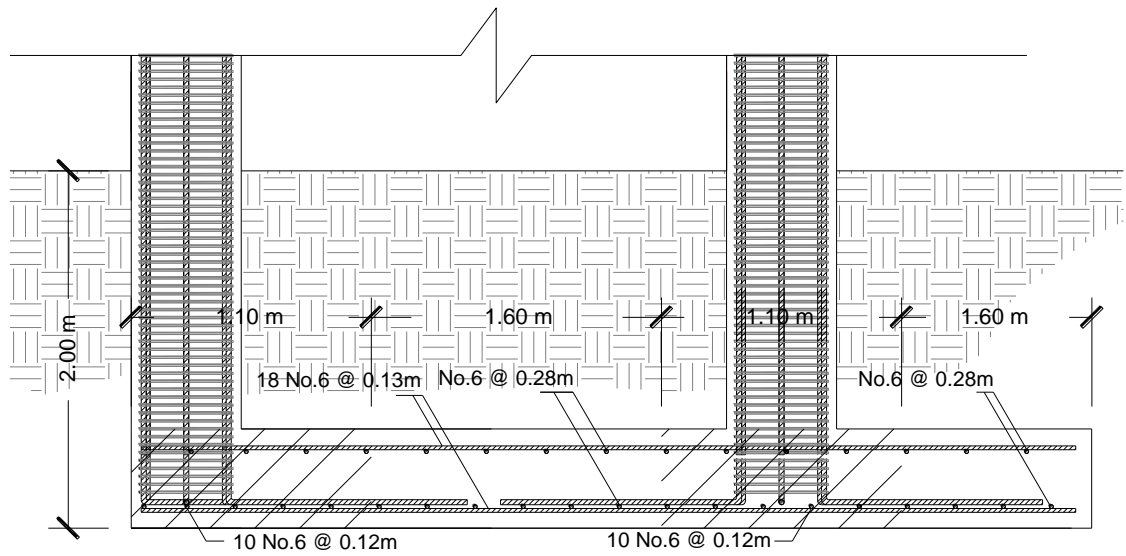
$$A_{S_{\text{min}}} = \frac{14,1}{2\,810} * 110 * 40 = 22,13 \text{ cm}^2$$

Usar  $A_{S_{\text{min}}}$  para la flexión en viga transversal. Se propone varilla #6

$$\left( \begin{array}{l} 22,13 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm} \\ 2,84 \text{ cm}^2 \rightarrow S \end{array} \right) \rightarrow S = \frac{2,84 * 100}{22,13} = 12,83 \text{ cm}$$

El armado de la zapata combinada se hará con  $A_{s_{min}}$  en la parte a flexión, equivalente a varillas #6 @ 0,12m.

Figura 54. Armado de zapata combinada Z6

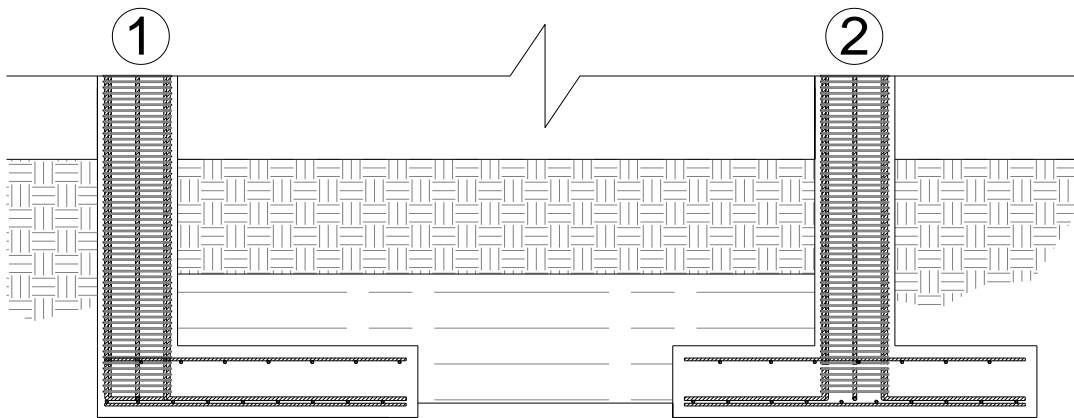


Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

- Zapata con viga conectora

Se propuso utilizar zapata con viga conectora por la cercanía que tienen las columnas, además, los momentos a los que están sometidos los cimientos son grandes comparados con la carga que soportan.

Figura 55. **Diseño típico de zapata con viga conectora (zapata excéntrica y zapata concéntrica)**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Se diseñará la zapata con viga conectora (Z4)

$$P_{1u}=53,826 \text{ Ton}$$

$$P_{2u}=91,679 \text{ ton}$$

$$M_{1x}=17,922 \text{ Ton-m}$$

$$M_{2x}=17,922 \text{ Ton-m}$$

$$M_{1y}=17,784 \text{ Ton-m}$$

$$M_{2y}=18,19 \text{ Ton-m}$$

$$FCU=1,527$$

$$Vs=17,52 \text{ Ton/m}^2$$

$$\gamma_{suelo} = 1,86 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma_{concreto} = 2,4 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Desplante}=2,00 \text{ m}$$

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

- Cargas de trabajo

$$P' = \frac{P}{FCU} \quad M' = \frac{M}{FCU}$$

$$P'_{1u}=35,874 \text{ Ton}$$

$$P'_{2u}=61,102 \text{ Ton}$$

$$M'_{1x}=11,945 \text{ Ton-m}$$

$$M'_{2x}=11,945 \text{ Ton-m}$$

$$M'_{1y}=11,853 \text{ Ton-m}$$

$$M'_{2y}=12,123 \text{ Ton-m}$$

Dimensionamiento de la zapata combinada

Zapata 1:

$$Az_1 = \frac{1,5 * P'_1}{V_s} = \frac{1,5 * 35,874}{17,52} = 3,07 \text{ m}^2$$

Propuesta  $Az=4,84\text{m}^2$  equivalente a 2,20m x 2,20m.

Zapata 2:

$$Az_2 = \frac{1,5 * P'_2}{V_s} = \frac{1,5 * 61,102}{17,52} = 5,23 \text{ m}^2$$

Propuesta  $Az=7,29\text{m}^2$  equivalente a 2,70m x 2,70m.

- Integración de cargas

$$P_{\text{suelo+cimiento}} = Az * (\text{Desplante} - t) * \gamma_{\text{suelo}} + Az * t * \gamma_{\text{concreto}}$$

$$P_{\text{suelo+cimiento } 1} = 4,84 * 1,50 * 1,86 + 4,84 * 0,50 * 2,4 = 19,31 \text{ Ton}$$

$$P_{\text{suelo+cimiento } 2} = 7,29 * 1,50 * 1,86 + 7,29 * 0,50 * 2,4 = 29,09 \text{ Ton}$$



- Predimensionamiento de viga conectora

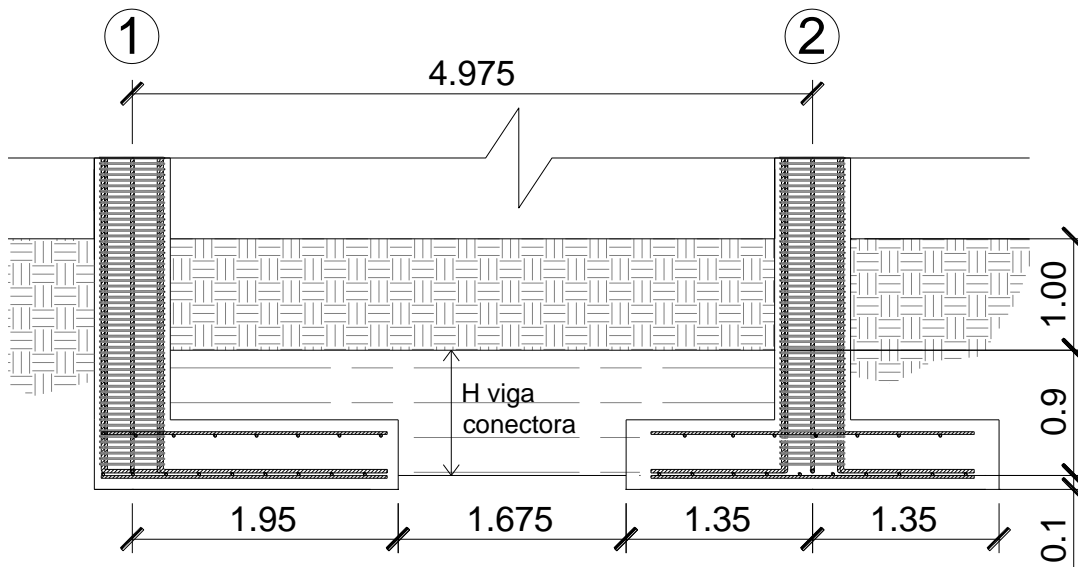
Proponiendo dimensiones:

$$H = 0,90 \text{ m}$$

$$B = 0,70 \text{ m}$$

$$\text{Rostro a rostro} = 0,10 \text{ m}$$

Figura 56. **Diseño de viga conectora (Z4)**

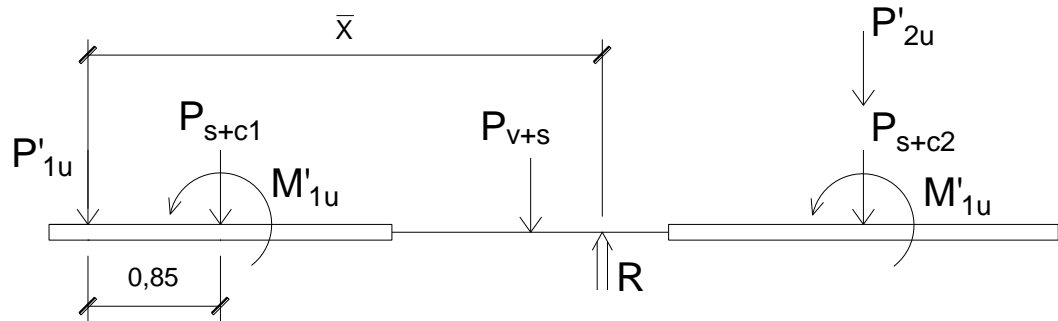


Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

El alto de la viga debe ser mayor que el ancho  $H > B$ , para contrarrestar la flexión inducida por el sistema.

Para la distribución de áreas de las zapata combinada se tiene:

Figura 57. **Distribución de áreas de la zapata combinada**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

$P_{\text{viga+suelo}} = \text{Peso de viga} + \text{Peso del suelo}$

$$P_{\text{viga+suelo}} = 0,90 * 0,70 * 1,675 * 2,4 + 1 * 0,70 * 1,675 * 1,86 = 4,71 \text{ Ton}$$

El centroide por carga será:

$$\bar{X} = \frac{\sum M}{\sum P} = \frac{\sum M}{R}$$

$$R = \sum P = 35,874 + 61,102 + 19,31 + 29,09 + 4,71 = 150,09 \text{ Ton}$$

$$\begin{aligned} \sum M_{\text{respecto } 1} &= 11,945 + 11,945 + 0,85 * 19,31 + 2,4875 * 4,71 \\ &\quad + 61,102 * 4,975 + 29,09 * 4,975 = 500,72 \text{ Ton} - \text{m} \end{aligned}$$

$$\bar{X} = \frac{500,72}{150,09} = 3,34 \text{ m}$$

El centroide geométrico de las zapatas será:

$$\bar{X}_{C.G} = \frac{\sum A * \bar{X}}{A} = \frac{4,84 * 0,85 + 7,29 * 4,975}{4,84 + 7,29} = 3,329 \text{ m}$$

$$\bar{X}_{C.G} < \bar{X}$$

El objetivo es lograr que el centro geométrico sea igual al centro por cargas, para que el momento en el centro geométrico de las zapatas sea igual a cero.

Momentos respecto al centro geométrico de las zapatas.

$$\begin{aligned} \sum M_{C.G} &= (29,09 + 61,102) * (4,975 - 3,329) + 11,945 \\ &\quad - (35,874 * 3,329 + 19,31 * 1,675 + 61,102 * (3,329 - 2,4875)) \\ &\quad - 11,945) = 1,06 \text{ Ton} - \text{m} \quad \text{el cual tiende a cero.} \end{aligned}$$

Se puede observar que  $\bar{X}_{C.G} \cong \bar{X}$  y  $M_{C.G} \approx 0$ , que es lo que se desea.

- Presión de diseño

$$q_d = \frac{\sum P}{\sum A} = \frac{R}{\sum A} = \frac{150,09}{4,84 + 7,29} = 12,37 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$\left( q_d = 12,37 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \right) < \left( V_s = 17,52 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \right) \quad \text{cumple}$$

Presión del suelo y peso propio de la zapata combinada

$$q_{s+c} = 1,86 * 1,50 + 0,5 * 2,4 = 3,99 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

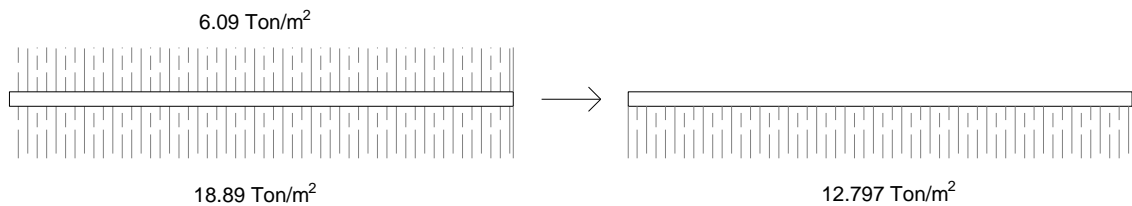
Presiones últimas

$$q_{u(s+c)} = \text{FCU} * q_{s+c} = 1,527 * 3,99 = 6,09 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{du} = FCU * q_d = 1,527 * 12,37 = 18,89 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Se obtiene la presión neta sobre cada cimiento

Figura 58. **Presión neta sobre cada cimiento**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

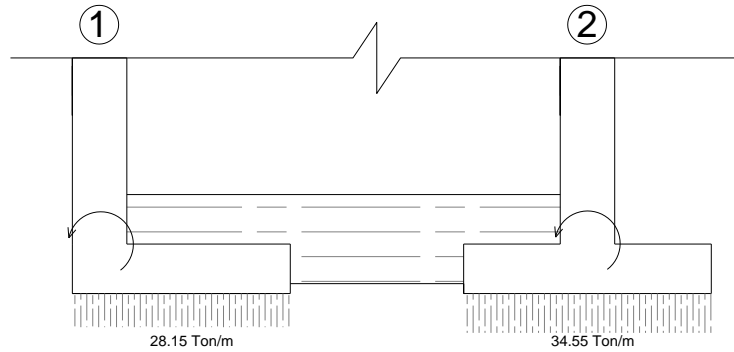
Presiones últimas por metro lineal

$$w = B * q_{du} \quad B_1 = 2,20\text{m} \quad B_2 = 2,70\text{m}$$

$$w_1 = 2,20 * 12,797 = 28,15 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$

$$w_2 = 2,70 * 12,797 = 34,55 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$

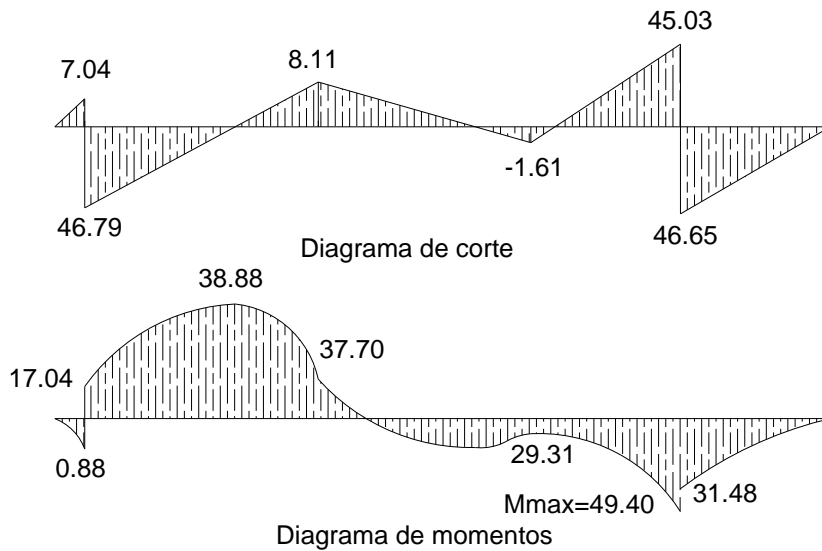
Figura 59. **Presiones últimas por metro lineal**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Para realizar el diagrama de corte y momentos se utilizó el mismo procedimiento de zapata combinada.

Figura 60. **Diagramas de corte y momentos. Utilizando  $P_u$  y  $M_u$**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

- Chequeo por corte simple

Sentido X-X

El sentido X-X es igual al sentido Y-Y

Se propone usar varillas #6

$$d = t - r - \phi/2$$

$$d = 50 - 8 - \frac{1,905}{2} = 41,05 \text{ cm}$$

$$V_{\text{res. simple}} = 0,85 * 0,53 * B * d * \sqrt{f'c}$$

$$V_{\text{res. simple 1}} = \frac{0,85 * 0,53 * 220 * 41,05 * \sqrt{210}}{100 * 1000} = 58,95 \text{ Ton}$$

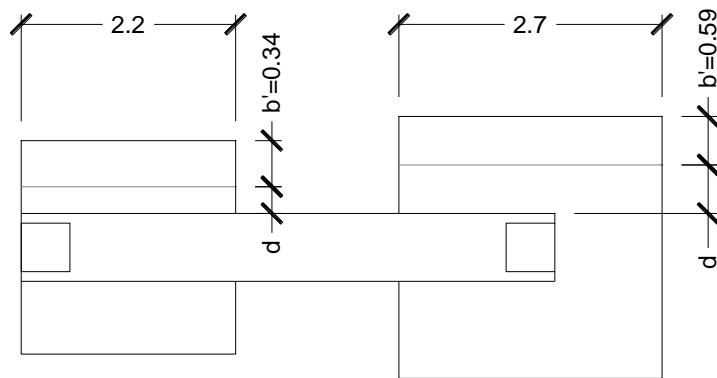
$$V_{\text{res. simple 2}} = \frac{0,85 * 0,53 * 270 * 41,05 * \sqrt{210}}{100 * 1000} = 72,35 \text{ Ton}$$

$$(V_{\text{res. simple 1}} = 58,95 \text{ Ton}) > (V_{\text{max}} = 46,79 \text{ Ton}) \text{ cumple}$$

$$(V_{\text{res. simple 2}} = 72,35 \text{ Ton}) > (V_{\text{max}} = 46,79 \text{ Ton}) \text{ cumple}$$

Corte actuante

Figura 61. **Chequeo por corte simple**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.,

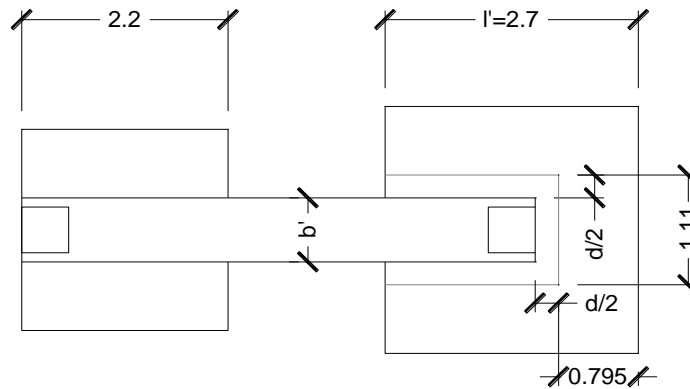
$$V_{act\ 1} = L * b'_1 * q_{d\ u} = 2,20 * 17,797 * 0,34 = 9,56 \text{ Ton}$$

$$V_{act\ 2} = L * b'_2 * q_{d\ u} = 2,70 * 17,797 * 0,59 = 20,37 \text{ Ton}$$

Para ambos casos  $V_{act} < V_{res}$ , cumplen las dos zapatas

- Chequeo por corte punzonante

Figura 62. Chequeo por corte punzonante



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

Para la zapata 1, por ser excéntrica, no existe corte punzonante

Para la zapata 2, el área de carga sobre la zapata no es el de la columna, si no el de la viga sobre la misma, por lo que debe chequear:

$$P_{zu} = \frac{l'}{b'} = \frac{\text{lado largo de carga}}{\text{lado corto de la zona de carga}}$$

$$P_{zu} = \frac{2,70}{0,70} = 3,857$$

$$b_o = \sum \text{Perímetro} = 1,11 + 1,805 * 2 = 4,72 \text{ m}$$

$$\left[ V_{cu} = 0,85 * 0,27 * b_o * d * \sqrt{f'c} * \left( 2 + \frac{4}{P_{zu}} \right) \right] \leq \left[ V_{cu} = 1,06 * \phi * b_o * d * \sqrt{f'c} \right]$$

$$V_{cu} = \frac{0,85 * 0,27 * 472 * 41,05 * \sqrt{210}}{1\ 000} * \left( 2 + \frac{4}{3,857} \right) = 195,73 \text{ Ton}$$



$$V_{cu} = \frac{1,06 * 0,85 * 472 * 41,05 * \sqrt{210}}{1\ 000} = 253,02 \text{ Ton}$$

$$\left[ V_{cu} = 0,85 * 0,27 * b_o * d * \sqrt{f'c} * \left( 2 + \frac{4}{Pzu} \right) \right] \leq \left[ V_{cu} = 1,06 * \phi * b_o * d * \sqrt{f'c} \right]$$

si cumple, resiste corte punzonante

- Chequeo por flexión

Sentido X-X

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{F_y} * b * d = \frac{14,1}{2\ 810} * 100 * 41,05 = 20,59 \text{ cm}^2$$

Se utilizará varillas #6 @ 0,13m para  $A_{s_{min}} = 20,59 \text{ m}^2$ .

El refuerzo para el ancho de la zapata será de:

$$A_{s_{min\ 1}} = 20,59 * 2,20 = 46 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min\ 2}} = 20,59 * 2,70 = 56 \text{ cm}^2$$

El momento resistente para cada  $A_s$  será:

$$M_r = \phi \left[ A_s * F_y * \left( d - \frac{A_s * F_y}{1,7 * f'c * b} \right) \right]$$

$$M_{r_1} = 0,9 * \left[ 46 * 2\ 810 * \left( 41,05 - \frac{46 * 2\ 810}{1,7 * 210 * 220} \right) \right] = 45,84 \text{ Ton - m}$$

$$M_{r_2} = 0,9 * \left[ 56 * 2\ 810 * \left( 41,05 - \frac{56 * 2\ 810}{1,7 * 210 * 270} \right) \right] = 55,82 \text{ Ton - m}$$

Se puede observar que el momento resistente de la zapata 2 debido al  $A_{s_{min}}$  es mayor que el momento máximo en la cimentación, por lo cual se colocará para la zapata 2  $A_{s_{min}}$ .

Debido a que el momento resistente del  $A_{s_{min}}$  de la zapata 1 es menor que el momento máximo de la cimentación, se debe calcular el  $A_s$  requerido para el momento máximo de la cimentación.

$$A_{s_1} = \left[ 100 * 41,05 - \sqrt{(100 * 41,05)^2 - \frac{49\,409 * 100}{0,003825 * 210}} \right] * \left( \frac{0,85 * 210}{2\,810} \right)$$

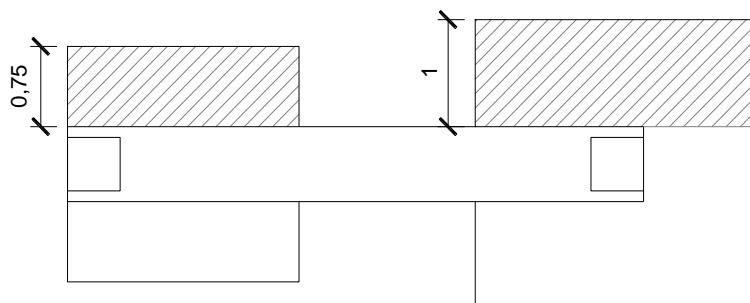
$$A_{s_1} = 53 \text{ cm}^2$$

Para la zapata 1 se colocara varillas #6 @ 0,11m. Sentido X

Para la zapata 2 se colocara varillas #6 @ 0,13m. Sentido X

Sentido Y-Y

Figura 63. **Chequeo de flexión, sentido Y-Y**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

$$d_{y-y} = d_{x-x} - \frac{\phi_{x-x}}{2} - \frac{\phi_{y-y}}{2}$$

Se propone  $\emptyset_{y-y} = \emptyset_{y-y}$  de varillas #6

$$d_{y-y} = 41,05 - \frac{1,905}{2} - \frac{1,905}{2} = 40,09 \text{ cm}$$

$$M_{act} = \frac{W * l^2}{2}$$

Zapata 1

$$M_{act1} = \frac{12,797 * \left(\frac{2,20}{2} - \frac{0,70}{2}\right)^2}{2} = 3,599 \text{ Ton - m}$$

$$A_{S_{req}} = \left[ 100 * 40,09 - \sqrt{(100 * 40,09)^2 - \frac{3\,599 * 100}{0,003825 * 210}} \right] \left( \frac{0,85 * 210}{2\,810} \right)$$

$$A_{S_{req}} = 3,57 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{min}} = \frac{14,1}{2\,810} * 100 * 40,09 = 20,12 \text{ cm}^2$$

Usar  $A_{S_{min}}$ , colocar varilla #6 @ 0,14m.

Zapata 1

$$M_{act2} = \frac{12,797 * \left(\frac{2,70}{2} - \frac{0,70}{2}\right)^2}{2} = 6,398 \text{ Ton - m}$$

$$A_{S_{req}} = \left[ 100 * 40,09 - \sqrt{(100 * 40,09)^2 - \frac{6\,398 * 100}{0,003825 * 210}} \right] \left( \frac{0,85 * 210}{2\,810} \right)$$

$$A_{S_{req}} = 6,39 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{min}} = \frac{14,1}{2\,810} * 100 * 40,09 = 20,12 \text{ cm}^2$$

Usar  $A_{S_{min}}$ , colocar varilla #6 @ 0,14m.

- Diseño de viga

Sección de viga propuesta

$$B=0,70\text{m.}$$

$$H=0,90\text{m.}$$

Se propone usar varillas corridas #8

$$d = H - r - \frac{\emptyset}{2}$$

$$d = 90 - 8 - \frac{2,54}{2} = 80,73 \text{ cm}$$

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

$$V_r = \frac{0,85 * 0,53 * 70 * 80,73 * \sqrt{210}}{1\ 000} = 36,89 \text{ Ton}$$

Debido a que  $V_r$  es mayor al corte máximo que ocurre en la viga conectora, se sugiere utilizar estribos #4 @ 0,30m.

Flexión

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{2\ 810} * B * d = \frac{14,1}{2\ 810} * 70 * 80,73 = 29 \text{ cm}^2$$

$$M_{r_{As_{\min}}} = \frac{0,90 * \left[ 29 * 2\ 810 * \left( 80,73 - \frac{29 * 2\ 810}{1,7 * 70 * 210} \right) \right]}{100\ 000} = 56,82 \text{ Ton - m}$$

El momento resistente del  $A_{s_{\min}}$  es mayor a los momentos del diagrama de momentos, por lo que el  $A_{s_{\min}}$  soporta la flexión en la viga.

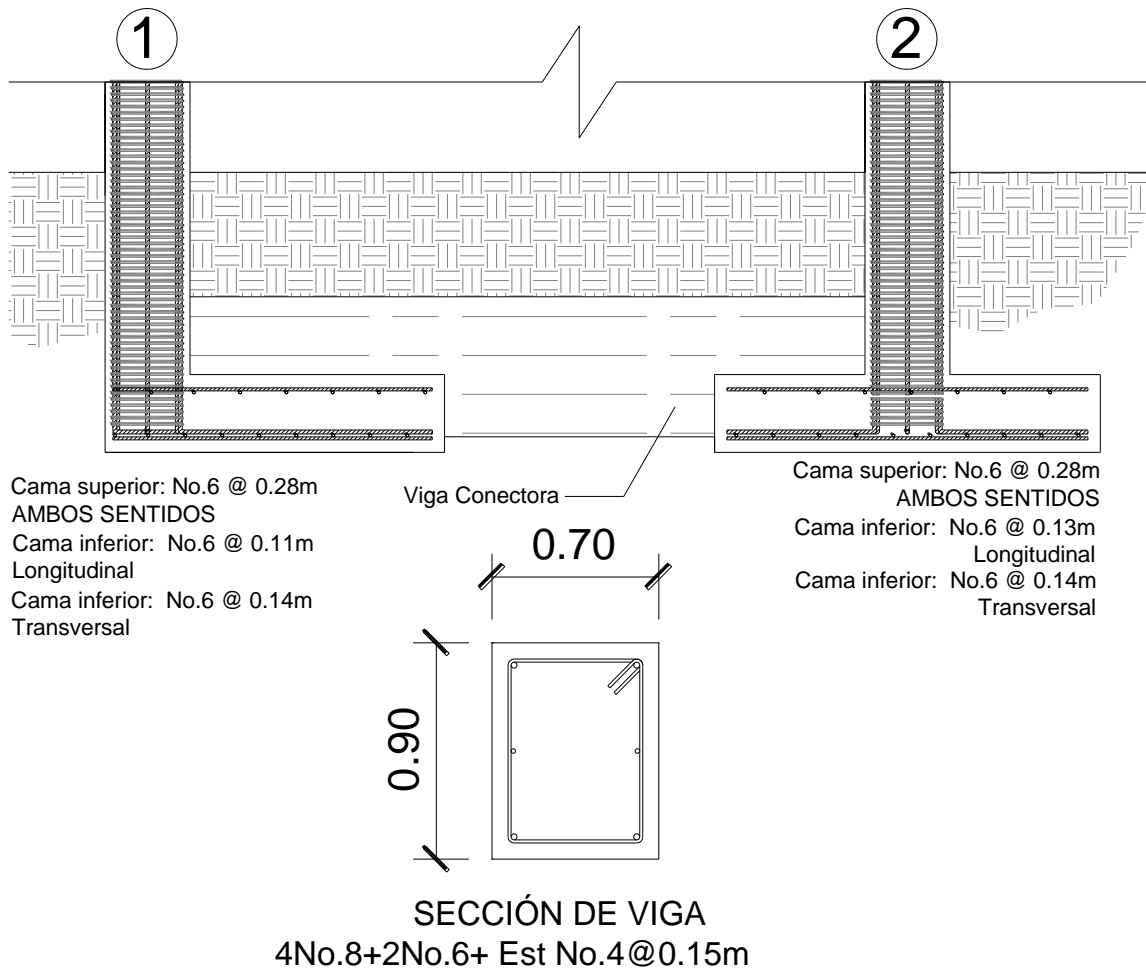
- Acero por temperatura en zapatas

$$A_{Stemp} = 0,002 * b * t$$

$$A_{Stemp} = 0,002 * 100 * 50 = 10 \text{ cm}^2$$

Se propone utilizar varillas #6 @ 0,28m.

Figura 64. **Detalle de armado de zapata con viga conectora**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2015.

### **2.2.6.13. Muros tabique**

- Muros tabique para módulos 1, 2 y 3.

Los muros de tabique se harán de paneles COVINTEC, los muros tabique soportarán solo el propio peso.

El panel COVINTEC consiste en una estructura tridimensional de alambre galvanizado calibre número 14, electro soldado en cada punta de contacto, compuesto por armaduras verticales denominadas escalerillas. Las armaduras están unidas a lo ancho del panel por alambres horizontales calibre número 14, electro soldado en cada punta de contacto. Entre armaduras se incorpora un alma compuesta de prismas de poliestireno expandido de densidad mínima  $10 \text{ Kg/m}^3$ . La retícula de alambre está completamente separa en 9,5 mm del poliestireno para permitir un correcto amarre del mortero aplicado a cada cara del panel después de el montaje.

El panel COVINTEC, una vez estucado en obra, genera un muro sólido que presenta excelentes características mecánicas e propiedades de aislación termoacustica, además de ser resistente al fuego.

Características:

- Transmitancia térmica:  $0,72 \text{ w/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$
- Aislación acústica: 40db
- Resistencia al fuego: F-60 y F-120

#### Elementos de unión:

- Mallas de unión: elemento de unión que se coloca en ambos lados al realizar una unión entre dos paneles.
- Mallas esquineras: elemento de unión que se coloca tanto internamente como externamente en un encuentro de paneles (esquina, vértices de encuentro).
- Escalerillas: elemento de refuerzo que se coloca en vanos de puerta y ventanas.
- Grapas y grapadoras: elementos para fijar mallas y escalerillas a los paneles COVINTEC, también se puede utilizar alambre de amarre.

Medidas de los paneles COVINTEC: Los paneles estructurales de COVINTEC, tienen un ancho de 1,22 metros, una altura de 2,44 metros y un espesor de 7,60 centímetros, con un peso aproximado de 24,20 libras por panel.

- Muros tabique para módulos de gradas

Los muros de tabique se harán de mampostería block confinada, solo soportan el propio peso, se tomaron en cuenta las especificaciones de las Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de la República de Guatemala (AGIES NSE 7.4)

- Requisitos generales
  - Las sisas horizontales y verticales deberán tener un espesor mínimo de 7mm y máximo de 13mm. Las sisas horizontales y verticales deberán quedar pegadas con el mortero. La relación

entre distancia sin apoyos, ya sea horizontal o vertical, y el espesor del muro, deberá ser tal que atienda adecuadamente al pandeo tanto horizontal como vertical (AGIES NSE 7.4, 4.2.1).

- Los muros deberán tener un espesor nominal mínimo de 14 centímetros, los muros no estructurales que tan solo soportan el propio peso, podrán tener un espesor mínimo de 10 centímetros y una relación de la distancia sin apoyos al espesor, máximo igual a 30 (AGIES NSE 7.4, 4.2.2).
  - Cuando el muro tenga soporte lateral tanto arriba como abajo la altura libre será la altura del muro. Cuando no haya soporte lateral en la parte superior del muro, la altura libre se deberá tomar como dos veces la altura del muro, medida a partir del soporte inferior (AGIES NSE 7.4, 4.2.2.2).
  - El concreto que se utilice en las soleras, sillares y dinteles de muros estructurales deberá tener una resistencia mínima a los 28 días de  $176 \text{ kg/cm}^2$  (AGIES NSE 7.4, 4.3.7).
- Columnas
    - Se ubicaron columnas de confinamiento en todos los muros y vanos de los módulos de gradas, en los extremos de los muros y puntos intermedios.
    - La sección mínima de las columnas es de 15 centímetros por 15 centímetros, equivalente a 225 centímetros cuadrados, superior a la recomendada de 200 centímetros cuadrados.
    - El refuerzo utilizado para las columnas es 4 varillas número 4 más estribos número 3 a cada 10 centímetros.



- Soleras de confinamiento
  - El muro consta de consta de 3 soleras; hidrófuga, intermedia y final, la sección de las soleras es de 15 centímetros de ancho por 20 centímetros de altura (AGIES NSE 7.4, 4.3.2).
  - El refuerzo de las soleras es de 4 varillas longitudinales corridas número 4 más estribos número 3 a cada 10 centímetros.
  
- Cimentación
  - Debido a que los muros no soportarán carga adicional al propio peso, los muros irán apoyados sobre la solera de humedad y esta a la vez sobre el cimiento corrido.

### **2.2.7. Instalaciones**

Las instalaciones para este proyecto serán: agua potable, drenajes y electricidad. Las instalaciones deben ser capaces de suplir las necesidades que tendrá la estructura, para ello se diseñó considerando la cantidad de personas que harán uso de los servicios.

#### **2.2.7.1. Agua potable**

Cálculo de subramales

Los artefactos sanitarios que serán abastecidos por los subramales son los que determinan el diámetro de la tubería de los subramales, quedando de la siguiente manera:

- Lavamanos 1/2"
- Inodoros con tanques 1/2"
- Urinales 1/2"

#### Cálculo de línea principal

Dependiendo del artefacto sanitario es también el consumo de agua, es por ello que se le asignan unidades de gasto (UH), para determinar el consumo total que tendrán los artefactos.

#### Primer nivel

2 Lavamanos X 2UH	4 UH
2 Inodoros con tanque X 5UH	10 UH
1 Ducha X 3UH	3 UH
1 Pila	5 UH
Total	22 UH

#### Segundo nivel

14 Lavamanos X 2UH	28 UH
15 Inodoros con tanque X 5UH	75 UH
7 Urinales con tanque X 10UH	70 UH
Total	173 UH

El total es de 195 UH, con un gasto probable de 4,10 litros por segundo.

Se calcula el diámetro de la tubería utilizando el método de Hunter modificado.

$$Q_d = Q_i * 0,60 * K$$

Donde la constante K se considera de 0,20 y Qi es el gasto probable de 4,10 litros por segundo.

El diámetro a utilizar en la línea de distribución y que alimentará a los distintos niveles será de 1 pulgada.

### **2.2.7.2. Drenajes**

El sistema de drenaje de la edificación está conformado por dos sistemas separados, un sistema de drenaje de las aguas negras y un sistema de drenaje de las aguas pluviales de la edificación.

#### **- Drenaje sanitario**

Se deben tener en cuenta las siguientes condiciones en una red de drenaje sanitario:

- Los materiales del sistema deben ser resistentes a los materiales que transportan.
- Se deben colocar cajas de registro en los puntos de recibo de bajantes, en la unión de dos o más colectores, en cambios de dirección y cada 20 metros como máximo de longitud.
- La pendiente de las tuberías enterradas deberán tener un mínimo de 2 % y un máximo de 6 %, en caso de no cumplir con la pendiente mínima se permite tener pendiente menores, con los debidos cuidados.

Se calcula el número de UM por cada nivel, se estima un caudal por nivel, dando como resultado:

#### Primer nivel

2 Lavamanos X 2UH	4 UH X 0,13 l/s = 0,52 l/s
2 Inodoros con tanque X 5UH	10 UH X 0,25 l/s = 2,50 l/s
1 Ducha X 3UH	3 UH X 0,19 l/s = 0,27 l/s
Total	17 UH = 3,29 l/s

#### Segundo nivel

14 Lavamanos X 2UH	28 UH X 0,13 l/s = 3,64 l/s
15 Inodoros con tanque X 5UH	75 UH X 0,25 l/s = 18,75 l/s
7 Urinales con tanque X 10UH	70 UH X 0,50 l/s = 35 l/s
Total	173 UH = 57,39 l/s

De acuerdo con los resultados obtenidos, el diámetro de la tubería para el colector quedará de 3 pulgadas para el segundo nivel, para el primer nivel se utilizará de 3 pulgadas debido a que el sistema se divide en dos.

#### - Drenaje pluvial

El drenaje pluvial está diseñado para evacuar las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales.

La intensidad de lluvia se calcula con la siguiente fórmula.

$$I = \frac{A}{(B + t)^n}$$

Donde:

I = intensidad de lluvia (mm/h)

A = 1230

B = 6

n = 0,70

t = 5 minutos

$$I = \frac{1230}{(6 + 5)^{0,70}} = 229,60 \text{ mm/h}$$

El caudal a drenar y el diámetro requerido se determina por las siguientes fórmulas:

$$Q = \frac{CIA}{360} \quad D = \left( \frac{69\,100 * Q * n}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Donde:

C = coeficiente de escorrentía del concreto (0,9)

I = intensidad de lluvia (mm/h)

A = área de la superficie a drenar (Ha)

n = coeficiente de rugosidad, para PVC n = 0,009

S = pendiente, se utiliza una pendiente mínima de 2 %

Tabla XVIII. **Diámetros de bajadas pluviales**

<i>Módulo</i>	<i>Área</i>		Q (l/s)	Diámetro (plg)
	m2	Ha		
1	490	0,049	28,13	6,09
2	200	0,02	11,48	4,35
3	490	0,049	28,13	6,09
<i>Plaza</i>	572	0,0572	32,80	6,45

Fuente: elaboración propia.

Se utilizarán tuberías de 6 pulgadas de diámetros para la conducción de las aguas pluviales.

### **2.2.7.3. Electricidad**

El sistema eléctrico está constituido por 25 circuitos de iluminación y 35 de fuerza, con un máximo de 12 unidades de iluminación por circuito y 8 unidades de fuerza por circuito.

La instalación eléctrica tiene 3 tableros de control en la bodega del módulo 2, donde se controlará todo el sistema eléctrico de los 3 módulos, además, hay un cuarto tablero ubicado en el salón de computo. La iluminación se basó en lámparas fluorescentes de 2x40 watts para las aulas y bombillos de 100 watts incandescentes para el área administrativa. Se colocaron reflectores para la plaza de 100 watts.

El sistema será monofásico de 120 voltios, el cableado del sistema eléctrico estará protegido por poliducto de una pulgada empotrado en paredes y losa. El amperaje está dado por la siguiente expresión.

$$I = \frac{P}{V}$$

Donde:

I = corriente (amperios)

P = potencia (watts)

V = voltaje (voltios)

Calculando el circuito A de iluminación:

El sistema cuenta con 12 luminarios de 2x40 watts, las cuales consumirán 960 watts de potencia

$$I = \frac{P}{V} = \frac{960}{120} = 8 \text{ Amperios}$$

Calculando el circuito A de Fuerza:

El sistema cuenta con 8 luminarios de 180 watts, las cuales consumirán 1 440 watts de potencia

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1\,440}{120} = 12 \text{ Amperios}$$

Para calcular la capacidad de los flipones es necesario utilizar un factor de seguridad en el amperaje para garantizar que los *flipones* tendrán la capacidad adecuada, se sugiere un factor de seguridad del 40 %. La instalación se hará con conductores THHN calibre 12.

En las tablas XIX y XX se resumen los cálculos de iluminación y fuerza

Tabla XIX. **Circuitos de iluminación**

Circuito	ILUMINACIÓN				
	Potencia	Voltaje	Corriente	Flip-on	Conductor
A	960	120	11,20	15 A	THHN #12
B	960	120	11,20	15 A	THHN #12
C	960	120	11,20	15 A	THHN #12
D	400	120	4,67	15 A	THHN #12
E	800	120	9,33	15 A	THHN #12
F	960	120	11,20	15 A	THHN #12
G	960	120	11,20	15 A	THHN #12
H	960	120	11,20	15 A	THHN #12
I	960	120	11,20	15 A	THHN #12
J	960	120	11,20	15 A	THHN #12
K	960	120	11,20	15 A	THHN #12
L	640	120	7,47	15 A	THHN #12
M	420	120	4,90	15 A	THHN #12
N	960	120	11,20	15 A	THHN #12
O	960	120	11,20	15 A	THHN #12
P	960	120	11,20	15 A	THHN #12
Q	960	120	11,20	15 A	THHN #12
R	960	120	11,20	15 A	THHN #12
S	960	120	11,20	15 A	THHN #12
T	400	120	4,67	15 A	THHN #12
U	880	120	10,27	15 A	THHN #12
V	960	120	11,20	15 A	THHN #12
W	960	120	11,20	15 A	THHN #12
X	960	120	11,20	15 A	THHN #12
Y	600	120	7	15 A	THHN #12

Fuente: elaboración propia.



Tabla XX. Circuitos de fuerza

<i>Circuito</i>	<i>FUERZA</i>				
	Potencia	Voltaje	Corriente	Flip-on	Conductor
<i>A</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>B</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>C</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>D</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>E</i>	900	120	10,50	15 A	THHN #12
<i>F</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>G</i>	1080	120	12,60	15 A	THHN #12
<i>H</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>I</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>J</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>K</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>L</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>M</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>N</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>O</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>P</i>	1080	120	12,60	15 A	THHN #12
<i>Q</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>R</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>S</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>T</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>U</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>V</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>W</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>X</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>Y</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>Z</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>A'</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>B'</i>	1440	120	16,80	20 A	THHN #12
<i>A</i>	1080	120	12,60	15 A	THHN #12
<i>B</i>	1260	120	14,70	15 A	THHN #12
<i>C</i>	900	120	10,50	15 A	THHN #12
<i>D</i>	900	120	10,50	15 A	THHN #12
<i>E</i>	900	120	10,50	15 A	THHN #12
<i>F</i>	900	120	10,50	15 A	THHN #12
<i>G</i>	1080	120	12,60	15 A	THHN #12

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.8. Elaboración de planos**

Se realizaron un total de 46 planos, los cuales están divididos en tres fases, arquitectónica, estructural e instalaciones.

- Planos arquitectónicos
  - o Planta de conjunto
  - o Planta amueblada, primer nivel
  - o Planta amueblada, segundo nivel
  - o Planta amueblada, tercer nivel
  - o Elevaciones
  - o Secciones
  - o Planta acotada de módulos
  - o Planta acotada, primer nivel, módulos 1 y 3
  - o Planta acotada, primer nivel, módulo 2 y módulos de gradas
  - o Planta acotada, segundo nivel, módulos 1 y 3
  - o Planta acotada, segundo nivel, módulo 2 y módulos de gradas
  - o Planta acotada, tercer nivel, módulos 1 y 3
  - o Planta acotada, tercer nivel, módulo 2 y módulos de gradas
  - o Plano puertas y ventanas, primer nivel
  - o Plano puertas y ventanas, segundo nivel
  - o Plano puertas y ventanas, tercer nivel
  - o Detalles de puertas y ventanas
  - o Planta acabados, primer nivel
  - o Planta acabados, segundo nivel
  - o Planta acabados, tercer nivel

- Planos estructurales

- Plano de cimentación y columnas
- Planta columnas, segundo nivel
- Planta columnas, tercer nivel
- Detalle de zapatas
- Detalle muros COVINTEC
- Detalle de anclaje, muros COVINTEC
- Armado de losas prefabricadas, primer nivel
- Armado de losas prefabricadas, segundo nivel
- Armado de losas prefabricadas, tercer nivel
- Detalle de vigas, módulo 1 y 3
- Detalle de vigas, módulo 2
- Detalles estructurales

- Planos de instalaciones

- Planta de conjunto, instalación hidráulica
- Planta instalación hidráulica
- Planta instalación hidráulica, detalles
- Instalación hidráulica, isométrico
- Detalles cisterna
- Planta drenajes y detalles
- Planta drenaje pluvial, primer nivel
- Planta drenaje pluvial, tercer nivel
- Planta iluminación, primer nivel
- Planta iluminación, segundo nivel
- Planta iluminación, tercer nivel
- Planta fuerza, primer nivel

- Planta fuerza, segundo nivel
- Planta fuerza, tercer nivel

### 2.2.9. Elaboración de presupuesto

Se realizó utilizando los criterios usados en la elaboración del presupuesto del alcantarillado sanitario, se identificaron los distintos renglones de trabajo que lo conforman, posteriormente se calculó un factor de costos indirectos, conformado por costos de administración, fianzas, supervisión, utilidad, etc. Dando un factor de costos de indirectos del 35 por ciento.

Tabla XXI. **Presupuesto de la edificación escolar de tres niveles, para el casco urbano, Esquipulas, Chiquimula**

<b>No</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL PARCIAL</b>
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>				
1.1	Demolición	Global	1,00	Q 127 028,39	Q 127 028,39
1.2	Limpieza del terreno	GLOBAL	1,00	Q 62 027,29	Q 62 027,29
1.3	Bodega	M <sup>2</sup>	150,00	Q 193,52	Q 29 027,96
					<b>Q 218 083,65</b>
<b>2</b>	<b>MURO PERIMETRAL</b>				
2.1	Cimentación muro perimetral	ML	266,00	Q 967,29	Q 257 297,98
2.2	Levantado de muro perimetral	ML	266,00	Q 2 485,41	Q 661 119,40
					<b>Q 918 417,38</b>
<b>3</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
3.1	Excavación	M <sup>3</sup>	4 720,87	Q 20,70	Q 97 740,00
3.2	Relleno	M <sup>3</sup>	5 047,00	Q 259,76	Q 1 311 012,00
					<b>Q 1 408 752,00</b>

Continuación de tabla XXI.

<b>4</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>				
4.1	Trazo y estaqueado	ML	503,00	Q 24,41	Q 12 280,52
4.2	Excavación	M³	903	Q 84,98	Q 76 740,26
4.3	Zapata tipo 1	UNIDAD	4	Q 36 670,77	Q 146 683,07
4.4	Zapata tipo 2	UNIDAD	12	Q 39 990,92	Q 479 890,99
4.5	Zapata tipo 3	UNIDAD	16	Q 20 044,65	Q 320 714,36
4.6	Zapata tipo 4	UNIDAD	6	Q 38 138,88	Q 228 833,26
4.7	Zapata tipo 5	UNIDAD	1	Q 15 030,70	Q 15 030,70
4.8	Zapata tipo 6	UNIDAD	1	Q 28 233,81	Q 28 233,81
4.9	Zapata tipo 7	UNIDAD	19	Q 500,75	Q 9 514,32
4.1 0	Zapata tipo 8	UNIDAD	8	Q 62,59	Q 500,75
4.1 1	Cimiento corrido para muros de block de módulos de gradas	ML	78	Q 526,21	Q 41 044,53
4.1 2	Relleno de cimentación	M³	875	Q 105,53	Q 92 335,35
					<b>Q1,451,801.91</b>
<b>5</b>	<b>COLUMNAS</b>				
5.1	Columna tipo 1	UNIDAD	48	Q 13 837,81	Q 664 214,79
5.2	Columna tipo 2	UNIDAD	15	Q 11 680,20	Q 175 203,06
5.3	Columna tipo 3	UNIDAD	27	Q 5 490,36	Q 148 239,79
5.4	Columna tipo 4	UNIDAD	96	Q 6 675,95	Q 640 891,62
5.5	Columna tipo 5	UNIDAD	30	Q 5 382,80	Q 161 484,13
					<b>Q1 790 033,40</b>
<b>6</b>	<b>VIGAS</b>				
6.1	Viga nivel 1, módulo 1-3	ML	454	Q 1 818,51	Q 825 605,41
6.2	Viga nivel 1, módulo 2	ML	110	Q 1 787,20	Q 196 592,52
6.3	Viga nivel 2, módulo 1-3	ML	454	Q 1 638,67	Q 743 958,22
6.4	Viga nivel 2, módulo 2	ML	110	Q 1 463,09	Q 160 939,68
6.5	Viga nivel 3, módulo 1-3	ML	454	Q 1 404,96	Q 637 852,58
6.6	Viga nivel 3, módulo 2	ML	110	Q 1 352,30	Q 148 753,48
					<b>Q2,713,701.88</b>

Continuación de la tabla XXI.

<b>7</b>	<b>MUROS</b>				
7.1	Cimentación muros de COVINTEC	ML	414	Q 651,11	Q 269 558,59
7.2	Muros COVINTEC	M <sup>2</sup>	3 546,02	Q 379,63	Q 1 346 173,67
7.3	Acabado de muros COVINTEC	M <sup>2</sup>	355	Q 592,60	Q 210 374,48
7.4	Acabado de muros de block	M <sup>2</sup>	355	Q 592,60	Q 210 374,48
					<b>Q2 036 481,23</b>
<b>8</b>	<b>PISO</b>				
8.1	Base del piso	M <sup>2</sup>	1 347	Q 95,58	Q 128 744,08
8.2	Acabado final piso	M <sup>2</sup>	1 347	Q 350,61	Q 472 267,67
					<b>Q 601 011,76</b>
<b>9</b>	<b>ENTREPISO</b>				
9.1	Losa prefabricada nivel 1	M <sup>2</sup>	1 247,2	Q 286,15	Q 356 889,56
9.2	Losa prefabricada nivel 2	M <sup>2</sup>	1 247,2	Q 191,23	Q 238 504,66
9.3	Losa prefabricada nivel 3	M <sup>2</sup>	1 336,05	Q 189,51	Q 253 192,60
					<b>Q 848 586,82</b>
<b>10</b>	<b>GRADAS</b>				
10.1	Armado de gradas	M <sup>3</sup>	46,15	Q 8 082,32	Q 373 034,57
					<b>Q373,034,57</b>
<b>11</b>	<b>HIDRÁULICA</b>				
11.1	Acometida	UNIDAD	1	Q 1 954,81	Q 1 954,81
11.2	Tubería diámetro ½" de pvc agua fría	ML	32	Q 72,36	Q 2 315,45
11.3	Tubería diámetro 1" de pvc agua fría	ML	77	Q 95,85	Q 7 380,41
11.4	Cisterna	M <sup>3</sup>	8,68	Q 7 432,68	Q 64 515,64
11.5	Artefactos sanitarios	UNIDAD	41	Q 1 191,17	Q 48 838,01
					<b>Q 125 004,32</b>
<b>12</b>	<b>AGUAS NEGRAS</b>				
12.1	Tubería diámetro 2"	ML	42	Q 114,80	Q 4 821,45
12.2	Tubería diámetro 3"	ML	78	Q 132,09	Q 10 302,96
12.3	Tubería diámetro 4"	ML	24	Q 95,04	Q 2 280,89
					<b>Q 17 405,30</b>

Continuación de la tabla XXI.

<b>13</b>	<b>PLUVIAL</b>				
13.1	Tubería diámetro 2"	ML	342	Q 104,78	Q 35 835,35
13.2	Tubería diámetro 3"	ML	69	Q 404,10	Q 27 882,98
13.3	Tubería diámetro 4"	ML	270	Q 112,11	Q 30 268,96
13.4	Tubería diámetro 6"	ML	160	Q 142,77	Q 22 842,59
					<b>Q 116 829,88</b>
<b>14</b>	<b>ELECTRICIDAD</b>				
14.1	Acometida eléctrica	UNIDAD	1	Q 18 657,15	Q 18 657,15
14.2	Tablero de distribución	UNIDAD	4	Q 5 950,45	Q 23 801,82
14.3	Fuerza	UNIDAD	235	Q 361,01	Q 84 837,34
14.4	Iluminación	UNIDAD	260	Q 793,36	Q 206 273,51
					<b>Q 333 569,82</b>
<b>15</b>	<b>VENTANAS</b>				
15.1	Ventana de 6.32 * 1.40 mts	UNIDAD	42	Q 6 200,00	Q 260 400,00
15.2	Ventana de 5.00 * 1.40 mts	UNIDAD	30	Q 4 900,00	Q 147 000,00
15.3	Ventana de 4.98 * 1.40 mts	UNIDAD	12	Q 4 900,00	Q 58 800,00
15.4	Ventana de 2.73 * 1.00 mts	UNIDAD	1	Q 1 950,00	Q 1 950,00
15.5	Ventana de 1.60 * 0.40 mts	UNIDAD	1	Q 320,00	Q 320,00
15.6	Ventana de 4.50 * 1.00 mts	UNIDAD	1	Q 3 150,00	Q 3 150,00
15.7	Ventana de 3.03 * 1.00 mts	UNIDAD	1	Q 2 150,00	Q 2 150,00
15.8	Ventana de 1.32 * 0.40 mts	UNIDAD	1	Q 300,00	Q 300,00
15.9	Ventana de 4.48 * 1.40 mts	UNIDAD	1	Q 4 400,00	Q 4 400,00
15.1 0	Ventana de 3.20*1.40 mts	UNIDAD	2	Q 3 200,00	Q 6 400,00
15.1 1	Ventana de 2.03 * 1.40 mts	UNIDAD	1	Q 2 000,00	Q 2 000,00
15.1 2	Ventana de 1.00 * 1.40 mts	UNIDAD	1	Q 1 000,00	Q 1 000,00
15.1 3	Ventana de 2.70 * 0.50 mts	UNIDAD	2	Q 700,00	Q 1 400,00
15.1 4	Ventana de 1.00 * 0.50 mts	UNIDAD	8	Q 250,00	Q 2 000,00
15.1 5	Ventana de 4.55 * 1.20 mts	UNIDAD	6	Q 3 900,00	Q 23 400,00
15.1 6	Ventana de 3.05 * 1.20 mts	UNIDAD	2	Q 2 600,00	Q 5 200,00
					<b>Q 519 870,00</b>

Continuación de la tabla XXI.

<b>16</b>	<b>PUERTAS</b>				
16.1	Puerta de 2.10 * 1.20 mts	UNIDAD	44	Q 1 600,00	Q 70 400,00
16.2	Puerta de 2.10 * 1.00 mts	UNIDAD	10	Q 1 800,00	Q 18 000,00
16.3	Puerta de 2.10 * .70 mts	UNIDAD	16	Q 800,00	Q 12 800,00
					<b>Q 101 200,00</b>
<b>Total del Proyecto</b>					<b>Q 10 939 290,93</b>

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.10. Evaluación de Impacto Ambiental Inicial**

En la construcción de la edificación escolar de tres niveles, para el casco urbano, Esquipulas, Chiquimula, se llevarán a cabo actividades que afectarán el medio ambiente, debido a eso se busca minimizar el impacto que se producirá y que probablemente afecte el entorno.

- Impacto ambiental, producido por:

- Demolición de la edificación existente, que ocasione residuos de partículas en suspensión y polvo en las áreas cercanas al proyecto.
- Movimiento de suelos (corte y relleno), de mismo modo que la demolición, este ocasionará residuos de partículas en suspensión y polvo en las áreas cercanas al proyecto.
- Contaminación auditiva, generada por ruidos de las actividades que se deben realizar para la demolición, movimiento de suelos y construcción del proyecto.
- Generación de desechos propios de las distintas actividades que se deben realizar en la demolición de la edificación anterior y construcción del proyecto.



- Emanación de gases provenientes de solventes, vehículos y letrinas utilizados en la construcción del proyecto.
- Medidas de mitigación
- Coordinar de forma adecuada los horarios de trabajo en horas hábiles, para generar menor ruido.
  - Proveer a los trabajadores de equipo adecuado.
  - Proporcionar la cantidad de letrinas temporales necesarias para los trabajadores
  - Manejar de forma adecuada y ordenada los volúmenes de ripio y suelo extraído, durante y después de la demolición de la edificación existente y durante las excavaciones de los cimientos.
  - Mantener limpia el área de trabajo durante y después de cada jornada, recogiendo cualquier tipo de desecho que ponga en riesgo el medio ambiente y la seguridad de los trabajadores.

## CONCLUSIONES

1. Para el drenaje sanitario se utilizaron las Normas generales de diseño de alcantarillados del INFOM, con lo cual se garantiza el funcionamiento del proyecto, ya que, dichas normas fueron elaboradas para las comunidades del interior de la República de Guatemala, por lo que es importante seguir a cabalidad las especificaciones contenidas en planos y que el proyecto preste un servicio funcional a la población.
2. La red de alcantarillado sanitario para la aldea Santa Rosalía contribuirá al saneamiento ambiental y al ornato de la aldea. Beneficiará directamente a 745 habitantes en la actualidad, con un costo de Q 2 887 553,76 por lo que tanto COCODE como autoridades municipales deben gestionar el financiamiento, para llevar a cabo la construcción del proyecto, en el menor tiempo posible.
3. Para el diseño de la edificación escolar de tres niveles, se utilizó un sistema estructural de marcos dúctiles con losas prefabricadas de vigueta y bovedilla y muros de COVINTEC, aplicando los códigos ACI 318, Normas AGIES y con el método SEAOC, por lo cual, se considera una estructura sismo resistente.

4. La edificación escolar de tres niveles para el casco urbano de Esquipulas, proporcionará un espacio apropiado para la enseñanza y aprendizaje, beneficiando a la comunidad y población estudiantil del casco urbano y de las aldeas aledañas a este, posee un área de construcción de 1 344,17 m<sup>2</sup>, con un valor de Q 10 936 290,93. Por la importancia que el proyecto tiene, es necesario gestionar ante las autoridades correspondientes la construcción del mismo.

## RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Esquipulas, Chiquimula.

1. Capacitar a los miembros del COCODE de la aldea Santa Rosalía aspectos de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario, para que este posea un funcionamiento y durabilidad adecuada, sobre todo antes de la época de lluvias.
2. Seguir las especificaciones contenidas en los planos de los proyectos ya que, cualquier modificación o alteración, cambiará completamente el diseño.
3. Durante el proceso de ejecución se cuente con la debida supervisión técnica por un profesional de la ingeniería civil para el sistema de alcantarillado sanitario, y con al menos un profesional de la ingeniería civil y arquitectura para la edificación escolar de tres niveles.
4. Realizar la creación de una junta o comité en el mantenimiento de la edificación escolar de tres niveles, para que se mantenga en buen estado y proporcione las condiciones necesarias para el proceso de enseñanza y aprendizaje.



## BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *Requisitos de Reglamento para concreto Estructural y Comentario (ACI 318S-08)*. Michigan: ACI, 2008. 520 p.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2010. 75 p.
3. CABRERA SEIS, Jadenón Vinicio. *Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones I*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1994. 155 p.
4. CHAY PÉREZ, William Orlando. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el cantón Calvario y diseño de la escuela rural mixta de la aldea Copa, San Miguel Acatán, Huehuetenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009. 166 p.
5. Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. *Manual de uso para la Normas de Reducción de Desastres Número Dos (NRD-2)*. Guatemala: CONRED, 2013. 34 p.
6. DAS, Braja M. *Principios de Ingeniería de cimentaciones*. 5a ed. México: International Thomson, 2006. 743 p.

7. Instituto de Fomento Municipal. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: INFOM, UNEPAR, 1997. 100 p.
  
8. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill Interamericana, 2001. 722 p.

# APÉNDICES

## Apéndice 1: Diseño de la red de alcantarillado sanitario de la aldea Santa Rosalía, Esquipulas, Chiquimula

De Pozo	A Pozo	Cota Terreno		Distancia Horizontal	Pendiente del terreno	Caudal de diseño (lt/s)		Díametro en pulgadas	Pendiente de la tubería	Velocidad		cotas invert		H de pozos para volumen	
		inicio	final			Actual	Futuro			actual	futura	inicio	final	salida	entrada
37	38	1029.48	1026.99	25.0	9.96%	0.04439	0.08829	6	9.97%	0.54067523	0.66495204	1028.28	1025.79	1.20	1.20
38	31	1026.99	1024.17	34.0	8.29%	0.04439	0.08829	6	8.23%	0.50816448	0.61934474	1025.76	1022.96	1.23	1.21
29	30	1028.21	1025.43	21.0	13.24%	0.08829	0.17522	6	13.26%	0.72746941	0.89696795	1027.01	1024.23	1.20	1.20
30	31	1025.43	1024.17	21.0	6.00%	0.08829	0.17522	6	5.88%	0.54888671	0.68877549	1024.20	1022.96	1.23	1.21
31	36	1024.17	1023.48	27.0	2.56%	0.21835	0.43147	6	2.45%	0.53861165	0.66317436	1022.94	1022.28	1.23	1.20
33	34	1033.72	1030.31	30.0	11.37%	0.08829	0.17522	6	11.37%	0.69199648	0.86326379	1032.52	1029.11	1.20	1.20
34	35	1030.31	1026.6	27.0	13.74%	0.17522	0.34667	6	13.67%	0.91072953	1.13173727	1029.08	1025.39	1.23	1.21
35	36	1026.6	1023.48	24.0	13.00%	0.17522	0.34667	6	12.88%	0.90142454	1.11424508	1025.37	1022.28	1.23	1.20
36	41	1023.48	1020.76	41.0	6.63%	0.43147	0.84046	6	6.56%	0.94201224	1.14840486	1022.25	1019.56	1.23	1.20
41	42	1020.76	1018.1	45.0	5.91%	0.47368	0.92283	6	6.06%	0.93327161	1.15322257	1019.53	1016.81	1.23	1.29
42	43	1018.1	1018.35	27.0	-0.93%	0.5996	1.16804	6	0.51%	0.42489559	0.53099209	1016.78	1016.65	1.32	1.70
51	52	1022.644	1020.93	40.0	4.29%	0.13188	0.26128	6	4.28%	0.55895892	0.69441079	1021.44	1019.73	1.20	1.20
52	53	1020.93	1020.46	40.0	1.17%	0.17522	0.34667	6	1.12%	0.38411841	0.47331271	1019.71	1019.26	1.22	1.20
53	43	1020.46	1018.35	40.0	5.28%	0.26128	0.51576	6	5.20%	0.73696425	0.91631622	1019.24	1017.16	1.22	1.19
43	44	1018.35	1017.88	50.0	0.94%	0.88992	1.73094	6	0.68%	0.52949706	0.64565804	1016.62	1016.28	1.73	1.60
44	45	1017.88	1017.35	58.0	0.91%	0.97209	1.88972	6	0.54%	0.50286101	0.61198804	1016.26	1015.94	1.62	1.41
54	45	1021.48	1017.35	50.0	8.26%	0.08829	0.17522	6	8.27%	0.62084801	0.76353426	1020.28	1016.15	1.20	1.21
45	46	1017.35	1017.03	35.0	0.91%	1.17617	2.28319	6	0.56%	0.53822865	0.65437648	1015.92	1015.72	1.43	1.31
46	47	1017.03	1016.27	41.0	1.85%	1.21677	2.35352	6	1.53%	0.7728204	0.93835043	1015.69	1015.07	1.34	1.20
55	56	1021.44	1020.14	22.5	5.78%	0.04439	0.08829	6	5.74%	0.43842967	0.54231747	1020.24	1018.95	1.20	1.19
56	47	1020.14	1016.27	43.0	9.00%	0.08829	0.17522	6	8.95%	0.64586843	0.79430499	1018.92	1015.07	1.22	1.20
47	48	1016.27	1015.5	24.8	3.10%	1.33818	2.58696	6	3.00%	1.0064719	1.2249991	1015.04	1014.30	1.23	1.20
48	49	1015.5	1015.09	51.0	0.80%	1.53927	2.97278	6	0.75%	0.64580153	0.78233964	1014.27	1013.89	1.23	1.20
49	50	1015.09	1014.49	68.0	0.88%	1.65922	3.20246	6	0.85%	0.68969802	0.83466887	1013.86	1013.28	1.23	1.21
57	58	1028.67	1025.8	28.0	10.25%	0.08829	0.17522	6	10.26%	0.67468501	0.83548686	1027.47	1024.60	1.20	1.20
58	59	1025.8	1023.45	91.0	2.58%	0.26128	0.51576	6	2.55%	0.58140119	0.71087423	1024.57	1022.25	1.23	1.20
94	59	1025.3	1023.45	55.0	3.36%	0.17522	0.34667	6	3.37%	0.56225574	0.69666424	1024.10	1022.24	1.20	1.21
59	60	1023.45	1023.03	23.0	1.83%	0.47368	0.92283	6	1.72%	0.6050145	0.74325677	1022.22	1021.82	1.23	1.21
60	61	1023.03	1022.18	54.0	1.57%	0.64136	1.24921	6	1.52%	0.63486998	0.77943171	1021.80	1020.97	1.23	1.21
93	61	1023.09	1022.18	54.6	1.67%	0.21835	0.43147	6	1.66%	0.47429541	0.58265404	1021.89	1020.98	1.20	1.20
61	62	1022.18	1019.93	77.5	2.90%	0.97209	1.88972	6	2.88%	0.89834691	1.09784091	1020.95	1018.72	1.23	1.21
62	63	1019.93	1019.15	34.5	2.26%	1.05394	2.04768	6	2.17%	0.83821543	1.01895249	1018.69	1017.95	1.24	1.20



Continúa apéndice 1

De Pozo	A Pozo	Cota Terreno		Distancia Horizontal	Pendiente del terreno	Caudal de diseño (lt/s)		Diametro en pulgadas	Pendiente de la tubería	Velocidad		cotas invert		H de pozos para volumen	
		inicio	final			Actual	Futuro			actual	futura	inicio	final	salida	entrada
63	64	1019.15	1017.62	50.0	3.06%	1.05394	2.04768	6	3.01%	0.9351951	1.14631877	1017.92	1016.42	1.23	1.20
64	65	1017.62	1015.4	58.0	3.83%	1.09476	2.12637	6	3.79%	1.02473305	1.25445195	1016.39	1014.20	1.23	1.20
67	68	1036.92	1037.35	33.5	-1.28%	0.17522	0.34667	6	0.51%	0.29335805	0.36181654	1035.72	1035.55	1.20	1.80
68	69	1037.35	1033.63	26.0	14.31%	0.17522	0.34667	6	13.62%	0.90919593	1.12983149	1035.52	1031.98	1.83	1.65
69	70	1033.63	1034.17	19.0	-2.84%	0.21835	0.43147	6	0.96%	0.39008132	0.48183978	1031.95	1031.77	1.68	2.40
70	71	1034.17	1030.2	69.0	5.75%	0.30405	0.5996	6	4.94%	0.76419103	0.94092265	1031.75	1028.34	2.42	1.86
71	73	1030.2	1025.52	57.4	8.15%	0.34667	0.68302	6	8.10%	0.94354312	1.16455222	1028.31	1023.66	1.89	1.86
73	74	1025.52	1025.56	30.0	-0.13%	0.34667	0.68302	6	2.12%	0.59044208	0.73014596	1023.64	1023.00	1.88	2.56
74	76	1025.56	1026.79	70.9	-1.73%	0.5996	1.16804	6	0.46%	0.41126783	0.50090585	1022.98	1022.65	2.58	4.14
76	77	1026.79	1025.67	52.3	2.14%	0.76605	1.49115	6	0.45%	0.4379109	0.53450204	1022.62	1022.39	4.17	3.28
77	78	1025.67	1024.39	68.5	1.87%	0.93104	1.81043	6	0.46%	0.46741872	0.56989289	1022.36	1022.05	3.31	2.34
94	78	1025.3	1024.39	41.4	2.20%	0.04439	0.08829	6	2.21%	0.32094357	0.39470435	1024.10	1023.18	1.20	1.21
78	79	1024.39	1023.01	86.0	1.61%	1.25731	2.4315	6	1.01%	0.67453024	0.82059584	1022.02	1021.15	2.37	1.86
79	80	1023.01	1020.91	87.0	2.41%	1.45902	2.81892	6	2.38%	0.9534947	1.1587106	1021.13	1019.06	1.88	1.85
80	81	1020.91	1018.41	77.0	3.25%	1.57931	3.04948	6	3.21%	1.08212025	1.31981364	1019.03	1016.56	1.88	1.85
81	82	1018.41	1016.13	69.0	3.30%	1.81837	3.50673	6	3.26%	1.13487731	1.38037228	1016.53	1014.28	1.88	1.85
83	84	1021.96	1021.74	86.4	0.25%	0.17522	0.34667	6	0.49%	0.29015563	0.35694894	1020.76	1020.33	1.20	1.41
84	85	1021.74	1020.02	36.7	4.69%	0.30405	0.5996	6	6.78%	0.85271417	1.0466682	1020.31	1017.82	1.43	2.20
92	85	1018.79	1020.02	84.8	-1.45%	0.21835	0.43147	6	0.50%	0.3132925	0.38484447	1017.64	1017.21	1.15	2.81
85	86	1020.02	1018.53	67.6	2.20%	0.72458	1.41075	6	0.78%	0.52302978	0.63729178	1017.19	1016.66	2.83	1.87
86	87	1018.53	1017.41	70.0	1.60%	0.84871	1.65123	6	1.56%	0.69961748	0.851204	1016.63	1015.54	1.90	1.87
87	88	1017.41	1017.05	85.0	0.42%	1.05394	2.04768	6	0.52%	0.5078701	0.61645427	1015.52	1015.07	1.89	1.98
88	89	1017.05	1016.7	45.0	0.78%	1.1355	2.20487	6	0.50%	0.51196932	0.62050509	1015.05	1014.82	2.00	1.88
89	90	1016.7	1016.04	33.0	2.00%	1.1355	2.20487	6	1.93%	0.82273082	1.00246605	1014.80	1014.16	1.90	1.88
90	91	1016.04	1015.42	69.0	0.90%	1.21677	2.35352	6	0.86%	0.6320051	0.76714435	1014.14	1013.54	1.90	1.88
91	82	1015.42	1016.13	14.8	-4.79%	1.21677	2.35352	6	0.76%	0.60323018	0.73177616	1013.52	1013.41	1.90	2.72
82	65	1016.13	1015.4	43.0	1.70%	3.02649	5.78666	6	0.60%	0.72344707	0.86785332	1013.38	1013.12	2.75	2.28
65	66	1015.4	1014.48	48.0	1.92%	4.08662	7.77577	6	1.03%	0.95714219	1.14632185	1013.10	1012.61	2.30	1.87
66	50	1014.48	1014.49	77.5	-0.01%	4.08662	7.77577	6	0.54%	0.7634254	0.90780868	1012.58	1012.16	1.90	2.33
50	95	1014.49	1011.21	48.0	6.83%	5.59796	10.5865	6	5.83%	1.94528187	2.34097336	1012.13	1009.33	2.36	1.88
95	96	1011.21	1006.41	65.0	7.38%	5.7069	10.7825	6	7.33%	2.12046154	2.55029809	1009.31	1004.54	1.90	1.87
96	97	1006.41	1002.93	60.0	5.80%	5.77942	10.9174	6	4.64%	1.80997807	2.17470471	1004.52	1001.73	1.89	1.20

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2

Figura 1. **Perspectiva exterior 1 de la edificación escolar de tres niveles**



Fuente: elaboración propia, con programa de Lumion 4.

Figura 2. **Perspectiva exterior 2 de la edificación escolar de tres niveles**



Fuente: elaboración propia, con programa de Lumion 4.

Figura 3. **Perspectiva interior 1 de la edificación escolar de tres niveles**



Fuente: elaboración propia, con programa de Lumion 4.

Figura 4. **Perspectiva interior 2 de la edificación escolar de tres niveles**



Fuente: elaboración propia, con programa de Lumion 4.

Figura 5. **Perspectiva interior 3 de la edificación escolar de tres niveles**



Fuente: elaboración propia, con programa de Lumion 4.

Figura 6. **Perspectiva interior 4 de la edificación escolar de tres niveles**



Fuente: elaboración propia, con programa de Lumion 4.

Figura 7. **Vista interior 1 de la edificación escolar de tres niveles**



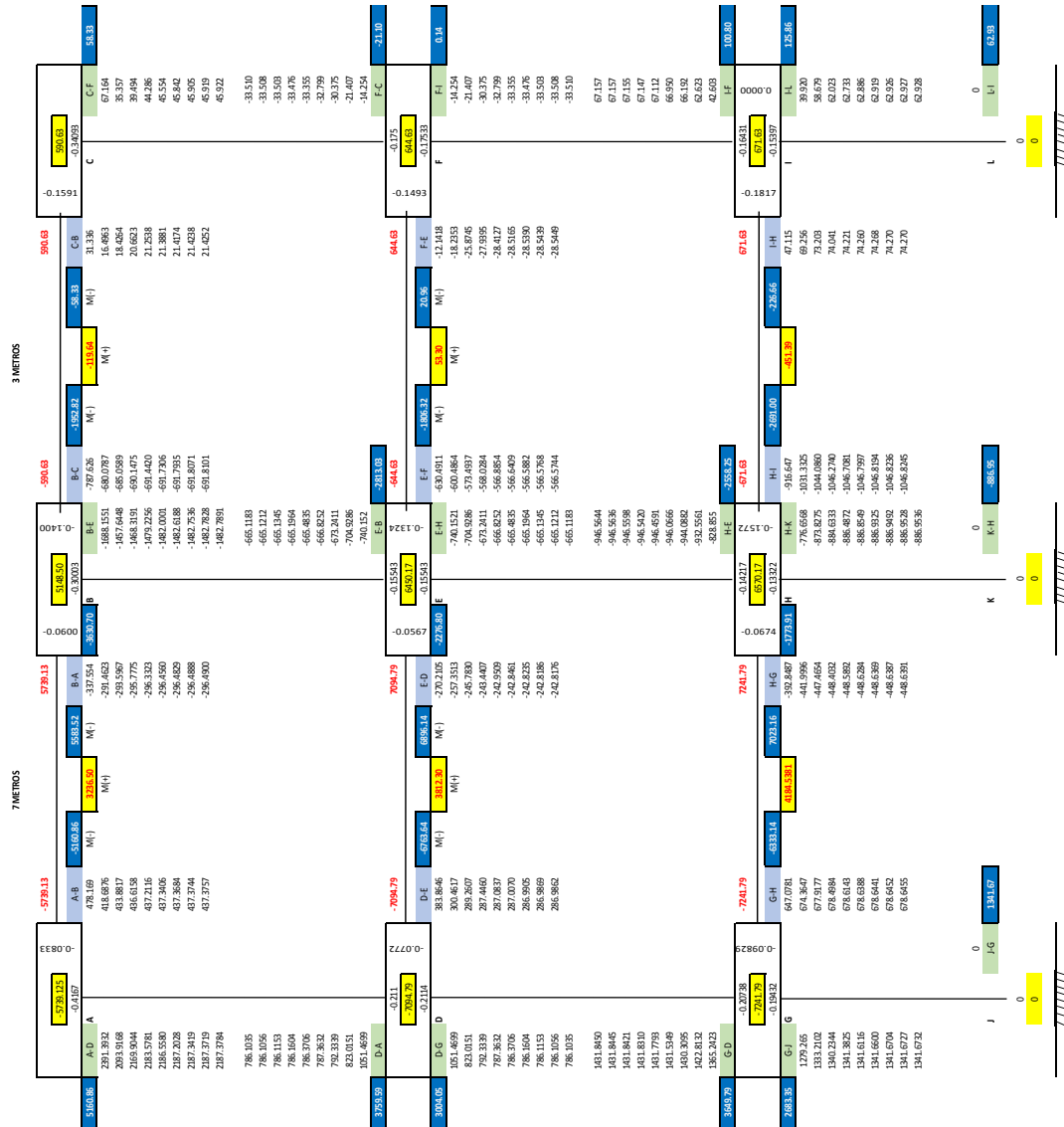
Fuente: elaboración propia, con programa de Lumion 4.

Figura 8. **Vista interior 2 de la edificación escolar de tres niveles**



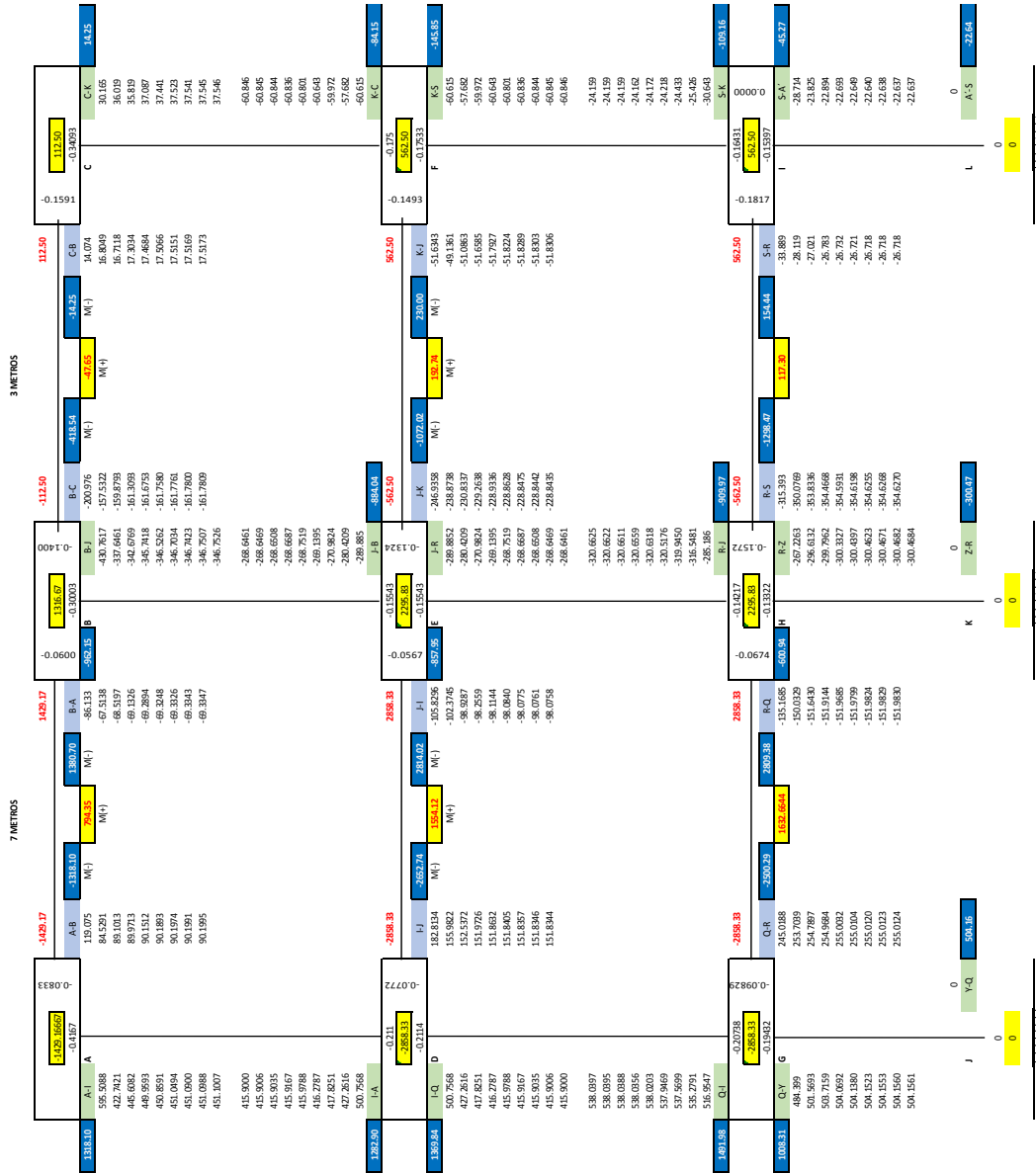
Fuente: elaboración propia, con programa de Lumion 4.

Figura 9. Estructural por medio del método numérico del Dr. Kani para cargas muertas, módulo 1 y 3, eje 5



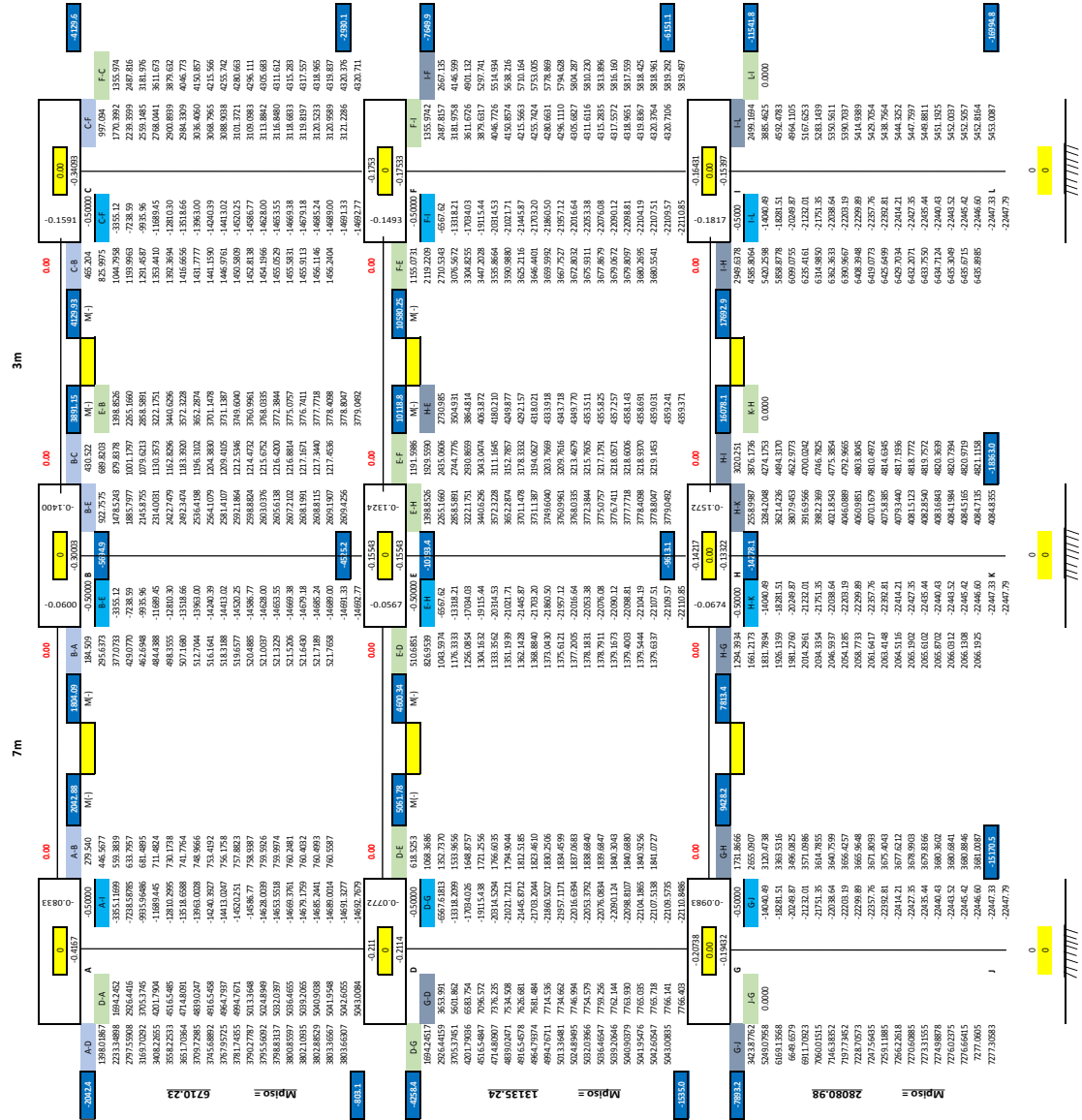
Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Análisis estructural por medio del método numérico del Dr. Kani para cargas vivas, módulo 1 y 3, eje 5



Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Análisis estructural por medio del método numérico Dr. Kani para cargas horizontales, módulo 1 y 3, eje 5



Fuente: elaboración propia.



Figura 12. Cálculo hidráulico de la edificación escolar de tres niveles

**FORMATO PARA CÁLCULO**

**INSTALACIONES 1**

**DATOS DE ENTRADA PARA DISEÑAR Y CALCULAR: Dimensionamiento de tubería, etc. Para el óptimo funcionamiento del siguiente sistema.**

ARTEFACTO	USO PRIVADO	Cantidad	V. H.	total	Salidas	total	Lado crítico en metros lineales	Longitud del Sistema a Analizar =	97.30 mt. L.
BANERA O TINA							h <sub>fr</sub> = 46.70 m	Altura del artefacto crítico sobre el nivel de acometida	5.30 mts.
BEBEBERO							acometida = 20.60 m	Presión recomendada mejor rendimiento ab. Crítico	3.10 M. C. A.
BIBET							caliente =	Possible altura de succión =	3.10 mts.
DUCHA		1	3	3	2	2	Hc = 12	Almacenamiento	personas
INODORO CON FLUXOMETRO		17	5	85	1	17	Medidor tipo:	Y Reserva	días
LAVADERO DE SERVICIO							ACCESORIOS	Acceleración de la gravedad	m/seg <sup>2</sup>
LAVADORA DE PLATOS							COBO 30	Lacc 0 <sup>1/2</sup> =	9.81
LAVADORA DE ROPA		16*	2	32	2	32	COBO 45	Lacc 0 <sup>1/2</sup> =	1.50
LAVAMANOS							TEE	total	8.0
LAVATRASTOS		7	10	70	1	7	CURVA 90	total	36.70
ORINAL CON FLUXOMETRO							CURVA 45		
ORINAL CON LLAVE							VALV. GLOBO		
PILA		1	5	5	1	1	CHEQUE LIVIANO		
MANGUERA de 15 mt.							CHEQUE PESADO	7.20	5.80
							VALV. CONVIERTA	0.10	0.30
								total	152.60
								total	152.60

k = 1 / (n-1) y siempre usará K = 0.20 en este caso (0.15) 3.06 tenemos K = 4.32

Diámetro	Área metros	Velocidad de diseño Vd = Qd/A	Energía cinética V <sup>2</sup> /2g	Longitud accesorios	Longitud equivalente Le	Pérdida por fricción según fórmula H = 0.000565 Vd <sup>1.85</sup> L / D <sup>4.87</sup>	Pérdida en Medidor h <sub>ub</sub> = (Qd/Qn) <sup>2</sup> h <sub>ls</sub>	Presión Necesaria Prec = Harte + Prec + (V <sup>2</sup> /2g) + h <sub>ub</sub> + h <sub>cont</sub>
1/2	0.000142	3.0521098	0.234381	113	210.30	0.400932226	189.4663273613464	M. C. A. 14.397288/14.2147822822
3/4	0.000254	0.31627018	0.0291651	152.60	249.90	0.032462915	8.362301493125618	Atmósferas 14.210201/14.33198890
1								
1 1/2								
2								

Qd = 0.492 Uts / seg  
Qd = 0.000492 m<sup>3</sup>/seg.

Fuente: elaboración propia.

# ANEXOS

Figura 1. Estudio de suelo, ensayo de compresión triaxial

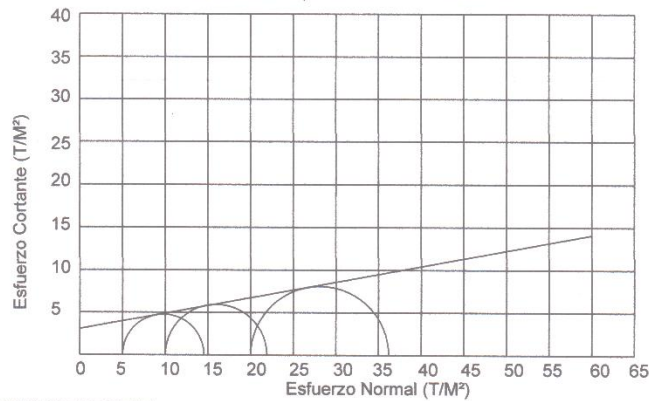


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 028 S.S. O.T.: 31.783  
 INTERESADO: Gili Fabrizio Aguilar Morales  
 PROYECTO: EPS "Diseño de la Edificación Escolar de dos niveles para el Casco Urbano, Esquipulas, Chiquimula"  
 UBICACIÓN: Esquipulas, Chiquimula  
 FECHA: 06 de febrero de 2014  
 POZO: 1 PROFUNDIDAD: 2,50 metros MUESTRA: 1



### PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA :  $\phi = 10,84^\circ$  COHESIÓN:  $C_u = 3,05 \text{ Ton/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.  
 DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Limo Arenoso Color Café  
 DIMENSIÓN Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"  
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	2	3
PRESIÓN LATERAL (T/m <sup>2</sup> )	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m <sup>2</sup> )	9,78	15,95	28,10
PRESIÓN INTERSTICIAL u(T/m <sup>2</sup> )	x	x	x
DEFORMACIÓN EN ROTURA Er (%)	2,0	3,5	5,5
DENSIDAD SECA (T/m <sup>3</sup> )	1,45	1,45	1,45
DENSIDAD HUMEDA (T/m <sup>3</sup> )	1,86	1,86	1,86
HUMEDAD (%H)	28,30	28,30	28,30

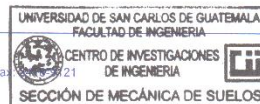
Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC

Atentamente,

Ing. Omar Enrique Meltrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos

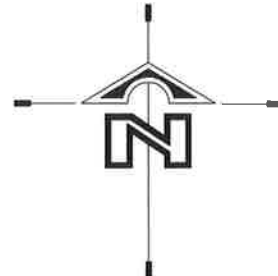
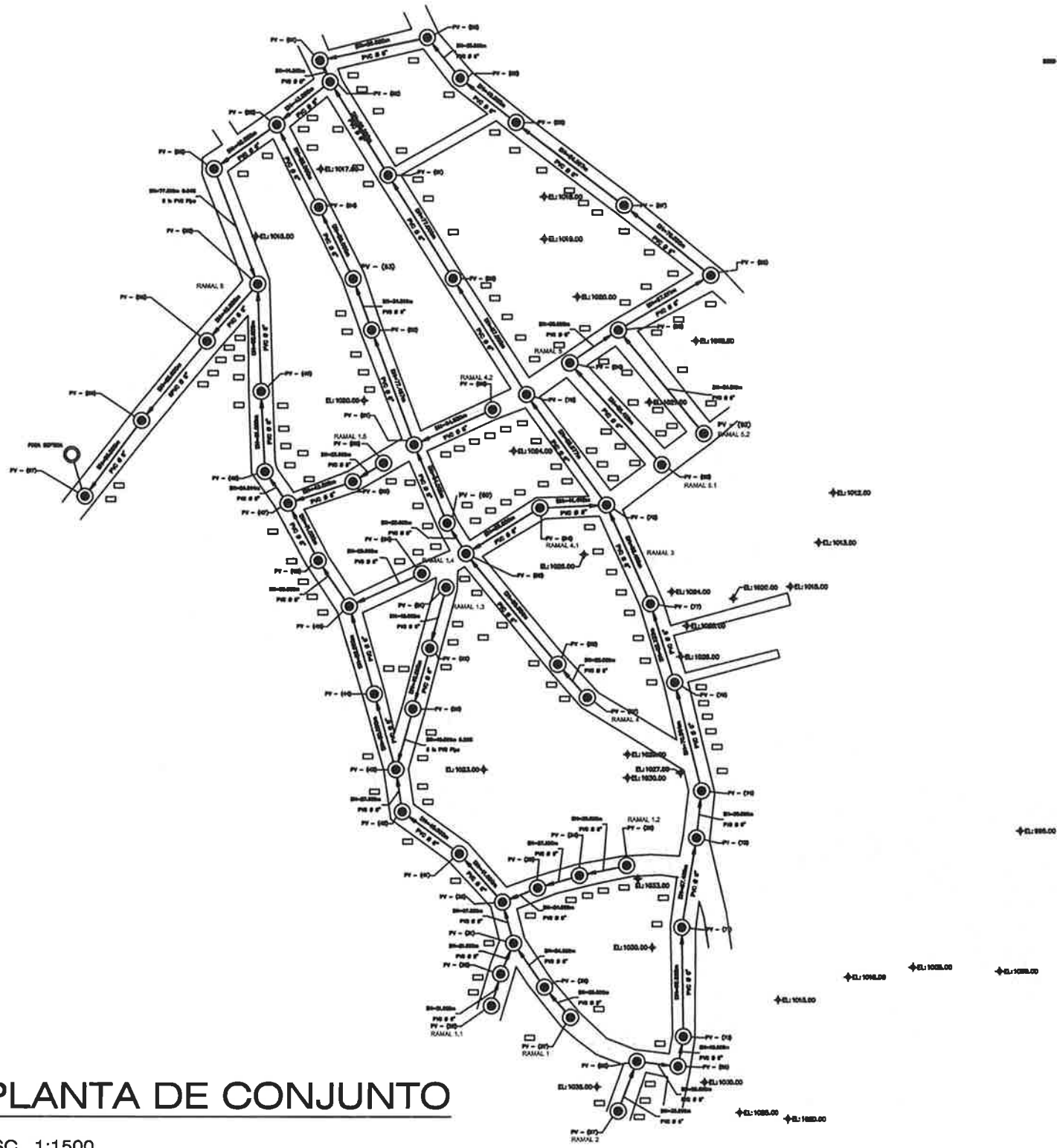
FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—  
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fa.  
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>



Fuente: Centro de Investigación de Ingeniería.



# SANTA ROSALIA



LIBRETA TOPOGRÁFICA					
Punto	A	B	C	D	E
37	38	25	319	34	59
38	31	34	325	3	9
29	30	21	15	55	52
30	31	21	22	43	56
31	36	27	324	27	31
33	34	30	157	34	30
34	35	27	253	8	8
35	36	24	248	6	23
36	41	41	318	16	47
41	42	46	306	6	1
42	43	27	351	15	27
51	52	40	195	1	24
52	53	40	195	17	22
53	43	40	195	17	22
43	44	50	344	1	45
44	45	58	344	10	10
54	45	50	245	40	12
45	46	35	325	47	7
46	47	41	332	33	22
55	56	22.5	238	35	27
36	47	43	251	13	55
47	48	24.854	323	59	59
48	49	51	377	12	53
49	50	68	358	12	48
57	58	28	318	57	3
58	59	20.958	320	30	1
54	59	55	237	55	37
59	60	23	328	10	46
60	61	54	336	58	56
93	61	54.629	245	43	31
61	62	77.497	339	45	32
62	63	34.5	340	17	41
63	64	50	334	14	56
64	65	56	333	19	59
67	68	53.5	310	6	40
68	69	20	316	27	58
69	70	19	10	12	38
70	71	69	358	56	30
71	73	57.405	9	8	12
73	74	30	5	59	12
74	76	70.904	546	0	47
76	77	21.333	342	53	38
77	78	85.498	336	16	34
84	78	41.426	87	16	29
78	79	85.977	324	38	39
79	80	67	327	29	18
80	81	77	326	48	12
81	82	69	328	8	15
83	84	66.426	318	16	6
84	83	35.086	55	16	10
87	85	44.871	320	59	15
85	88	67.611	57	9	45
86	87	70	305	55	6
87	88	84.977	307	45	51
88	89	45	308	12	45
89	90	39	320	28	0
90	91	69	258	1	3
91	83	14.815	154	40	45
82	85	43	230	57	18
85	86	46	154	45	47
86	90	77.5	199	33	32
90	95	46	221	13	25
95	96	85	218	14	16
96	97	60	216	23	20

## PLANTA DE CONJUNTO

ESC. 1:1500

NOMENCLATURA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
●	POZO DE VISITA
○—○	RAMAL DE DRENAJE
□	VIVIENDAS
←	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	DISTANCIA HORIZONTAL
PVC	UNIDAD PRÁCTICA DE INGENIERÍA Y EPS

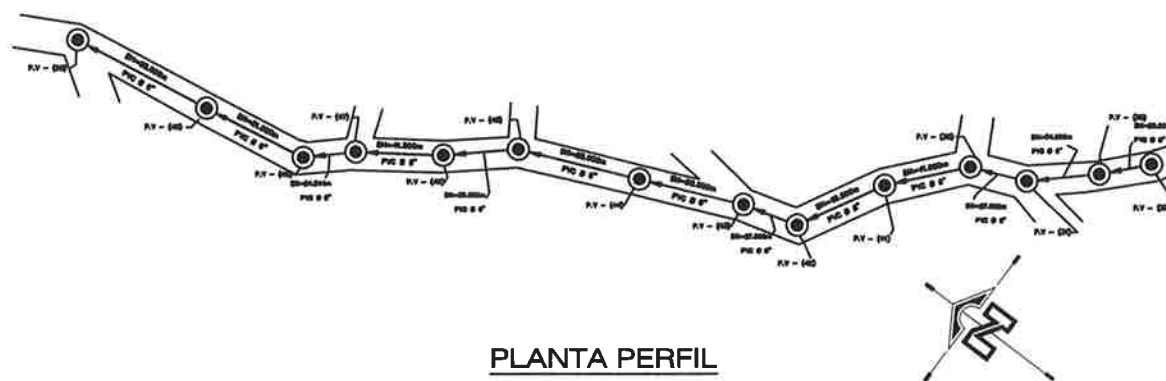
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LEONARDO FIGUEROA, SUPERVISOR INGENIERÍA  
MANUEL DE ESPINOSA, DISEÑISTA

PROYECTO:  
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
SANTUARIO PARA LA ALDEA SANTA ROSALIA

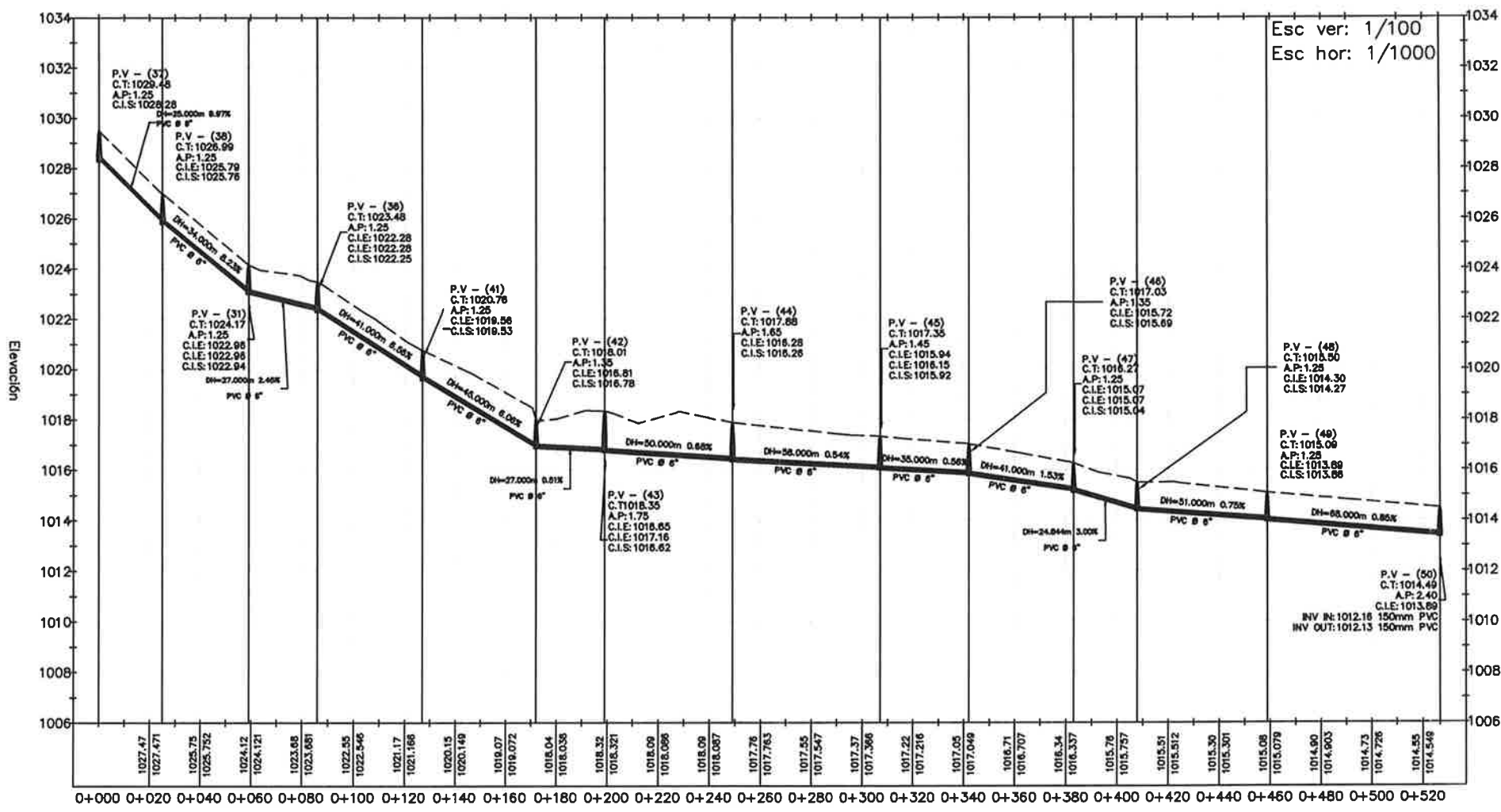
PLANTA DE CONJUNTO 1/11

### NOMENCLATURA

SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	POZO DE VISITA
	RAMAL DE DRENAJE
	VIVENDAS
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	POZO DE VISITA
	TUBERÍA PVC DIÁMETRO INDICADO
	PERFIL NATURAL DEL TERRENO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL
PV	POZO DE VISITA
AP	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA DE TERRENO
%	PENDIENTE DE TUBERÍA
PVC Ø 6"	DIÁMETRO DE TUBERÍA PVC ASTM D-3034



**PLANTA PERFIL**  
RAMAL 1  
ESC. 1:1500

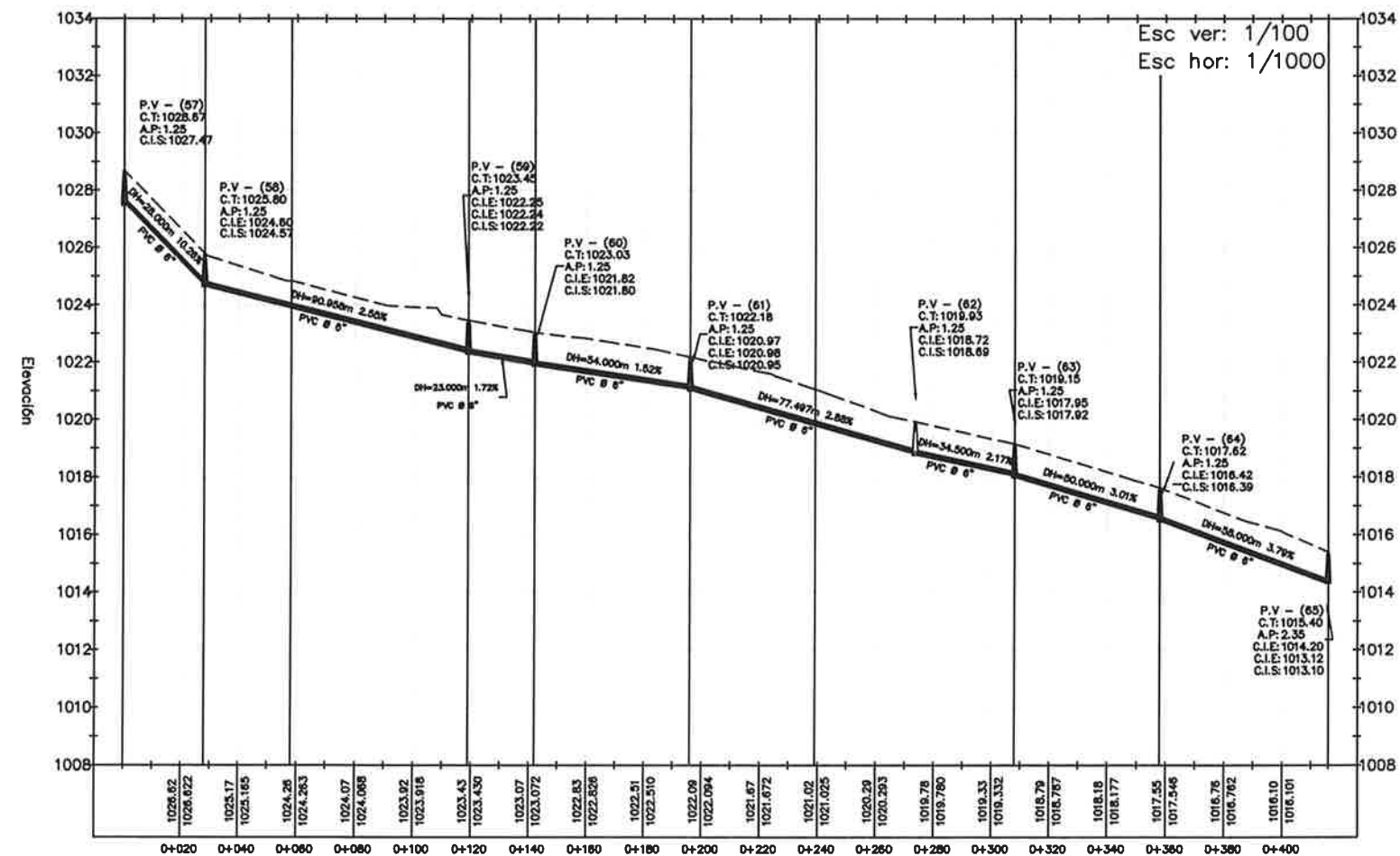


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERÍA Y EPS

### NOMENCLATURA

SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	POZO DE VISITA
	RAMAL DE DRENAJE
	VIVENDAS
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	POZO DE VISITA
	TUBERÍA PVC DIÁMETRO INDICADO
	PERFIL NATURAL DEL TERRENO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL
PV	POZO DE VISITA
AP	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA DE TERRENO
%	PENDIENTE DE TUBERÍA
PVC Ø 6"	DIÁMETRO DE TUBERÍA PVC ASTM D-3034

PLANTA PERFIL  
RAMAL 4  
ESC. 1:1500



*Juan Merck Cos*  
**Ing. Juan Merck Cos**  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR DE INGENIERÍA  
 ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA CIVIL

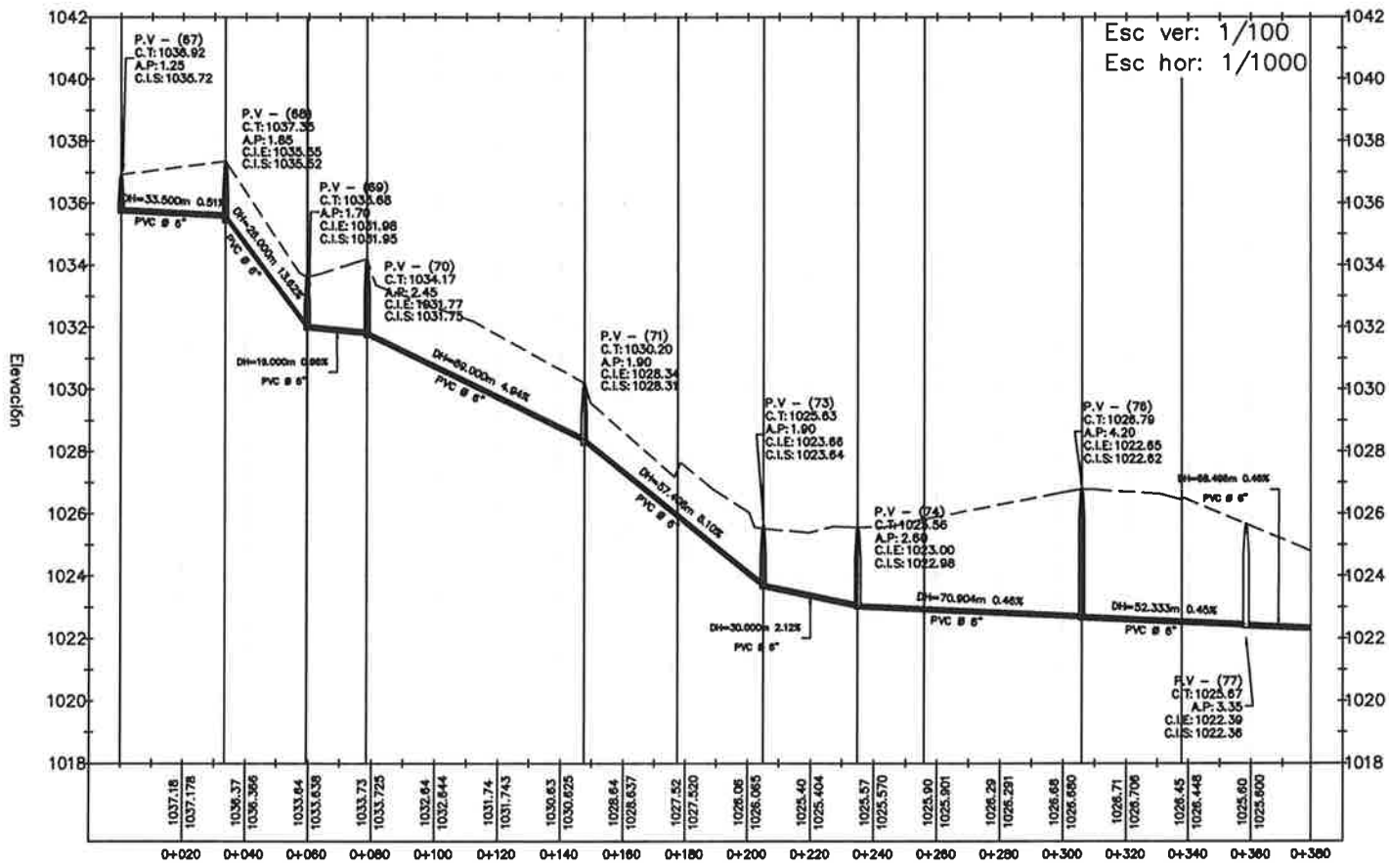
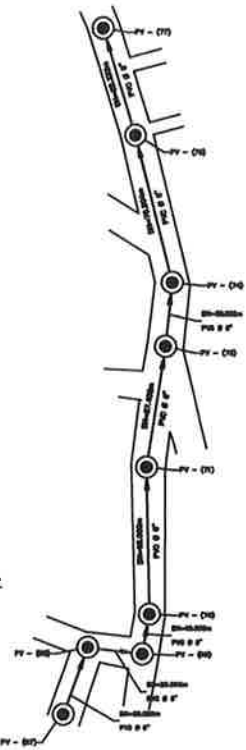
PROYECTO:  
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
 SANITARIO PARA LA ALDEA SANTA ROSALBA

COMUNICACION  
 PLANTA PERFIL 3  
 11

### NOMENCLATURA

SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
⊙	POZO DE VISITA
⊙—⊙	RAMAL DE DRENAJE
□	VIVIENDAS
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
⊙	POZO DE VISITA
—	TUBERÍA PVC DIÁMETRO INDICADO
- - -	PERFIL NATURAL DEL TERRENO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL
PV	POZO DE VISITA
AP	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA DE TERRENO
%	PENDIENTE DE TUBERÍA
PVC Ø 6"	DIÁMETRO DE TUBERÍA PVC ASTM D-3034

**PLANTA PERFIL**  
RAMAL 2  
ESC. 1:1500

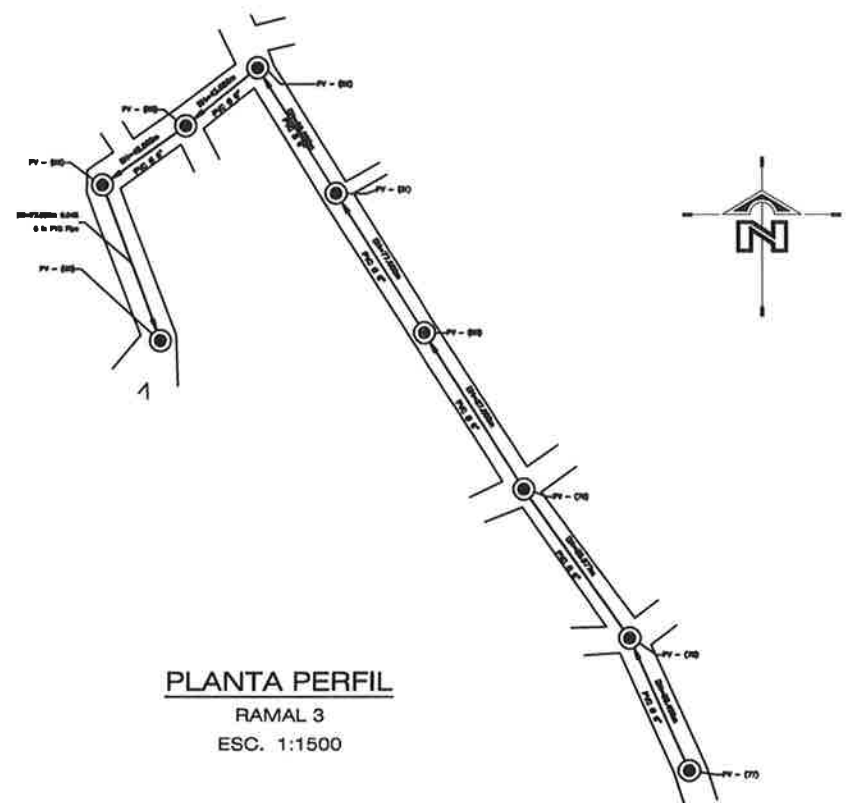


*Juan Merck Cos*  
**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Ing. Juan Merck Cos**  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE ALICANTARILLADO

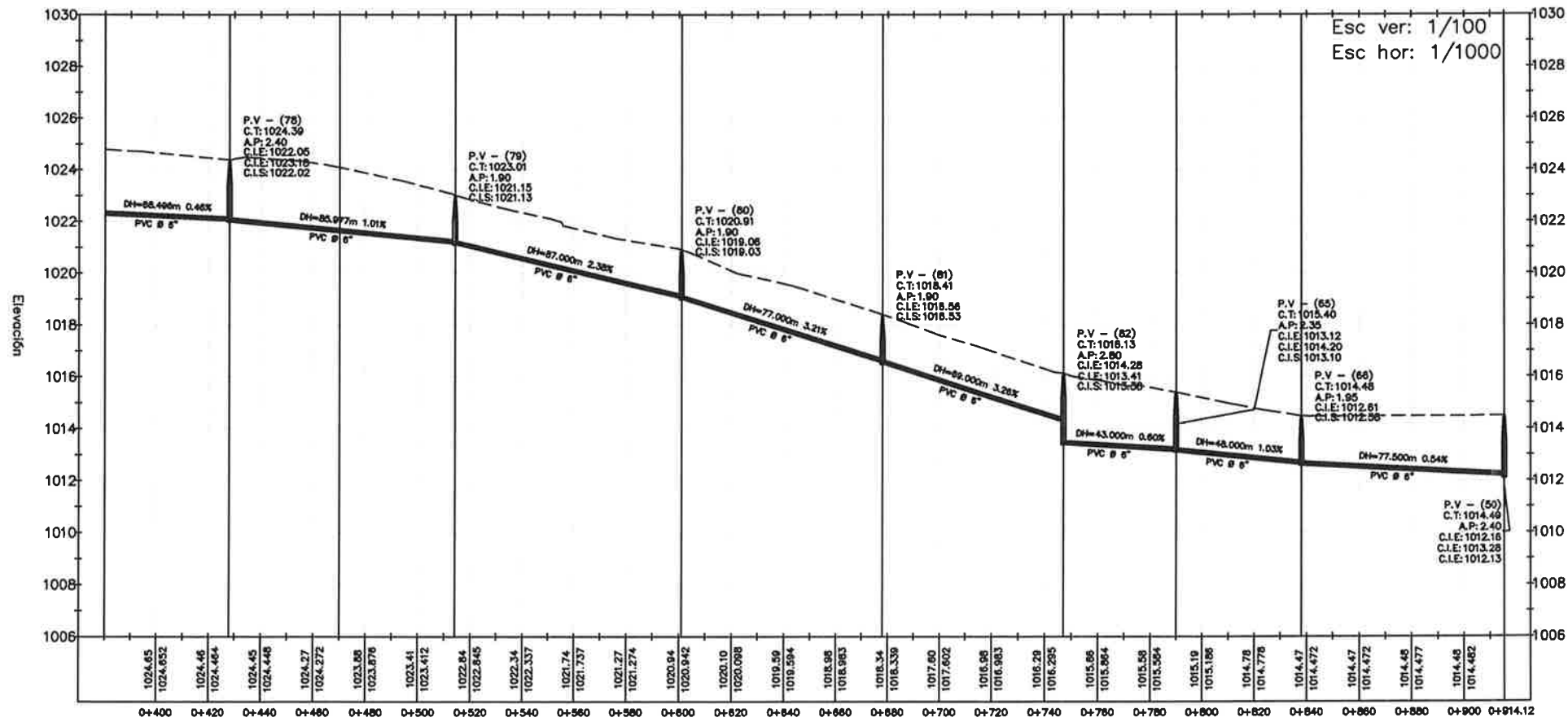
PROYECTO:  
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SANTA ROSALIA

CONTENIDO:  
 PLANTA PERFIL 4 / 11



PLANTA PERFIL  
RAMAL 3  
ESC. 1:1500

NOMENCLATURA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
⊙	POZO DE VISITA
⊙—⊙	RAMAL DE DRENAJE
□	VIVENDAS
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
⊙	POZO DE VISITA
—	TUBERÍA PVC DIÁMETRO INDICADO
- - -	PERFIL NATURAL DEL TERRENO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL
PV	POZO DE VISITA
AP	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA DE TERRENO
%	PENDIENTE DE TUBERÍA
PVC Ø 6"	DIÁMETRO DE TUBERÍA PVC ASTM D-3034



*Juan Merck Cos*  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Ing. Juan Merck Cos  
 ASESOR - SUPERVISOR DE ERS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y ERS  
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 SERVICIO PROFESIONAL SUPERVISOR DE ERS  
 SAN CARLOS DE GUATEMALA, GUATEMALA

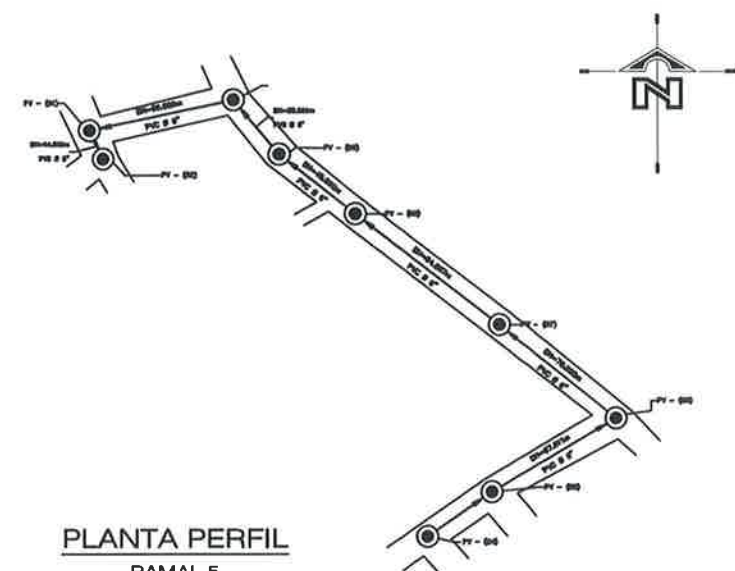
PROYECTO:  
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
 SANITARIO PARA LA ALDEA SANTA ROSALIA

CONFORME:  
 PLANTA PERFIL 5  
 11

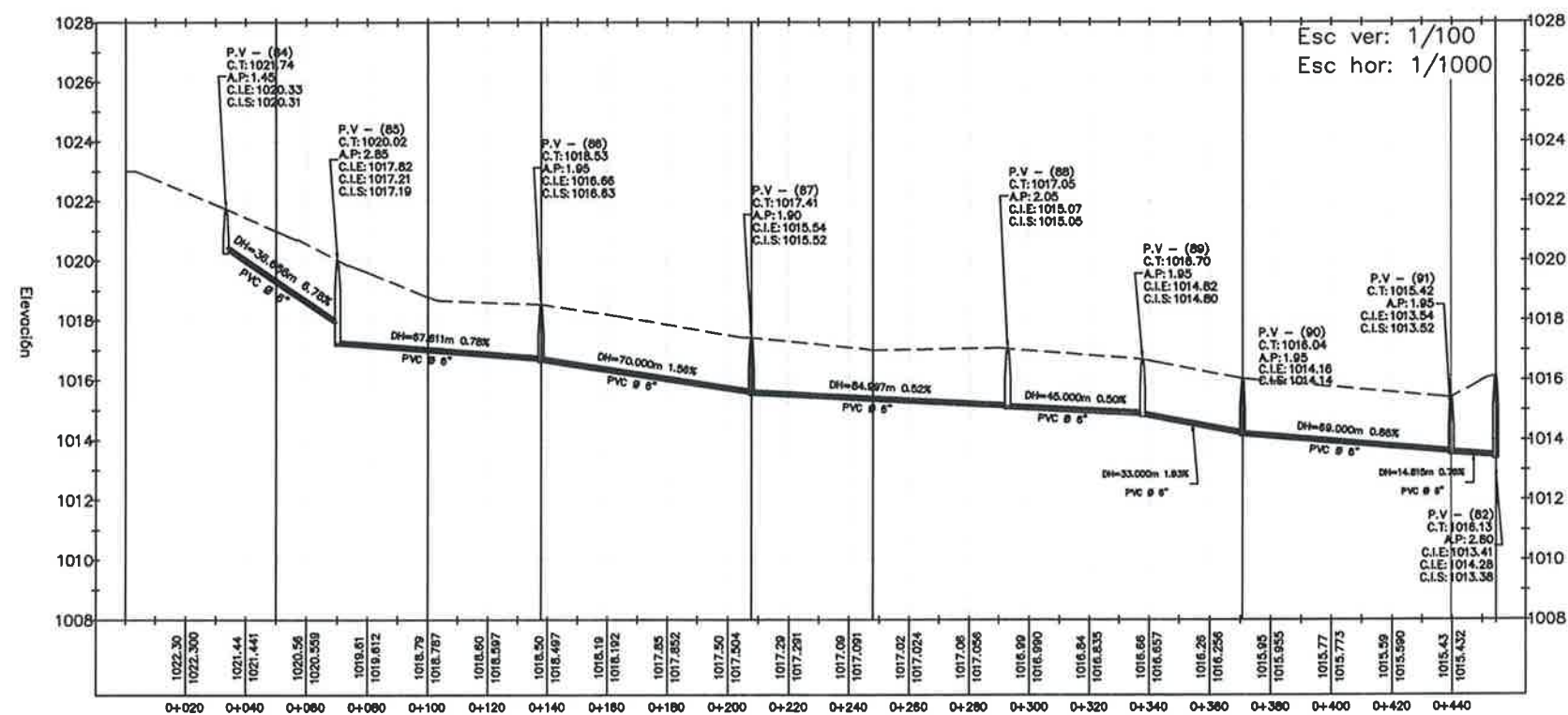


### NOMENCLATURA

SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	POZO DE VISITA
	RAMAL DE DRENAJE
	VIVENDAS
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	POZO DE VISITA
	TUBERÍA PVC DIÁMETRO INDICADO
	PERFIL NATURAL DEL TERRENO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL
PV	POZO DE VISITA
AP	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA DE TERRENO
%	PENDIENTE DE TUBERÍA
PVC Ø 6"	DIÁMETRO DE TUBERÍA PVC ASTM D-3034



**PLANTA PERFIL**  
RAMAL 5  
ESC. 1:1500



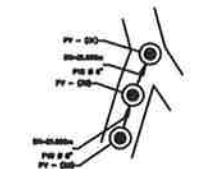
*Ing. Juan M. Erick Cos*  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
SENADO PROFESIONAL, SUPERVISOR DE EPS  
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERÍA Y EPS

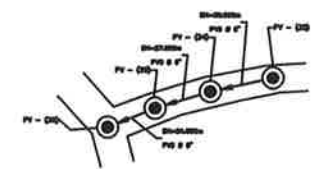
PROYECTO:  
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SANTA ROSALIA

### NOMENCLATURA

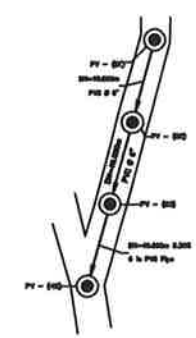
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	POZO DE VISITA
	RAMAL DE DRENAJE
	VIVIENDAS
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	POZO DE VISITA
	TUBERÍA PVC DIÁMETRO INDICADO
	PERFIL NATURAL DEL TERRENO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL
PV	POZO DE VISITA
AP	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA DE TERRENO
%	PENDIENTE DE TUBERÍA
PVC Ø 6"	DIÁMETRO DE TUBERÍA PVC ASTM D-3034



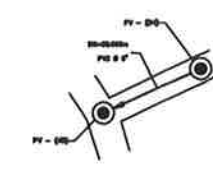
**PLANTA PERFIL**  
RAMAL 1.1  
ESC. 1:1500



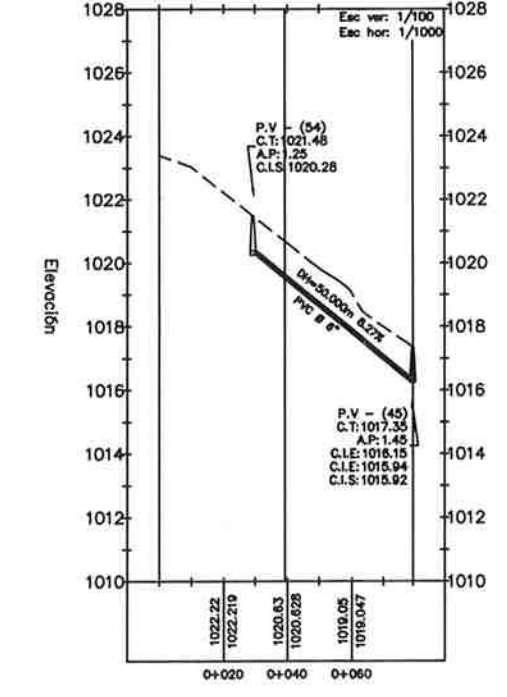
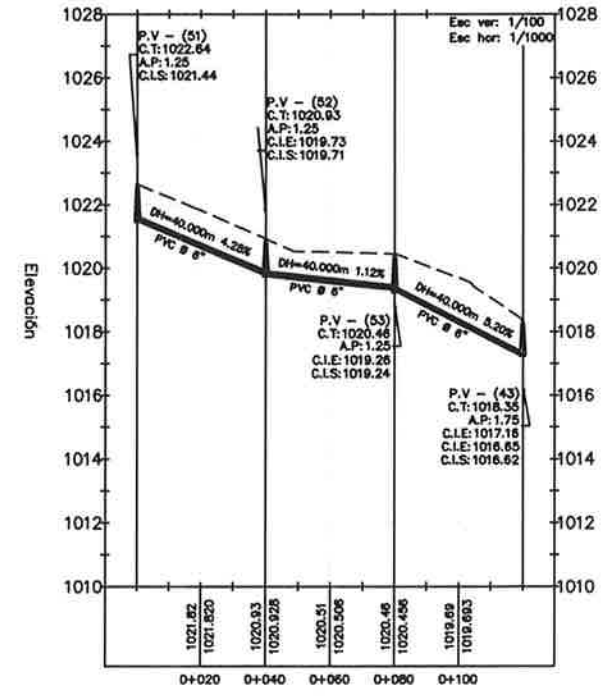
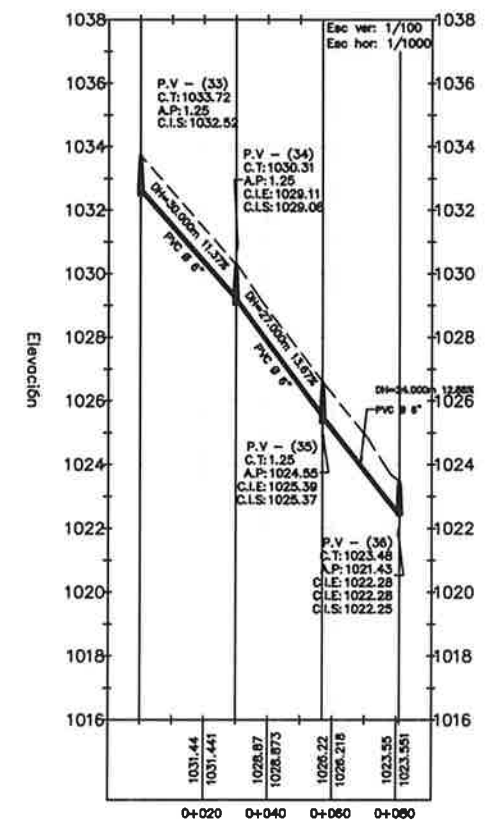
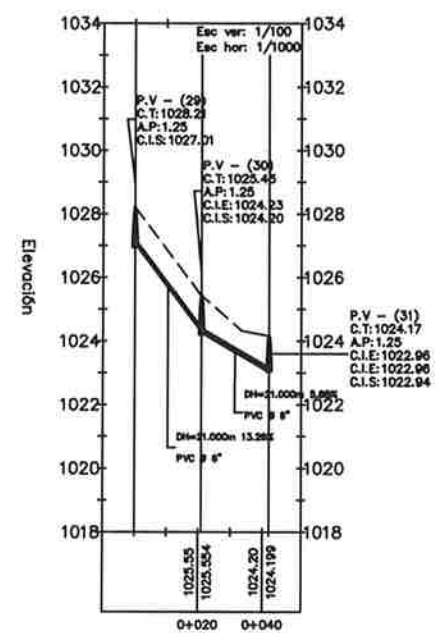
**PLANTA PERFIL**  
RAMAL 1.2  
ESC. 1:1500



**PLANTA PERFIL**  
RAMAL 1.3  
ESC. 1:1500

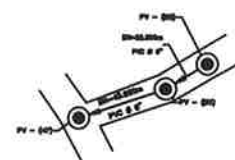
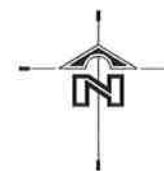


**PLANTA PERFIL**  
RAMAL 1.4  
ESC. 1:1500



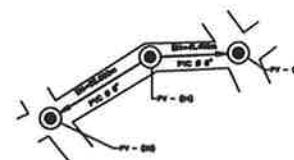
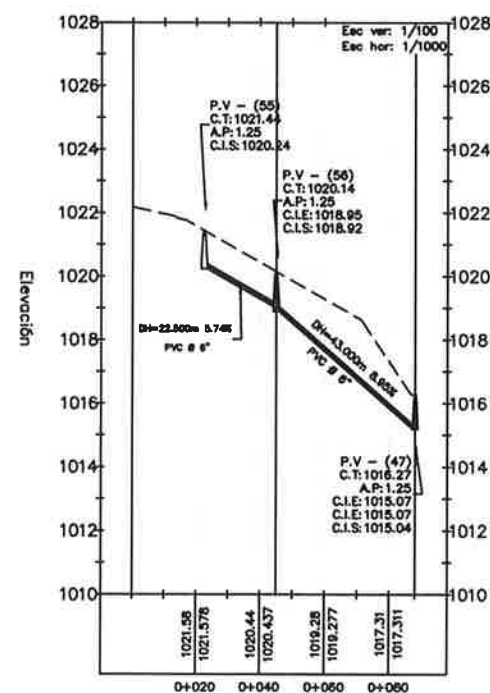
### NOMENCLATURA

SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	POZO DE VISITA
	RAMAL DE DRENAJE
	VIVIENDAS
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	POZO DE VISITA
	TUBERÍA PVC DIÁMETRO INDICADO
	PERFIL NATURAL DEL TERRENO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL
PV	POZO DE VISITA
AP	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA DE TERRENO
%	PENDIENTE DE TUBERÍA
PVC Ø 6"	DIÁMETRO DE TUBERÍA PVC ASTM D-3034



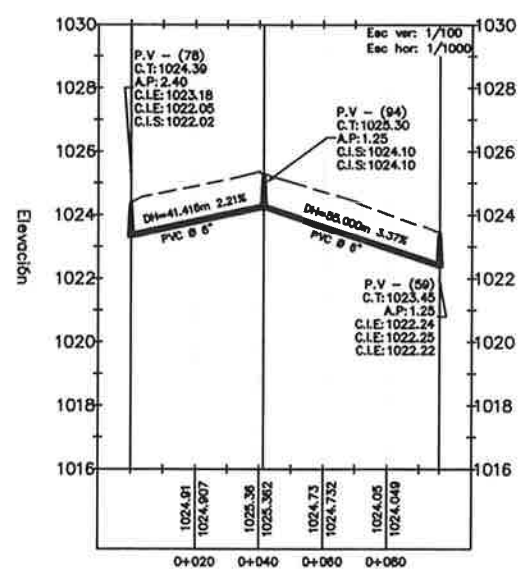
#### PLANTA PERFIL

RAMAL 1.5  
ESC. 1:1500



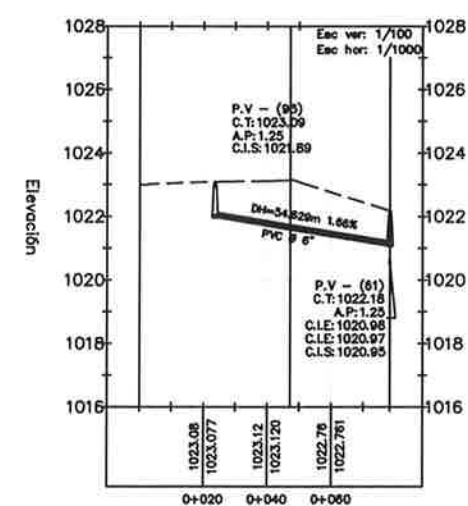
#### PLANTA PERFIL

RAMAL 4.1  
ESC. 1:1500



#### PLANTA PERFIL

RAMAL 4.2  
ESC. 1:1500



PROYECTO:  
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
SANTARO PARA LA ALDEA SANTA ROSALJA

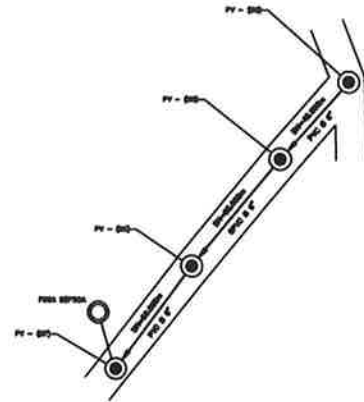
PLANTA PERFIL

8

11

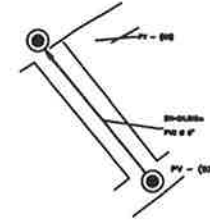
**PLANTA PERFIL**

ESC. 1:1500



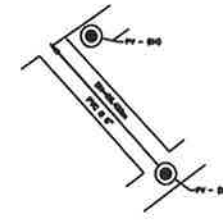
**PLANTA PERFIL**

RAMAL 6  
ESC. 1:1500



**PLANTA PERFIL**

RAMAL 5.2  
ESC. 1:1500

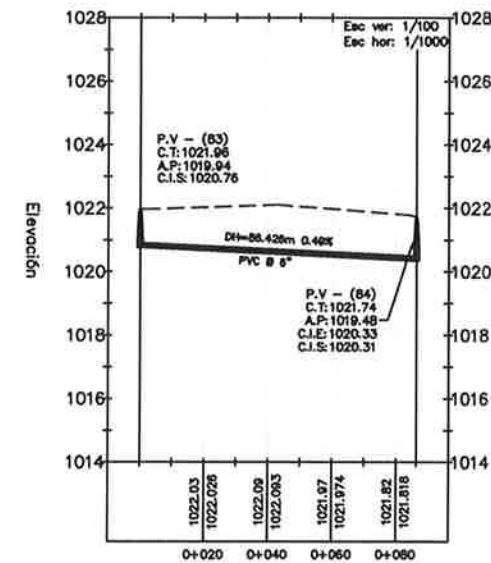
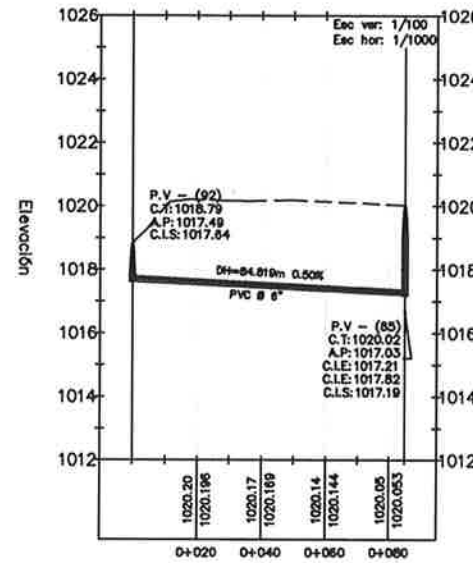
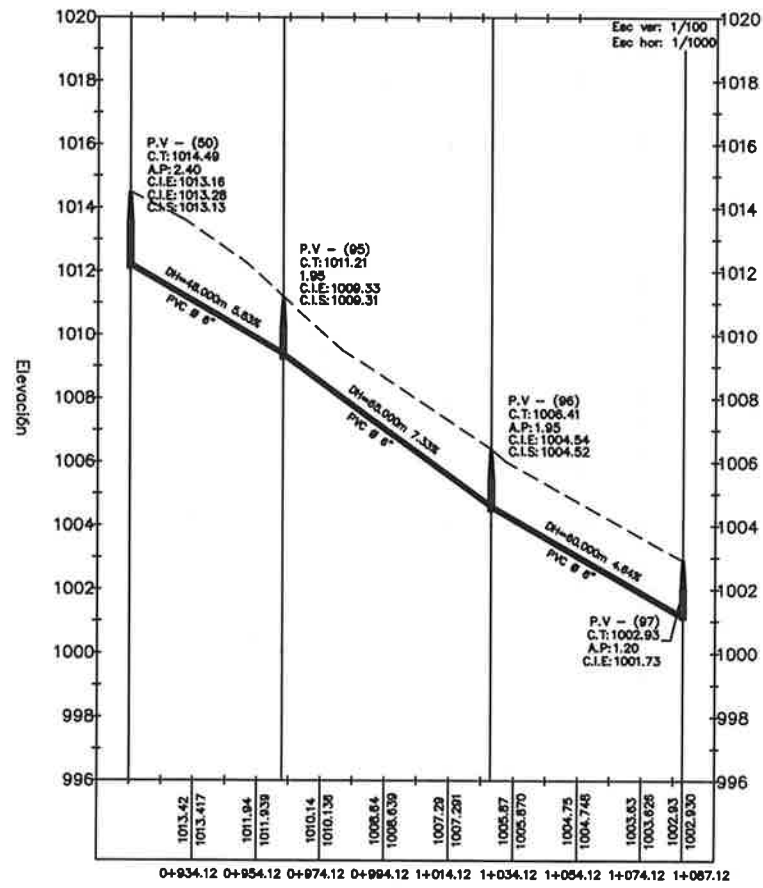


**PLANTA PERFIL**

RAMAL 5.1  
ESC. 1:1500

**NOMENCLATURA**

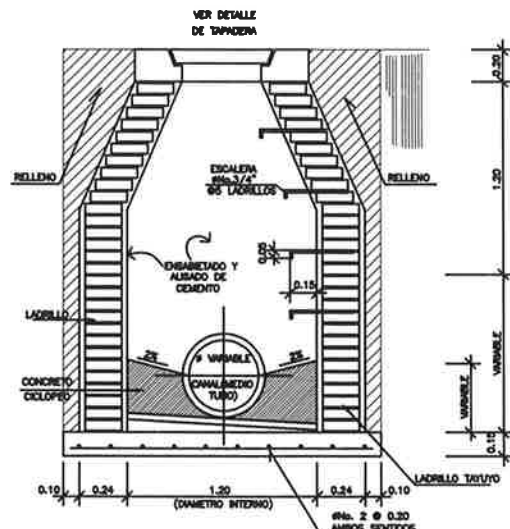
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
⊙	POZO DE VISITA
⊙—⊙	RAMAL DE DRENAJE
□	VIVIENDAS
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
⊥	POZO DE VISITA
—	TUBERÍA PVC DIÁMETRO INDICADO
- - -	PERFIL NATURAL DEL TERRENO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL
PV	POZO DE VISITA
AP	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA DE TERRENO
%	PENDIENTE DE TUBERÍA
PVC Ø 6"	DIÁMETRO DE TUBERÍA PVC ASTM D-3034



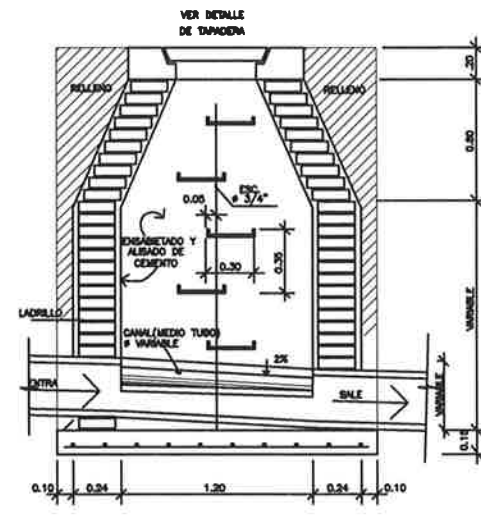
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE AGUAS  
SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

PROYECTO:  
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
SANTARDO PARA LA ALDEA SANTA ROSALIA

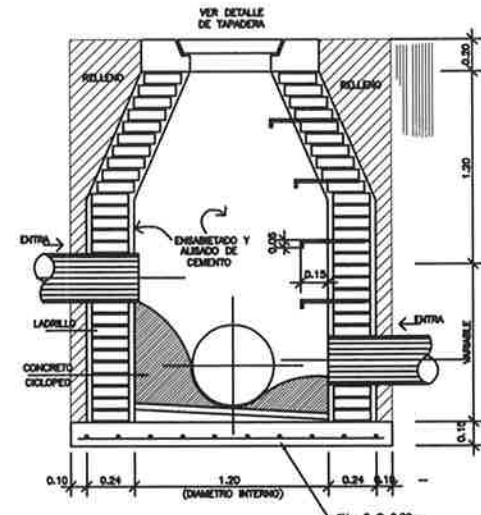




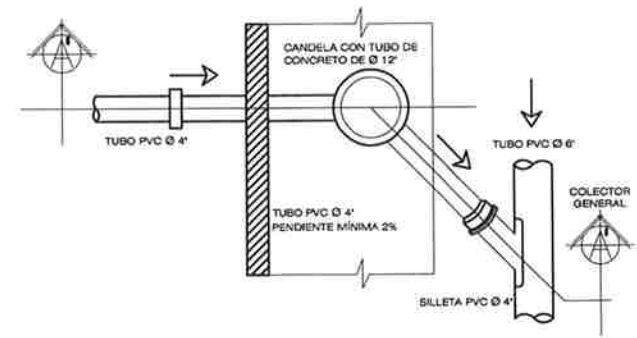
**SECCION A-A**  
ESC 1:20



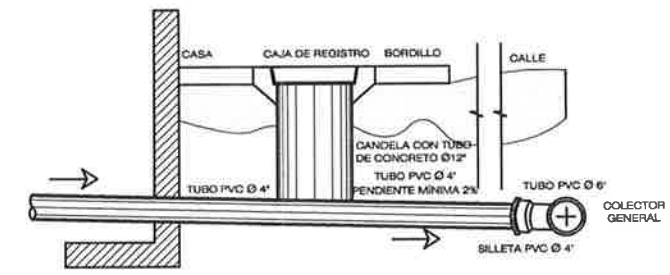
**SECCION B-B**  
ESC 1:20



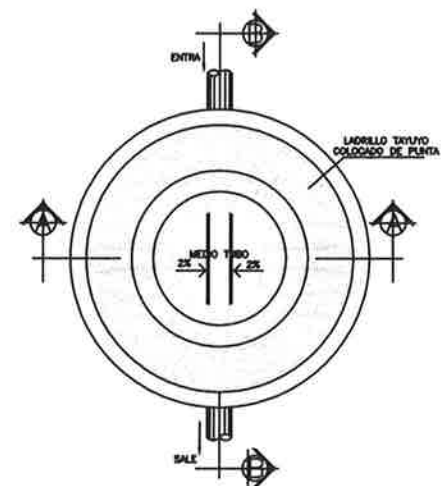
**SECCION D-D**  
ESC 1:20



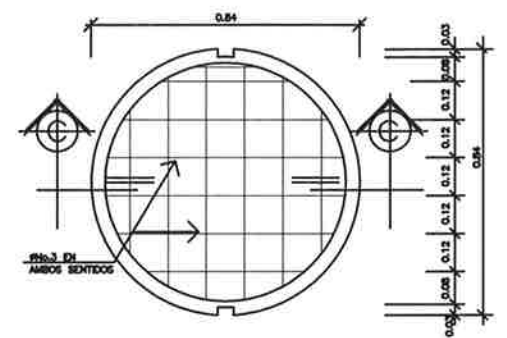
**PLANTA ACOMETIDA DOMICILIAR**  
SIN ESCALA



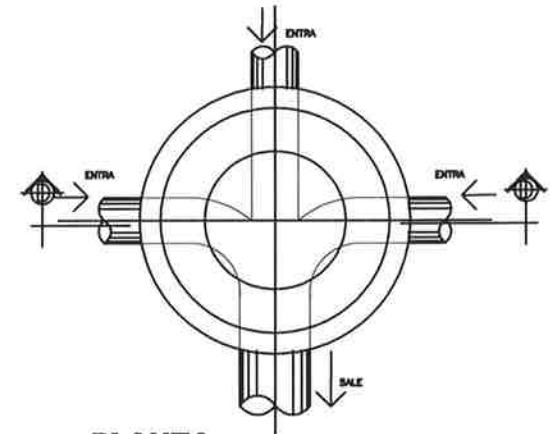
**SECCION A'-A'**  
SIN ESCALA



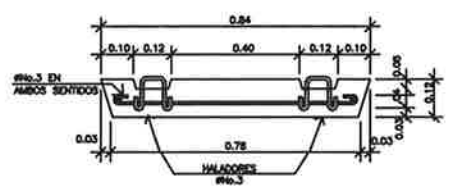
**PLANTA POZO DE VISITA**  
SIN ESCALA



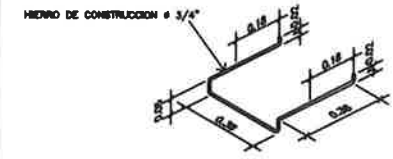
**PLANTA TAPADERA POZO DE VISITA**  
ESC 1:10



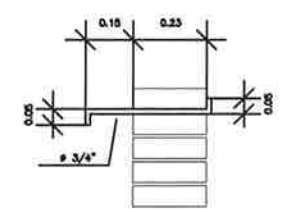
**PLANTA PARA MAS DE UNA ENTRADA**  
SIN ESCALA



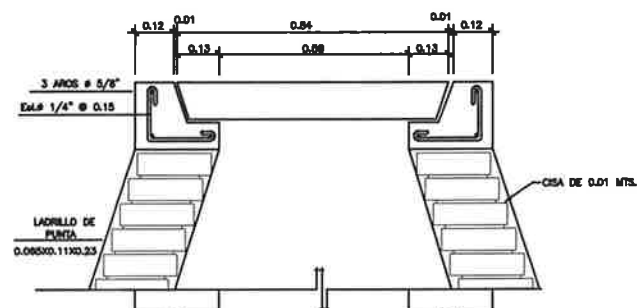
**SECCION C-C (TAPADERA)**  
ESC 1:10



**DETALLE DE ESCALON**  
ESC 1:10



**DETALLE DE ESCALON**  
ESC 1:10



**DETALLE DE BROCAL DE POZO**  
ESC 1:10

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**Concreto:**

1. El concreto debe tener una resistencia a la compresión de 210Kg/cm<sup>2</sup>.
2. El agregado grueso debe tener un diámetro mínimo de 1/2".
3. El recubrimiento mínimo para la base será de 7cm y 3.5cm para la tapadera.

**Acero:**

1. El acero debe tener un fy=2610Kg/cm<sup>2</sup>.

**Mampostería:**

1. Se utilizará ladrillo Tayuyo de 0.065 x 0.11 x 0.23 m.
2. La mampostería será conforme a las normas ASTM C-62.
3. El ladrillo tendrá una resistencia mínima a la compresión de 84Kg/cm<sup>2</sup>.

**Mortero:**

1. Se utilizará una proporción 1:3, una porción de cemento por tres de arena.
2. El agua a utilizar debe ser limpia, libre de cualquier sustancia dañina.
3. El cemento a utilizar será Portland tipo 1, ASTM C-150.
4. Se utilizará arena de río seca, ASTM C-144C.

**Tuberías:**

1. Todas las tuberías serán y deberán cumplir con la norma ASTM D-3034, no debe utilizarse tubería de diámetro menor a lo especificado en planos.
2. Las uniones realizadas entre tramos de tuberías, así como entre tubos y conexiones, cumplen con los requerimientos establecidos por las normas ASTM D-3212 y el empaque de hule utilizado para el sello entre tuberías, entre tubos y conexiones, cumple con los requerimientos de la norma ASTM F477.
3. Toda la tubería se colocará alineada y con la pendiente especificada en planos.

**NOTAS:**

1. Las tapaderas y brocales deberán curarse según las especificaciones del ACI 318 antes de su colocación.
2. Los pozos deberán identificarse según el plano de red general.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
UNIDAD DE PRACTICAS DE INGENIERIA Y EPS	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SANTA ROSALIA	
CONTENIDO: DETALLES POZO DE VISITA Y ACOMETIDA DOMICILIAR	11
FECHA: 11/05/2011	11

MÓDULO 1  
- 21 Aulas Puras

MÓDULO 2  
Primer Nivel  
- Of. Director  
- Sala de Catedráticos  
- Consultorio Médico  
- Bodega

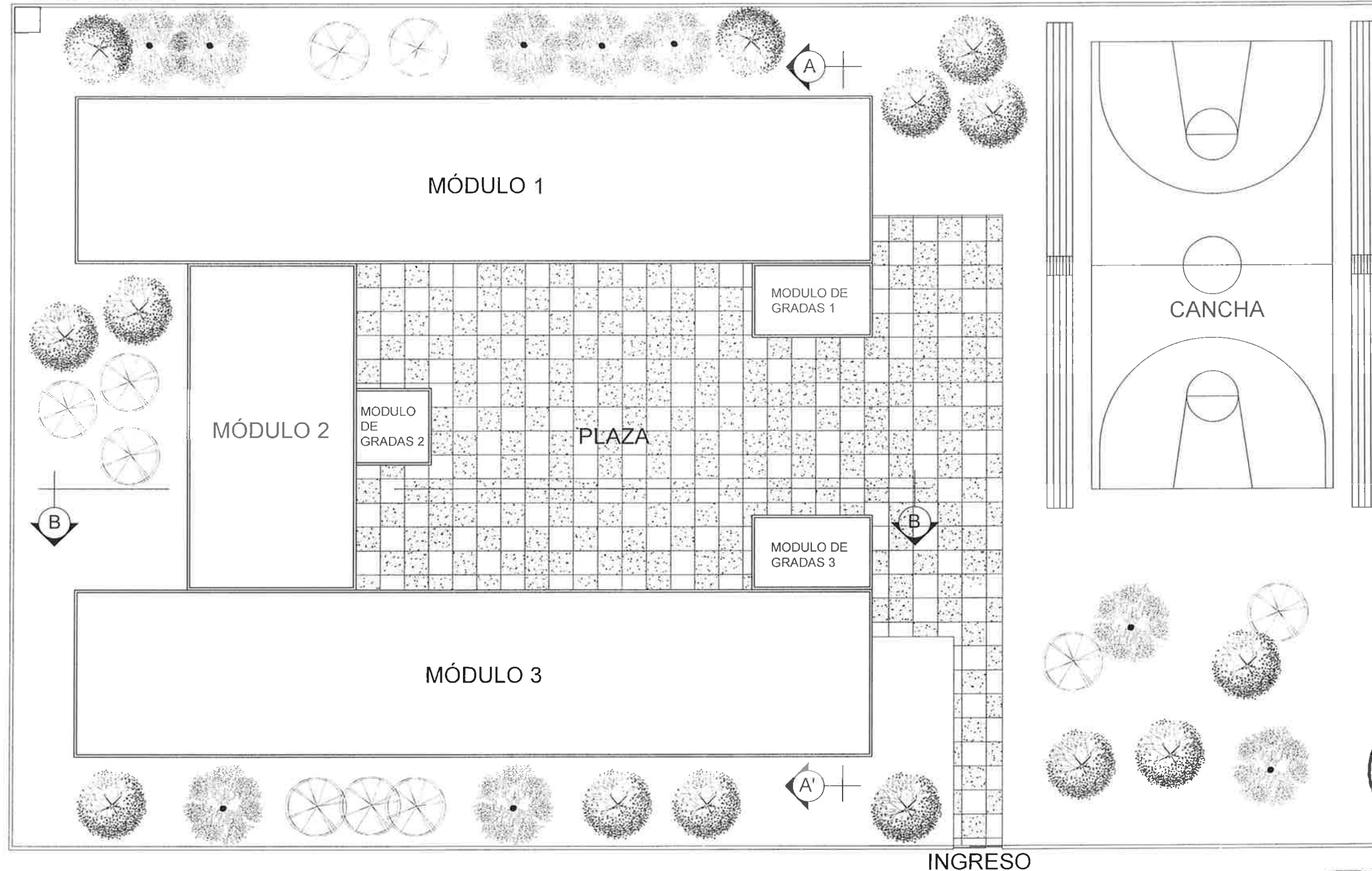
Segundo Nivel  
- 2 Bodegas  
- S.S Mujeres  
- S.S Hombres

Tercer Nivel  
- Lab. de Computación  
- Biblioteca

MÓDULO 3  
- 21 Aulas Puras



LAVANDERÍA



MÓDULO 2

MÓDULO 1

MODULO DE GRADAS 2

PLAZA

MODULO DE GRADAS 1

MODULO DE GRADAS 3

CANCHA

INGRESO

MÓDULO 3

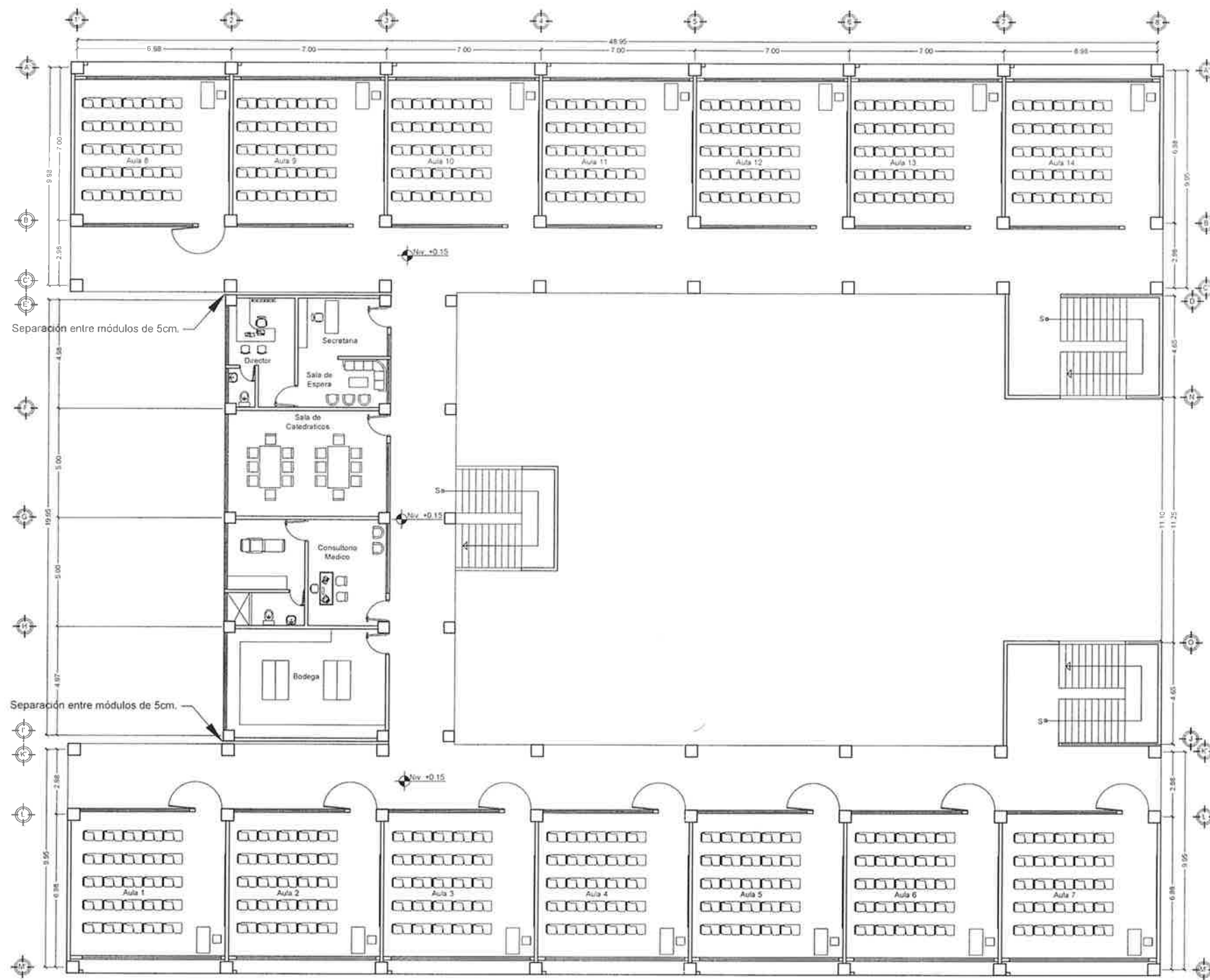
INGRESO

PLANTA DE CONJUNTO

ESC 1:125

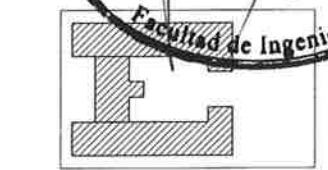


	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE ESCUELAS CHOQUUILAN
PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR	
CONTENIDO: PLANTA DE CONJUNTO	1
ASESOR: Ing. Juan Merck Cos	ESCALA: 1:125
46	



PLANTA AMUEBLADA PRIMER NIVEL

ESC 1/100



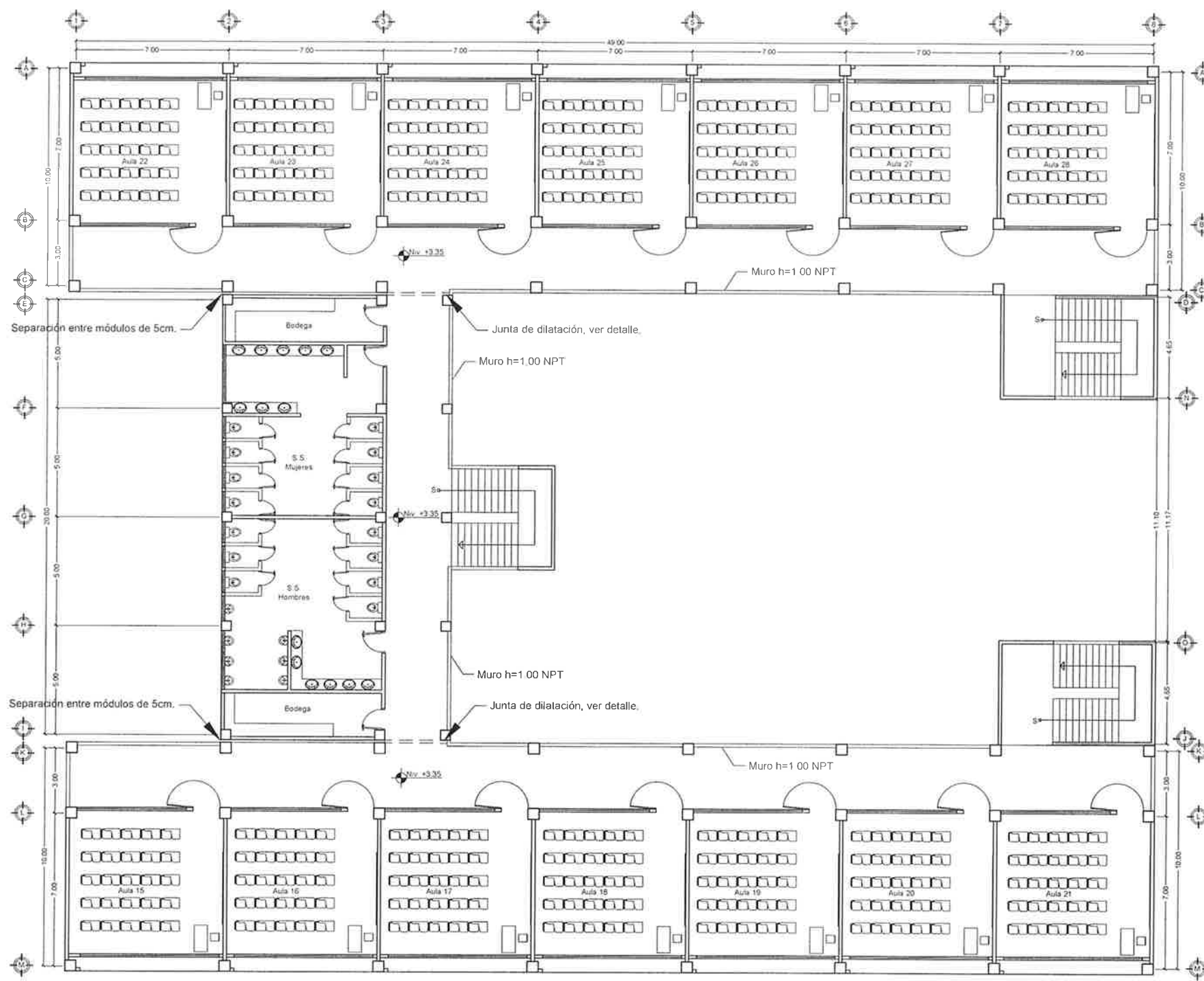
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA  
MUNICIPALIDAD DE ESQUIPULAS, CHIMULULA

PROYECTO  
EDIFICACIÓN ESCOLAR

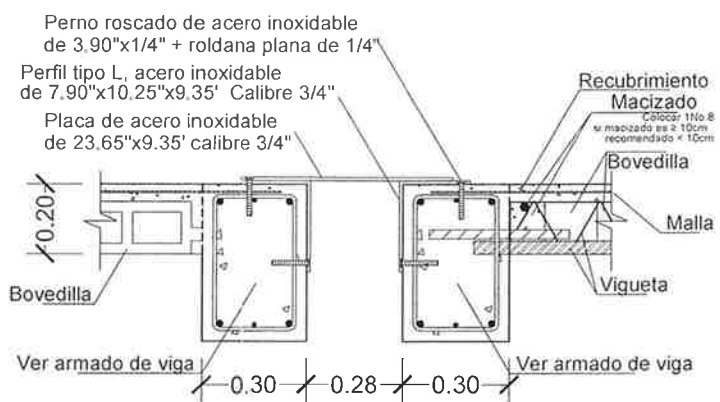
CONTENIDO  
PLANTA AMUEBLADA, PRIMER NIVEL 2

ASESOR: Ing. Juan Merck Cos  
DISEÑO EPS INGENIERIA: Ing. Fernando Equi Merck  
ESCALA: 1/100  
46





PLANTA AMUEBLADA SEGUNDO NIVEL  
ESC 1/100

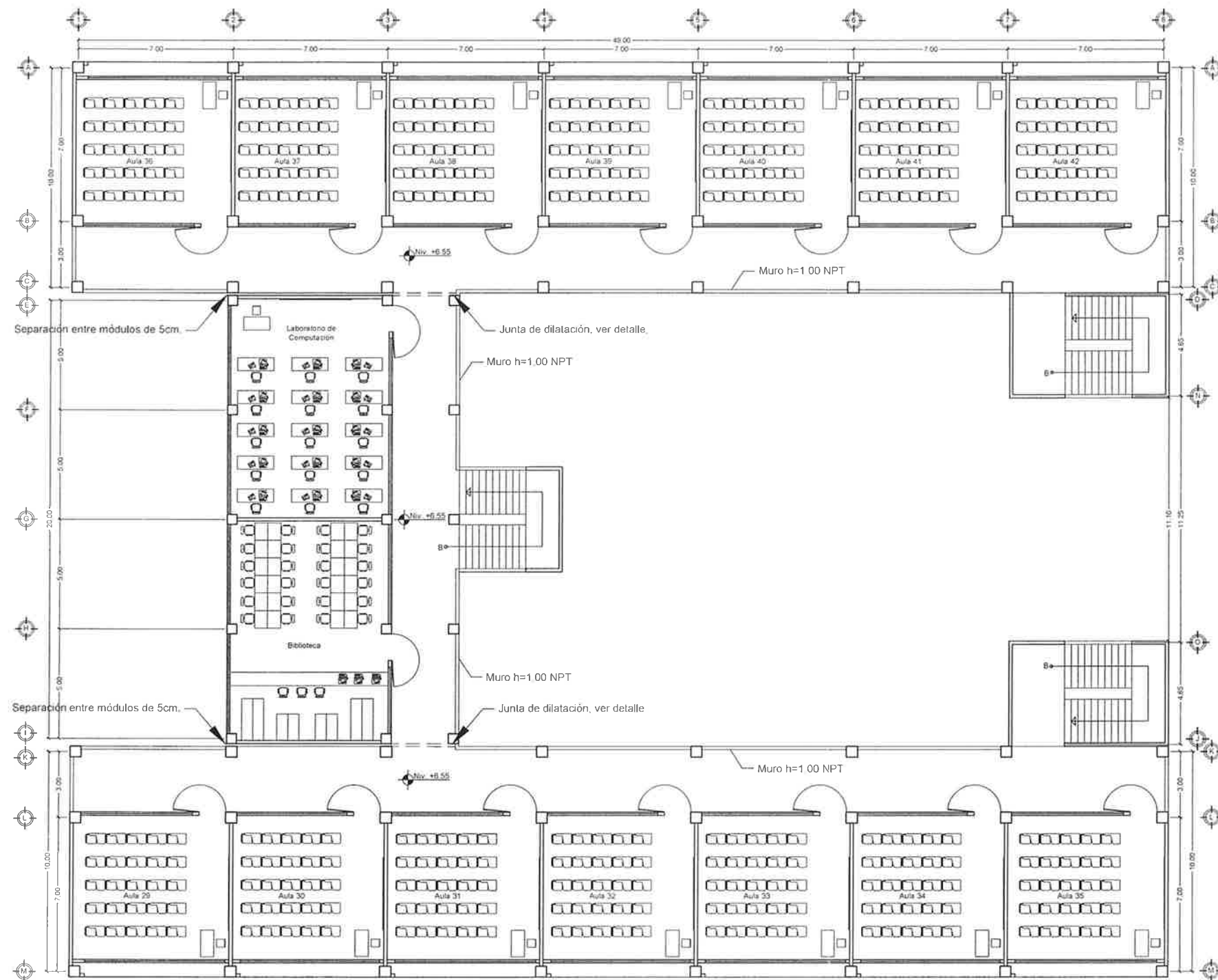


JUNTA DE DILATACIÓN

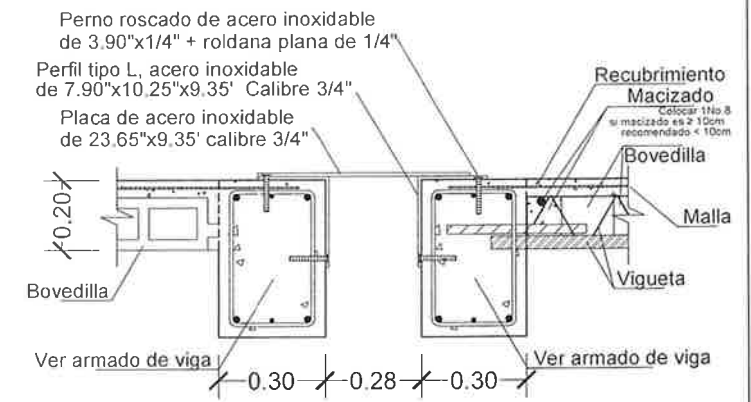
Nota: se colocarán pernos a cada 30 centímetros.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE ESCUELAS, CHIMULÁ	
PROYECTO:	EDIFICACIÓN ESCOLAR
CONTENIDO:	PLANTA AMUEBLADA, SEGUNDO NIVEL
ASESOR:	Ing. Juan Merck Cos
DISEÑO:	EPS F1201ACR41
FECHA:	2006-01-25
ESCALA:	1:100
	3
	46



PLANTA AMUEBLADA TERCER NIVEL  
ESC. 1/100

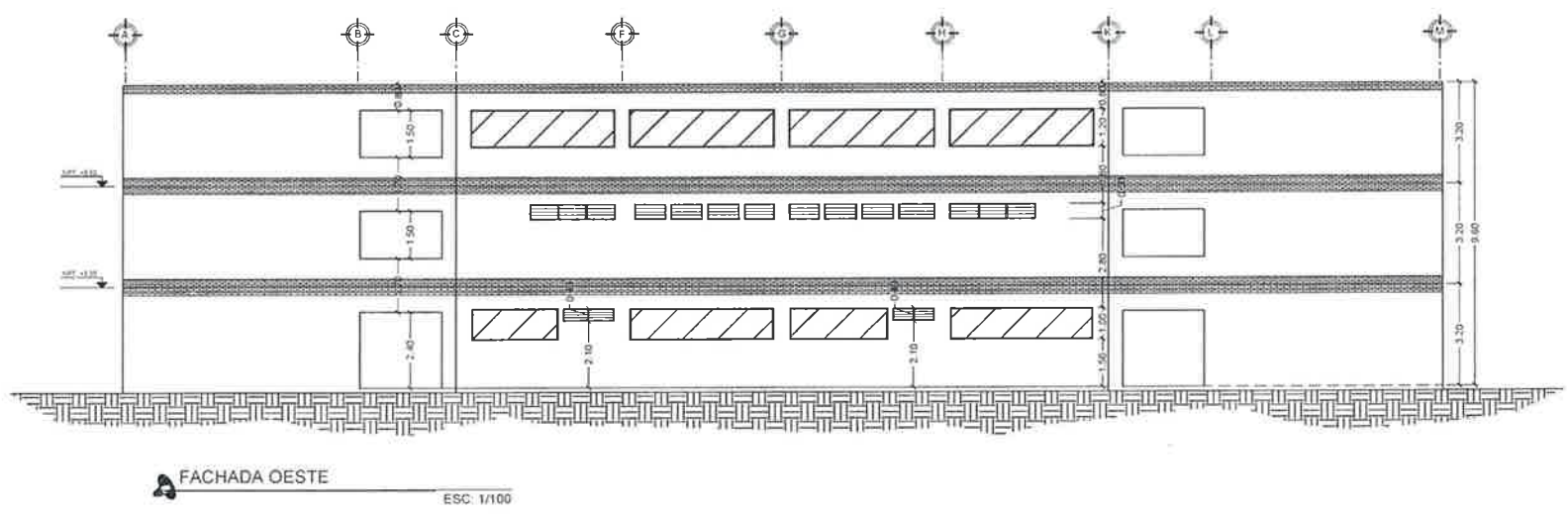
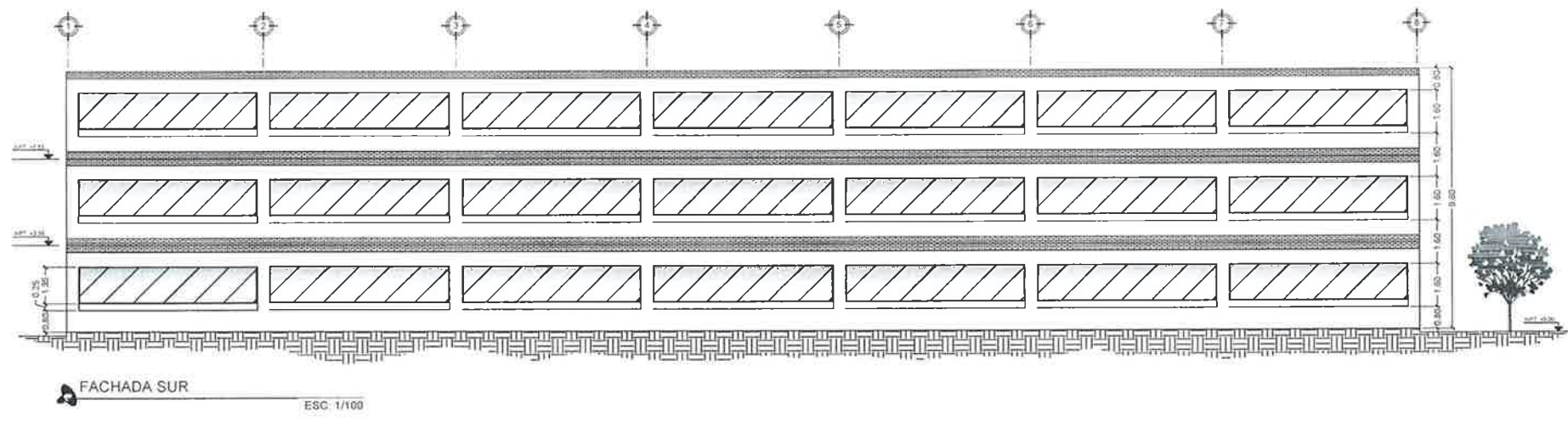


JUNTA DE DILATACIÓN

Nota: se colocarán pernos a cada 30 centímetros.

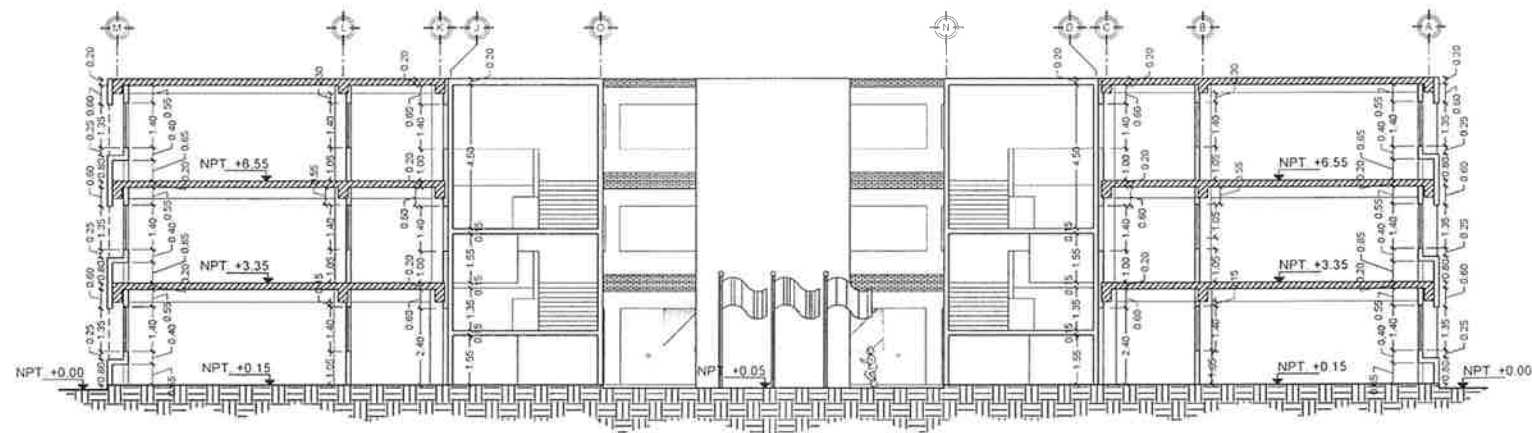


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE ESCUELAS, CHIMULULA	
PROYECTO EDIFICACIÓN ESCOLAR	
CONTENIDO PLANTA AMUEBLADA, TERCER NIVEL	4
ASESOR Ing. Juan Merck Cos	ESCALA 1/100
46	

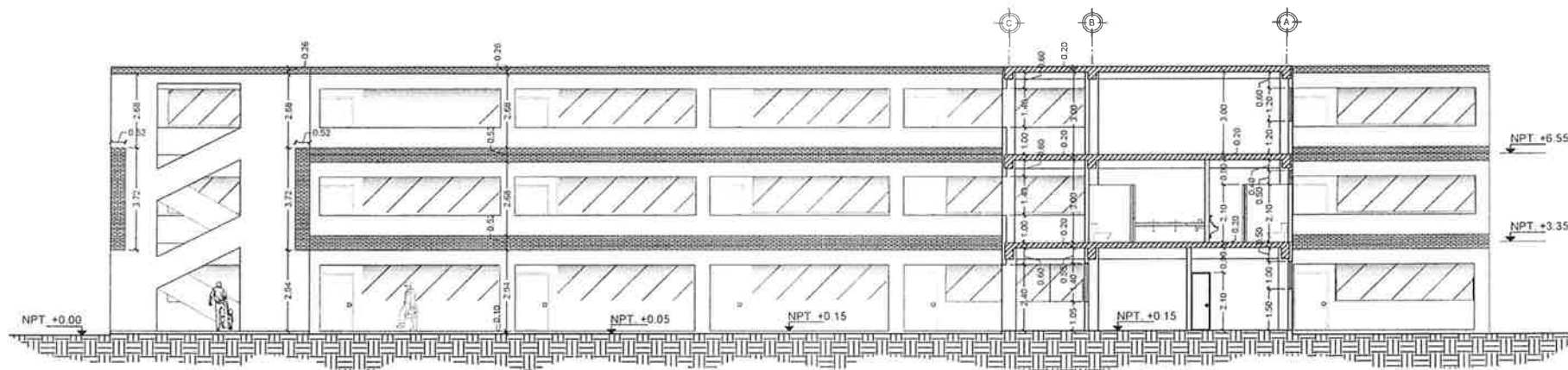


  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Ing. Juan Merck Cos  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE EQUULUJA, QUIMUTEL	
PROYECTO EDIFICACIÓN ESCOLAR	
CONTENIDO ELEVACIONES	5
ASESOR Ing. Juan Merck Cos	DISEÑO EPS INGENIERIA Ing. Fabrice Aguirre Thomas 2023-2024
EBCALP 1.100	46



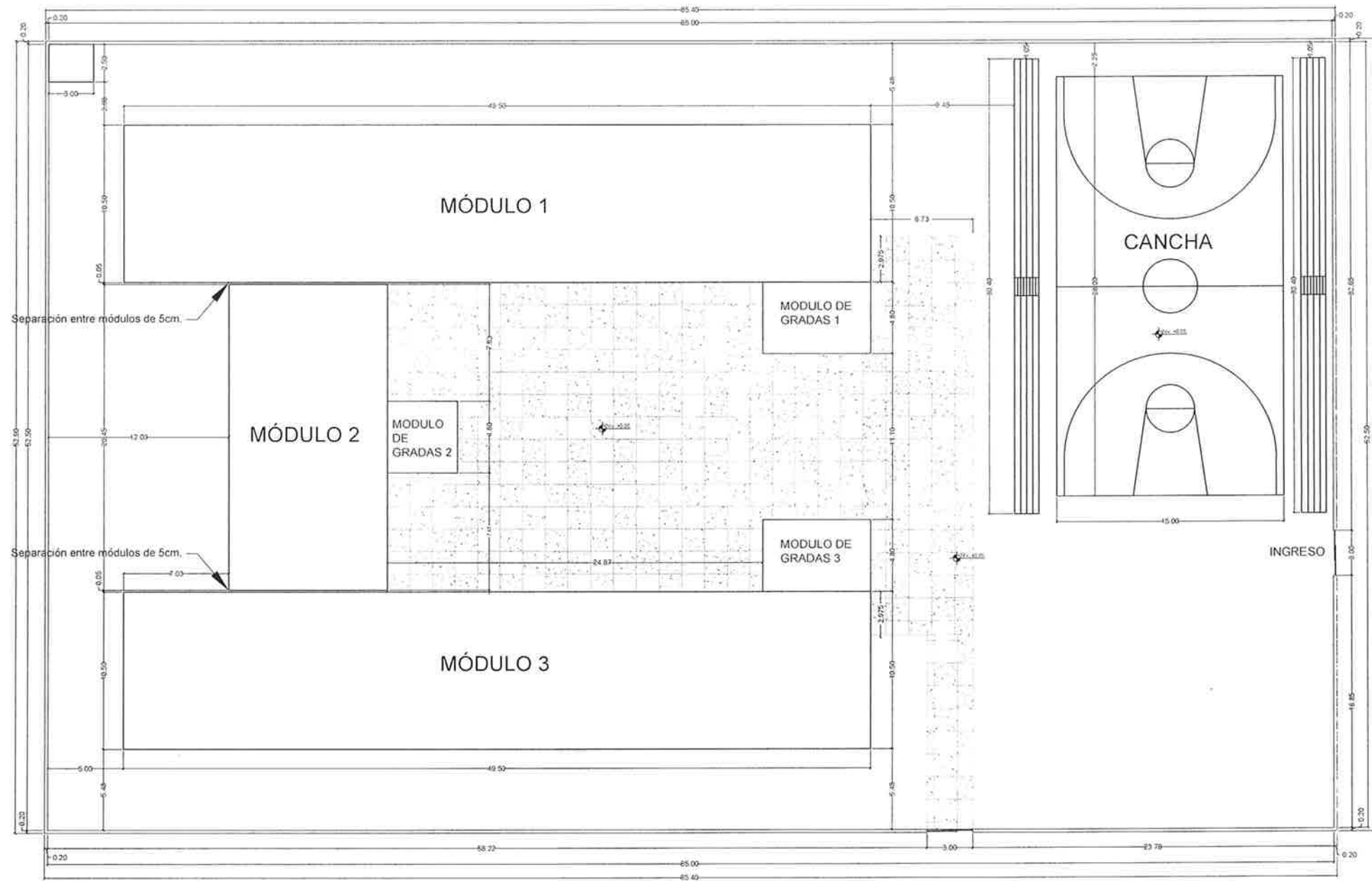
SECCIÓN A-A  
ESC. 1/100



SECCIÓN B-B  
ESC. 1/100

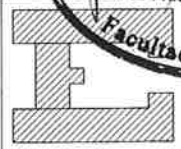
*Juan Merck Cos*  
**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Ing. Juan Merck Cos**  
**ASESOR - SUPERVISOR DE EPS**  
**Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS**  
**Facultad de Ingeniería**

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE ESCUAPAL, CACAHUPEL	
PROYECTO EDIFICACION ESCOLAR	
CONTENIDO SECCIONES	6 46
ASISOR Ing. Juan Merck Cos	ESCALA 1/100

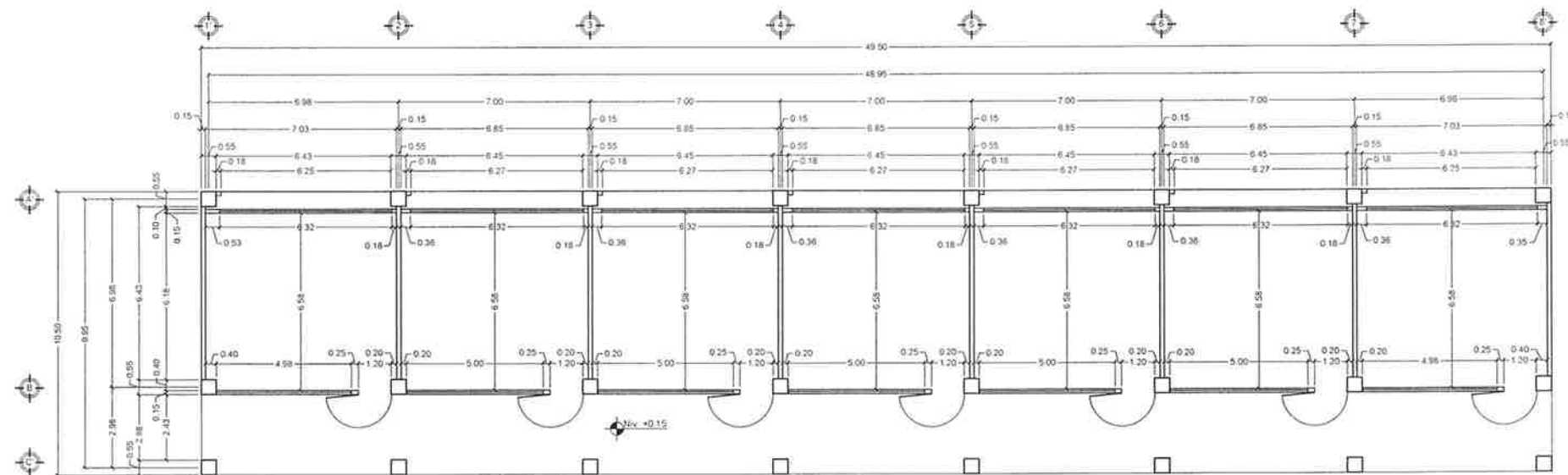


PLANTA ACOTADA DE MÓDULOS  
ESC 1/150

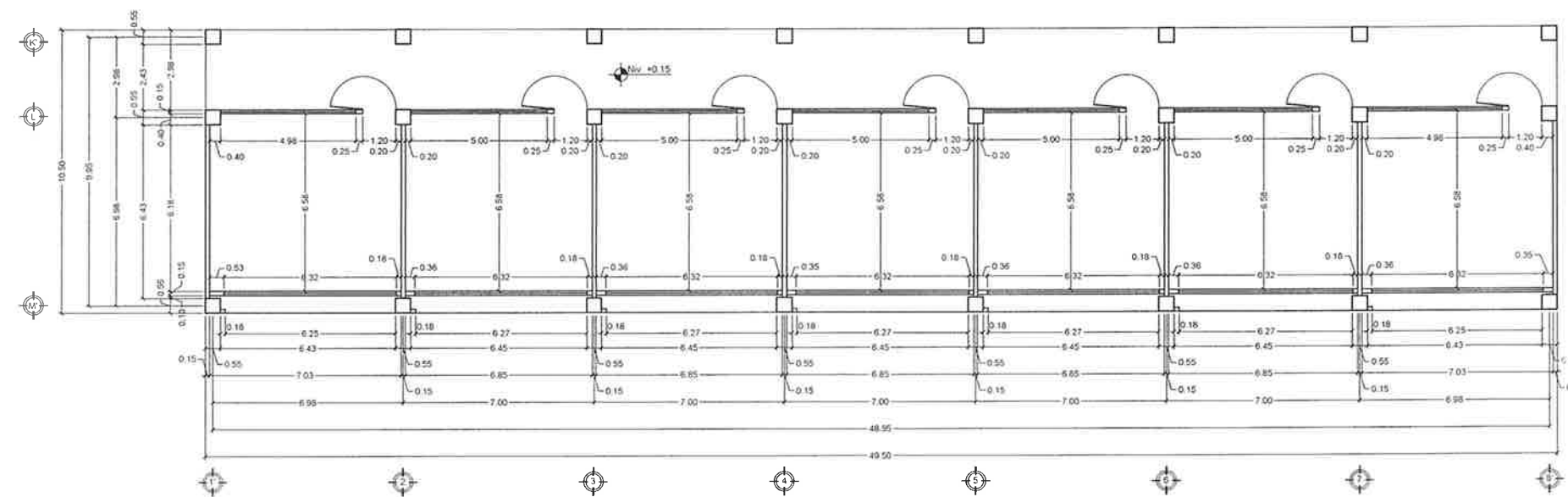
*Juan Merck Cos*  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Ing. Juan Merck Cos  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE ESCUAPULAS, CANTONAMIA	
PROYECTO EDIFICACIÓN ESCOLAR	
CONTEJIDO PLANTA ACOTADA DE MÓDULOS	7
ASESOR Ing. Juan Merck Cos	46



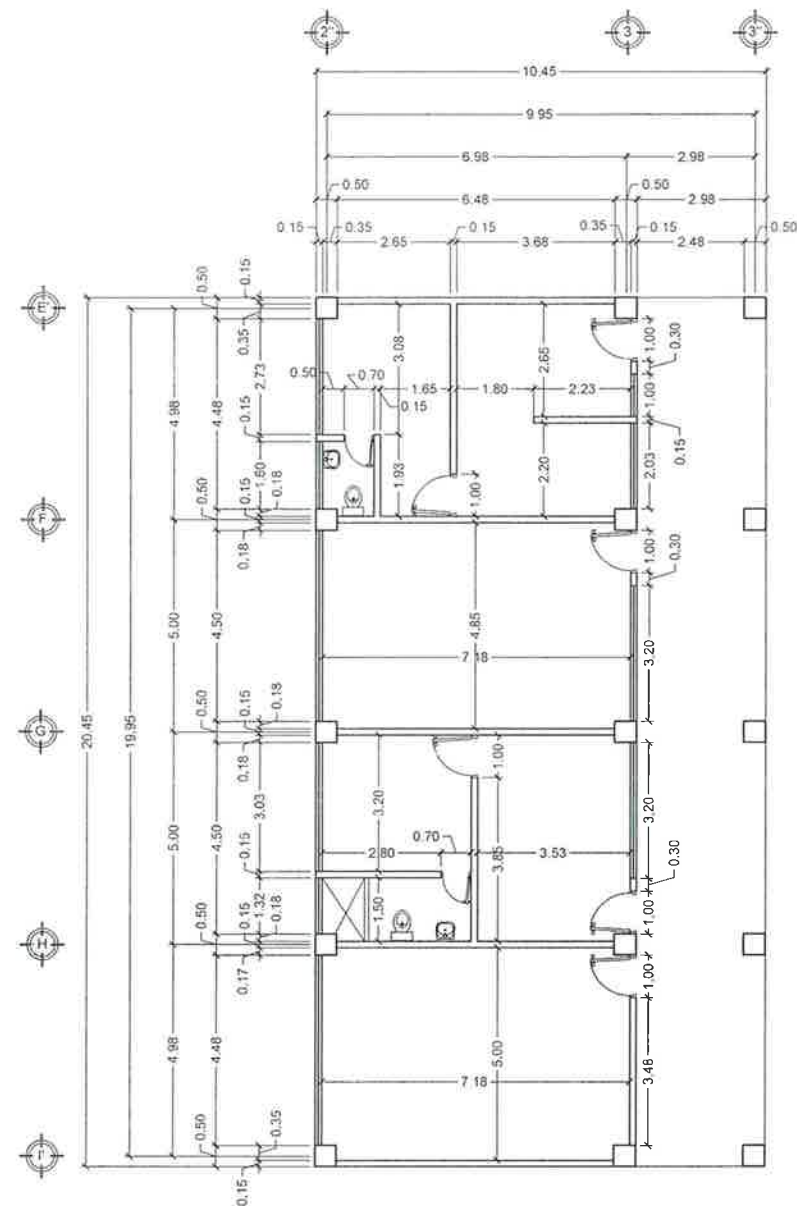
PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL  
MÓDULO 1  
ESC. 1/100



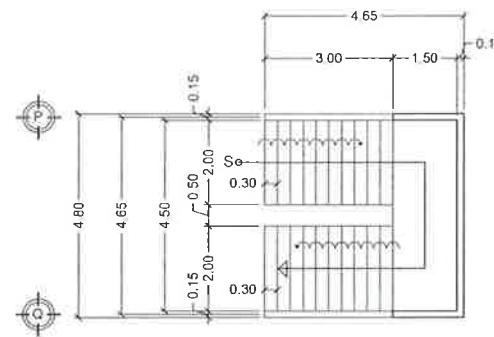
PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL  
MÓDULO 3  
ESC. 1/100

*Juan Merck Cos*  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ing. Juan Merck Cos  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería

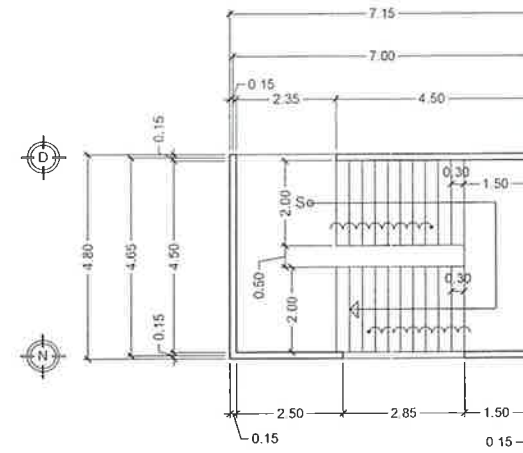
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE ESQUILAS, QUIMUTEL
PROYECTO EDIFICACIÓN ESCOLAR	
CONTENIDO PLANTA ACOTADA, PRIMER NIVEL	8
4 de 504 Ing. Juan Merck Cos	ESCALA 1:100 4 de 504



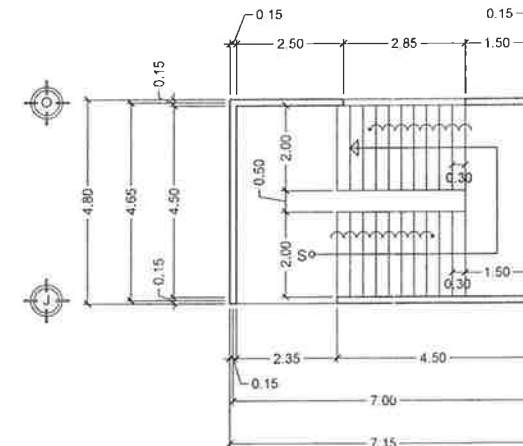
PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL  
MÓDULO 2  
ESC. 1/75



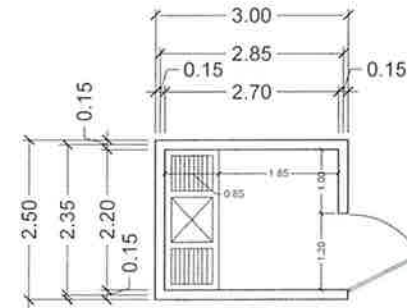
PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL  
MÓDULO DE GRADAS 1  
ESC. 1/75



PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL  
MÓDULO DE GRADAS 2  
ESC. 1/75



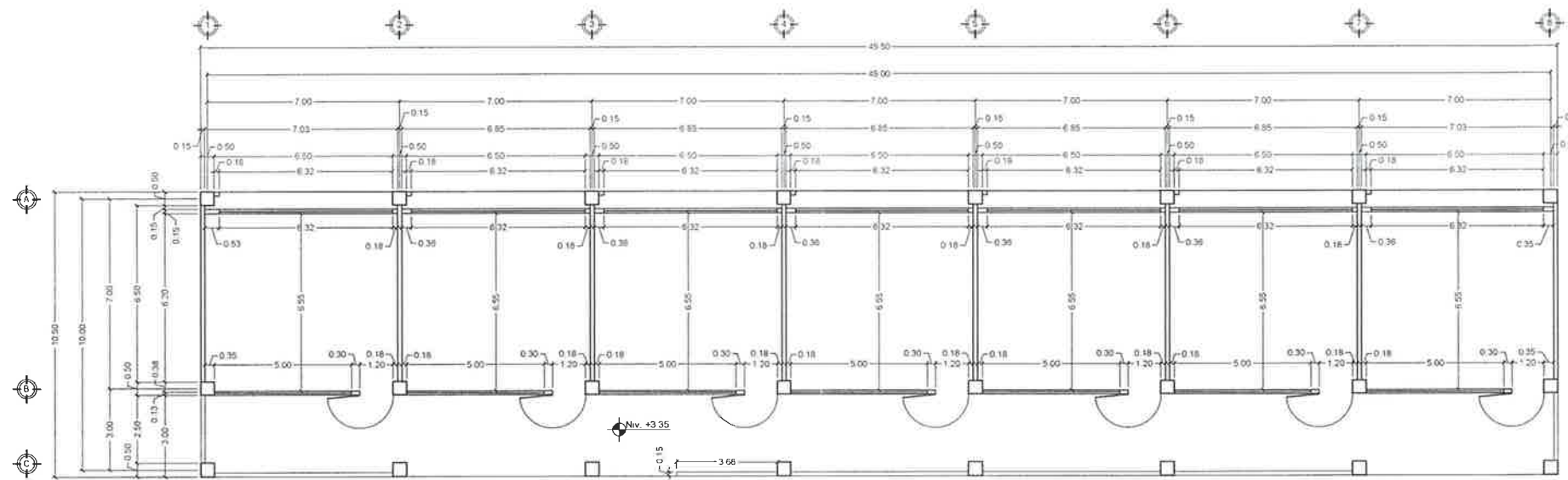
PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL  
MÓDULO DE GRADAS 3  
ESC. 1/75



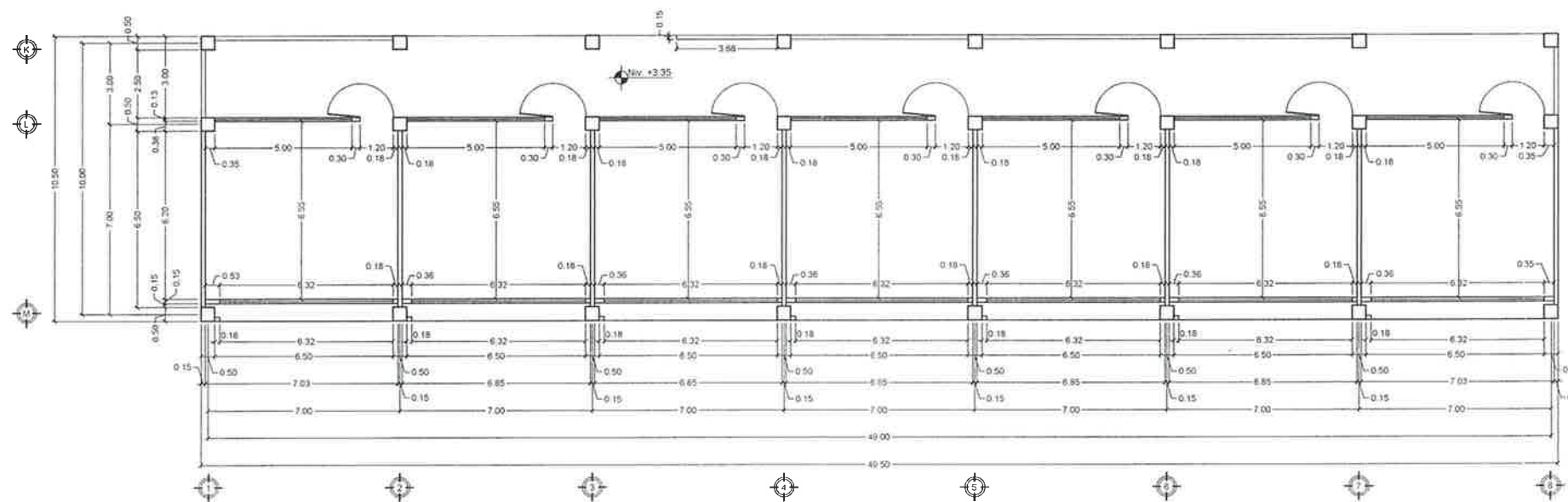
PLANTA ACOTADA  
MÓDULO LAVANDERÍA  
ESC. 1/50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA MAYORALDAD DE ESCUELAS, CAYAMALÁN		
PROYECTO EDIFICACIÓN ESCOLAR		
CONTENIDO PLANTA ACOTADA, PRIMER NIVEL	9	46
ASESOR Ing. Juan Merck Cos	ESCALA 1:50	



PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL  
MÓDULO 1  
ESC. 1/100



PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL  
MÓDULO 3  
ESC. 1/100



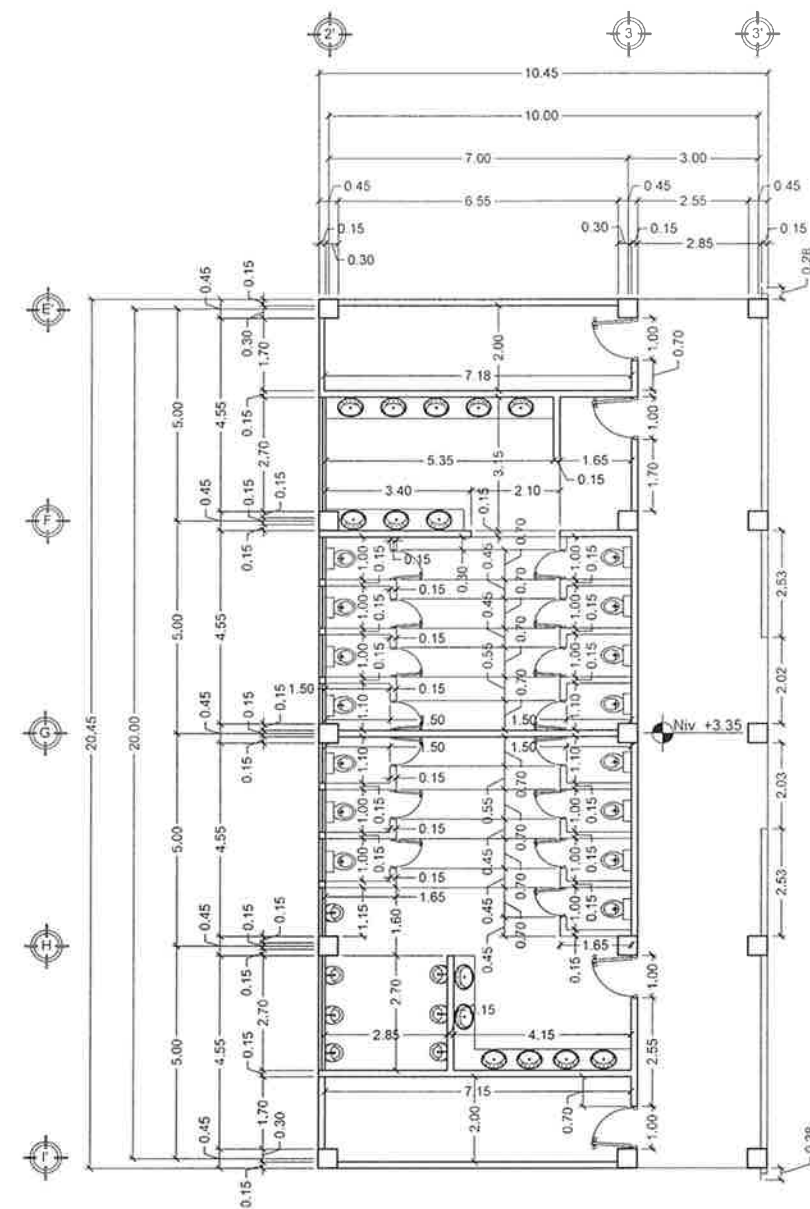
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA  
MUNICIPALIDAD DE ESCOBARLAS, CHIMEL

PROYECTO  
EDIFICACIÓN ESCOLAR

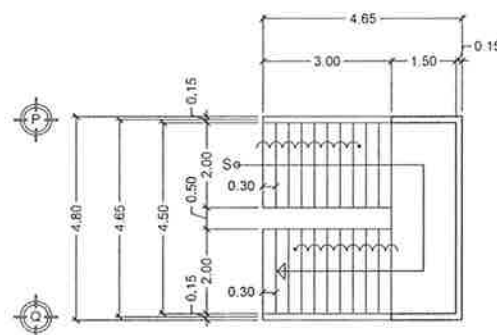
CONTENIDO  
PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL  
ASESOR Ing. Juan Merck Cos  
DISEÑO EPS Y EJECUCIÓN DA PAZ 2015  
ENCALA 1/100

10  
46

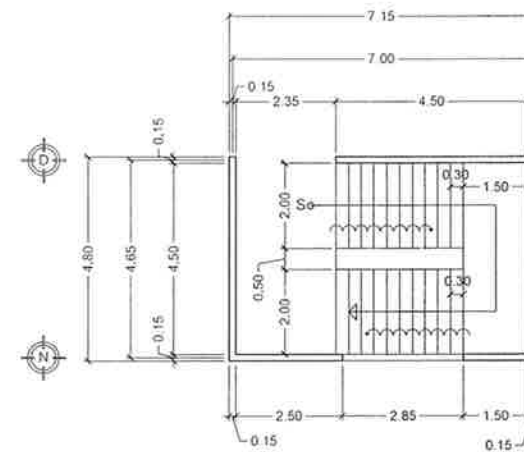




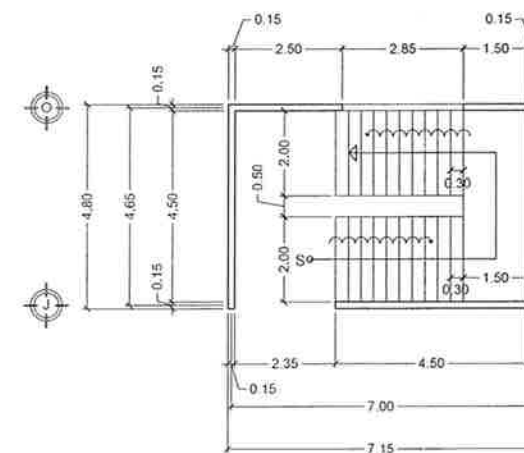
PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL  
MÓDULO 2  
ESC. 1/75



PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL  
MÓDULO DE GRADAS 2  
ESC. 1/75



PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL  
MÓDULO DE GRADAS 1  
ESC. 1/75



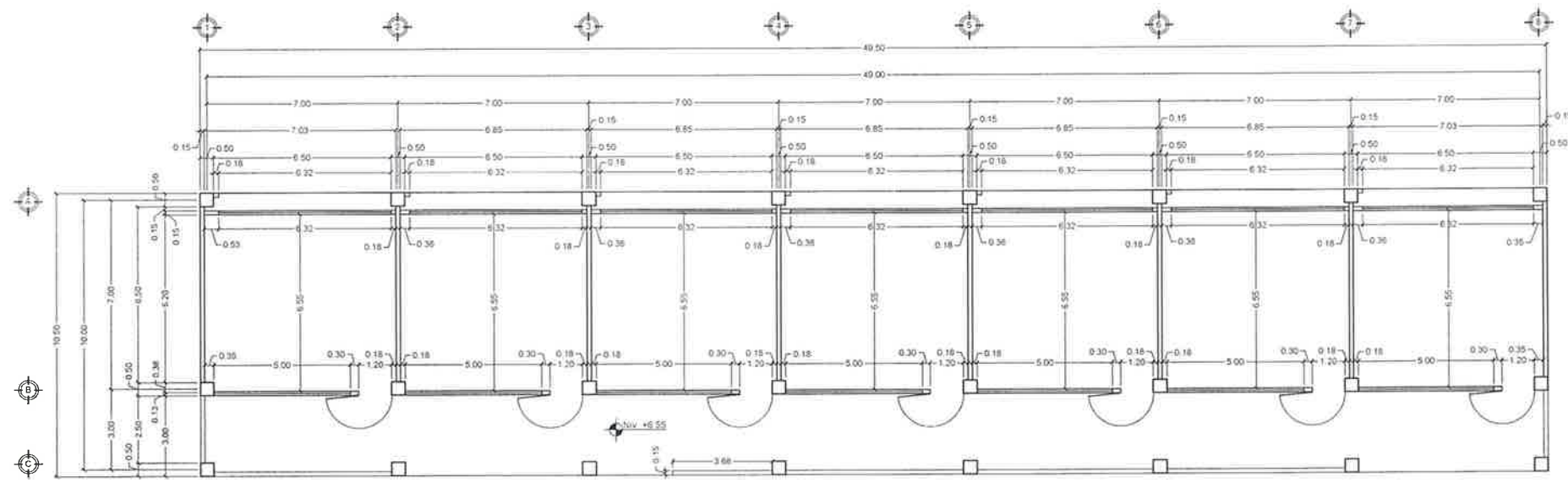
PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL  
MÓDULO DE GRADAS 3  
ESC. 1/75



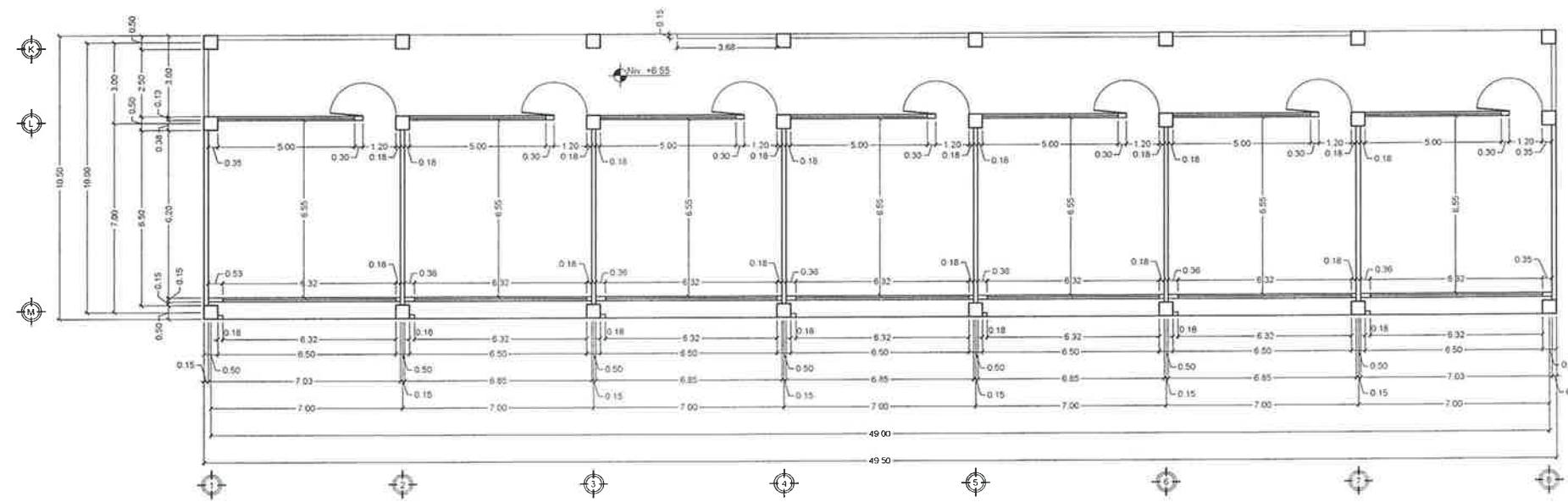
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA  
MUNICIPALIDAD DE ESCUELAS, CHOLOJOLA

PROYECTO  
EDIFICACIÓN ESCOLAR

ASESOR Ing. Juan Merck Cos	DISEÑO EPES/PROYECTISTA Dy. Felipe Aguilar Merck 2009-2020	ESCALA INDICADA	11/46
-------------------------------	--	--------------------	-------

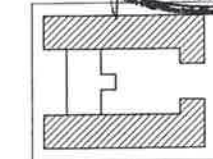


PLANTA ACOTADA TERCER NIVEL  
MÓDULO 1  
ESC. 1/100



PLANTA ACOTADA TERCER NIVEL  
MÓDULO 3  
ESC. 1/100

*Juan Merck Cos*  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Ing. Juan Merck Cos  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería

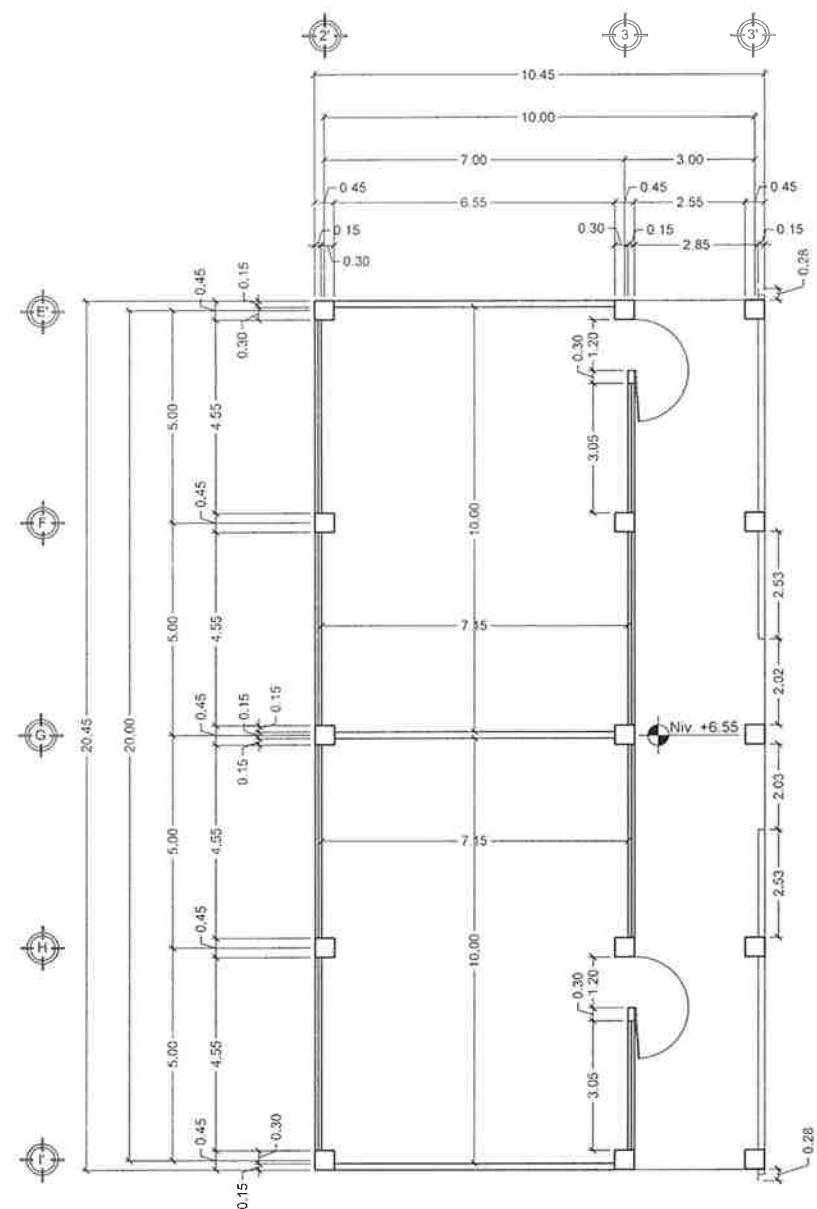


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA  
 MUNICIPALIDAD DE ESCUAPULAS, CHOYUTLAN

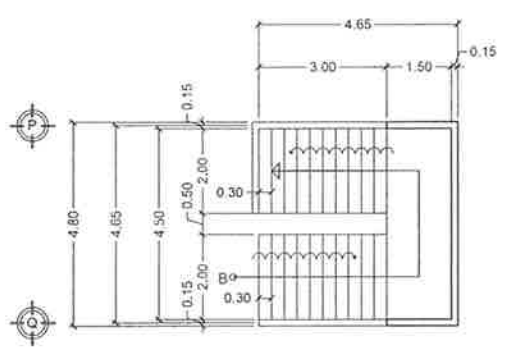
PROYECTO:  
 EDIFICACIÓN ESCOLAR

CONTENIDO  
 PLANTA ACOTADA TERCER NIVEL 12/46

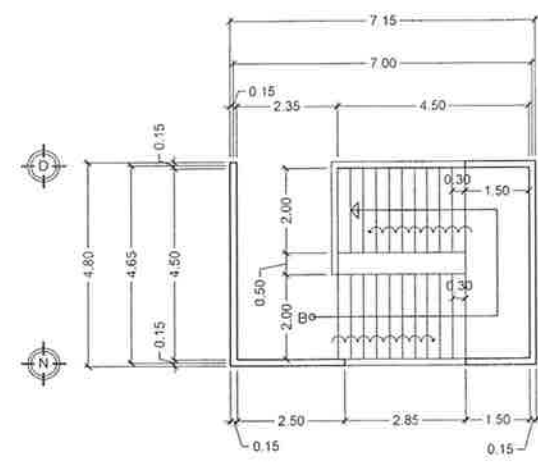
ASESOR: DISEÑO EPS INGENIERIA ESCALA:  
 Ing. Juan Merck Cos 31-Francisco Aguilar Merck Cos 1:100  
 Merck Cos 2008-40308



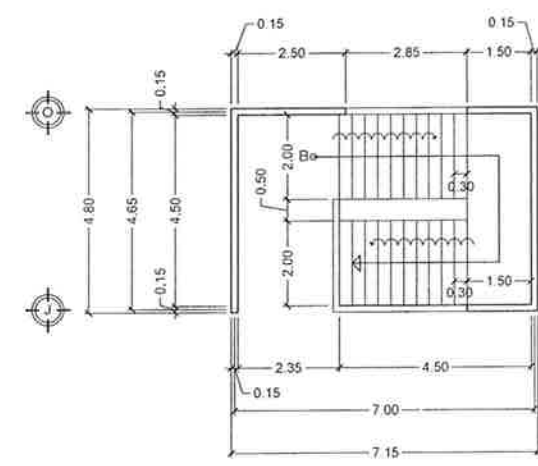
PLANTA ACOTADA TERCER NIVEL  
MÓDULO 2  
ESC: 1/75



PLANTA ACOTADA TERCER NIVEL  
MÓDULO DE GRADAS 2  
ESC: 1/75



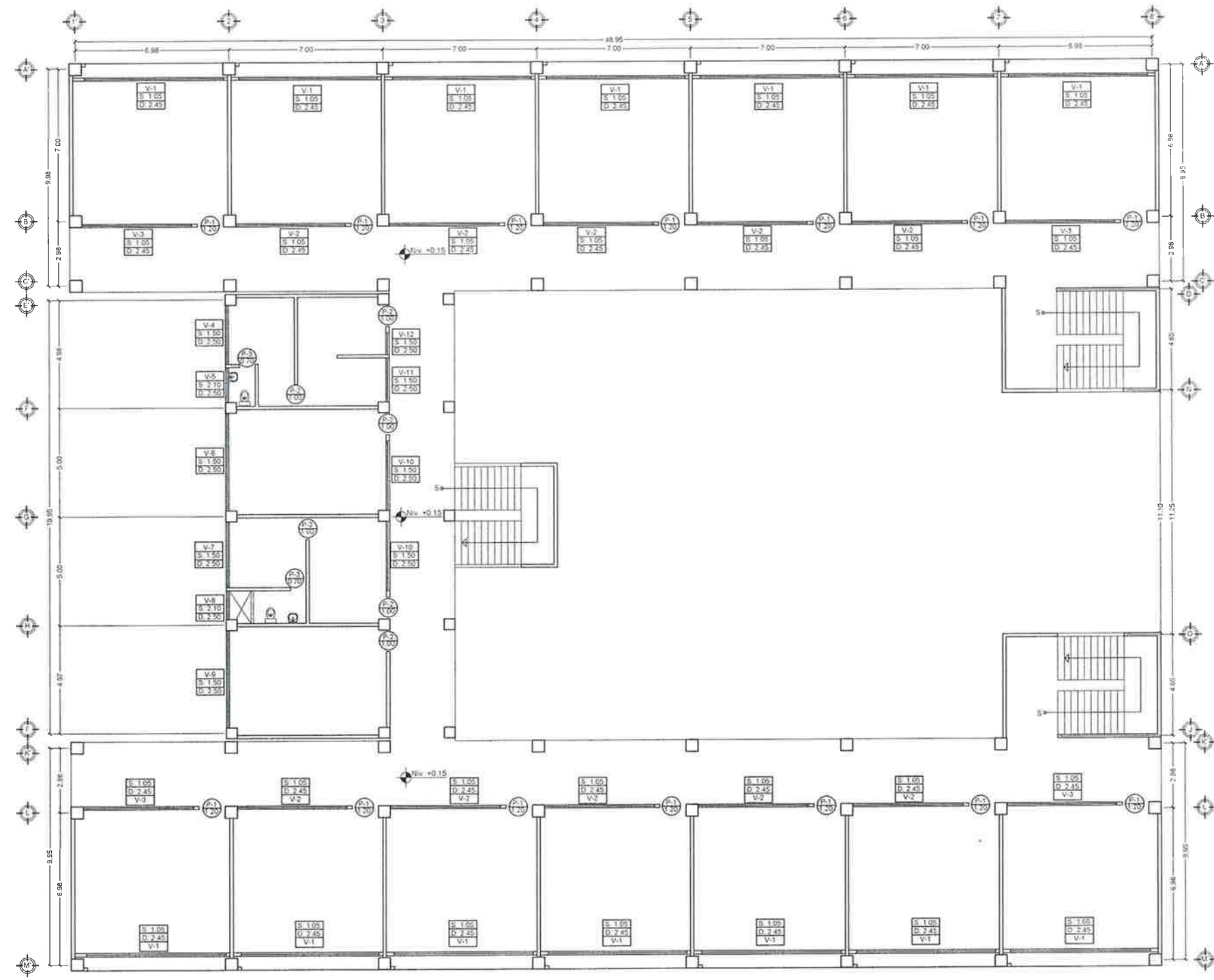
PLANTA ACOTADA TERCER NIVEL  
MÓDULO DE GRADAS 1  
ESC: 1/100



PLANTA ACOTADA TERCER NIVEL  
MÓDULO DE GRADAS 3  
ESC: 1/75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE ESCUELA AL GRUPO 15	
PROYECTO EDIFICACIÓN ESCOLAR	
CONTENIDO PLANTA ACOTADA TERCER NIVEL	13
ASESOR Ing. Juan Merck Cos MATELA	ESCALA 1:75 PÁGINA 46



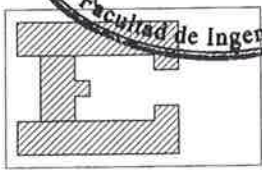
PLANILLA DE PUERTAS

TIPO	ANCHO	ALTO	UNIDADES
P-1	1.20	2.10	44
P-2	1.00	2.10	10
P-3	0.70	2.10	16

PLANILLA DE VENTANAS

TIPO	SILLAR	DINTEL	UNIDADES	ANCHO	ALTO
V-1	1.05	2.45	42	6.32	1.40
V-2	1.05	2.45	30	5.00	1.40
V-3	1.05	2.45	12	4.98	1.40
V-4	1.50	2.50	1	2.73	1.00
V-5	2.10	2.50	1	1.60	0.40
V-6	1.50	2.50	1	4.50	1.00
V-7	1.50	2.50	1	3.03	1.00
V-8	2.10	2.50	1	1.32	0.40
V-9	1.50	2.50	1	4.48	1.40
V-10	1.50	2.50	2	3.20	1.40
V-11	1.50	2.50	1	2.03	1.40
V-12	1.50	2.50	1	1.00	1.40
V-13	2.10	2.60	2	2.70	0.50
V-14	2.10	2.60	8	1.00	0.50
V-15	2.10	2.40	6	4.55	1.20
V-16	2.10	2.40	2	3.05	1.20

PLANTA DE LOCALIZACIÓN DE PUERTAS Y VENTANAS  
Primer nivel  
ESC: 1/100



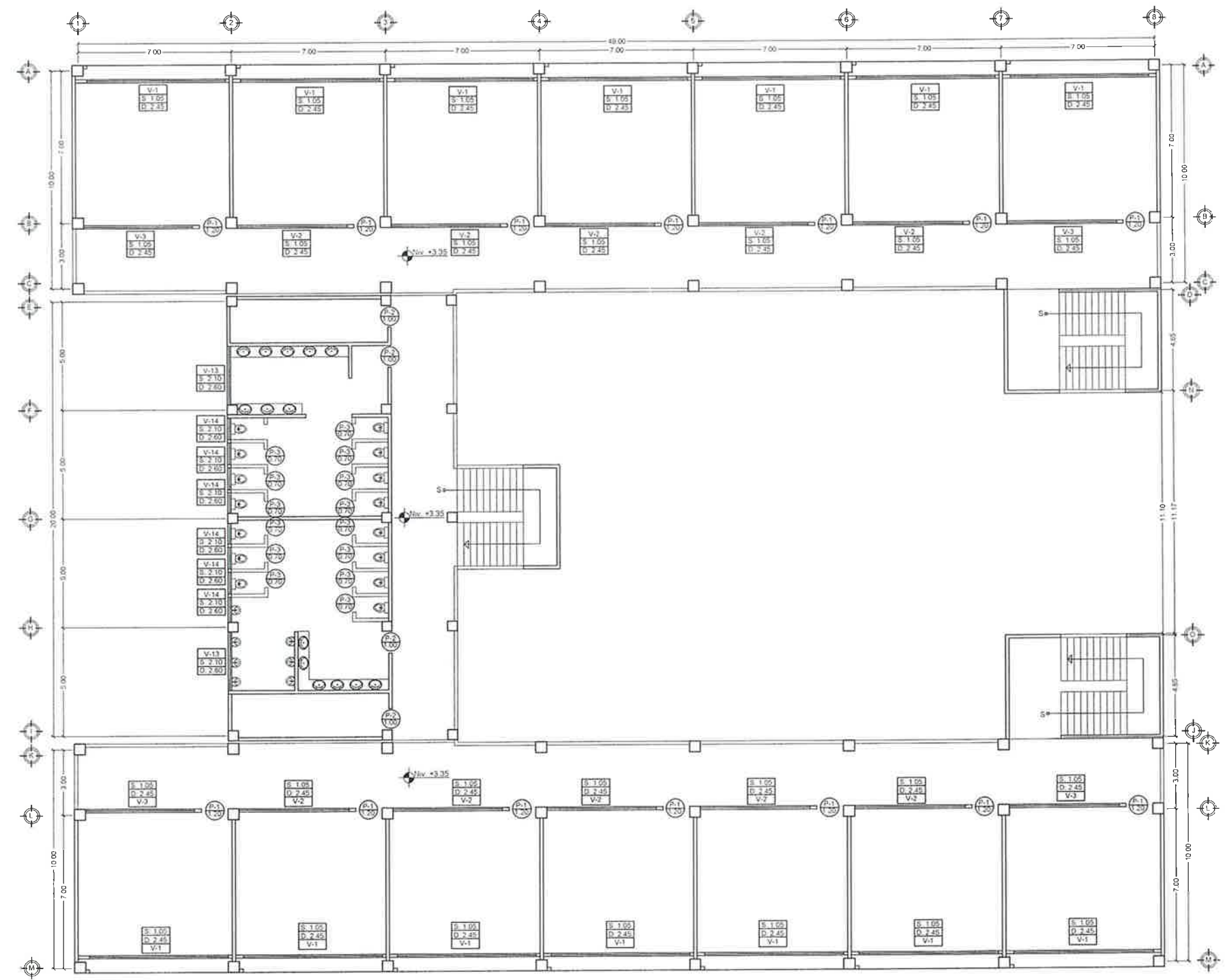
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA  
MUNICIPALIDAD DE ESCUELAS, CHIMULUVA

PROYECTO:  
EDIFICACIÓN ESCOLAR

CONTENIDO:  
PLANO PUERTAS Y VENTANAS, PRIMER NIVEL 14

ASESOR: J.M. Merck Cos  
DISEÑO: EPE FOTOGRAFIA: ESCALA: 1:100  
Fecha: 2019-03-28

46

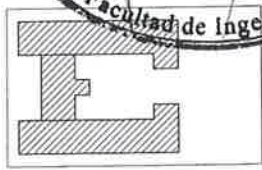


PLANILLA DE PUERTAS			
TIPO	ANCHO	ALTO	UNIDADES
P-1	1.20	2.10	44
P-2	1.00	2.10	10
P-3	0.70	2.10	16

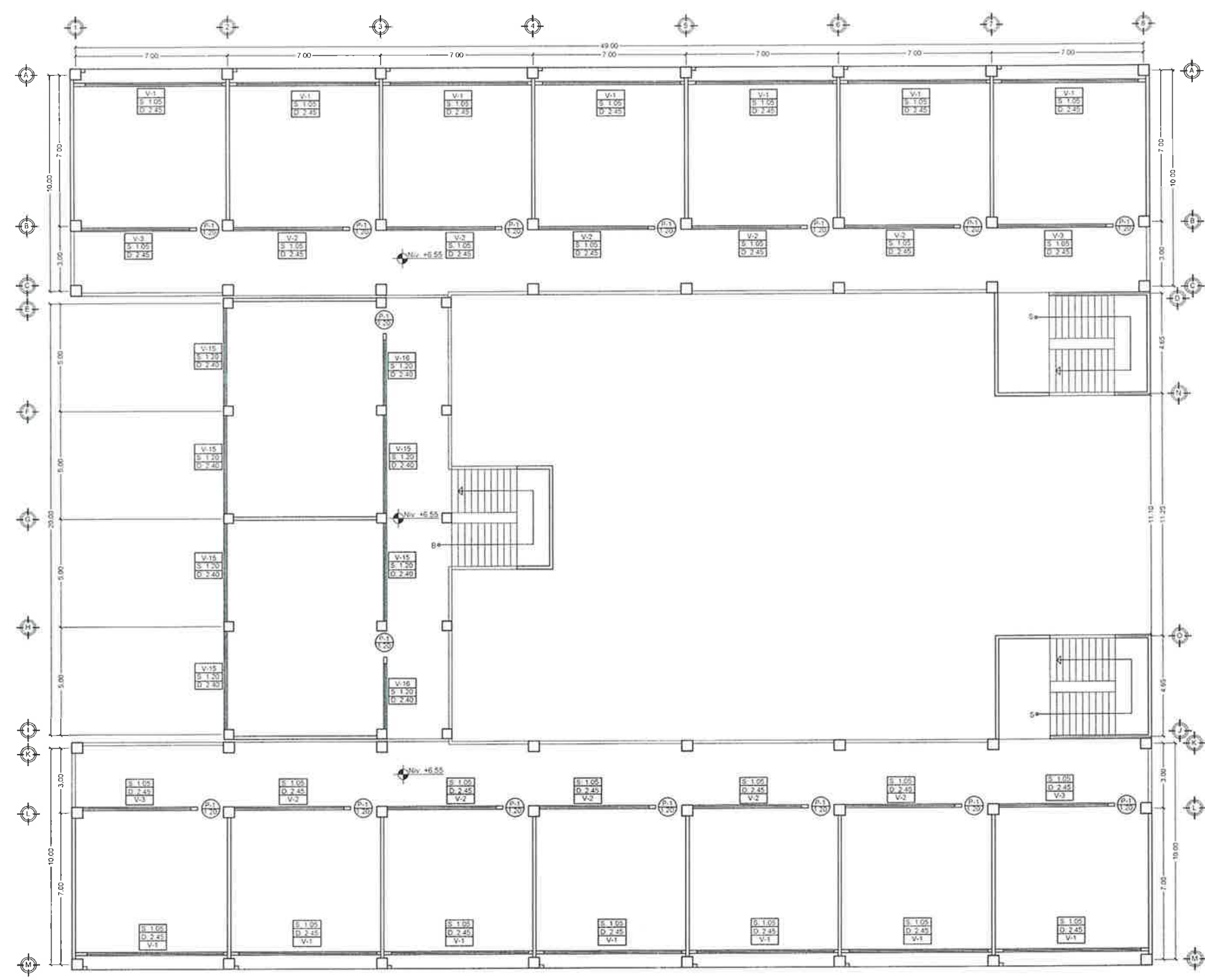
PLANILLA DE VENTANAS					
TIPO	SILLAR	DINTEL	UNIDADES	ANCHO	ALTO
V-1	1.05	2.45	42	6.32	1.40
V-2	1.05	2.45	30	5.00	1.40
V-3	1.05	2.45	12	4.98	1.40
V-4	1.50	2.50	1	2.73	1.00
V-5	2.10	2.50	1	1.60	0.40
V-6	1.50	2.50	1	4.50	1.00
V-7	1.50	2.50	1	3.03	1.00
V-8	2.10	2.50	1	1.32	0.40
V-9	1.50	2.50	1	4.48	1.40
V-10	1.50	2.50	2	3.20	1.40
V-11	1.50	2.50	1	2.03	1.40
V-12	1.50	2.50	1	1.00	1.40
V-13	2.10	2.60	2	2.70	0.50
V-14	2.10	2.60	8	1.00	0.50
V-15	2.10	2.40	6	4.55	1.20
V-16	2.10	2.40	2	3.05	1.20

PLANTA DE LOCALIZACIÓN DE PUERTAS Y VENTANAS  
Segundo nivel

ESC 1/100



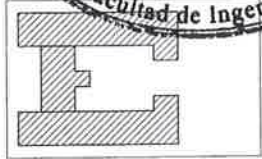
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE ESQUIVAS, CHIMEL			
PROYECTO EDIFICACIÓN ESCOLAR			
CONTENIDO PLANO PUERTAS Y VENTANAS, SEGUNDO NIVEL			15
ESCALA	1:100	46	



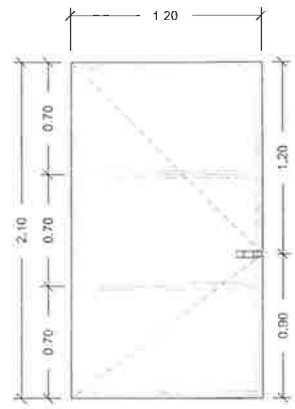
PLANILLA DE PUERTAS			
TIPO	ANCHO	ALTO	UNIDADES
P-1	1.20	2.10	44
P-2	1.00	2.10	10
P-3	0.70	2.10	16

PLANILLA DE VENTANAS					
TIPO	SILLAR	DINTEL	UNIDADES	ANCHO	ALTO
V-1	1.05	2.45	42	6.32	1.40
V-2	1.05	2.45	30	5.00	1.40
V-3	1.05	2.45	12	4.98	1.40
V-4	1.50	2.50	1	2.73	1.00
V-5	2.10	2.50	1	1.60	0.40
V-6	1.50	2.50	1	4.50	1.00
V-7	1.50	2.50	1	3.03	1.00
V-8	2.10	2.50	1	1.32	0.40
V-9	1.50	2.50	1	4.48	1.40
V-10	1.50	2.50	2	3.20	1.40
V-11	1.50	2.50	1	2.03	1.40
V-12	1.50	2.50	1	1.00	1.40
V-13	2.10	2.60	2	2.70	0.50
V-14	2.10	2.60	8	1.00	0.50
V-15	2.10	2.40	6	4.55	1.20
V-16	2.10	2.40	2	3.05	1.20

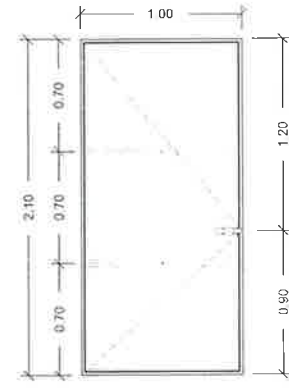
PLANTA DE LOCALIZACIÓN DE PUERTAS Y VENTANAS  
Tercer nivel  
ESC. 1/100



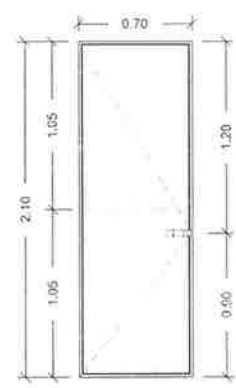
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE ESCUASALAS, QUIGUAMULA	
PROYECTO EDIFICACIÓN ESCOLAR	
CONTENIDO PLANO PUERTAS Y VENTANAS, TERCER NIVEL	16
ASESOR ING. JUAN MERCK COS	46



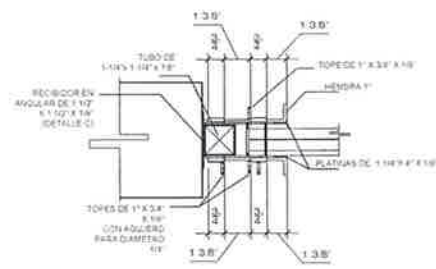
PUERTA TIPO 1  
ESC: 1/20



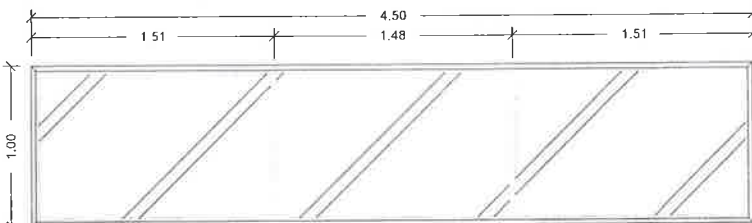
PUERTA TIPO 2  
ESC: 1/20



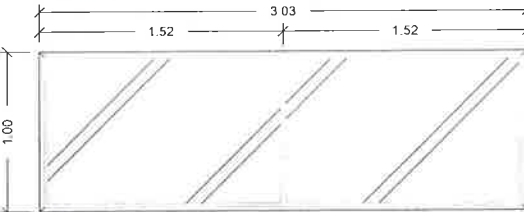
PUERTA TIPO 3  
ESC: 1/20



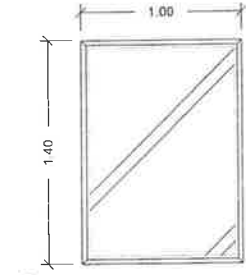
DETALLE DE PASADOR  
ESC: 1/20



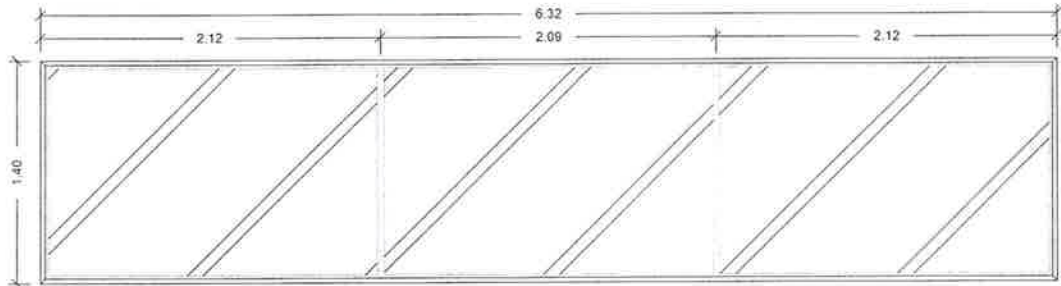
VENTANA TIPO 6  
ESC: 1/20



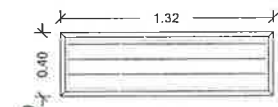
VENTANA TIPO 7  
ESC: 1/20



VENTANA TIPO 12  
ESC: 1/20



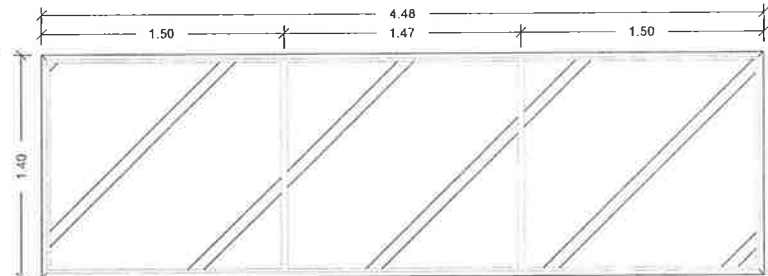
VENTANA TIPO 1  
ESC: 1/20



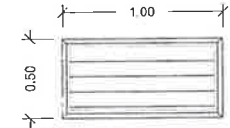
VENTANA TIPO 8  
ESC: 1/20



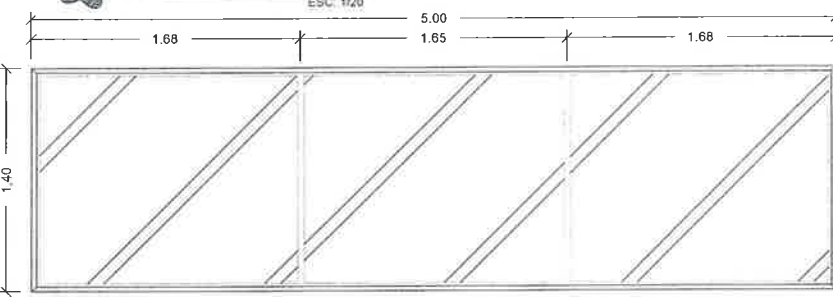
VENTANA TIPO 13  
ESC: 1/20



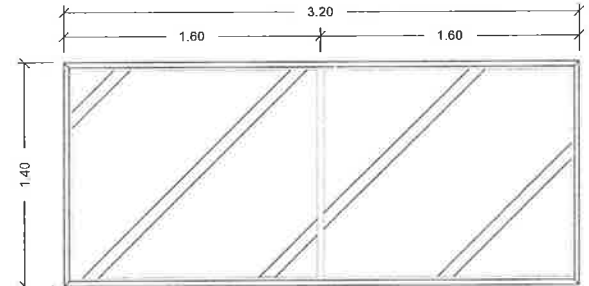
VENTANA TIPO 9  
ESC: 1/20



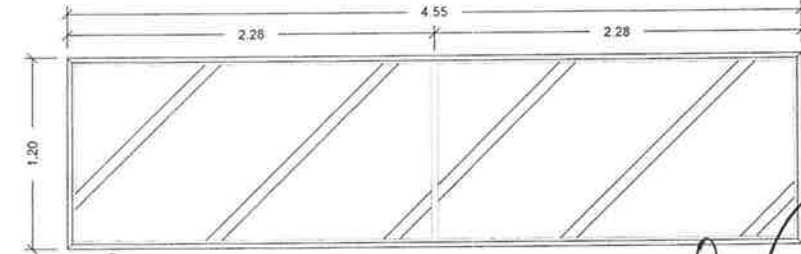
VENTANA TIPO 14  
ESC: 1/20



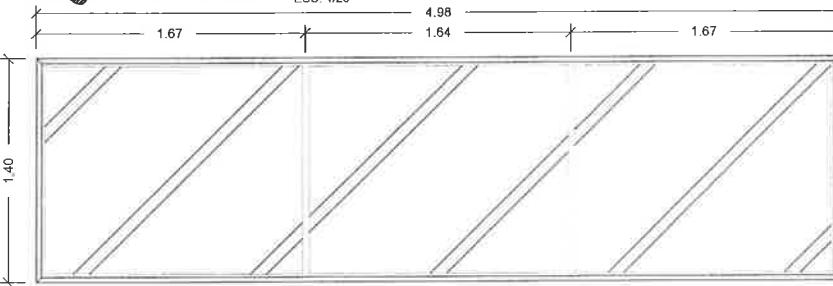
VENTANA TIPO 2  
ESC: 1/20



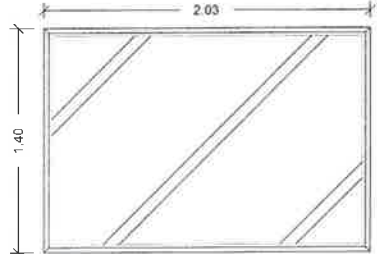
VENTANA TIPO 10  
ESC: 1/20



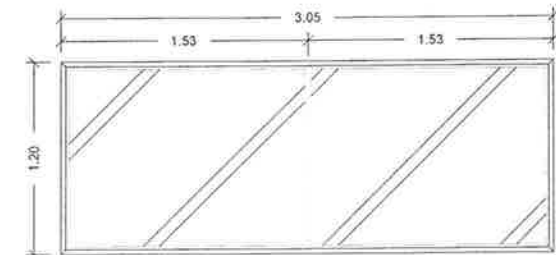
VENTANA TIPO 15  
ESC: 1/20



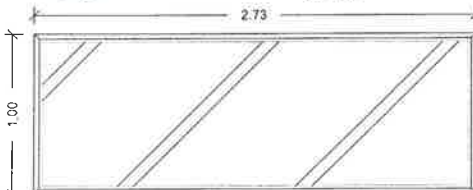
VENTANA TIPO 3  
ESC: 1/20



VENTANA TIPO 11  
ESC: 1/20



VENTANA TIPO 16  
ESC: 1/20



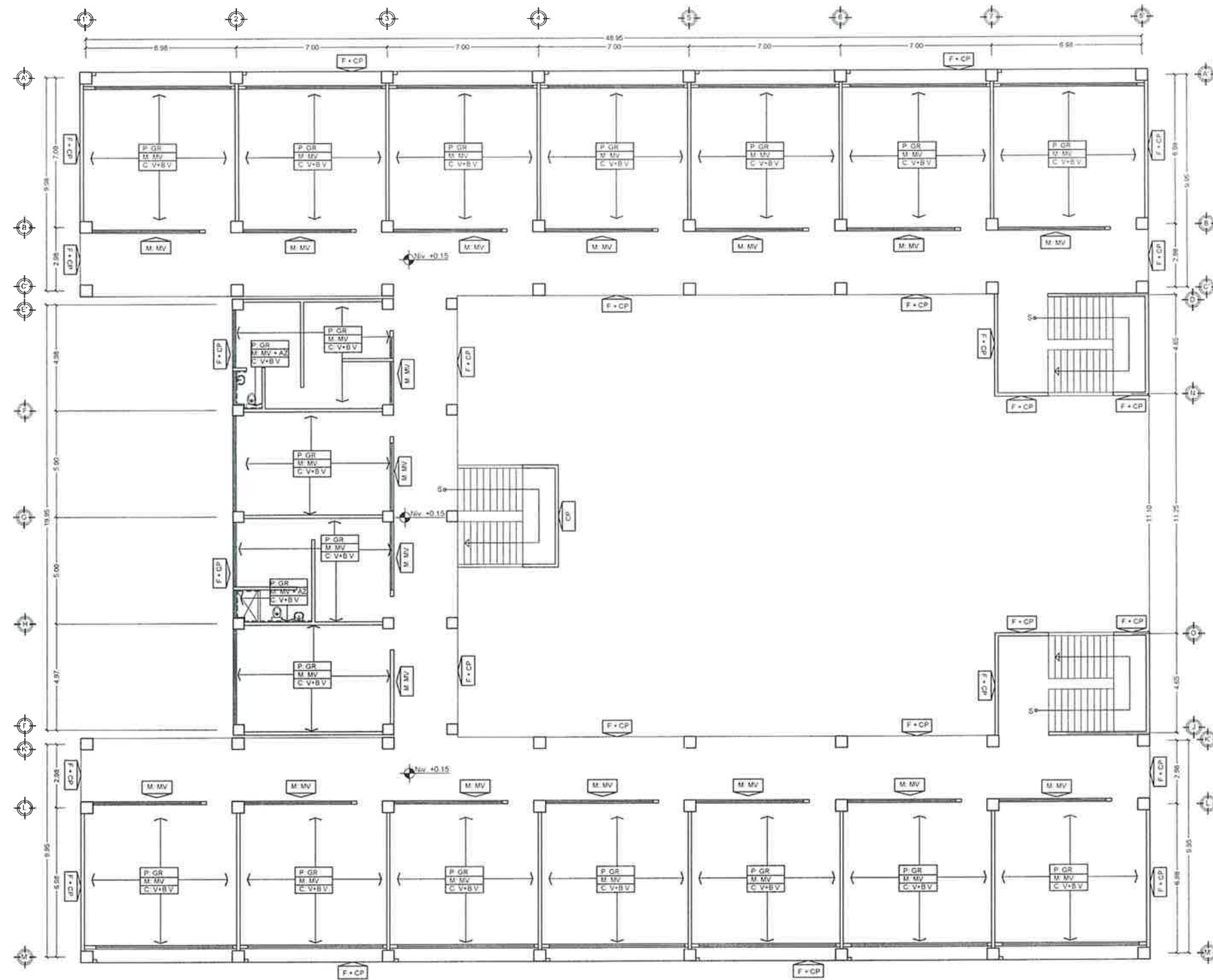
VENTANA TIPO 4  
ESC: 1/20



VENTANA TIPO 5  
ESC: 1/20

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ing. Juan Merck Cos  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERÍA		
FUERZO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA		
MUNICIPALIDAD DE ESCUVALA, CHIMULÁ		
PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR		
CONTENIDO: DETALLES DE PUERTAS Y VENTANAS		17
ASESOR: Ing. Juan Merck Cos	DISEÑO EPS: Ing. Juan Merck Cos	ESCALA: 1/20
		46



SIMBOLOGÍA	
P	PISO
M	MURO
C	CIELO
GR	GRANITO
MV	MORTERO VISTO
V+BV	VIGUETA Y BOVEDILLA VISTO
AZ	AZULEJO
F+CP	FACHALETA + CONCRETO PULIDO

**Especificaciones Técnicas de fachaleta**

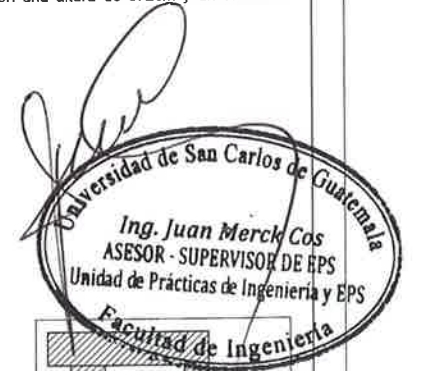
- Se utilizara fachaleta de 2.5x8.5x23cm.
- La fachaleta será tipo Rústica Roja No.34R (inmaco).
- Tendrá una textura rustica de tonalidad ladrillo tradicional.

**Nota:**

- La fachaleta se colocará al rededor de todos los módulos, incluyendo los módulos de gradas en forma de franja horizontal.
- La franja horizontal de fachaleta tendrá una altura de 52cm.
- El centro de la franja horizontal estará colocado al nivel del piso terminado (NPT) del segundo y tercer nivel.
- La tercera franja horizontal tendrá una altura de 26cm e iniciará desde la losa final hacia abajo.
- Para los módulos de gradas 1 y 3, en la fachada norte y sur, las franjas del segundo y tercer nivel se unirán de forma vertical, con una altura de 372cm y un ancho de 52cm.

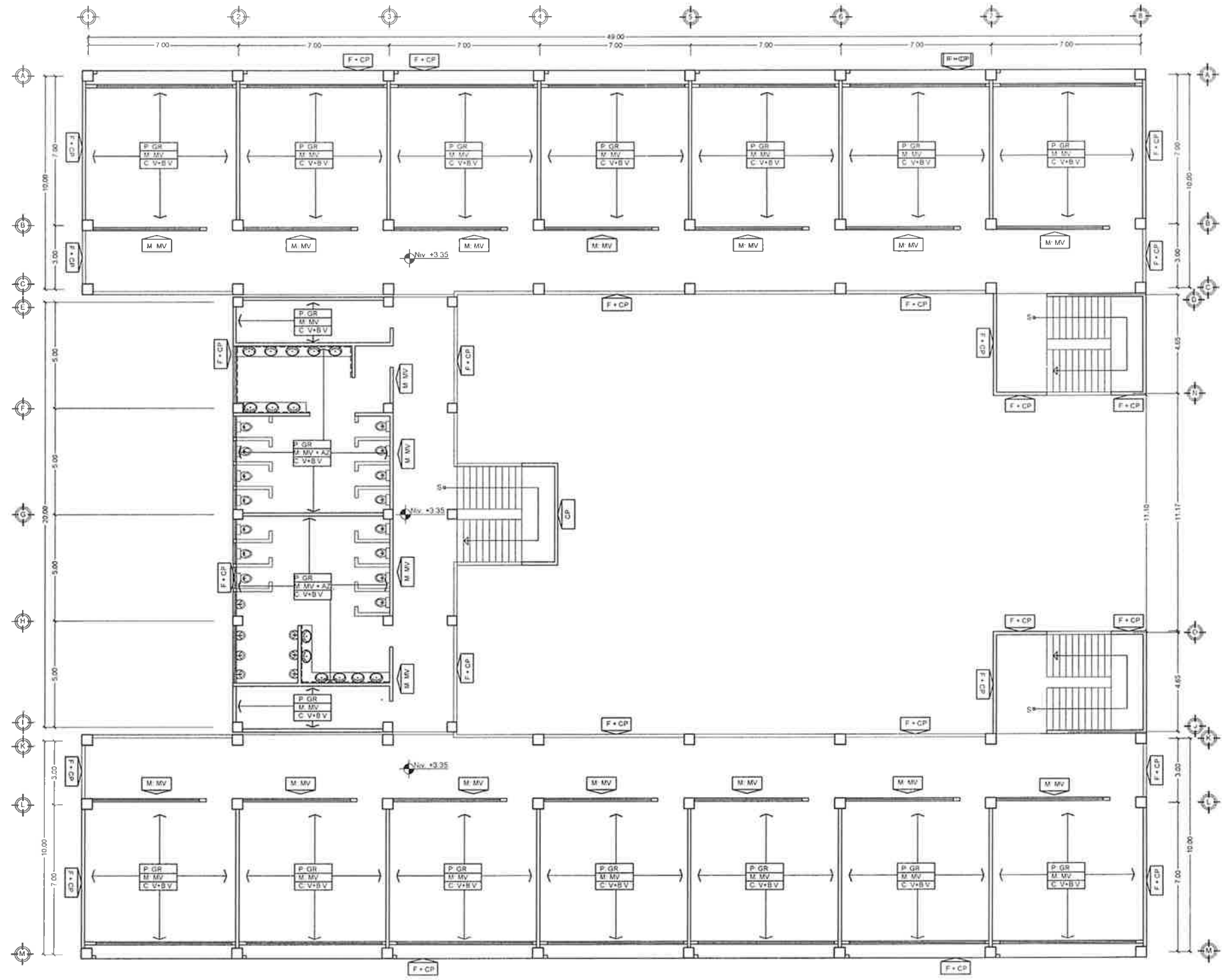
PLANTA DE ACABADOS  
Primer nivel

ESC 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MULTICUALIDAD DE ESCUELAS, CHIMULÁ		
PROYECTO EDIFICACIÓN ESCOLAR		
CONTENIDO: PLANTA ACABADOS, PRIMER NIVEL	18	46
ASESOR Ing. Juan Merck Cos	DISEÑO EPS INGENIERIA Ing. Juan Merck Cos	ESCALA 1/100





SIMBOLOGÍA	
P	PISO
M	MURO
C	CIELO
GR	GRANITO
MV	MORTERO VISTO
V+BV	VIGUETA Y BOVEDILLA VISTO
AZ	AZULEJO
F+CP	FACHALETA + CONCRETO PULIDO

**Especificaciones Técnicas de fachaleta**

- Se utilizara fachaleta de 2.5x6.5x23cm
- La fachaleta será tipo Rústica Roja No.34R (inmaco)
- Tendrá una textura rustica de tonalidad ladrillo tradicional.

**Nota:**

- La fachaleta se colocará al rededor de todos los módulos, incluyendo los módulos de gradas en forma de franja horizontal
- La franja horizontal de fachaleta tendrá una altura de 52cm.
- El centro de la franja horizontal estará colocado al nivel del piso terminado (NPT) del segundo y tercer nivel.
- La tercera franja horizontal tendrá una altura de 26cm e iniciará desde la losa final hacia abajo.
- Para los módulos de gradas 1 y 3, en la fachada norte y sur, las franjas del segundo y tercer nivel se unirán de forma vertical, con una altura de 372cm y un ancho de 52cm.

PLANTA DE ACABADOS  
Segundo nivel  
ESC 1/100



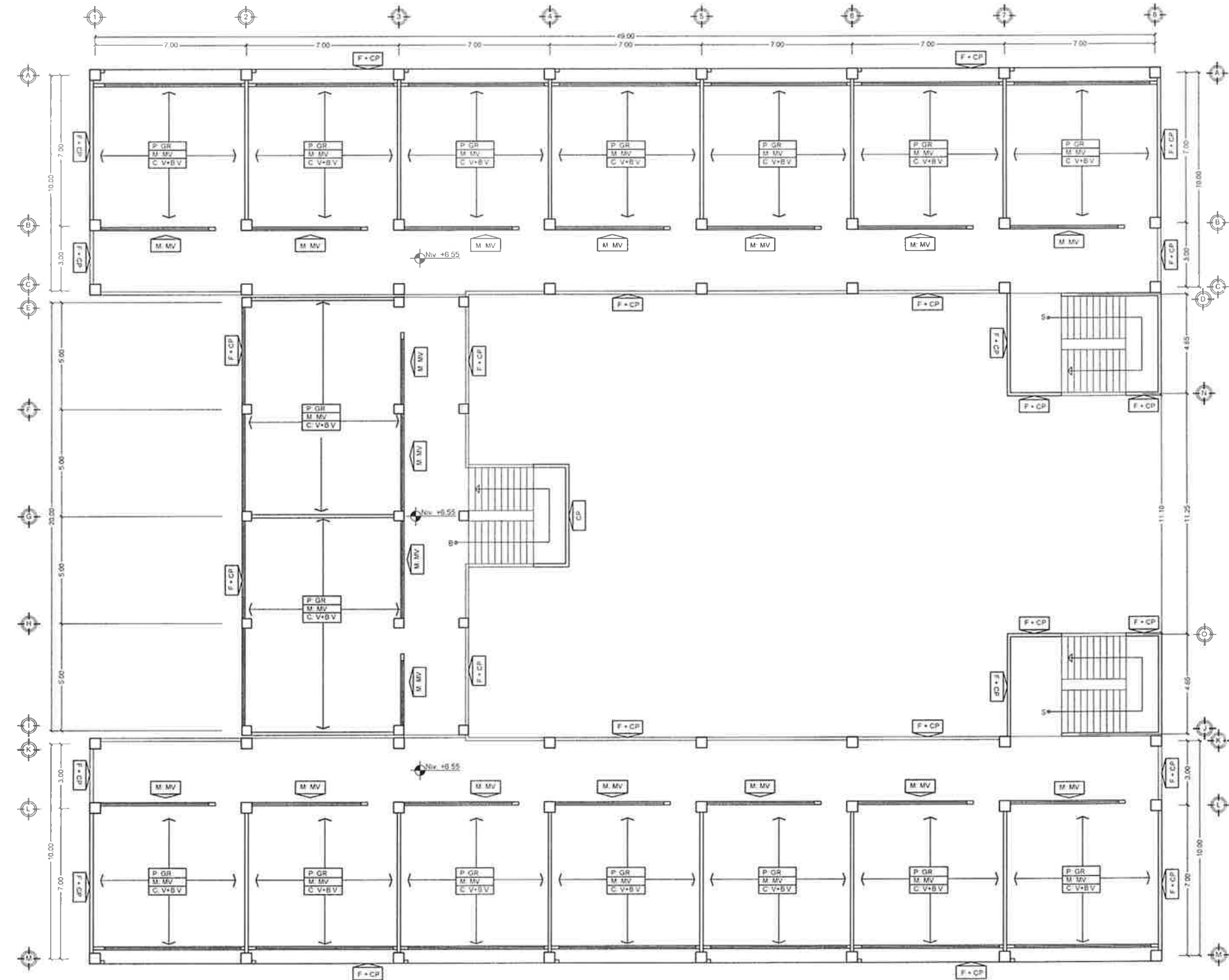
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA  
MUNICIPALIDAD DE ESCUELAS, CUCUTZUMA

PROYECTO:  
EDIFICACIÓN ESCOLAR

CONTENIDO:  
PLANTA ACABADOS, SEGUNDO NIVEL

ASESOR: Ing. Juan Merck Cos  
DISEÑO EPS PROYECTAR: Dra. Patricia Aguilar Morán  
ESCALA: 1/100

19 / 46



SIMBOLOGÍA	
P	PISO
M	MURO
C	CIELO
GR	GRANITO
MV	MORTERO VISTO
V+BV	VIGUETA Y BOVEDILLA VISTO
AZ	AZULEJO
F+CP	FACHALETA + CONCRETO PULIDO

**Especificaciones Técnicas de fachaleta**

- Se utilizara fachaleta de 2.5x6.5x23cm.
- La fachaleta será lipo Rústica Roja No. 34R (inmaco).
- Tendrá una textura rustica de tonalidad ladrillo tradicional.

**Nota:**

- La fachaleta se colocará al rededor de todos los módulos, incluyendo los módulos de gradas en forma de franja horizontal.
- La franja horizontal de fachaleta tendrá una altura de 52cm.
- El centro de la franja horizontal estará colocado al nivel del piso terminado (NPT) del segundo y tercer nivel.
- La tercera franja horizontal tendrá una altura de 26cm e iniciará desde la losa final hacia abajo.
- Para los módulos de gradas 1 y 3, en la fachada norte y sur, las franjas del segundo y tercer nivel se unirán de forma vertical, con una altura de 372cm y un ancho de 52cm.

PLANTA DE ACABADOS  
Tercer nivel  
ESC. 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA  
MULTIPLICIDAD DE ESQUEMAS, CROMASMA

PROYECTO  
EDIFICACIÓN ESCOLAR

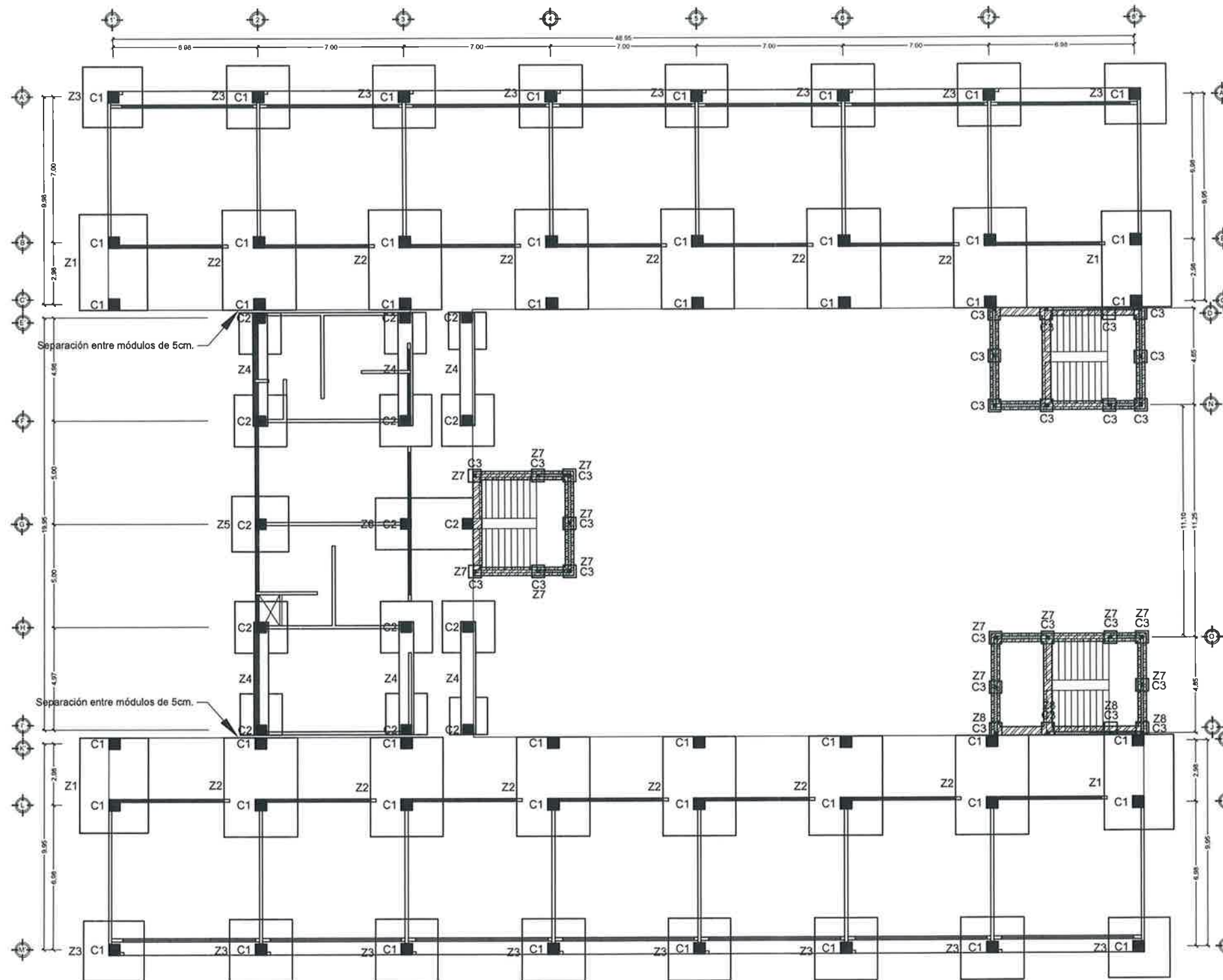
CONTENIDO  
PLANTA ACABADOS, TERCER NIVEL

ASADOR  
Ing. Juan Merck Cos

DISEÑO EPS E INGENIERÍA  
Dr. Pedro Aguirre Morán

ESCALA  
1:100

20 / 46



NOMENCLATURA	
SIGNO	SIMBOLOGIA
	COLUMNA
	ZAPATA
	ZAPATA COMBINADA
	ZAPATA COMBINADA CON VIGA CONECTORA
	ESBENTO CORRIDO
	LAJUNO DE BLOQUE DE 14"X19"X30cm

Nota:

- Materiales:

- Concreto: se usará concreto con esfuerzo a ruptura a compresión de 210Kg/cm<sup>2</sup> (3000psi) a los 28 días de fraguado.
- Acero de Refuerzo: se usará acero de refuerzo de fy=2810kg/cm<sup>2</sup> de grado 40KSI Especificación ASTM-A615
- Todas las dimensiones están dadas en metros, a menos que se especifique lo contrario.
- Previo a la construcción verificar valor soporte del suelo a través de un ensayo dinámico, preferiblemente.

Para ver detalles, ver plano "Detalles de columna" y "Detalles de zapatas"

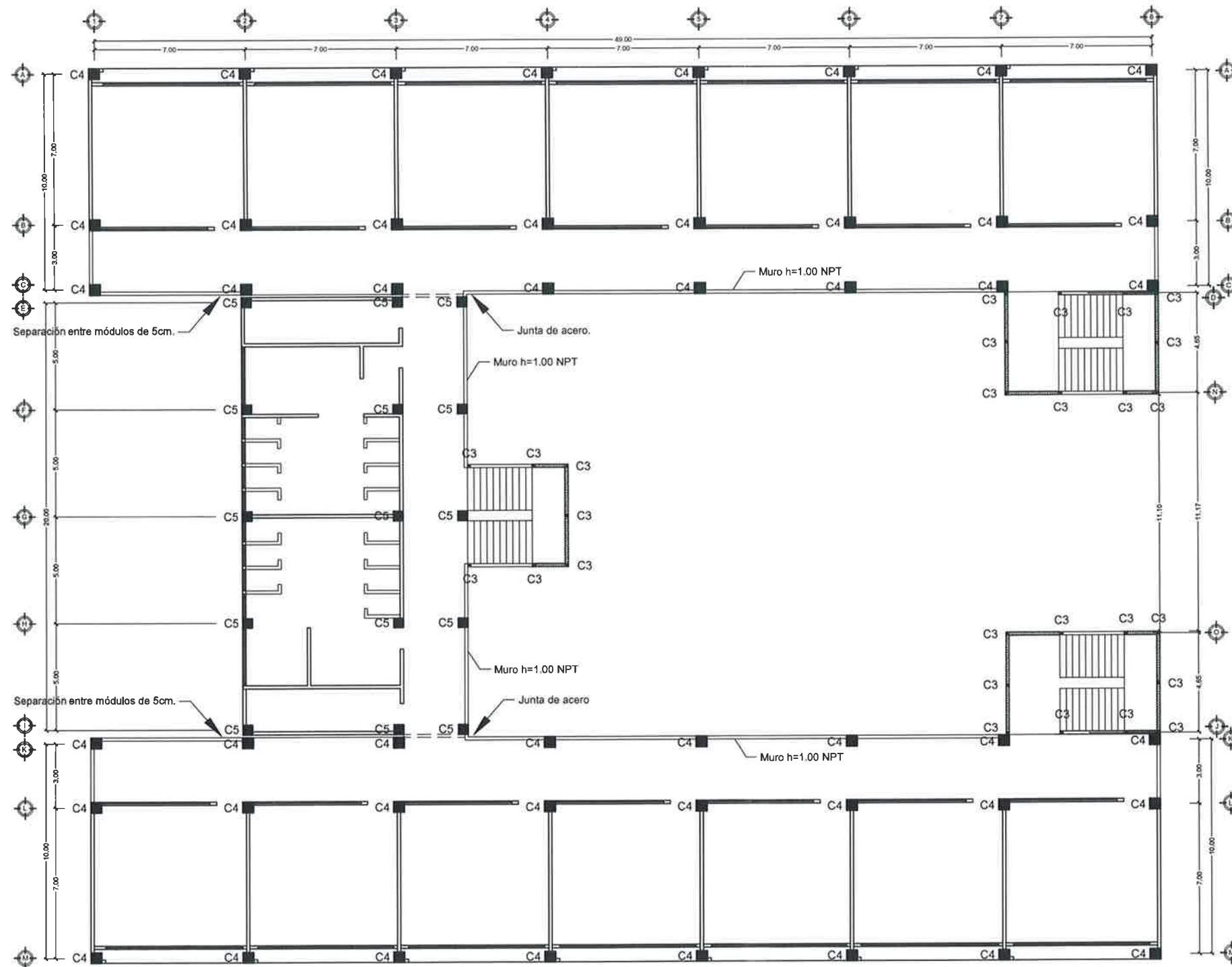


PLANTA DE CIMENTACIÓN Y COLUMNA  
ESC: 1/100



PROYECTO:  
EDIFICACIÓN ESCOLAR

CONTENIDO:  
PLANO DE CIMENTACIÓN Y COLUMNA 21/46  
ASESOR: DISTRITO EPS INGENIERIA ESCALA: 1:100  
Ing. Juan Merck Cos 2023-24-25



NOMENCLATURA	
SIGNO	SIMBOLOGIA
	COLUMNA
	ZAPATA
	ZAPATA COMBINADA
	ZAPATA COMBINADA CON VIDA CORRECTORA
	CEMENTO CORRIDO
	MURO DE BLOQUE 14"x19"x24"

**Nota:**

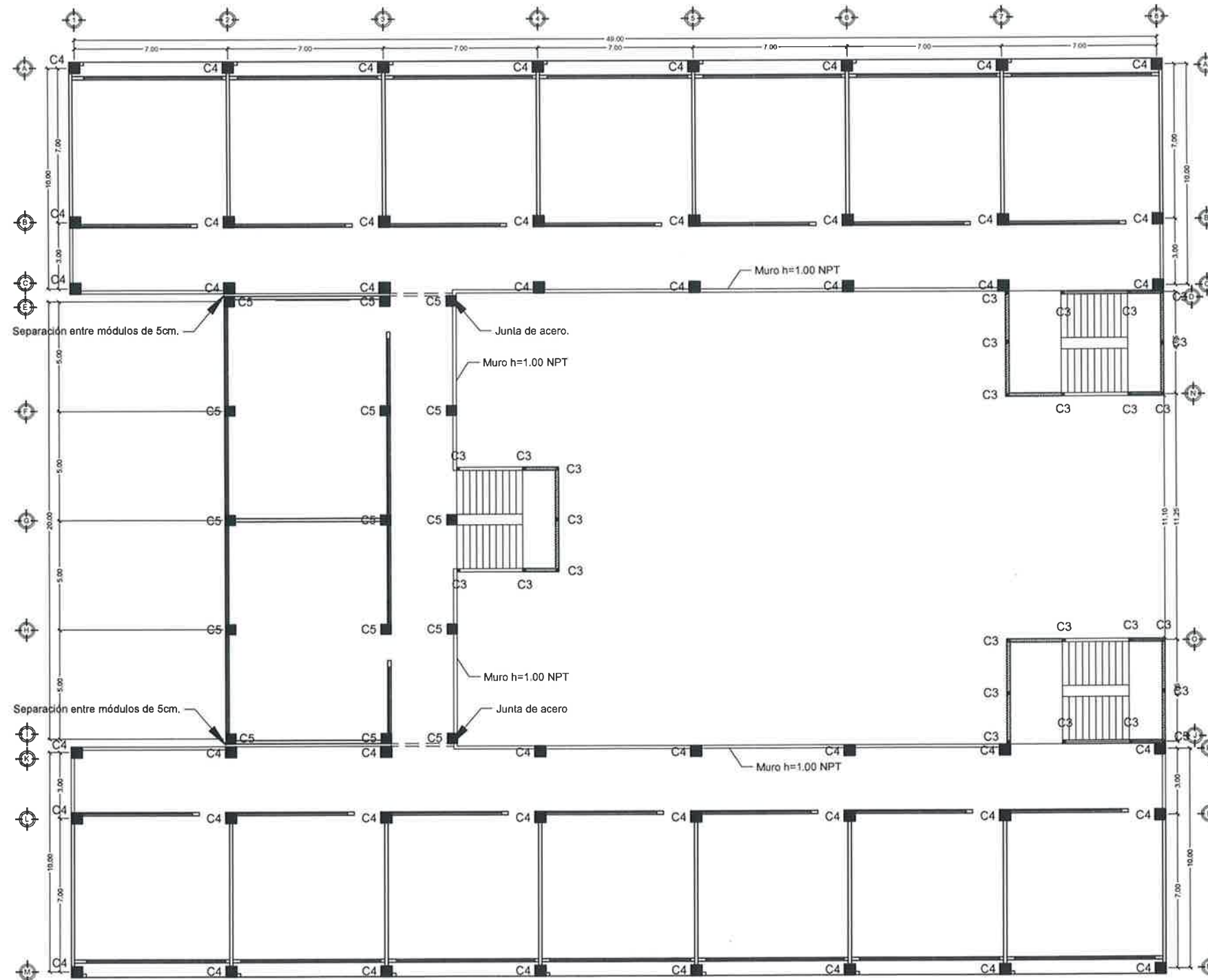
- Materiales:
  - Concreto: se usará concreto con esfuerzo a ruptura a compresión de 210Kg/cm<sup>2</sup> (3000psi) a los 28 días de fraguado.
  - Acero de Refuerzo: se usará acero de refuerzo de fy=2810kg/cm<sup>2</sup> de grado 40KSI Especificación ASTM-A615
  - Todas las dimensiones están dadas en metros, a menos que se especifique lo contrario.
  - Previo a la construcción verificar valor soporte del suelo a través de un ensayo dinámico, preferiblemente.

Para ver detalles, ver plano "Detalles de columna" y "Detalles de zapatas"

PLANTA COLUMNAS, SEGUNDO NIVEL  
ESC: 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE ESQUIMULAS, CIBUENIA	
PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR	
CONTENIDO: PLANTA COLUMNAS, SEGUNDO NIVEL	22
ASESOR: Ing. Juan Merck Cos	46



NOMENCLATURA	
SIGNO	SIMBOLOGIA
	COLUMNA
	ZAPATA
	ZAPATA COMBINADA
	ZAPATA COMBINADA CON VIGA CONCRETA
	CORRIDO
	MURO DE BLOQUE DE 14x19cm

**Nota:**

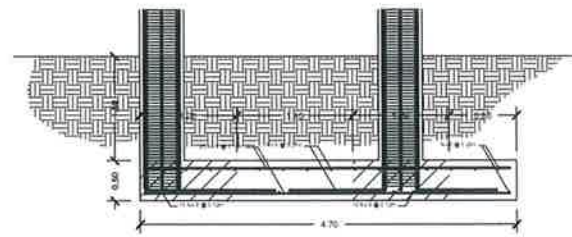
- Materiales:
  - Concreto: se usará concreto con esfuerzo a ruptura a compresión de 210Kg/cm<sup>2</sup> (3000psi) a los 28 días de fraguado.
  - Acero de Refuerzo: se usará acero de refuerzo de fy=2810kg/cm<sup>2</sup> de grado 40KSI Especificación ASTM-A615
  - Todas las dimensiones están dadas en metros, a menos que se especifique lo contrario.
  - Previo a la construcción verificar valor soporte del suelo a través de un ensayo dinámico, preferiblemente.

Para ver detalles, ver plano "Detalles de columna" y "Detalles de zapatas"

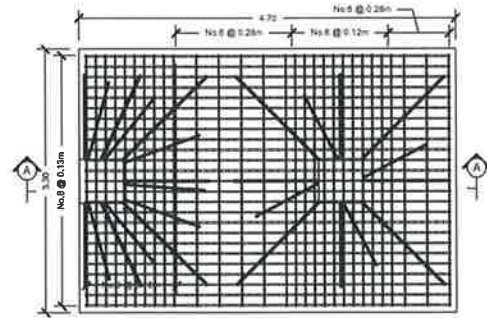
PLANTA COLUMNAS, TERCER NIVEL  
ESC. 1/100



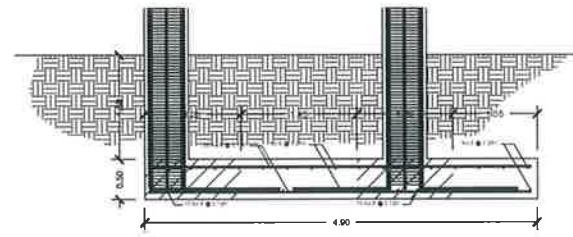
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE ESQUERQUIAS, CHOQUISMA	
PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR	
CONTENIDO: PLANTA COLUMNAS, TERCER NIVEL	23 46
ASESOR: Ing. Juan Merck Cos.	ESCALA: 1:100



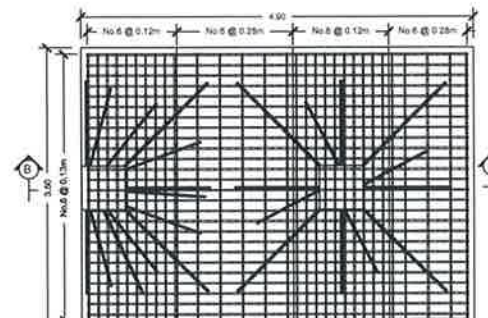
ZAPATA Z1  
Corte A-A' ESC 1:50



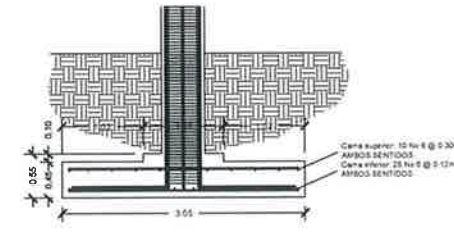
ZAPATA Z1  
ESC 1:50



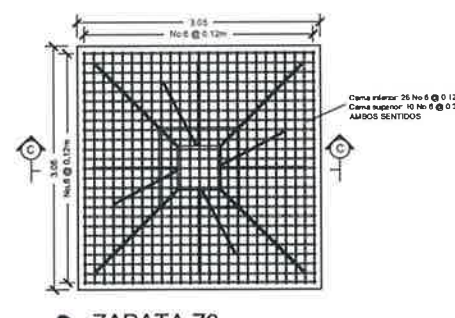
ZAPATA Z2  
Corte B-B' ESC 1:50



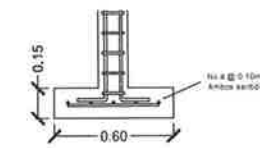
ZAPATA Z2  
ESC 1:50



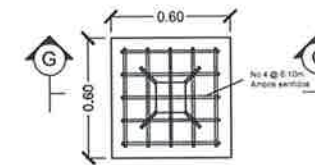
ZAPATA Z3  
Corte C-C' ESC 1:50



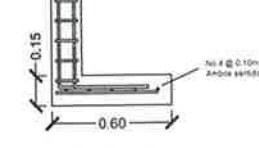
ZAPATA Z3  
ESC 1:50



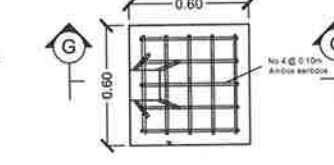
ZAPATA Z7  
Corte G-G' ESC 1:16



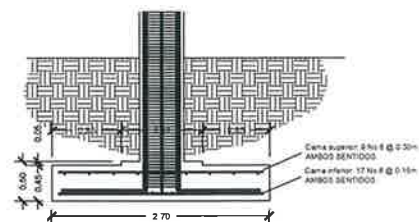
ZAPATA Z7  
ESC 1:16



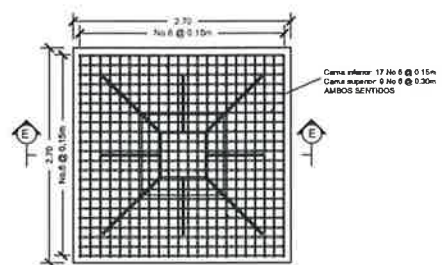
ZAPATA Z8  
Corte H-H' ESC 1:16



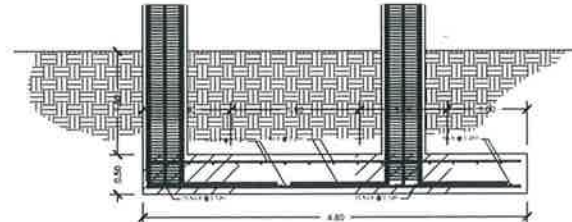
ZAPATA Z8  
ESC 1:16



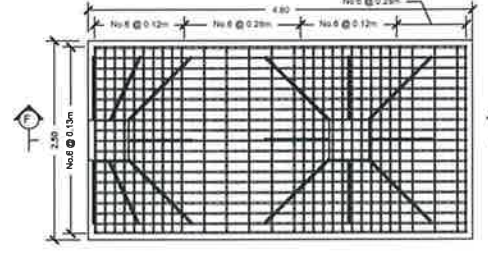
ZAPATA Z5  
Corte E-E' ESC 1:50



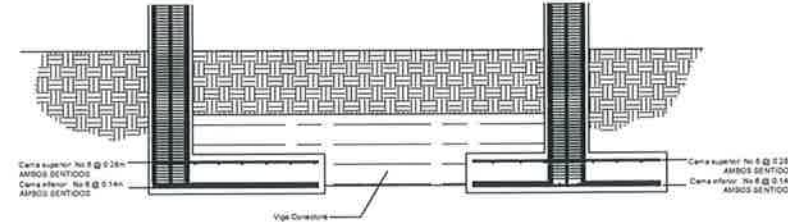
ZAPATA Z5  
ESC 1:50



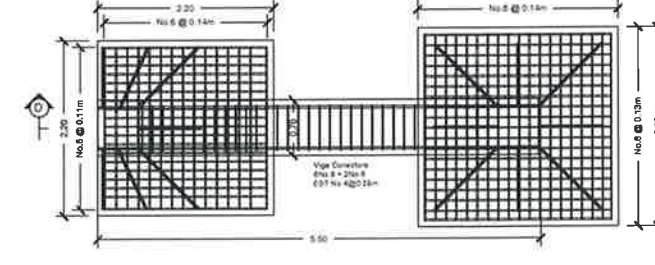
ZAPATA Z6  
Corte F-F' ESC 1:50



ZAPATA Z6  
ESC 1:50



ZAPATA Z4  
Corte D-D' ESC 1:50



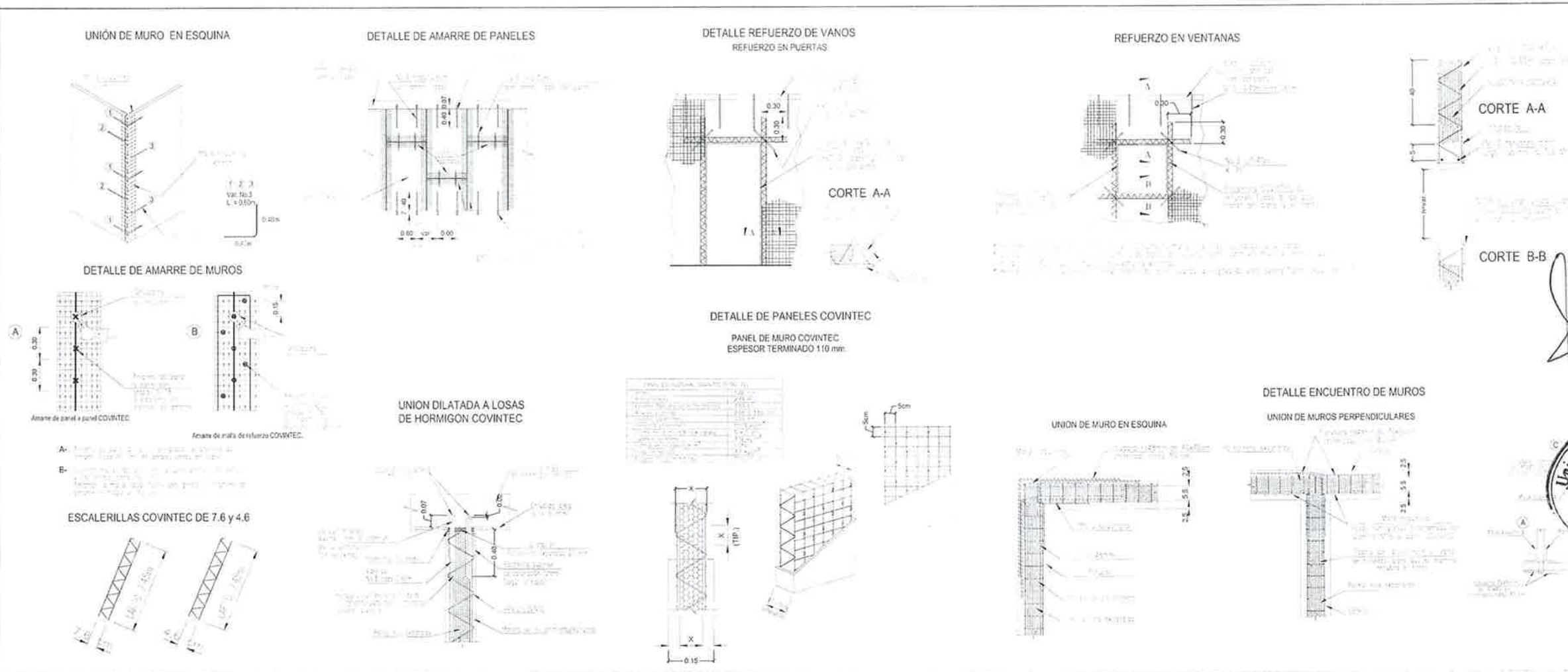
ZAPATA Z4  
ESC 1:50

*Juan Merck Cos*

**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
 Facultad de Ingeniería  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Ing. Juan Merck Cos  
 ASesor - SUPERVISOR DE EPS  
 6No 8+2No 8 EST No 4 @ 0.14m

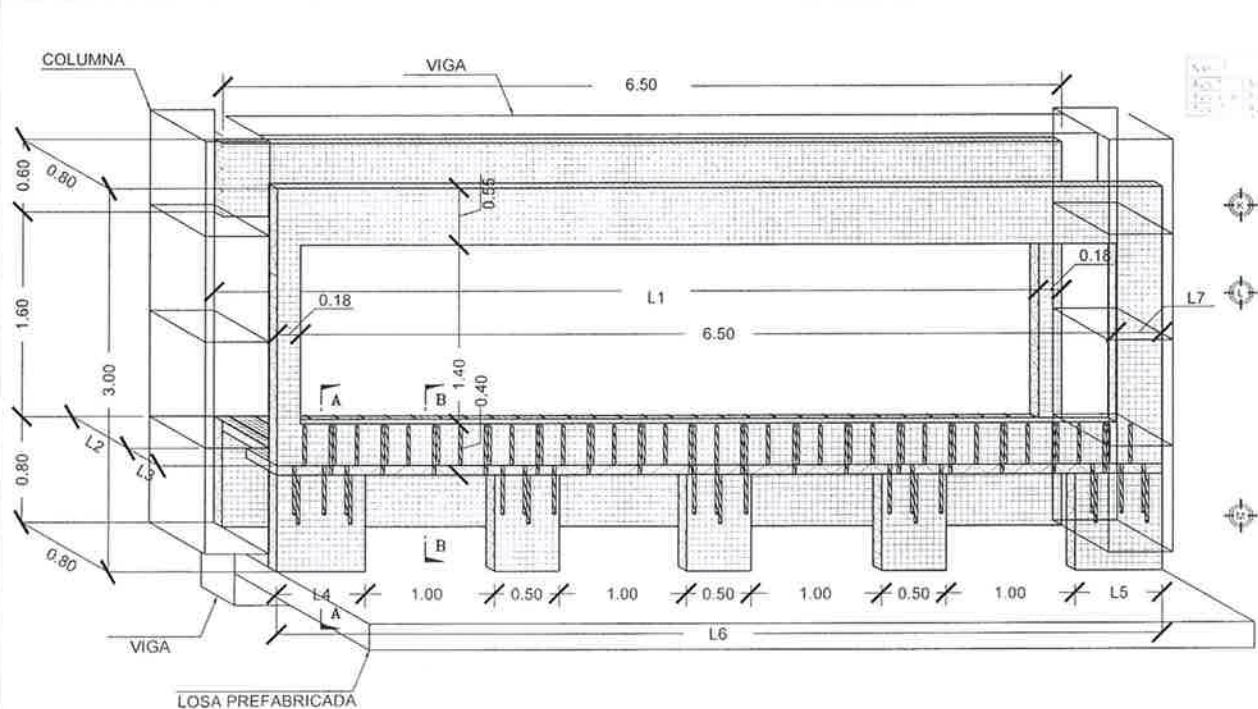
- NOTAS:
1. CONCRETO: se usará concreto con esfuerzo de ruptura a compresión de 210Kg/cm<sup>2</sup> (3000 psi) a los 28 días.
  2. ACERO DE REFUERZO: se usará acero de refuerzo de fy=2810Kg/cm<sup>2</sup> (Grado 40 KSI) especificación ASTM A615
  3. Todas las dimensiones están dadas en metros, a menos que se especifique lo contrario.
  4. Los recubrimientos serán de 8cm en cimientos, excepto donde se indique lo contrario. Este se medirá entre el rostro de la barra y la superficie del concreto.
  5. Previo a la construcción verificar valor soporte a traves de un ensayo dinámico, de preferencia. Valor soporte Vs=17.52 Ton/m<sup>2</sup>.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE ESCUAPULAS, QUEZALTEPEQUE	
PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR	
CONTENIDO: DETALLES DE CIMIENTOS	24/46
ASESOR: Ing. Juan Merck Cos 2009-2010	ESCALA: INDICADA

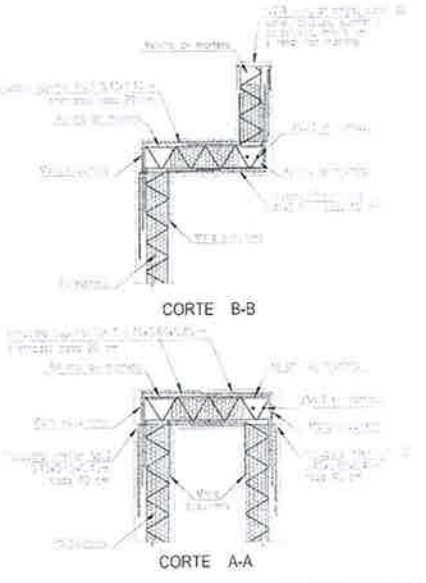
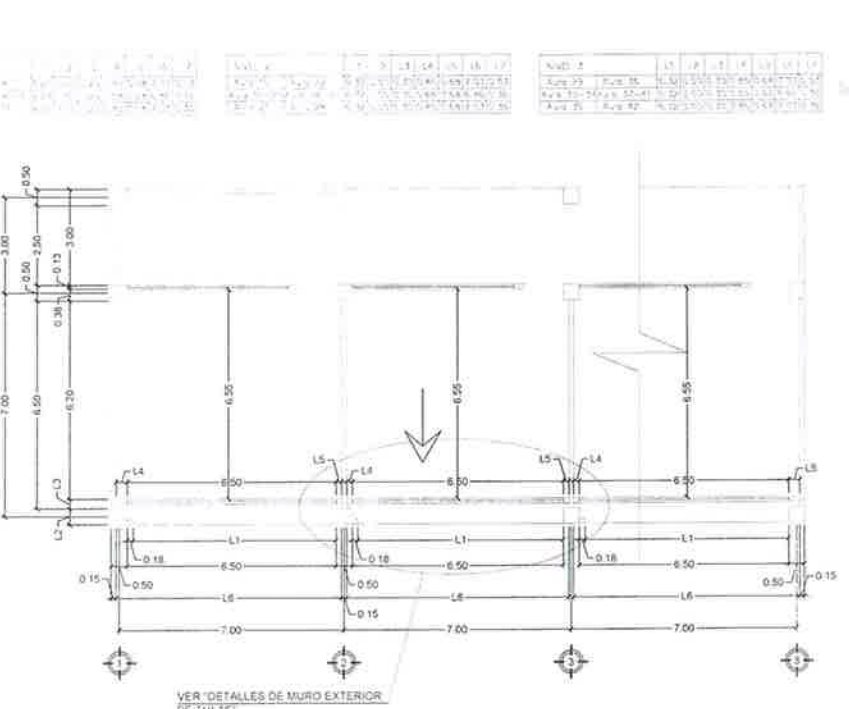


*Juan Merck Cos*

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ing. Juan Merck Cos  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería

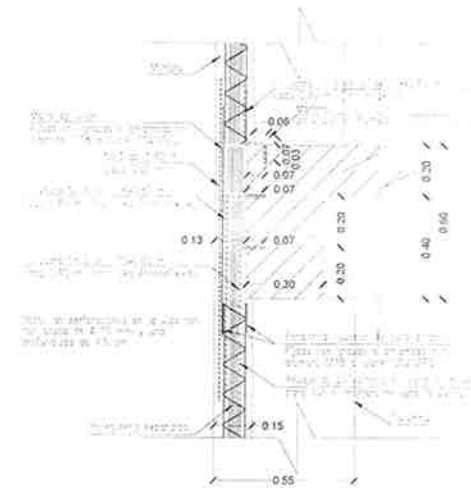


ISOMÉTRICO DE COVINTEC  
DETALLE DE MURO EXTERIOR DE AULAS ESC: 1/50

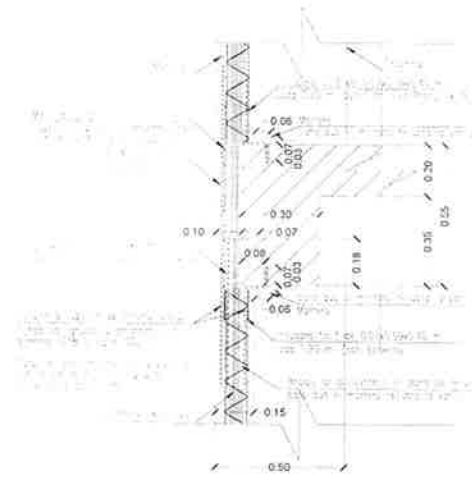


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE ESCUELAS, QUIGÜELA	
PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR	
CONTENIDO: DETALLE MUROS COVINTEC	25
ASESOR: Ing. Juan Merck Cos	46

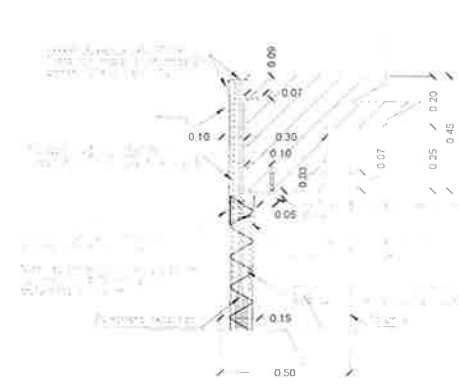
UNIÓN DE VIGA-LOSA A MURO EXTERIOR  
COVINTEC, NIVEL 1  
MÓDULO 1 y 3



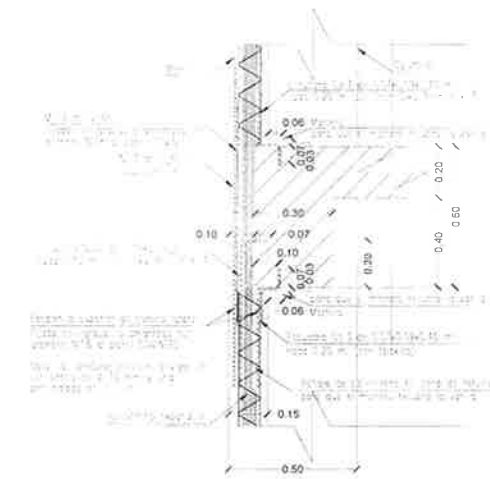
UNIÓN DE VIGA-LOSA A MURO EXTERIOR  
COVINTEC, NIVEL 2  
MÓDULO 1 y 3



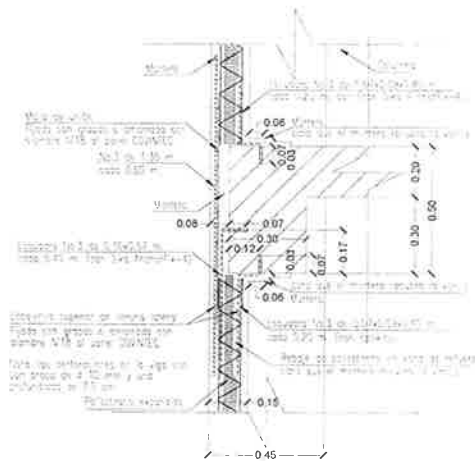
UNIÓN DE VIGA-LOSA A MURO EXTERIOR  
COVINTEC, NIVEL 3  
MÓDULO 1 y 3



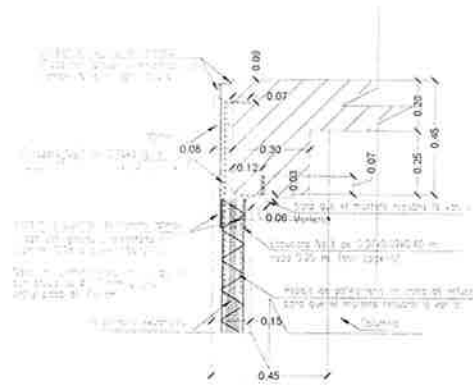
UNIÓN DE VIGA-LOSA A MURO EXTERIOR  
COVINTEC, NIVEL 1  
MÓDULO 2



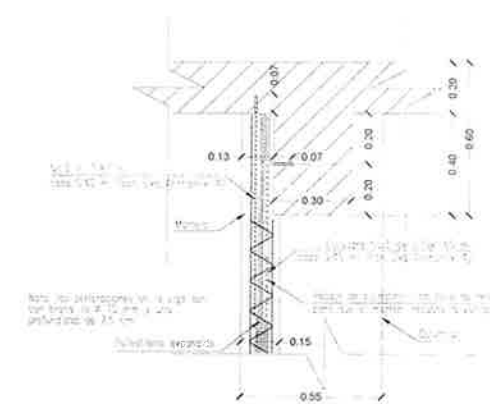
UNIÓN DE VIGA-LOSA A MURO EXTERIOR  
COVINTEC, NIVEL 1  
MÓDULO 2



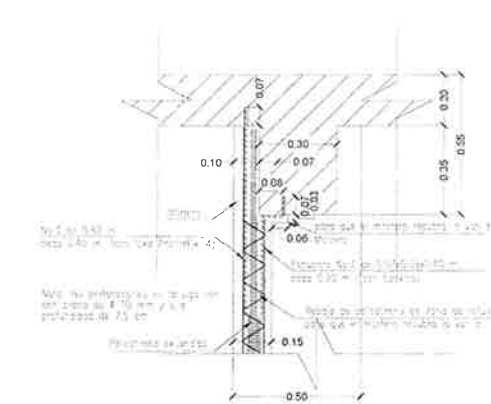
UNIÓN DE VIGA-LOSA A MURO EXTERIOR  
COVINTEC, NIVEL 3  
MÓDULO 2



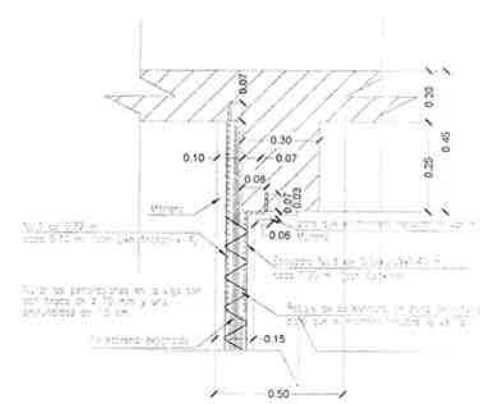
UNIÓN DE VIGA-LOSA A MUROS INTERIORES  
COVINTEC, NIVEL 1  
MÓDULO 1 y 3



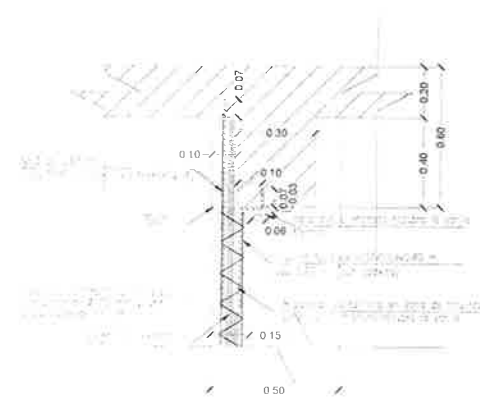
UNIÓN DE VIGA-LOSA A MURO INTERIOR  
COVINTEC, NIVEL 2  
MÓDULO 1 y 3



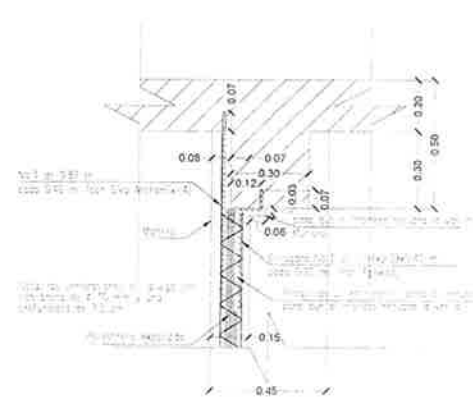
UNIÓN DE VIGA-LOSA A MURO INTERIOR  
COVINTEC, NIVEL 3  
MÓDULO 1 y 3



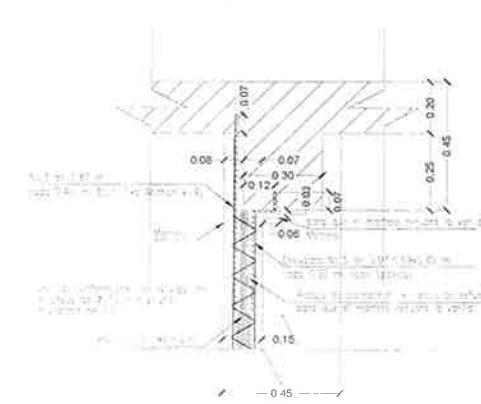
UNIÓN DE VIGA-LOSA A MURO INTERIOR  
COVINTEC, NIVEL 1  
MÓDULO 2



UNIÓN DE VIGA-LOSA A MURO INTERIOR  
COVINTEC, NIVEL 1  
MÓDULO 2



UNIÓN DE VIGA-LOSA A MURO INTERIOR  
COVINTEC, NIVEL 1  
MÓDULO 2



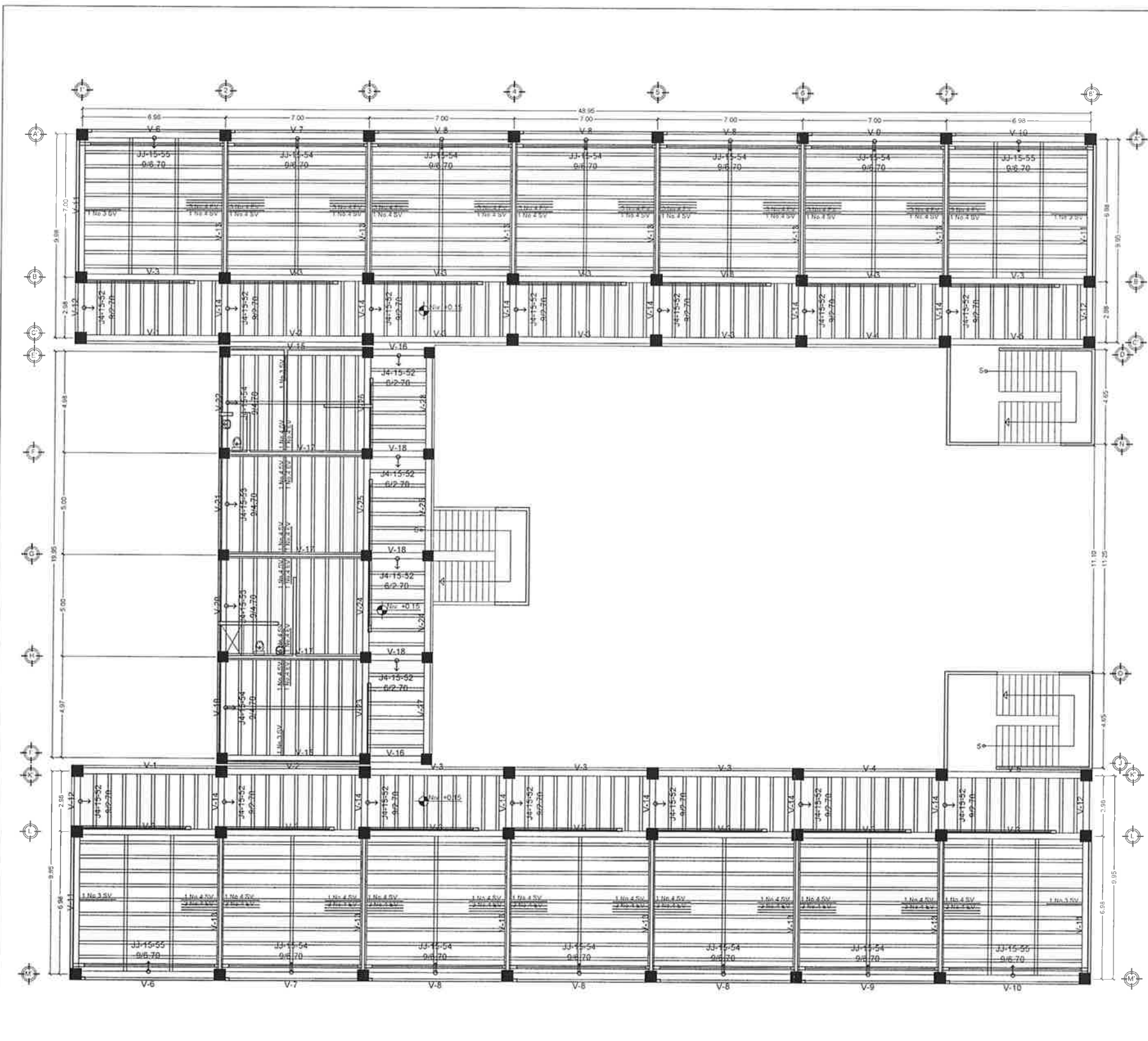
*Ing. Juan Merck Cos*  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
ASESOR / SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA  
MUNICIPALIDAD DE ESCUELAS CHIJUJAL

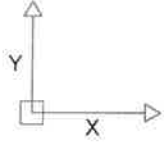
PROYECTO:  
EDIFICACIÓN ESCOLAR

CONTENIDO:  
DETALLE DE ANCLAJE MUROS COVINTEC 26  
ASESOR: INGENIERO EPS INGENIERÍA ESCALA: 1:200  
PROY. NÚM.: 2008-0338  
MUNICIPIO: CHIJUJAL

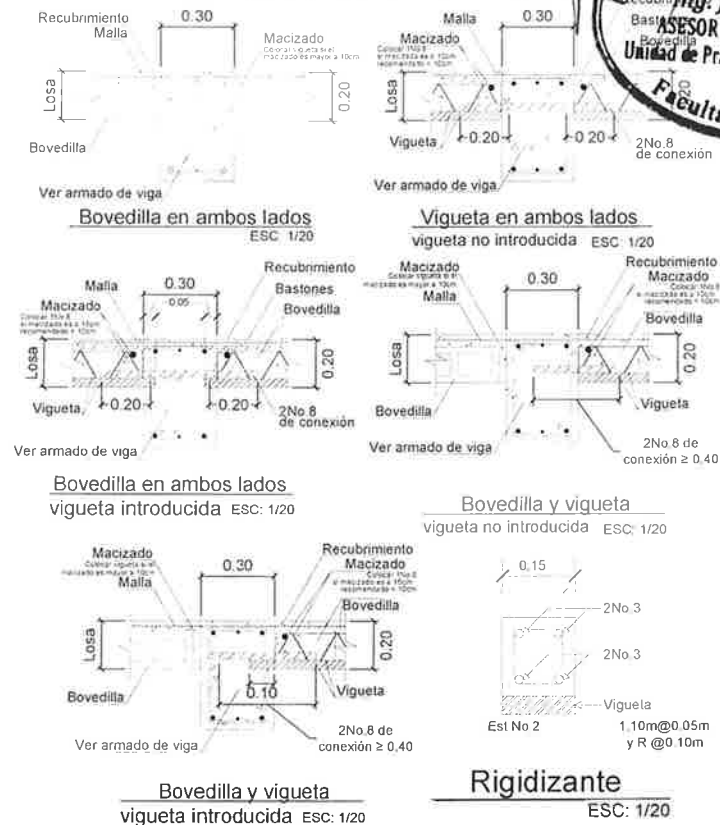




PLANTA ARMADO DE LOSA PREFABRICADA  
PRIMER NIVEL  
ESC: 1/100



NOMENCLATURA	
SYMBOL	DESCRIPCION
[Symbol]	Vigüeta
[Symbol]	Rigidezante
[Symbol]	Viga
J3-15-54	Tipo de vigüeta a utilizar
V-XX	Numero de vigüeta, ver detalles de vigüeta
SV	Bastones sobre vigüeta
EV	Bastones entre vigüeta
o	Inicio de bovedilla hacia primera vigüeta



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

- Concreto:
- El concreto debe tener una resistencia a la compresión de 210kg/cm<sup>2</sup>.
  - El agregado grueso debe tener un diámetro mínimo de 1/2".
  - El recubrimiento de las losas prefabricadas será de 5cm de concreto dando un espesor a la losa de 20cm.
- Acero:
- El acero debe tener un fy=2810kg/cm<sup>2</sup>.
  - La longitud de los bastones de la losa prefabricada será de L/4.
- Notas:
- La carga muerta de las losas prefabricadas es de 269kg/m<sup>2</sup> según fabricante PRECON.
  - La sobrecarga de diseño de las losas prefabricadas es de 100kg/m<sup>2</sup>, según fabricante PRECON.
  - La carga viva de diseño de las losas prefabricadas es de 500kg/m<sup>2</sup> para pasillos y de 200kg/m<sup>2</sup> para aulas, según fabricante PRECON.
  - Se utilizan vigüetas de 15cm de peralte con entre vigüetas de 70cm, según fabricante PRECON.
  - Se utilizan Bovedillas de 15cm, medidas: 55\*24\*15 cm. Según fabricante PRECON.
  - Se utilizan mallas especiales tipo 5, según fabricante PRECON.
  - Las vigüetas, bovedillas y mallas utilizadas en las losas prefabricadas son especificadas y proveidas por PRECON.



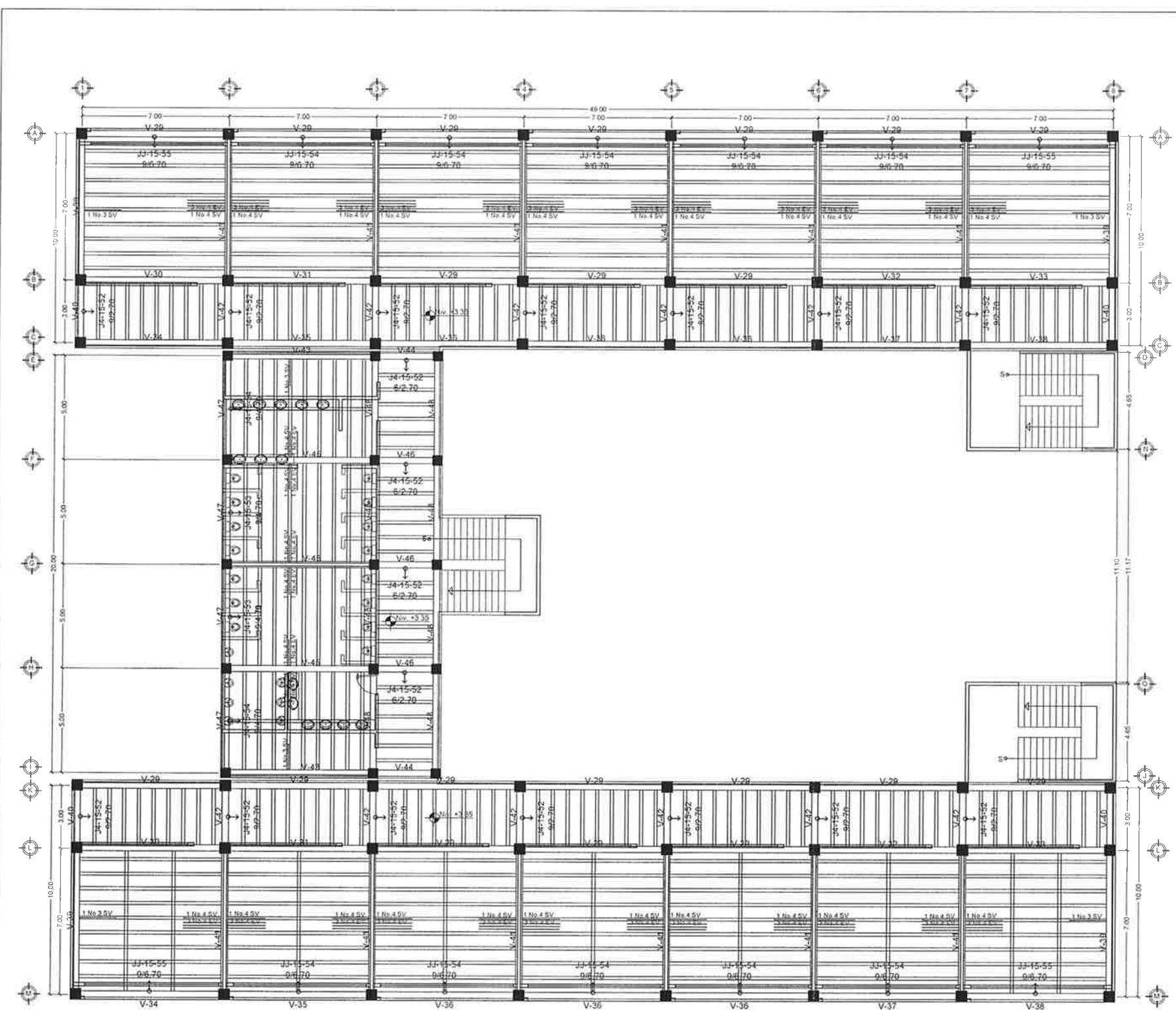
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA  
MUNICIPALIDAD DE ESCUELAS, CHIMULMILA

PROYECTO  
EDIFICACIÓN ESCOLAR

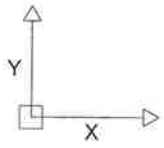
CONTENIDO  
ARMADO DE LOSAS PREFABRICADAS PRIMER NIVEL

ASOSOR: Juan Merck Cos  
PROYECTO: Edificación Escolar  
FECHA: 2009-03-04  
Escala: 1:100

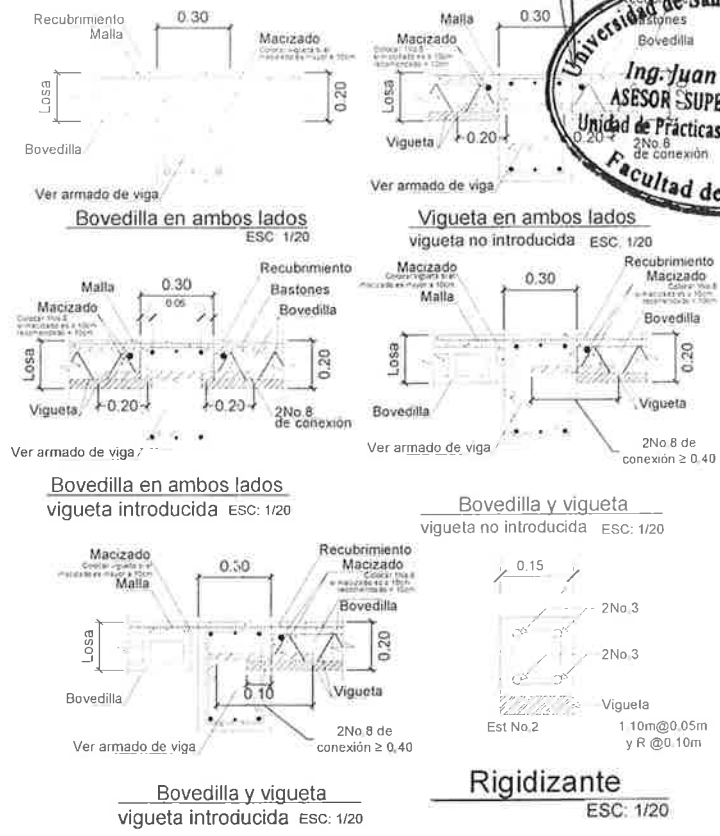
27 / 46



PLANTA ARMADO DE LOSA PREFABRICADA  
SEGUNDO NIVEL  
ESC 1/100



NOMENCLATURA	
SYMBOL	DESCRIPCION
	Vigüeta
	Rigizante
	Viga
JJ-15-55 JJ-15-54	Tipo de vigüeta a utilizar
V.XX	Número de vigüeta, ver detalles de vigüeta
SV	Bastones sobre vigüeta
EV	Bastones entre vigüeta
	Inicio de bovedilla hacia primera vigüeta



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**Concreto:**

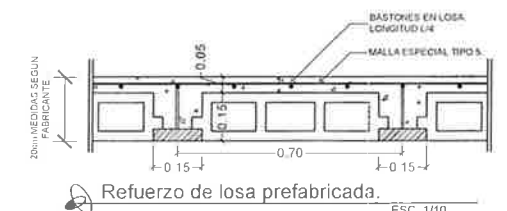
- El concreto debe tener una resistencia a la compresión de 210Kg/cm<sup>2</sup>.
- El agregado grueso debe tener un diámetro mínimo de 1/2".
- El recubrimiento de las losas prefabricadas será de 5cm de concreto dando un espesor a la losa de 20cm.

**Acero:**

- El acero debe tener un fy=2810Kg/cm<sup>2</sup>.
- La longitud de los bastones de la losa prefabricada será de L/4.

**Notas:**

- La carga muerta de las losas prefabricadas es de 269kg/m<sup>2</sup> según fabricante PRECON.
- La sobrecarga de diseño de las losas prefabricadas es de 100kg/m<sup>2</sup>, según fabricante PRECON.
- La carga viva de diseño de las losas prefabricadas es de 500kg/m<sup>2</sup> para pasillos y de 200kg/m<sup>2</sup> para aulas, según fabricante PRECON.
- Se utilizan vigüetas de 15cm de peralte con entre vigüetas de 70cm, según fabricante PRECON.
- Se utilizan Bovedillas de 15cm, medidas: 55\*24\*15 cm. Según fabricante PRECON.
- Se utilizan mallas especiales tipo 5, según fabricante PRECON.
- Las vigüetas, bovedillas y mallas utilizadas en las losas prefabricadas son especificadas y provistas por PRECON.



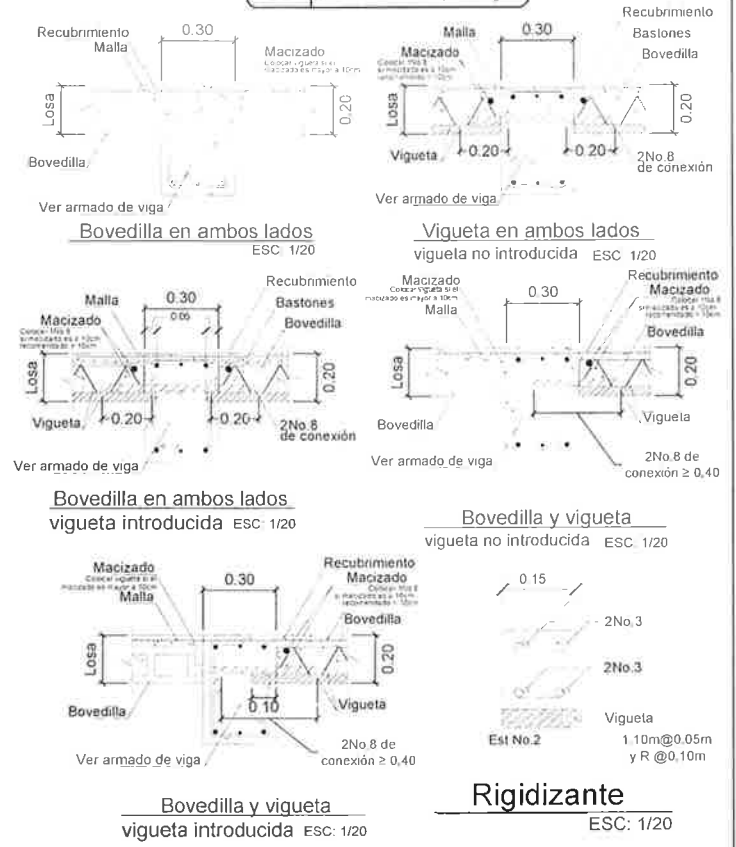
Refuerzo de losa prefabricada.  
ESC 1/10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE ESQUERUJAS, CHOYUTEN	
PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR	
CONTENIDO: ARMADO DE LOSAS PREFABRICADAS, PRIMER NIVEL	28
ASESOR: Ing. Juan Merck Cos	46



PLANTA ARMADO DE LOSA PREFABRICADA  
TERCER NIVEL  
ESC 1/100

NOMENCLATURA	
	Viga
	Rigidizante
	Vigeta
	Tipo de vigeta a utilizar
	V-XX
	SV
	EV
	→



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**Concreto:**

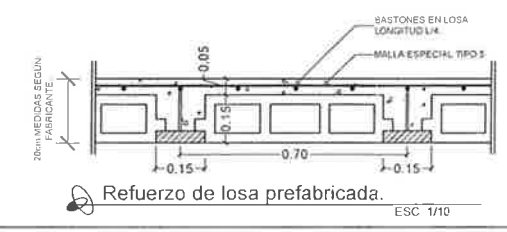
- El concreto debe tener una resistencia a la compresión de 210Kg/cm<sup>2</sup>.
- El agregado grueso debe tener un diámetro mínimo de 1/2".
- El recubrimiento de las losas prefabricadas será de 5cm de concreto dando un espesor a la losa de 20cm.

**Acero:**

- El acero debe tener un fy=2810Kg/cm<sup>2</sup>.
- La longitud de los bastones de la losa prefabricada será de L/4.

**Notas:**

- La carga muerta de las losas prefabricadas es de 269kg/m<sup>2</sup> según fabricante PRECON.
- La sobrecarga de diseño de las losas prefabricadas es de 100kg/m<sup>2</sup> según fabricante PRECON.
- La carga viva de diseño de las losas prefabricadas es de 500kg/m<sup>2</sup> según fabricante PRECON.
- Se utilizan viguetas de 15cm de peralte con entre viguetas de 70cm según fabricante PRECON.
- Se utilizan Bovedillas de 15cm, medidas: 55\*24\*15 cm. Según fabricante PRECON.
- Se utilizan mallas especiales tipo 5, según fabricante PRECON.
- Las viguetas, bovedillas y mallas utilizadas en las losas prefabricadas son especificadas y proveídas por PRECON.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE ESQUELHAS, CHUQUIMULA

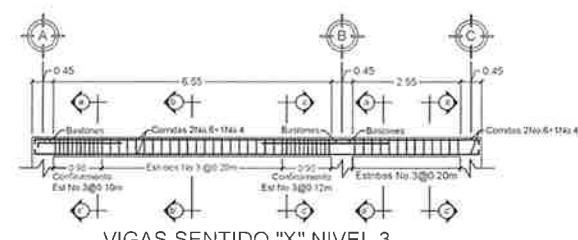
PROYECTO  
EDIFICACION ESCOLAR

CONTENIDO  
ARMADO DE LOSAS PREFABRICADAS PRIMER NIVEL

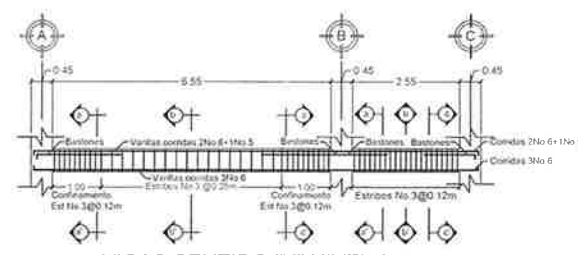
29 / 46

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Ing. Juan Merck Cos  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería

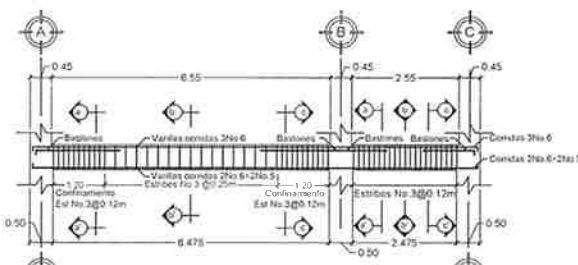




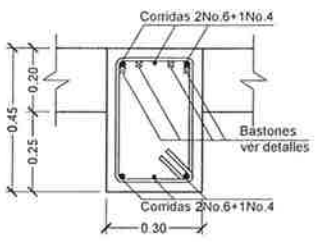
VIGAS SENTIDO "X" NIVEL 3  
MÓDULO 2 ESC. 1/75



VIGAS SENTIDO "X" NIVEL 2  
MÓDULO 2 ESC. 1/75



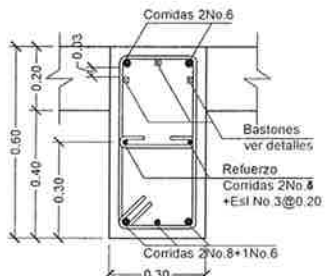
VIGAS SENTIDO "X" NIVEL 1  
MÓDULO 2 ESC. 1/75



VIGAS SENTIDO "X" NIVEL 3  
CORTES a-a', b-b' y c-c' ver tabla ESC. 1/10



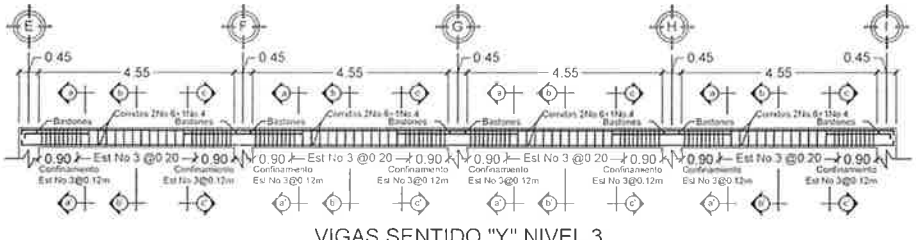
VIGAS SENTIDO "X" NIVEL 2  
CORTES a-a', b-b' y c-c' ver tabla



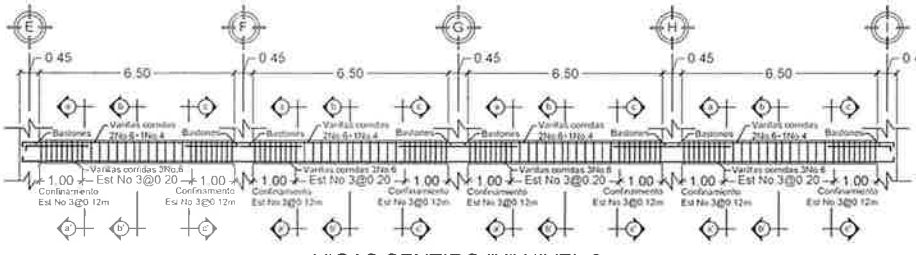
VIGAS SENTIDO "X" NIVEL 1  
CORTES a-a', b-b' y c-c' ver tabla ESC. 1/10

- Para ver las vigas en plano ver plano "Armado de losas prefabricadas"
- Los estribos de refuerzo son evolutivos de todas las vigas del nivel 1 y 2, irán cada 20cm acompañando a los estribos, en las zonas de confinamiento irán colocados dejando un espacio de por medio.
- Los ganchos de los estribos no deben ir en la misma posición del estribo anterior, esto con el fin de garantizar una buena adherencia entre el acero y el concreto
- Para las vigas del tercer nivel, los bastones con las varillas corridas se pueden empalmar en paquetes de barras cuando una varilla dentro de un paquete de barras termina dentro de un vano debe terminarse en lugares convenientes separados al menos 40 veces el diámetro de varilla, para favorecer la adherencia al concreto las barras de los paquetes deben terminar de forma escalonada
- Los paquetes de barras deben estar limitados a 4 barras por paquete

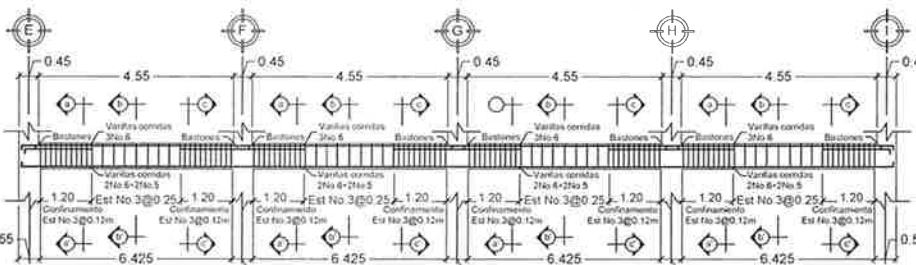
Para Estribos y ganchos de estribos  
 e Barras No.5 y menores, dobléz de 90° más 6db de extensión en el extremo libre de la barra,  
 b Barras No.6 No.7 y No.8, dobléz de 90° más extensión de 12db en el extremo libre de la barra,  
 c Barras No.6 y menores, dobléz de 135° más extensión de 6db en el extremo libre de la barra.  
 ACI 318S-08 cap 7.1.3



VIGAS SENTIDO "Y" NIVEL 3  
MÓDULO 2 ESC. 1/75



VIGAS SENTIDO "Y" NIVEL 2  
MÓDULO 2 ESC. 1/75



VIGAS SENTIDO "Y" NIVEL 1  
MÓDULO 2 ESC. 1/75

VIGA	SECCION	LONGITUD	PERALTE	ANCHO	CORRIDO SUPERIOR	CORRIDO INFERIOR	BASTONES SUPERIOR	ESTRIBOS	VIGA	SECCION	LONGITUD	PERALTE	ANCHO	CORRIDO SUPERIOR	CORRIDO INFERIOR	BASTONES SUPERIOR	ESTRIBOS
15	a-a'	7	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	1No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m EST No.3@0.25m	28	a-a'	5	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m EST No.3@0.25m
	b-b'	7	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	1No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m		b-b'	5	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m
	c-c'	7	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	1No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m		c-c'	5	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m
16	a-a'	3	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	1No.6	EST No.3@0.12m	43	a-a'	7	0.55	0.3	2No.6+1No.5	3No.6	2No.5	Conf 1.00m EST No.3@0.12m
	b-b'	3	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	1No.6	EST No.3@0.12m		b-b'	7	0.55	0.3	2No.6+1No.5	3No.6	2No.5	Conf 1.00m EST No.3@0.12m
	c-c'	3	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	1No.6	EST No.3@0.12m		c-c'	7	0.55	0.3	2No.6+1No.5	3No.6	2No.5	Conf 1.00m EST No.3@0.12m
17	a-a'	7	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	1No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m EST No.3@0.25m	44	a-a'	3	0.55	0.3	2No.6+1No.5	3No.6	2No.5	Conf 1.00m EST No.3@0.12m
	b-b'	7	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	1No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m		b-b'	3	0.55	0.3	2No.6+1No.5	3No.6	2No.5	Conf 1.00m EST No.3@0.12m
	c-c'	7	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	1No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m		c-c'	3	0.55	0.3	2No.6+1No.5	3No.6	2No.5	Conf 1.00m EST No.3@0.12m
18	a-a'	3	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6+1No.4	EST No.3@0.12m	45	a-a'	7	0.55	0.3	2No.6+1No.5	3No.6	2No.6+1No.4	Conf 1.00m EST No.3@0.12m
	b-b'	3	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6+1No.4	EST No.3@0.12m		b-b'	7	0.55	0.3	2No.6+1No.5	3No.6	2No.6+1No.4	Conf 1.00m EST No.3@0.12m
	c-c'	3	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6+1No.4	EST No.3@0.12m		c-c'	7	0.55	0.3	2No.6+1No.5	3No.6	2No.6+1No.4	Conf 1.00m EST No.3@0.12m
19	a-a'	5	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6	Conf 1.00m EST No.3@0.12m EST No.3@0.25m	46	a-a'	3	0.55	0.3	2No.6+1No.5	3No.6	2No.6+1No.4	EST No.3@0.12m
	b-b'	5	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6	Conf 1.00m EST No.3@0.12m		b-b'	3	0.55	0.3	2No.6+1No.5	3No.6	2No.6+1No.4	EST No.3@0.12m
	c-c'	5	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6	Conf 1.00m EST No.3@0.12m		c-c'	3	0.55	0.3	2No.6+1No.5	3No.6	2No.6+1No.4	EST No.3@0.12m
20	a-a'	5	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	1No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m EST No.3@0.25m	47	a-a'	5	0.55	0.3	2No.6+1No.5	3No.6	1No.4	Conf 1.00m EST No.3@0.12m
	b-b'	5	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	1No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m		b-b'	5	0.55	0.3	2No.6+1No.5	3No.6	1No.4	Conf 1.00m EST No.3@0.12m
	c-c'	5	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	1No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m		c-c'	5	0.55	0.3	2No.6+1No.5	3No.6	1No.4	Conf 1.00m EST No.3@0.12m
21	a-a'	5	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	1No.4	Conf 1.20m EST No.3@0.12m EST No.3@0.25m	48	a-a'	5	0.55	0.3	2No.6+1No.5	3No.6	2No.5	Conf 1.00m EST No.3@0.12m
	b-b'	5	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	1No.4	Conf 1.20m EST No.3@0.12m		b-b'	5	0.55	0.3	2No.6+1No.5	3No.6	2No.5	Conf 1.00m EST No.3@0.12m
	c-c'	5	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	1No.4	Conf 1.20m EST No.3@0.12m		c-c'	5	0.55	0.3	2No.6+1No.5	3No.6	2No.5	Conf 1.00m EST No.3@0.12m
22	a-a'	3	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	1No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m EST No.3@0.25m	68	a-a'	7	0.45	0.3	2No.6+1No.5	2No.6+1No.4	1No.6	Conf 0.90m EST No.3@0.12m
	b-b'	3	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	1No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m		b-b'	7	0.45	0.3	2No.6+1No.5	2No.6+1No.4	1No.6	Conf 0.90m EST No.3@0.12m
	c-c'	3	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	1No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m		c-c'	7	0.45	0.3	2No.6+1No.5	2No.6+1No.4	1No.6	Conf 0.90m EST No.3@0.12m
23	a-a'	5	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m EST No.3@0.25m	69	a-a'	3	0.45	0.3	2No.6+1No.5	2No.6+1No.4	1No.6	EST No.3@0.12m
	b-b'	5	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m		b-b'	3	0.45	0.3	2No.6+1No.5	2No.6+1No.4	1No.6	EST No.3@0.12m
	c-c'	5	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m		c-c'	3	0.45	0.3	2No.6+1No.5	2No.6+1No.4	1No.6	EST No.3@0.12m
24	a-a'	3	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m EST No.3@0.25m	70	a-a'	7	0.45	0.3	2No.6+1No.5	2No.6+1No.4	1No.6	Conf 0.90m EST No.3@0.12m
	b-b'	3	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m		b-b'	7	0.45	0.3	2No.6+1No.5	2No.6+1No.4	1No.6	Conf 0.90m EST No.3@0.12m
	c-c'	3	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m		c-c'	7	0.45	0.3	2No.6+1No.5	2No.6+1No.4	1No.6	Conf 0.90m EST No.3@0.12m
25	a-a'	5	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m EST No.3@0.25m	71	a-a'	3	0.45	0.3	2No.6+1No.5	2No.6+1No.4	1No.6	EST No.3@0.12m
	b-b'	5	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m		b-b'	3	0.45	0.3	2No.6+1No.5	2No.6+1No.4	1No.6	EST No.3@0.12m
	c-c'	5	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m		c-c'	3	0.45	0.3	2No.6+1No.5	2No.6+1No.4	1No.6	EST No.3@0.12m
26	a-a'	5	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m EST No.3@0.25m	72	a-a'	5	0.45	0.3	2No.6+1No.5	2No.6+1No.4	1No.6	Conf 0.90m EST No.3@0.12m
	b-b'	5	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m		b-b'	5	0.45	0.3	2No.6+1No.5	2No.6+1No.4	1No.6	Conf 0.90m EST No.3@0.12m
	c-c'	5	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6	Conf 1.20m EST No.3@0.12m		c-c'	5	0.45	0.3	2No.6+1No.5	2No.6+1No.4	1No.6	Conf 0.90m EST No.3@0.12m
27	a-a'	3	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6+1No.5	EST No.3@0.12m		a-a'	3	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6+1No.5	EST No.3@0.12m
	b-b'	3	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6+1No.5	EST No.3@0.12m		b-b'	3	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6+1No.5	EST No.3@0.12m
	c-c'	3	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6+1No.5	EST No.3@0.12m		c-c'	3	0.6	0.3	3No.6	2No.6+2No.5	2No.6+1No.5	EST No.3@0.12m

RECUBRIMIENTOS	
VIGAS	4 cm
COLUMNAS	5 cm
LOSAS	2.5 cm
CIMENTOS	8 cm

LONGITUD DE EMPALMES EN CONCRETO				
Viga No.	Tipo "A"	Tipo "B"	Tipo "C"	
3	35	30	45	60
4	50	35	65	85
5	60	45	75	100
6	75	55	100	130
8	130	95	170	220

LONGITUD DE DESARROLLO MÍNIMA L <sub>d</sub> (CM)			
Viga No.	L <sub>d</sub> <sup>1</sup>	2.5 x L <sub>d</sub> <sup>2</sup>	3.25 x L <sub>d</sub> <sup>3</sup>
3	15	27	35
4	15	36	47
5	18	45	58
6	22	54	70
7	25	63	81
8	29	72	93

- Cap. 21-318-05
1. Barras con gancho estándar de 90°, vigas, losas y columnas.
  2. Barras rectas, si el espesor del concreto es <0.30m. Cimientos, vigas, losas y columnas.
  3. Barras rectas, si el espesor del concreto es >0.30m. Columnas.



- NOTAS:
1. CONCRETO: se usará concreto con esfuerzo de ruptura a compresión de 210Kg/cm<sup>2</sup> (3000 psi) a los 28 días.
  2. ACERO DE REFUERZO: se usará acero de refuerzo de fy=2810Kg/cm<sup>2</sup> (Grado 40 KSI) especificación ASTM A615
  3. Todas las dimensiones están dadas en metros, a menos que se especifique lo contrario.
  4. Los recubrimientos serán de 4cm en vigas, excepto donde se indique lo contrario. Este se medirá entre el rostro de la barra y la superficie del concreto.
  5. El primer estribo se colocará a 5cm de la cara del apoyo. En caso de tener diferentes secciones de apoyo debido a cambios de sección se colocará a 5cm del apoyo de menor sección.
  6. La longitud de los bastones estará dada por:  
L<sub>bastón</sub> = L<sub>uz</sub> + 4L<sub>d</sub>
  7. El acero superior debe empalmarse (Traslaparse) en el centro de la viga; y los inferiores, cerca de los extremos, para el empalme tipo A. En el caso de usar los empalmes tipo B o C, se debe aumentar la longitud del empalme obtenida para el tipo A en un 30% y 70% respectivamente.



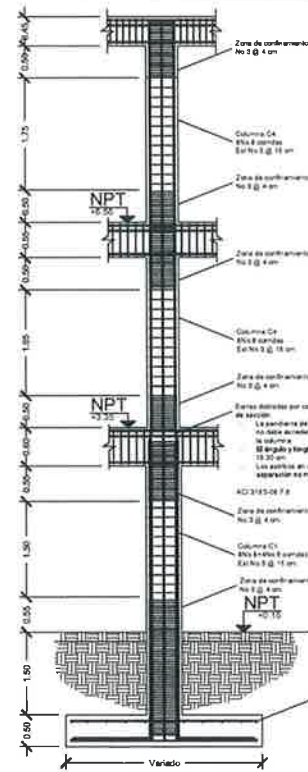
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA  
 MUNICIPALIDAD DE ESCUQUILA, CHIMEL

PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR

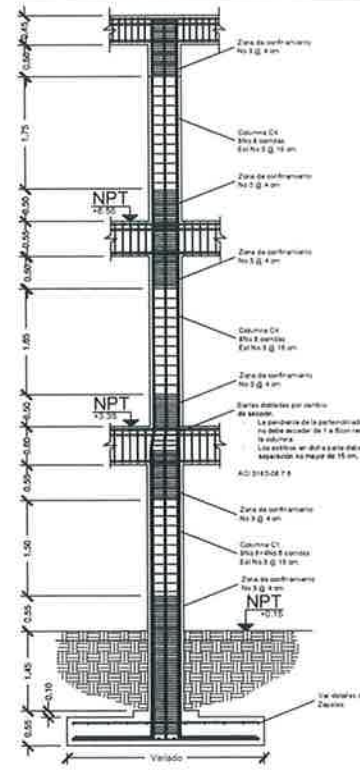
CONTENIDO: DETALLE DE VIGAS, MÓDULO 2

ASESOR: INGENIERO JUAN MERCED LÓPEZ  
 ESTUDIANTE: JUAN MERCED LÓPEZ  
 INDICADOR: 2022-2023

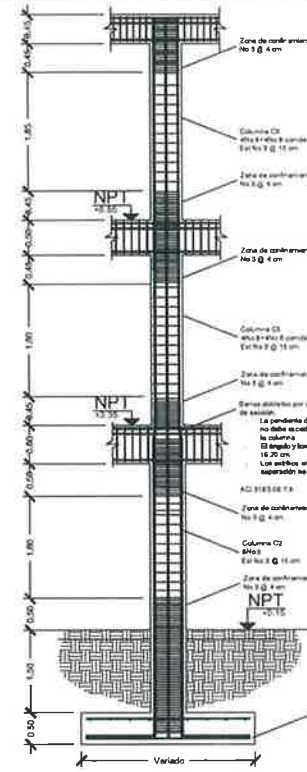
31 / 46



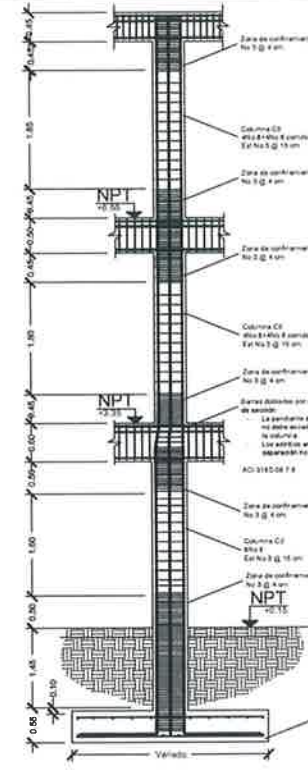
ARMADO DE COLUMNA  
Modulo 1-3 (Columnas centrales) ESC 1:50



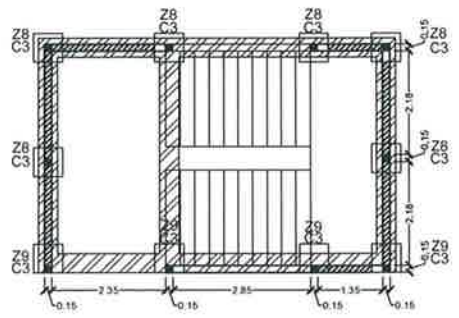
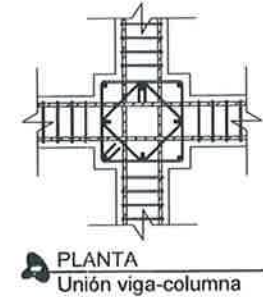
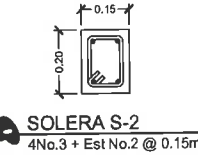
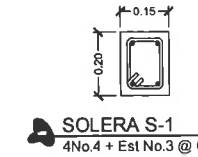
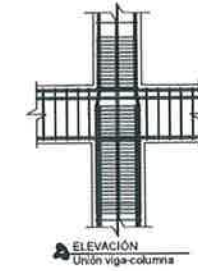
ARMADO DE COLUMNA  
Modulo 1-3 (Columnas externas) ESC 1:50



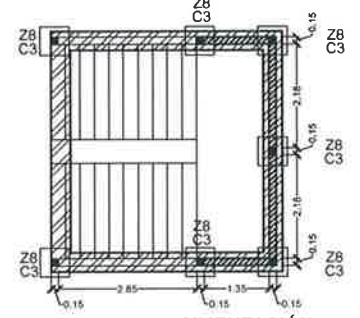
ARMADO DE COLUMNA  
Modulo 2 (Columnas centrales) ESC 1:50



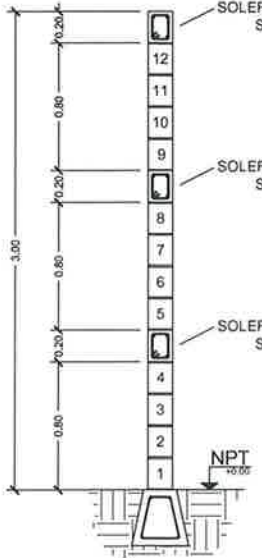
ARMADO DE COLUMNA  
Modulo 2 (Columnas externas) ESC 1:50



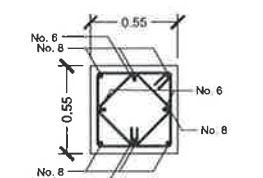
PLANTA DE CIMENTACIÓN  
Modulo de gradas 1-3



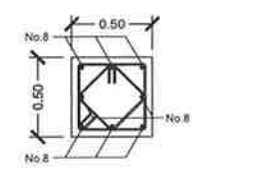
PLANTA DE CIMENTACIÓN  
Modulo de gradas 2



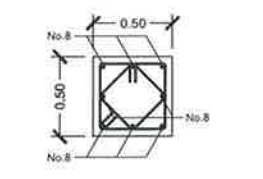
MURO PERIMETRAL



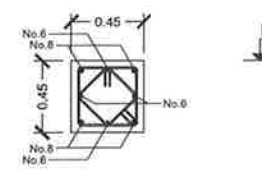
COLUMNA C1  
8No.8+4No.6 Est No.3 @ 0.15m  
Conf: L=0.55m Est No.3 @ 0.04m



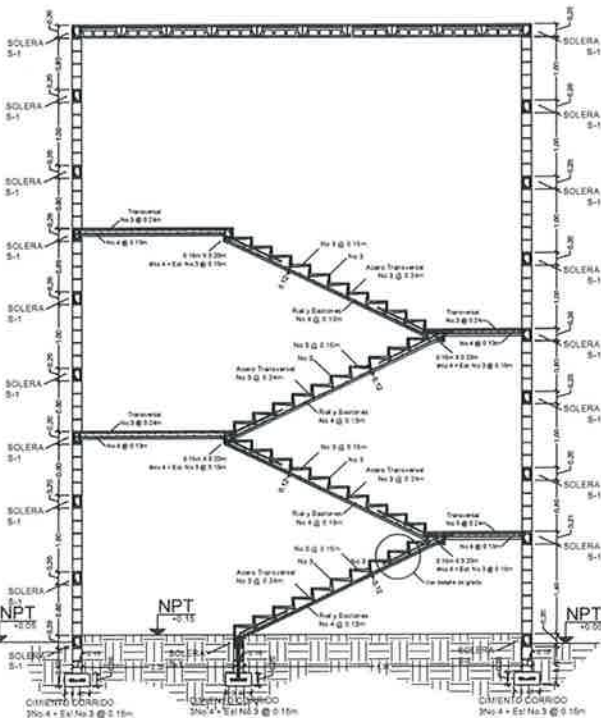
COLUMNA C2  
8No.8 Est No.3 @ 0.15m  
Conf: L=0.50m Est No.3 @ 0.04m



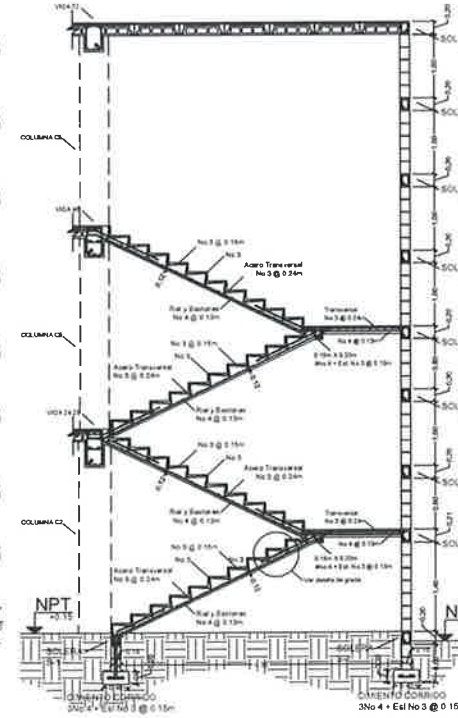
COLUMNA C4  
8No.8 Est No.3 @ 0.15m  
Conf: L=0.45m Est No.3 @ 0.04m



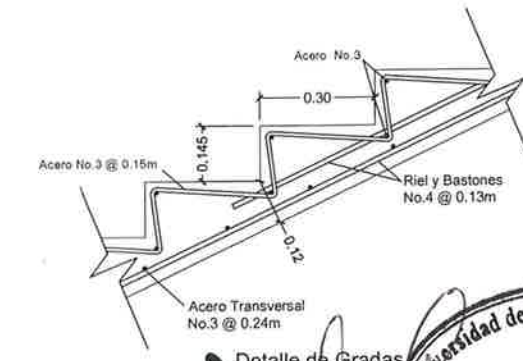
COLUMNA C5  
4No.8+4No.6 Est No.3 @ 0.15m  
Conf: L=0.45m Est No.3 @ 0.04m



ELEVACION  
Modulo de gradas 1-3



ELEVACION  
Modulo de gradas 2



Detalle de Gradass

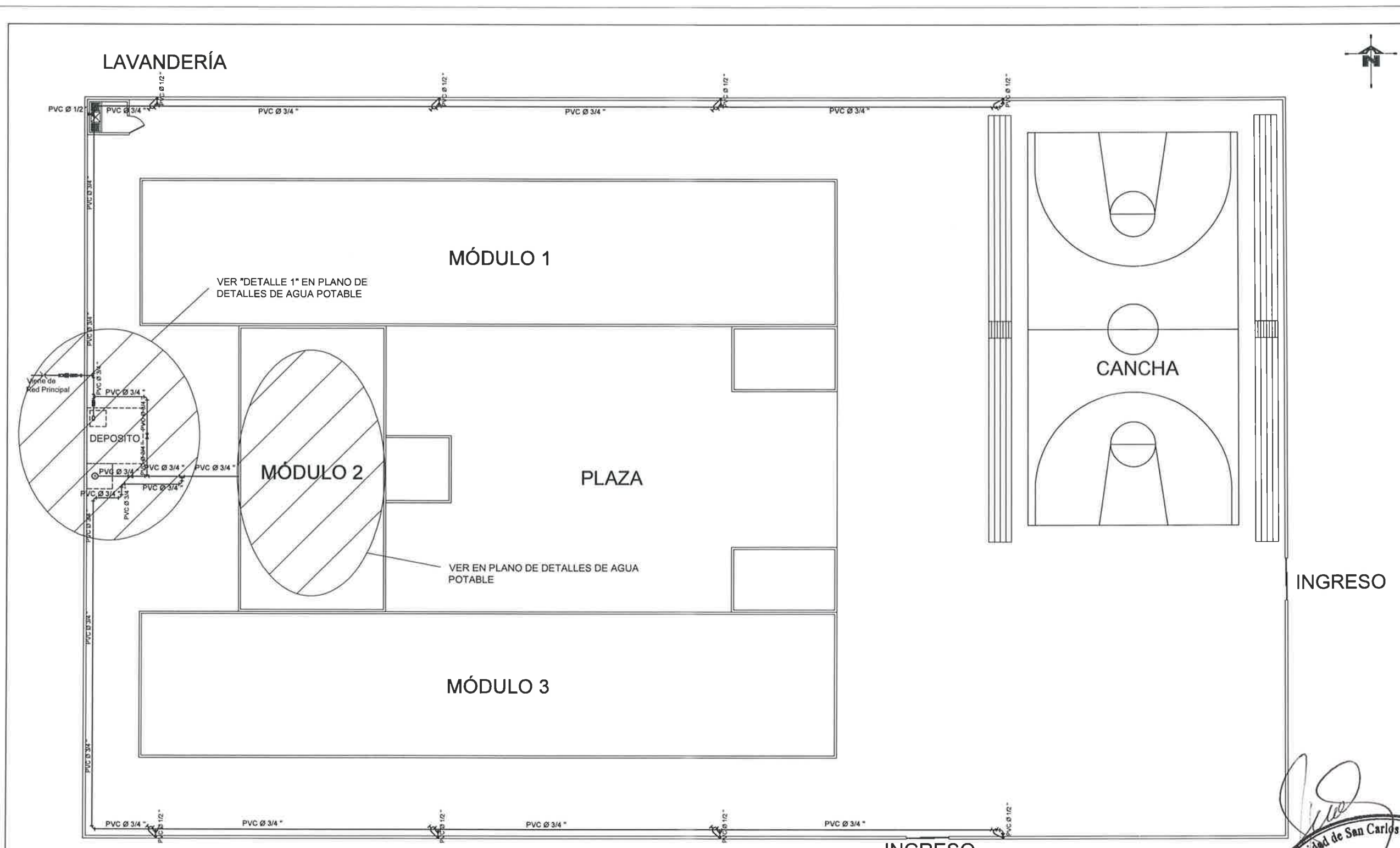


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA  
MUNICIPALIDAD DE ESCUELAS, QUIGUALPA

PROYECTO:  
EDIFICACIÓN ESCOLAR

CONTENIDO:  
DETALLES ESTRUCTURALES

ASESOR: Ing. Juan Merck Cos  
DISEÑO EPS INGENIERIA: Ing. Juan Merck Cos  
ESCALA: 1:100



PLANTA DE CONJUNTO DE INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE  
ESC: 1:125

NOMENCLATURA			
SIGNO	SIMBOLOGIA	SIGNO	SIMBOLOGIA
	LLAVE DE CHEQUE		REDUCIDOR PVC Ø 3/4" x PVC Ø 1/2"
	CONTADOR + LLAVE DE PASO		CODO A 90° HORIZONTAL
	LLAVE DE COMPUERTA		TEE
	TUBERIA DE AGUA FRIA		CHORRO
	BOMBA		CLORURO DE POLIVINYL
	CODO A 90° VERTICAL PVC		DIAMETRO DE TUBERIA
	PROYECCION DE CISTERNA		

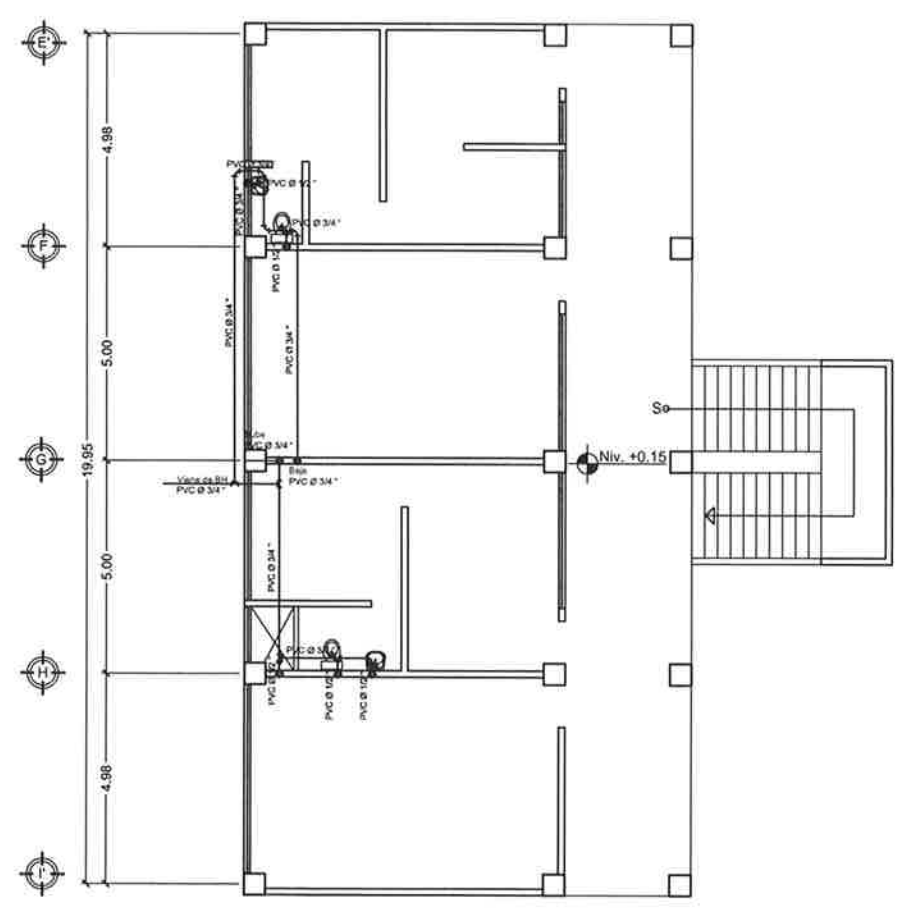
  
**Ing. Juan Merck Cos**  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 MINISTRO DE EDUCACION SUPERIOR

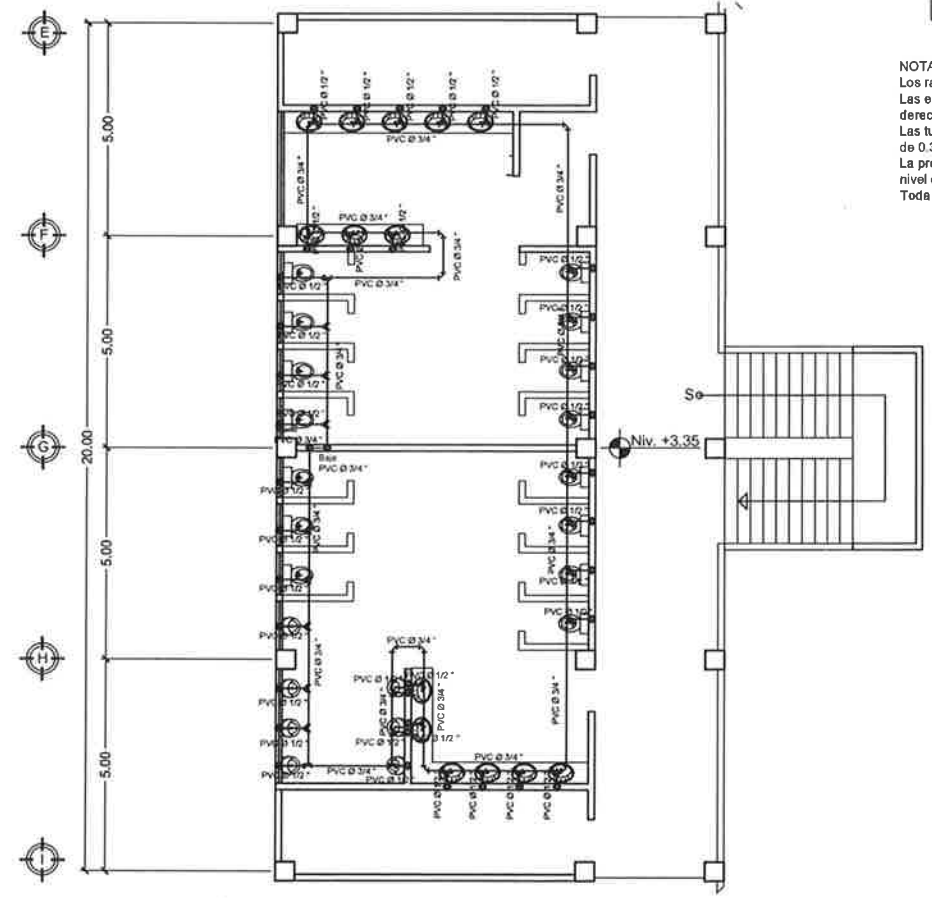
PROYECTO:  
**EDIFICACION ESCOLAR**

CONTENIDO: PLANTA DE CONJUNTO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS 33  
 ASESOR: DISEÑO EPS INGENIERIA ESCALA: 1:125  
 Ing. Juan Merck Cos 2022-44308

46



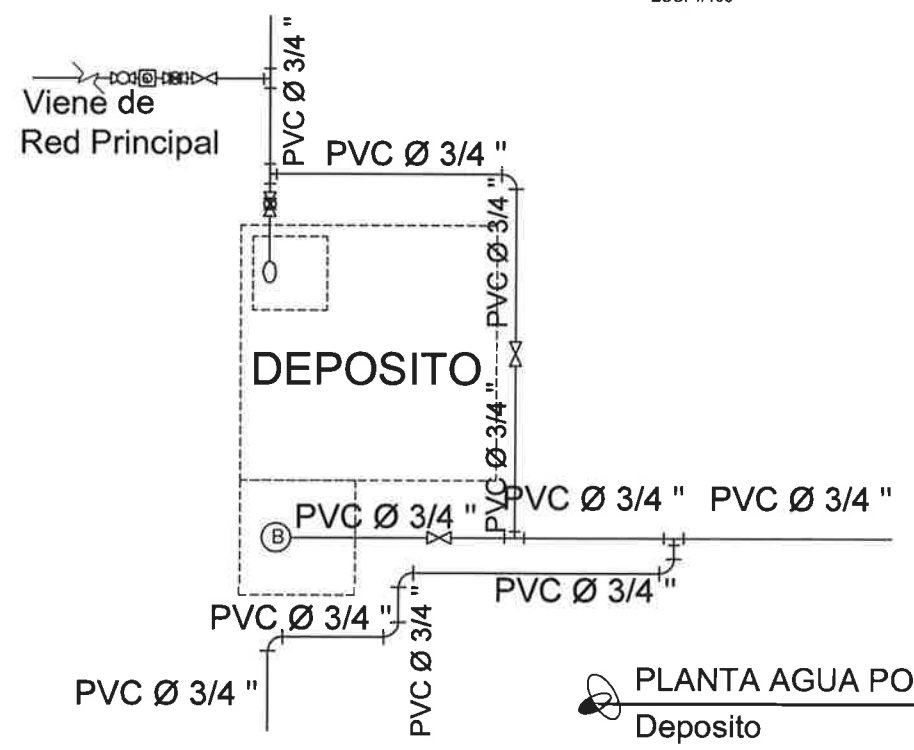
**PLANTA AGUA POTABLE PRIMER NIVEL**  
ESC: 1/100



**PLANTA AGUA POTABLE SEGUNDO NIVEL**  
ESC: 1/100

NOMENCLATURA	
SIGNO	SIMBOLOGIA
	TUBERIA DE AGUA FRIA
	CODO A 90° VERTICAL PVC
	REDUCIDOR PVC Ø 3/4" a PVC Ø 1/2"
	CODO A 90° HORIZONTAL
	TEE
	CLORURO DE POLIVINIL
	DIAMETRO DE TUBERIA

NOTA:  
Los ramales deben de ser individuales para cada artefacto.  
Las esperas de agua fría siempre deberán colocarse en el lado derecho de los artefactos, a excepción del inodoro.  
Las tuberías de agua potable deben estar colocadas a un mínimo de 0.30 metros despegadas de los muros.  
La profundidad de la tubería será de 0.30 metros mínimo sobre el nivel de piso terminado.  
Toda tubería de ramal para artefactos será de diámetro de 1/2".

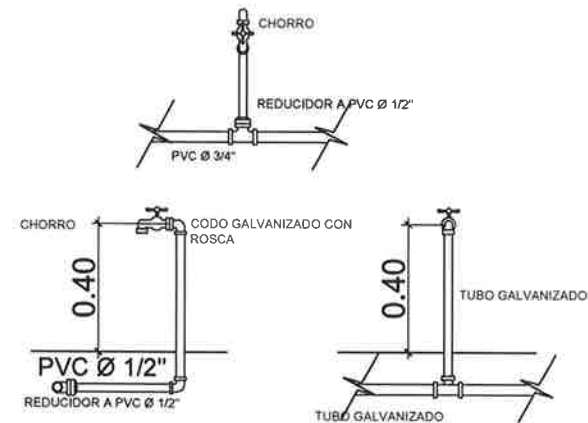


**PLANTA AGUA POTABLE PRIMER NIVEL**  
Deposito  
ESC: 1/100

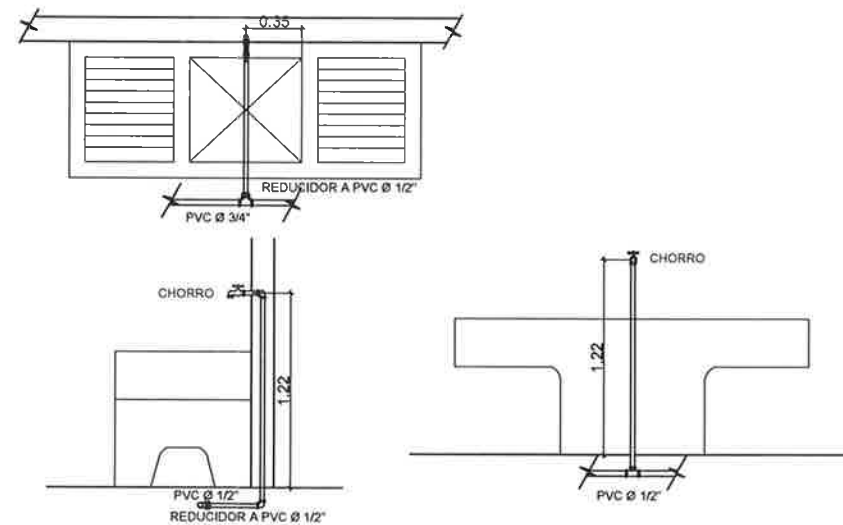
*Ing. Juan Merck Gos*  
ASESOR / SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE ESCUELAS AGUASCALIENTES, CHOYUMILÁ		
PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR		
CONTENIDO: PLANTA INSTALACIÓN HIDRÁULICA	34	46
ASESOR: Ing. Juan Merck Gos	DISEÑO EPS INGENIERIA Escala 1:100	

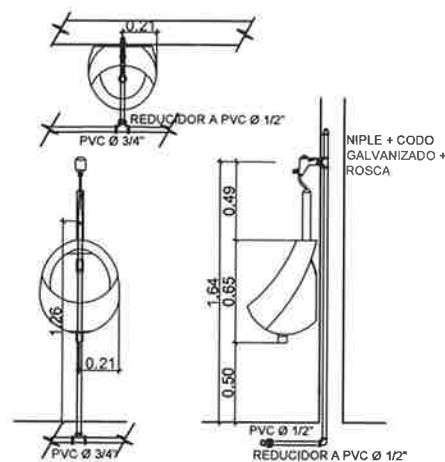




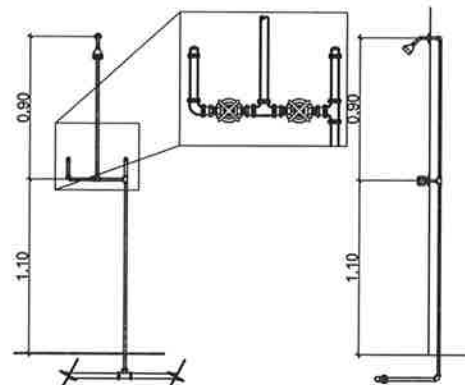
**DETALLE DE CHORRO**  
ESC. 1:20



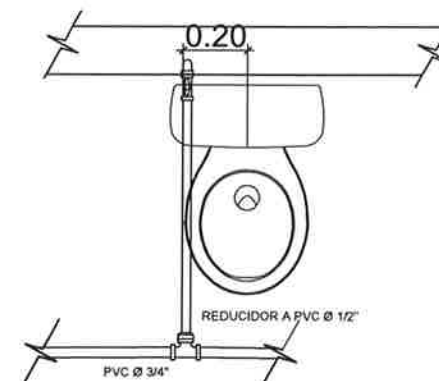
**DETALLE DE PILA**  
ESC. 1:20



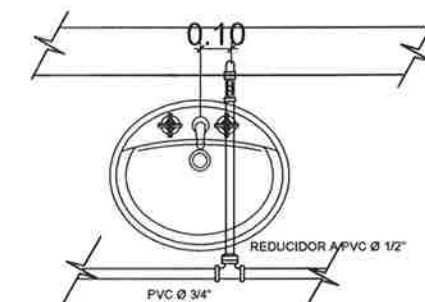
**DETALLE DE MINGITORIO**  
ESC. 1:20



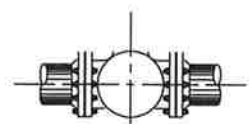
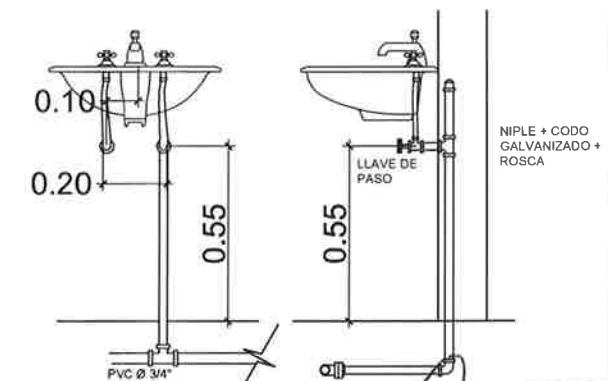
**DETALLE DE DUCHA**  
ESC. 1:20



**DETALLE DE INODORO**  
ESC. 1:10



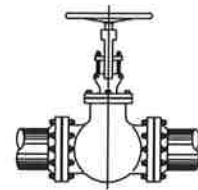
**DETALLE DE LAVAMANOS**  
ESC. 1:10



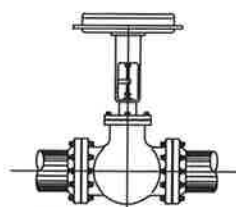
VALVULA DE CHEQUE HORIZONTAL DE BRONCE DE  $\frac{1}{2}$ " SERA AUTOMATICA Y DE CAUDAL



CONTADOR BRONCE DE  $\frac{1}{2}$ " SERA AUTOMATICA



VALVULA DE GLOBO DE BRONCE DE  $\frac{1}{2}$ " SERA MANUAL Y DE PRESION



VALVULA DE CIERRE MUNICIPAL O DE PASO DE BRONCE DE  $\frac{1}{2}$ " SERA MANUAL Y DE CAUDAL

NOMENCLATURA	
SIGNO	SIMBOLOGIA
—	TUBERIA DE AGUA FRIA
◀	CODO A 90° VERTICAL PVC
▶	REDUCIDOR PVC $\frac{3}{4}$ " a PVC $\frac{1}{2}$ "
—	CODO A 90° HORIZONTAL
⊥	TEE
⊗	CLORURO DE POLIVINIL
∅	DIAMETRO DE TUBERIA

NOTA:  
Los ramales deben de ser individuales para cada artefacto.  
Las esperas de agua fria siempre deberin colocarse en el lado derecho de los artefactos, a excepcion del inodoro.  
Las tuberías de agua potable deben estar colocadas a un mínimo de 0.30 metros despegadas de los muros.  
La profundidad de la tubería sera de 0.30 metros mínimo sobre el nivel de piso terminado.  
Toda tubería de ramal para artefactos será de diámetro de 1/2".

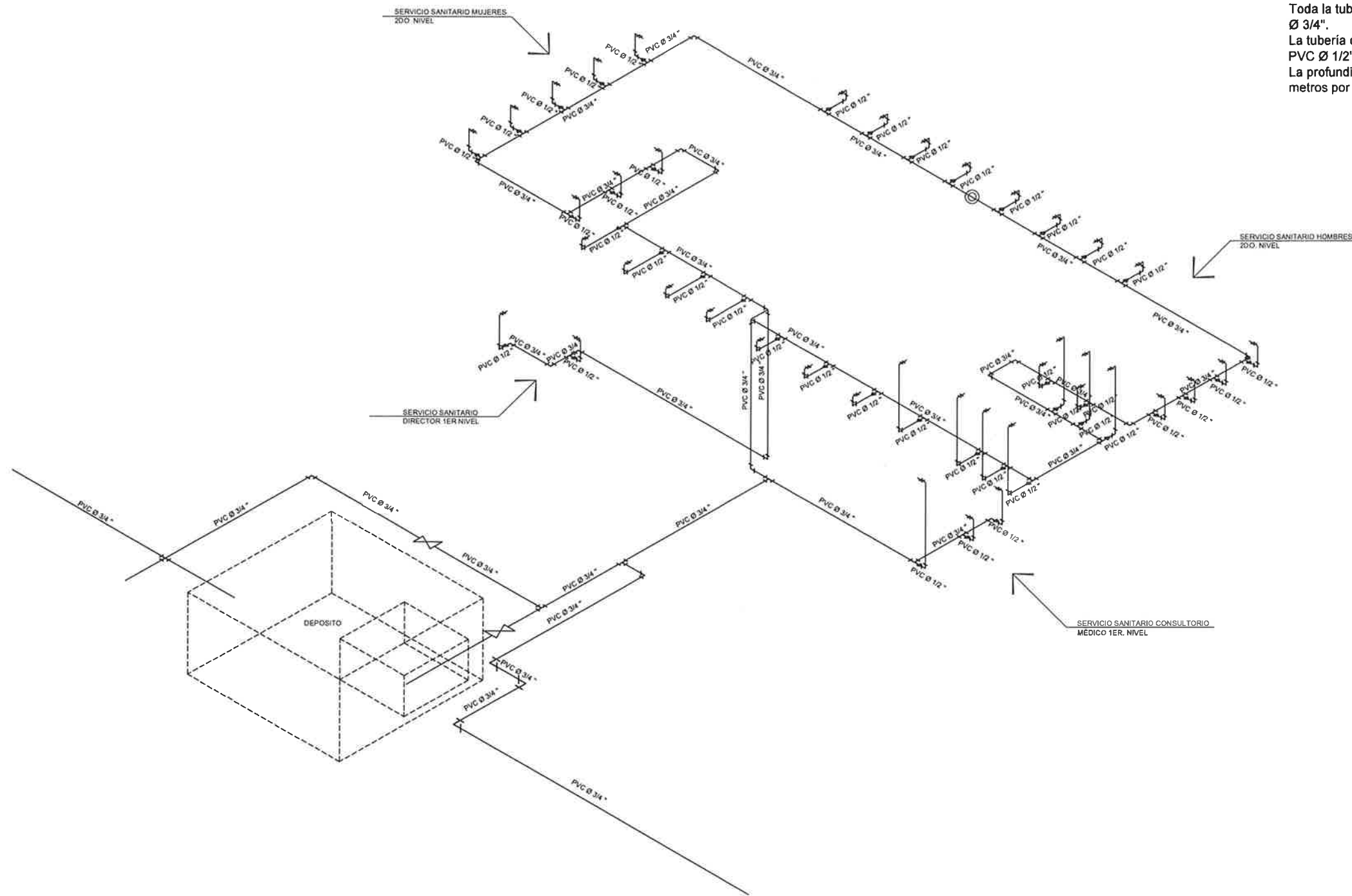
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ing. Juan Merck Cos  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
SERVICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA  
MUNICIPALIDAD DE ESCUELAS, TIGUAMALA

PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR

CONTENIDO: PLANTA INSTALACIÓN HIDRÁULICA DETALLES 35

ASESOR: DISEÑO EPS INGENIERIA ESCALA: 1/10 46  
Ing. Juan Merck Cos  
2002-2006

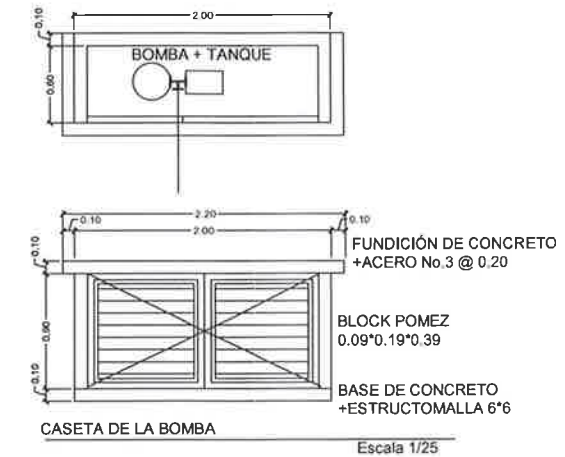
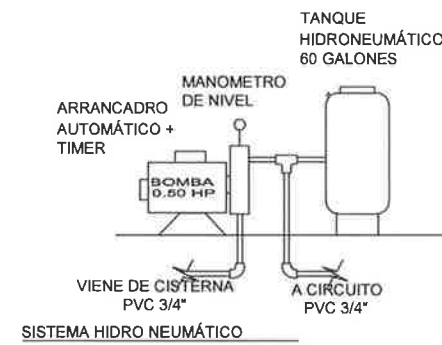
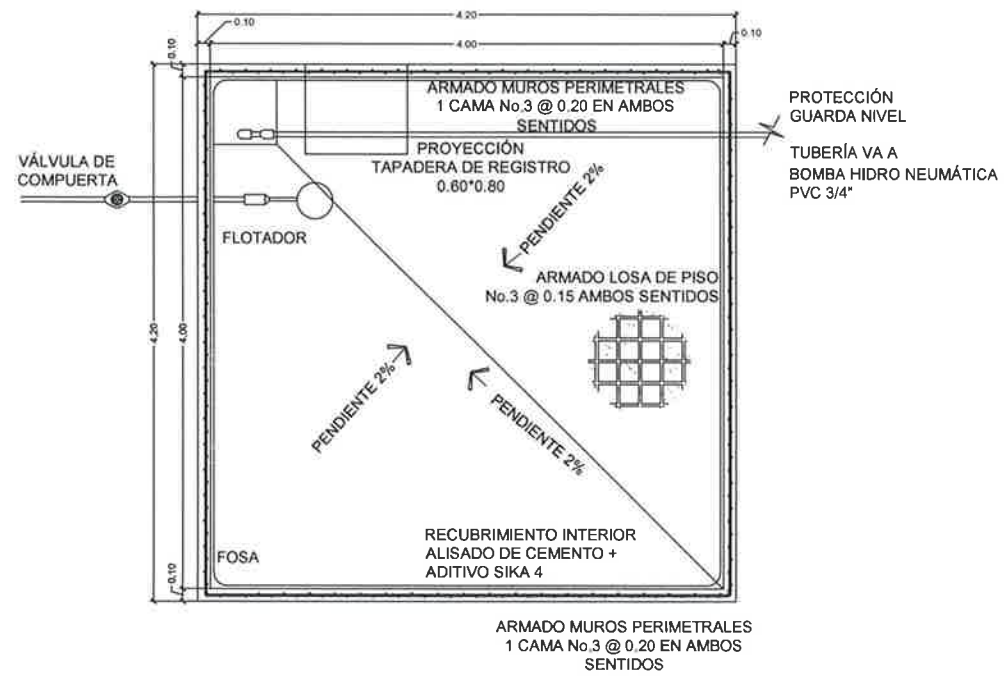


NOTA:  
 Todos los reducidos actúan de Ø 3/4" a Ø 1/2".  
 Toda la tubería del circuito de agua fría es de PVC Ø 3/4".  
 La tubería de los ramales, a los artefactos es de PVC Ø 1/2".  
 La profundidad de las instalaciones será de 0.30 metros por debajo del nivel de piso terminado.

ISOMÉTRICO AGUA POTABLE  
 ESC: 1/50

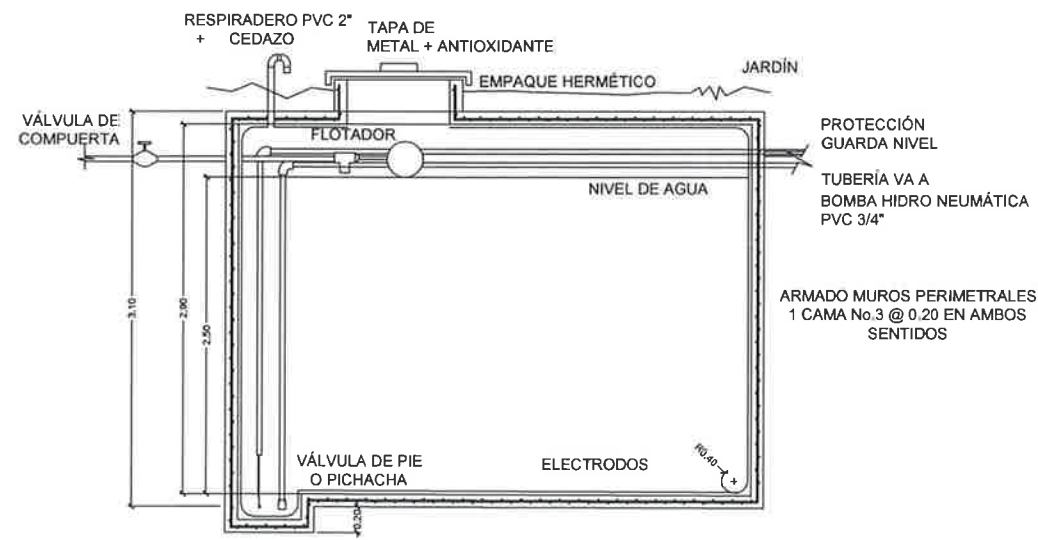
*Juan Merck Cos*  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Ing. Juan Merck Cos  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE ESQUELEZAS, QUIGUILA		
PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR		
CONTENIDO: INSTALACIÓN HIDRÁULICA ISOMÉTRICO		36
ASESOR: Ing. Juan Merck Cos	DISEÑO EPS INGENIERIA Fabián Aguilar Morán	ESCALA: 1:50
		46



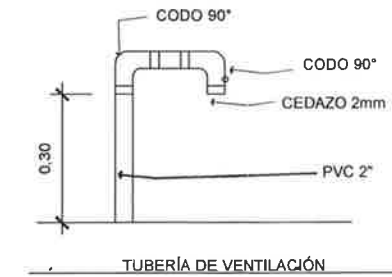
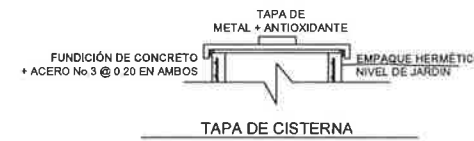
PLATA TANQUE CISTERNA

ESC 1/25



SECCIÓN TANQUE CISTERNA

ESC 1/25

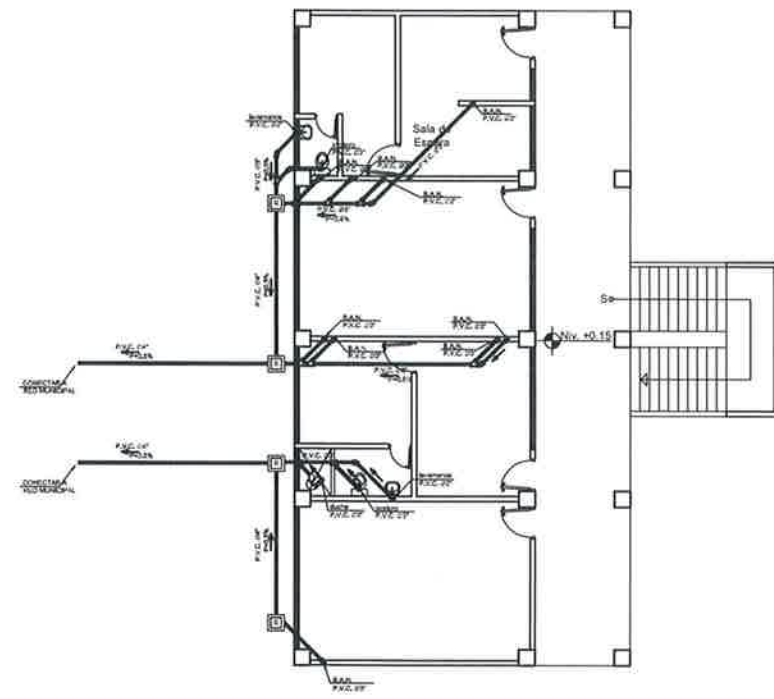


  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Ing. Juan Merck Cos  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE ESCUQUILA, QUETZALENZA

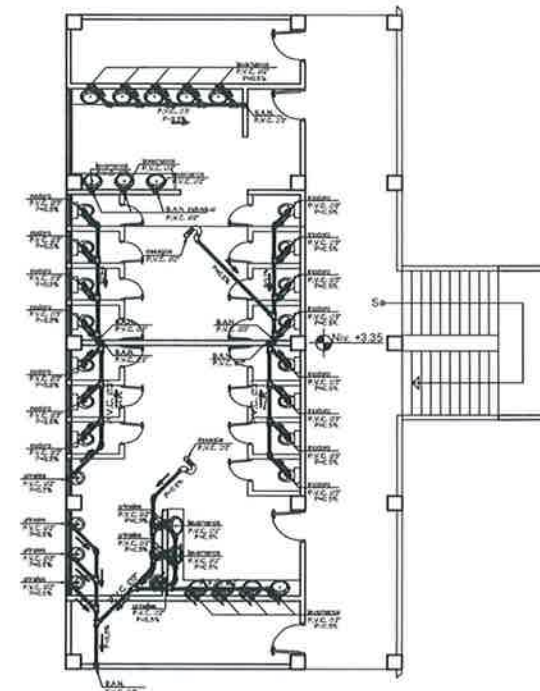
PROYECTO:  
 EDIFICACIÓN ESCOLAR

CONTENIDO:  
 DETALLES CISTERNA 37  
 ASESOR: DISEÑO EPS INGENIERÍA ESCALA: 3/8 Febrero-Agosto 2008-08-305 INDICADA 46



PLANTA DRENAJE SANITARIO  
PRIMER NIVEL, MODULO 2

ESC: 1/100



PLANTA DRENAJE SANITARIO  
SEGUNDO NIVEL, MODULO 2

ESC: 1/100

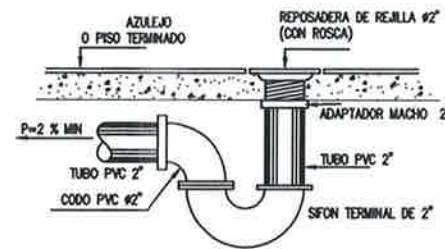
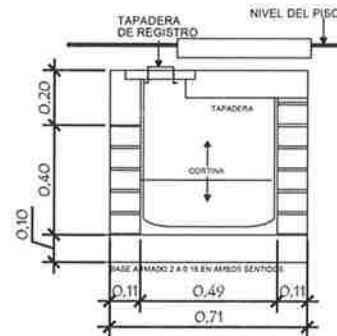
SIMBOLOGIA	INSTALACION DE DRENAJES
	TEE VERTICAL
	SIFON
	REPOSADERA
	CAJA DE REGISTRO
	CAJA DE UNION
	CODO 90 A ARTEFACTO
	CODO 90 VERTICAL
	CODO 90 HORIZONTAL
	CRUZ
	CODO A 45 HORIZONTAL
	YEE A 45 HORIZONTAL
	TEE HORIZONTAL
	BAJADA DE AGUA PLUVIAL Ø 3" PVC
	BAJADA DE AGUAS NEGRAS Ø DE 4" PVC
	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS
	TUBERIA AGUAS NEGRAS (INODOROS)
	TUBERIA DE AGUAS PLUVIALES
	INDICA PENDIENTE
$P=0.5\%$	INDICA PORCENTAJE DE PENDIENTE
P.V.C	TUBERIA DE CLORURO DE POLIVINILO
C.I.	COTA INVERT (BAJO NIVEL 0.00)

NOTA: LA COTA INVERT SE TOMA DESDE LA PARTE DE ABAJO DE LA CAJA  
EN LAS CAJA REPOSADERA DEPENDERA DE LA COTA INVERT PARA PODER HACER LA PROFUNDIDAD  
TODAS LAS BAJADAS DE AGUAS NEGRAS SE VAN A PROLONGAR COMO RESPIRADEROS Ø 2"

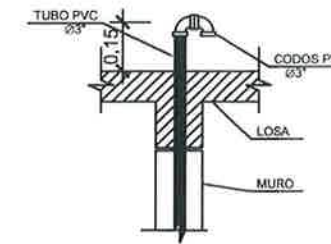


DETALLE TRAMPA DE GRASA (PILA)

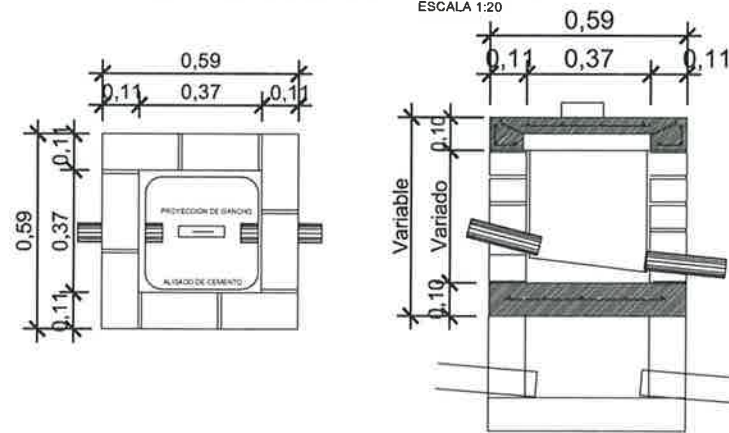
ESCALA 1:20



CONEXION DE SIFON A REPOSADERA EN DUCHAS Y DESAGÜE DE BAÑOS  
SIN ESCALA

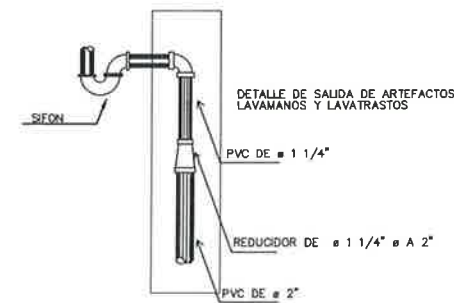


DETALLE DE SALIDA DE TUBERIA DE VENTILACIÓN  
PARA BAN Y DUCTOS  
SIN ESCALA



DETALLE DE CAJA DE REGISTRO

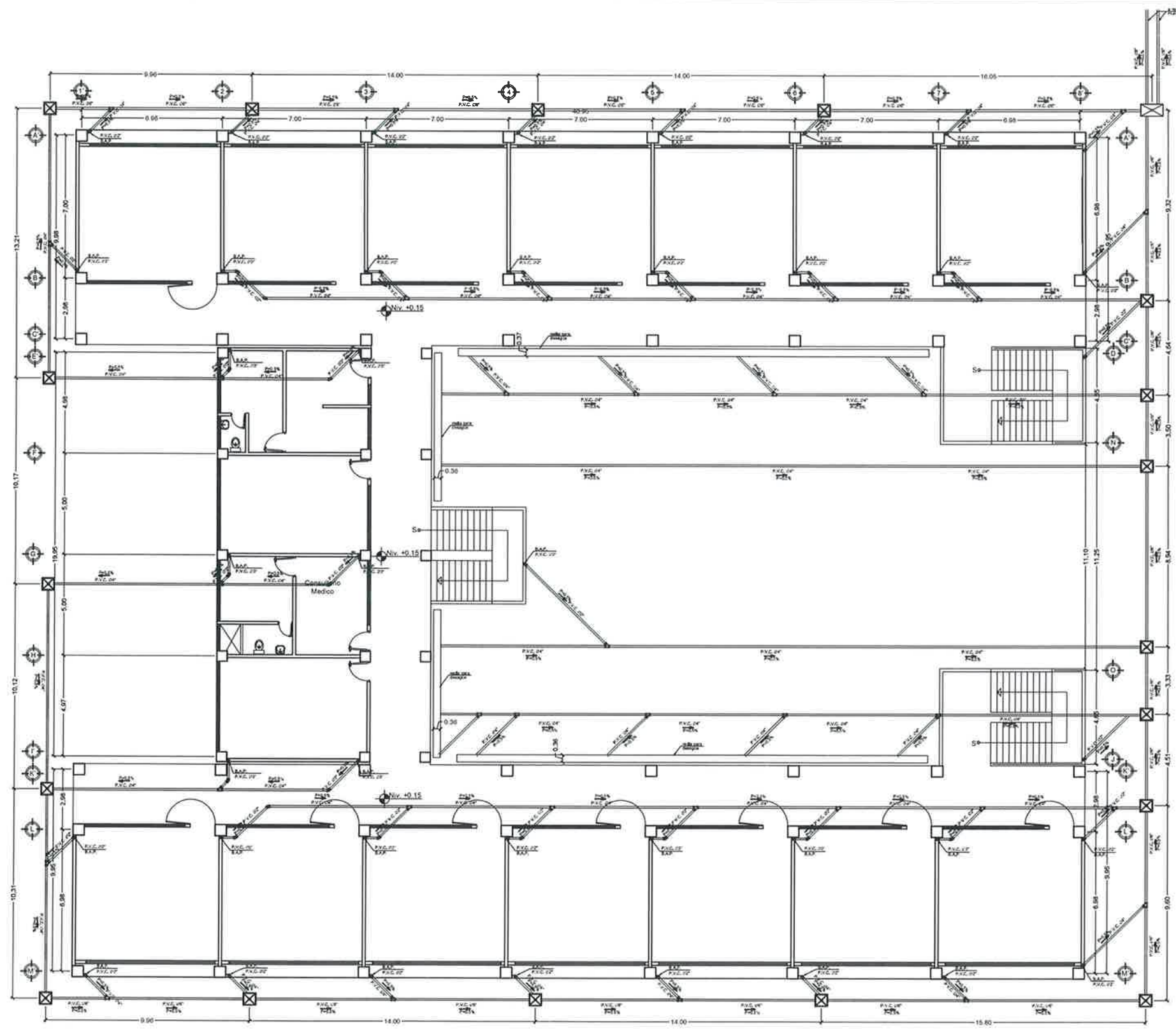
ESCALA 1:20



DETALLE DE SALIDA DE ARTEFACTOS  
LAVAMANOS Y LAVASTRITOS

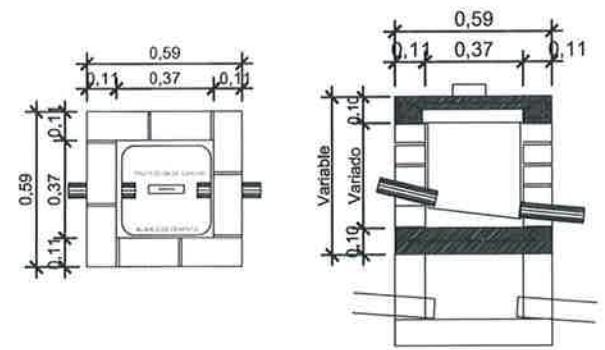


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA INSTITUCIONAL DE ESCUELAS, CUSUMAMA		
PROYECTO: EDIFICACION ESCOLAR		
CONTENIDO: PLANTA DRENAJES Y DETALLES		38
ASESOR: Ing. Juan Merck Cos	ASESOR E.P.S. INGENIERIA: Ing. Juan Merck Cos	ESCALA: INDICADA
		46

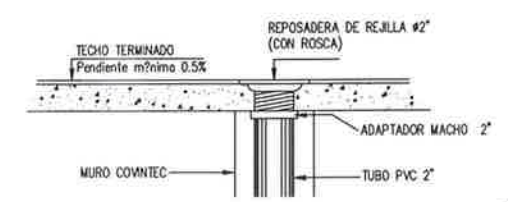


BIMBOLOGIA	INSTALACION DE DRENAJES
	REPOSADERA
	CAJA DE REGISTRO
	CAJA DE UNION
	CODO 90 A ARTEFACTO
	CODO 90 VERTICAL
	CODO 90 HORIZONTAL
	CODO A 45 HORIZONTAL
	YEE A 45 HORIZONTAL
	TEE HORIZONTAL
	BAJADA DE AGUA PLUVIAL Ø 3" PVC
	TUBERIA DE AGUAS PLUVIALES
	INDICA PENDIENTE
	INDICA PORCENTAJE DE PENDIENTE
	TUBERIA DE CLORURO DE POLIVINILO
	COTA INVERT (BAJO NIVEL 0.00)

NOTA : LA COTA INVERT SE TOMA DESDE LA PARTE DE ABAJO DE LA CAJA  
 EN LAS CAJA REPOSADERA DEPENDERA DE LA COTA INVERT PARA PODER HACER LA PROFUNDIDAD  
 TODAS LAS BAJADAS DE AGUAS NEGRAS SE VAN A PROLONGAR COMO RESPIRADEROS Ø 2"



DETALLE DE CAJA DE REGISTRO  
 ESCALA 1:20



REPOSADERO EN TECHO

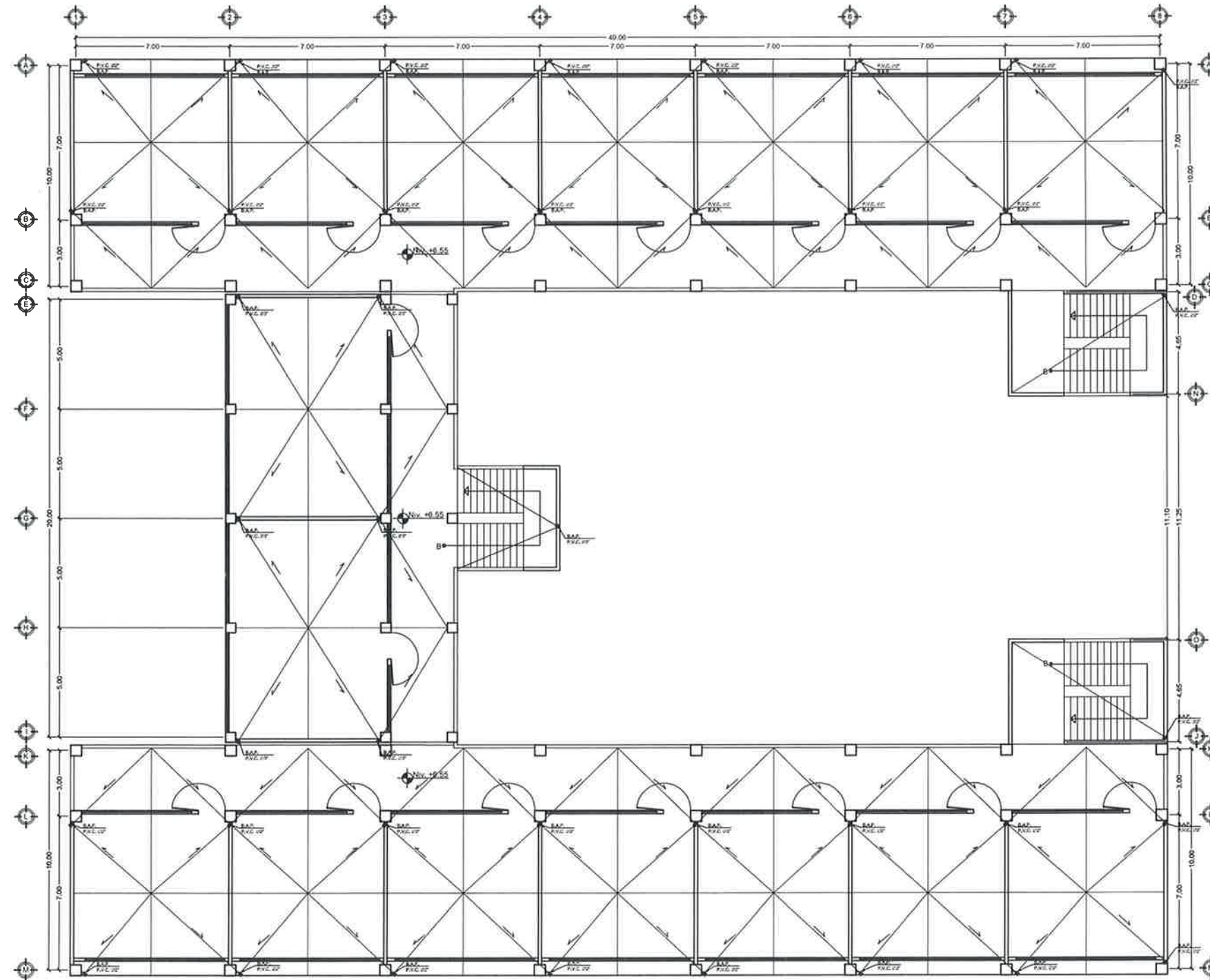
PLANTA DRENAJE PLUVIAL  
 Primer nivel  
 ESC: 1/100

**Ing. Juan Merck Cos**  
 ASesor - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería  
 Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA  
 MUNICIPALIDAD DE ESCUELAS CASIMILA

PROYECTO:  
 EDIFICACION ESCOLAR

CONTENIDO:  
 PLANTA DRENAJE PLUVIAL, PRIMER NIVEL 39  
 ASesor: DISEÑO EPS INGENIERIA ESCALA: 1:100 46  
 Ing. Juan Merck Cos  
 DISEÑO EPS INGENIERIA ESCALA: 1:100  
 MARCA 2005-2006

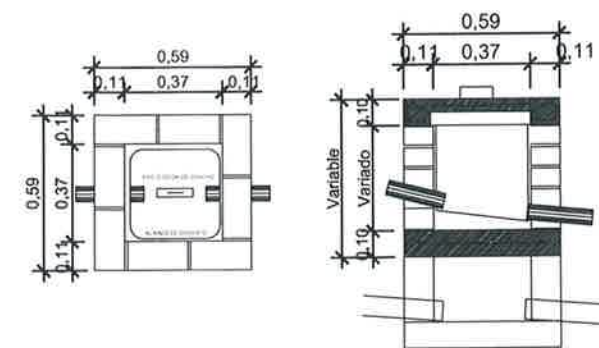


PLANTA DRENAJE PLUVIAL  
Tercer nivel

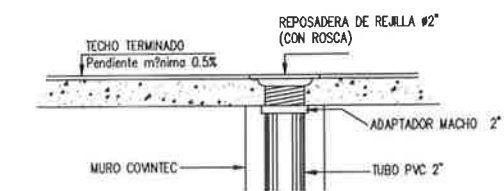
ESC: 1/100

SIMBOLOGIA	INSTALACION DE DRENAJES
	REPOSADERA
	CAJA DE REGISTRO
	CAJA DE UNION
	CODO 90 A ARTEFACTO
	CODO 90 VERTICAL
	CODO 90 HORIZONTAL
	CODO A 45 HORIZONTAL
	YEE A 45 HORIZONTAL
	TEE HORIZONTAL
	BAJADA DE AGUA PLUVIAL Ø 3" PVC
	TUBERIA DE AGUAS PLUVIALES
	INDICA PENDIENTE
$P=0.5\%$	INDICA PORCENTAJE DE PENDIENTE
P.V.C.	TUBERIA DE CLORURO DE POLIVINILO
C.I. =	COTA INVERT (BAJO NIVEL 0.00)

NOTA: LA COTA INVERT SE TOMA DESDE LA PARTE DE ABAJO DE LA CAJA  
EN LAS CAJA REPOSADERA DEPENDERA DE LA COTA INVERT PARA PODER HACER LA PROFUNDIDAD  
TODAS LAS BAJADAS DE AGUAS NEGRAS SE VAN A PROLONGAR COMO RESPIRADEROS Ø 2"



DETALLE DE CAJA DE REGISTRO  
ESCALA 1:20

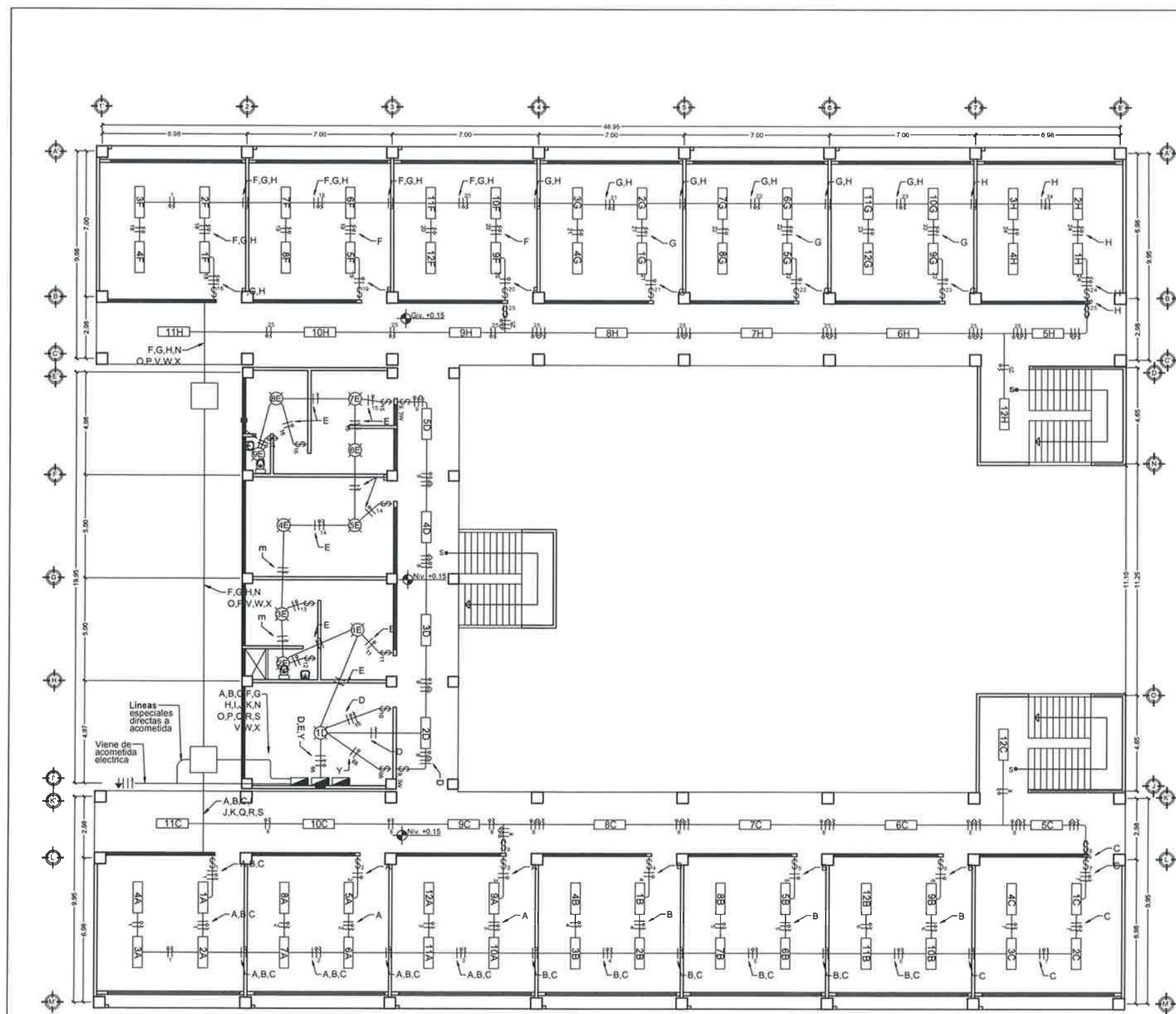


REPOSADERO EN TECHO

PROYECTO:  
 EDIFICACIÓN ESCOLAR

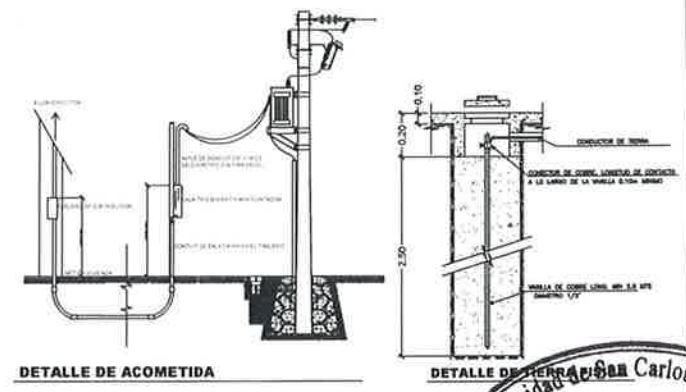
CONTENIDO:  
 PLANTA DRENAJE PLUVIAL, TERCER NIVEL 40/46

ASesor: Ing. Juan Merck Cos  
 DISEÑO EPI: Ing. Juan Merck Cos  
 ESCALA: 1:100



NOMENCLATURA	
SIGNO	SIMBOLOGIA
A	CIRCUITO
[Symbol]	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION
[Symbol]	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
[Symbol]	TUBERIA EN CIELO
[Symbol]	TUBERIA EN PISO, PARED O SUBTERRANEA
[Symbol]	CIRCUITO EN PARED SUBE A TECHO DEL NIVEL ACTUAL
[Symbol]	CIRCUITO EN PARED SUBE AL NIVEL SUPERIOR
[Symbol]	CONDUCTOR POSITIVO
[Symbol]	CONDUCTOR NEUTRO
[Symbol]	ALAMBRE RETORNO
[Symbol]	CONDUCTOR PUENTE THREE-WAY
[Symbol]	LAMPARA FLUORESCENTE 2x40W/80
[Symbol]	LAMPARA EN CIELO (PLAFONERA)
[Symbol]	INTERRUPTOR SIMPLE IN-1.50m
[Symbol]	INDICADOR DE INTERRUPTOR THREE-WAY
[Symbol]	CAJA SUBTERRANEA
[Symbol]	TERRA FISICA
[Symbol]	TUBERIA EN PISO, PARED O SUBTERRANEA
[Symbol]	CANTADOR ELECTRICO

- Nota:
- Se recomienda poner un máximo de 6 alambres por tubería de instalaciones eléctricas.
  - Se recomienda utilizar tubería de 1 pulgada de diámetro para facilitar el manejo de los alambres, sin embargo queda a criterio del electricista.
  - Se recomienda que el tablero general de distribución sea colocada a una altura de 1.50m a 1.70m NPT.
  - Las tuberías de instalaciones eléctricas no deben atravesar las vigas y columnas.
  - Las tuberías de instalaciones eléctricas no deben subir dentro de columnas ni dentro de una viga.
  - Para pasar una tubería de instalación eléctrica por una viga o columna, esta debe de ir recorriendo el perímetro de la viga o columna para evitar atravesar la viga o columna.
  - El interruptor de los reflectores se encontrará en la bodega del primer nivel, para evitar el acceso a personal no autorizado.
  - La caja subterránea es de concreto, caja eléctrica tipo H con tapadera de concreto y marco de metal (SIFA)



PLANTA DE ILUMINACIÓN  
Primer nivel

ESC: 1/100

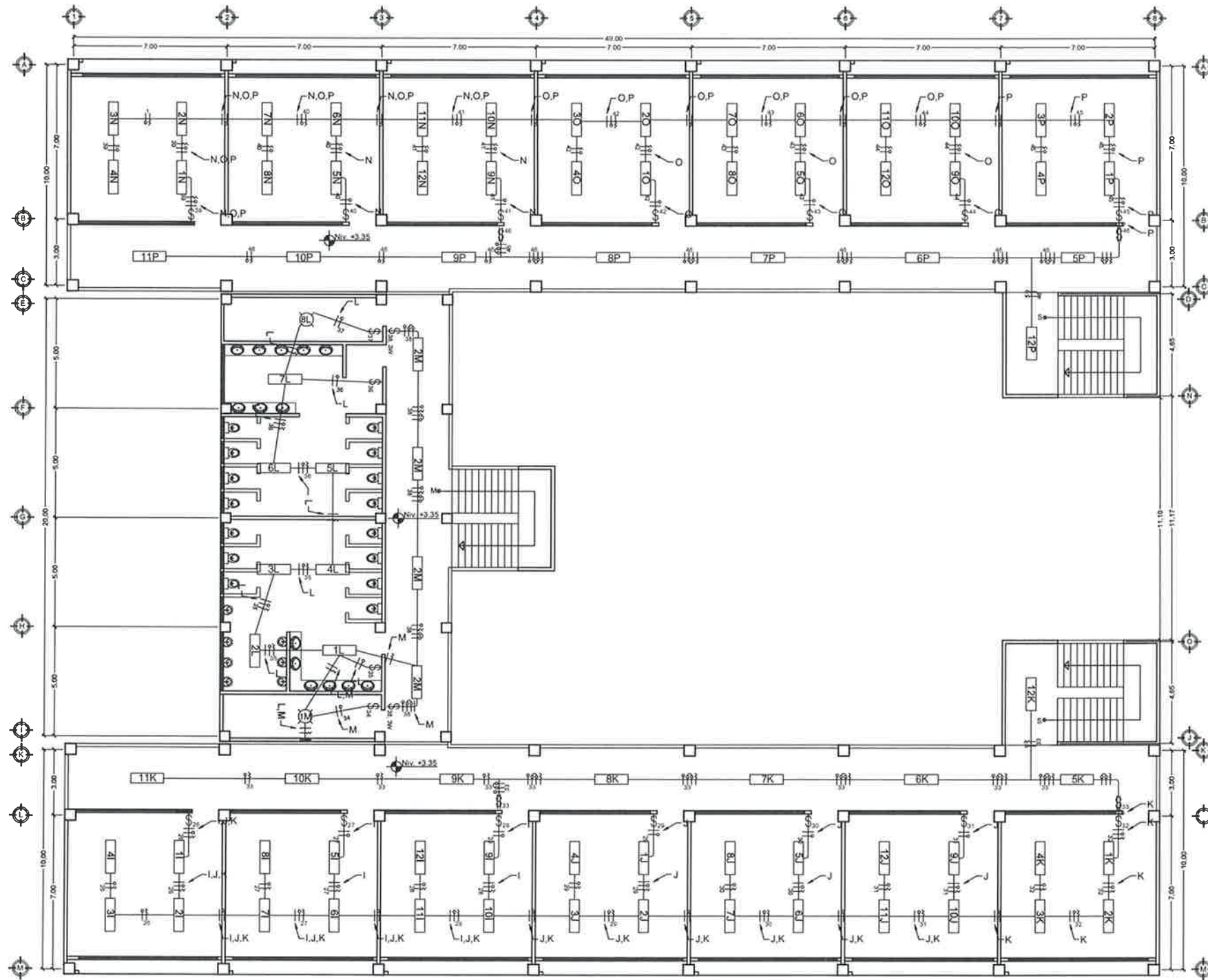
Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Ing. Juan Merck Cos  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA  
 MUNICIPALIDAD DE ESCUATULA, CHIMULAMA

PROYECTO:  
 EDIFICACION ESCOLAR

CONTENIDO:  
 PLANTA ILUMINACION, PRIMER NIVEL 41

ASESOR: DISEÑO EPS INGENIERIA ESCALA: 1:100 46  
 Ing. Juan Merck Cos  
 2008-09-05



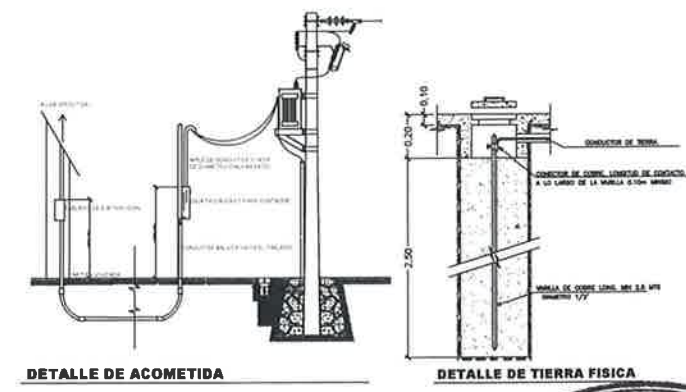
PLANTA DE ILUMINACIÓN  
Segundo nivel

ESC: 1/100

NOMENCLATURA	
SIGNO	SIMBOLOGIA
	CIRCUITO
	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS
	TUBERÍA EN CIELO
	TUBERÍA EN PISO, PARED O SUBTERRÁNEA
	TUBERÍA EN PARED (SURE A TECHO DEL NIVEL ACTUAL)
	TUBERÍA EN PARED (BASE AL NIVEL SUPERIOR)
	CONDUCTOR POSITIVO
	CONDUCTOR NEUTRO
	ALAMBRE RETORNO
	CONDUCTOR PUENTE THREE-WAY
	LÁMPARA FLUORESCENTE 2x40W
	LÁMPARA EN CIELO (PLAFORMERA)
	INTERRUPTOR SIMPLE 1-1.50m
	INDICADOR DE INTERRUPTOR THREE-WAY
	CAJA SUBTERRÁNEA
	TERRA FÍSICA
	TUBERÍA EN PISO, PARED O SUBTERRÁNEA
	CONTADOR ELÉCTRICO



- Nota:
- Se recomienda poner un máximo de 6 alambres por tubería de instalaciones eléctricas.
  - Se recomienda utilizar tubería de 1 pulgada de diámetro para facilitar el manejo de los alambres, sin embargo queda a criterio del electricista.
  - Se recomienda que el tablero general de distribución sea colocada a una altura de 1.50m a 1.70m NPT.
  - Las tuberías de instalaciones eléctricas no deben atravesar las vigas y columnas.
  - Las tuberías de instalaciones eléctricas no deben subir dentro de columnas ni ir dentro de una viga.
  - Para pasar una tubería de instalación eléctrica por una viga o columna, esta debe de ir recorriendo el perímetro de la viga o columna para evitar atravesar la viga o columna.
  - El interruptor de los reflectores se encontrará en la bodega del primer nivel, para evitar el acceso a personal no autorizado.
  - La caja subterránea es de concreto, caja eléctrica tipo H con tapadera de concreto y marco de metal (SIFA)



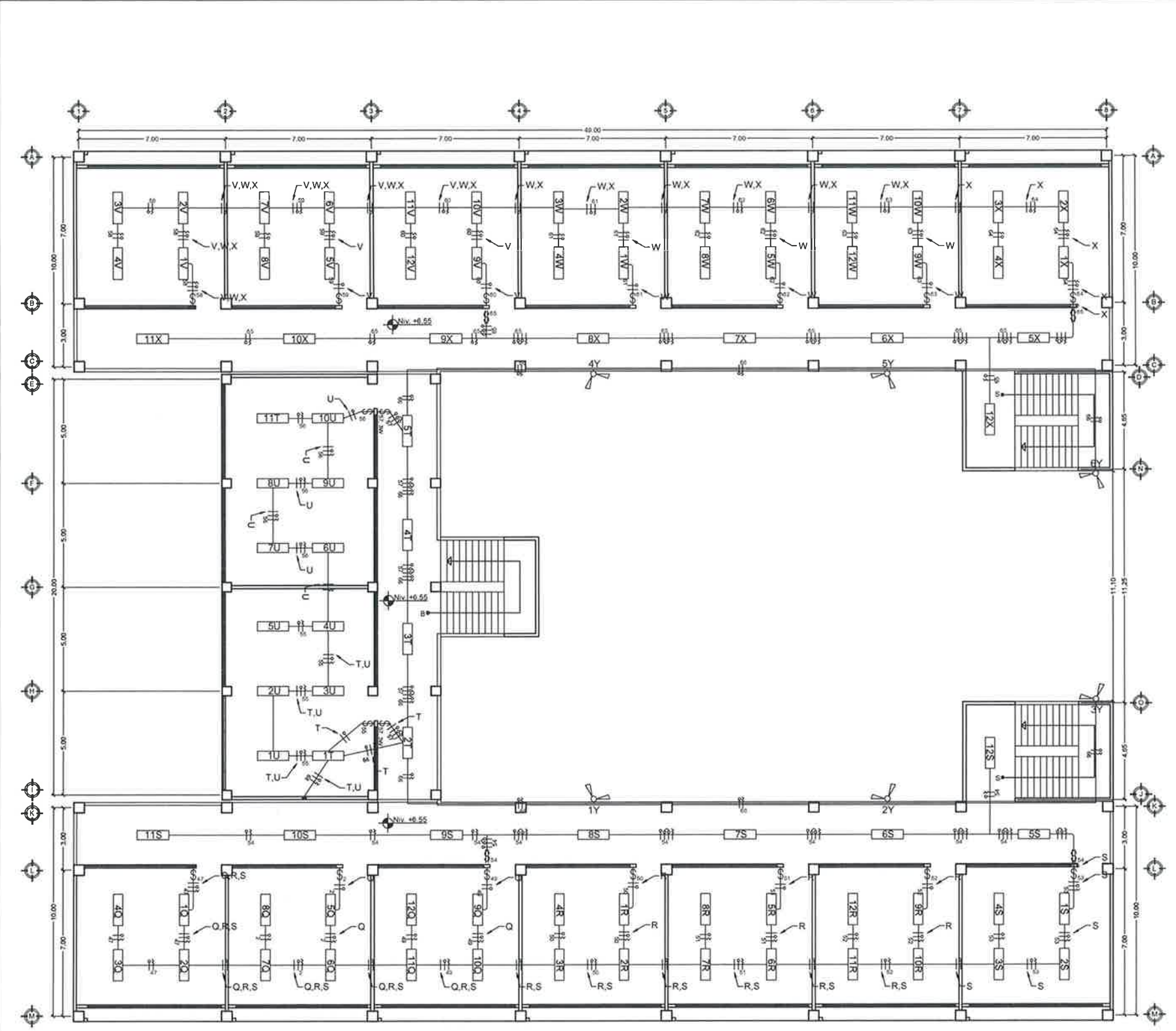
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ing. Juan Merck Cos  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA  
MANUALIDAD DE ESCUELAS - CIBOLAJA

PROYECTO:  
EDIFICACIÓN ESCOLAR

CONTENIDO:  
PLANTA ILUMINACIÓN, SEGUNDO NIVEL  
ASESOR: Ing. Juan Merck Cos  
DISEÑO EPS INGENIERÍA: Ing. Juan Merck Cos  
ESCALA: 1:100

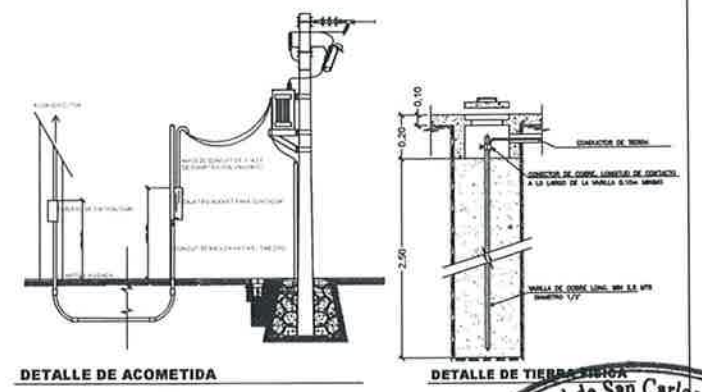




NOMENCLATURA	
SIGNO	SIMBOLOGIA
	CIRCUITO
	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS
	TUBERÍA EN CIELO
	TUBERÍA EN PISO, PARED O SUBTERRÁNEA
	TUBERÍA EN PARED, SOBRE A TECHO DEL NIVEL ACTUAL
	TUBERÍA EN PARED, SOBRE AL NIVEL SUPERIOR
	CONDUCTOR POSITIVO
	CONDUCTOR NEUTRO
	ALAMBRE RETORNO
	CONDUCTOR PUENTE THREE-WAY
	LÁMPARA FLUORESCENTE 240W
	LÁMPARA EN CIELO (PLAFONERA)
	INTERRUPTOR SIMPLE h=1.50m
	INDICADOR DE INTERRUPTOR THREE-WAY
	CAJA SUBTERRÁNEA
	TIERRA FÍSICA
	TUBERÍA EN PISO, PARED O SUBTERRÁNEA
	CONTADOR ELÉCTRICO



- Nota:
- Se recomienda poner un máximo de 6 alambres por tubería de instalaciones eléctricas.
  - Se recomienda utilizar tubería de 1 pulgada de diámetro para facilitar el manejo de los alambres, sin embargo queda a criterio del electricista.
  - Se recomienda que el tablero general de distribución sea colocada a una altura de 1.50m a 1.70m NPT.
  - Las tuberías de instalaciones eléctricas no deben atravesar las vigas y columnas.
  - Las tuberías de instalaciones eléctricas no deben subir dentro de columnas ni ir dentro de una viga.
  - Para pasar una tubería de instalación eléctrica por una viga o columna, esta debe de ir recorriendo el perímetro de la viga o columna para evitar atravesar la viga o columna.
  - El interruptor de los reflectores se encontrará en la bodega del primer nivel, para evitar el acceso a personal no autorizado.
  - La caja subterránea es de concreto, caja eléctrica tipo H con tapadera de concreto y marco de metal (SIFA)



PLANTA DE ILUMINACIÓN  
Tercer nivel

ESC: 1/100

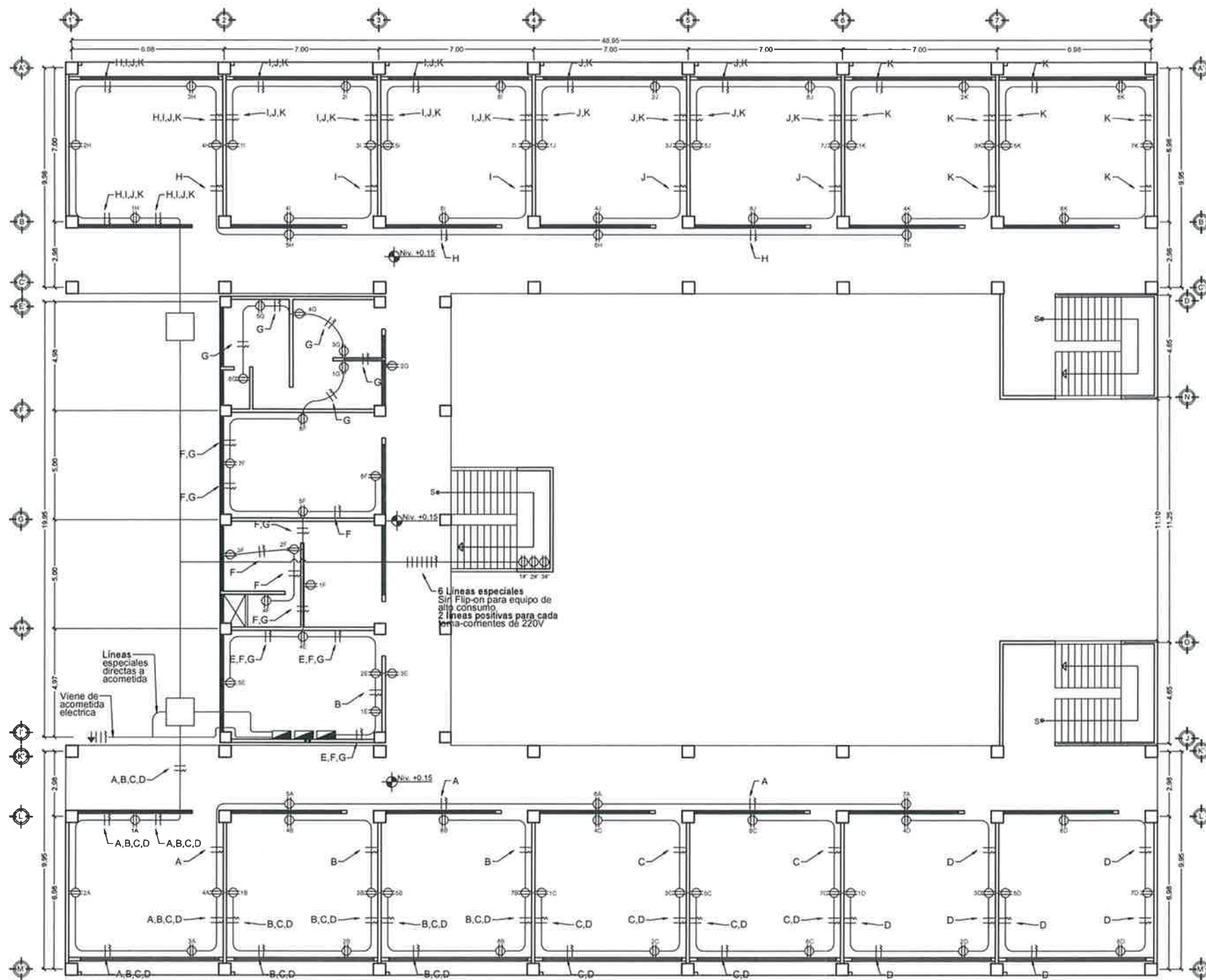
**Ing. Juan Merck Cos**  
 ASISTENTE - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería  
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA  
 MUNICIPALIDAD DE ESCUELAS, CUSUMALÁ

PROYECTO:  
 EDIFICACIÓN ESCOLAR

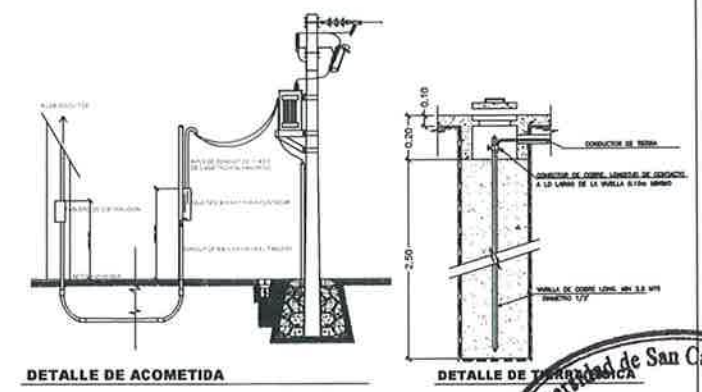
CONTENIDO:  
 PLANTA ILUMINACIÓN, TERCER NIVEL **43**

ASESOR: **Ing. Juan Merck Cos** ESCALA: **1:100** **46**



NOMENCLATURA	
SIGNO	SIMBOLOGIA
— A	CIRCUITO
■	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
■	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS
—	TUBERÍA EN PISO, PARED O SUBTERRÁNEA
○	TUBERÍA EN PARED, SUBE A TERCER NIVEL DEL NIVEL ACTUAL
○	TUBERÍA EN PARED, SUBE AL NIVEL SUPERIOR
●	CONDUCTOR POSITIVO
○	CONDUCTOR NEUTRO
⊕	TOMA-CORRIENTES EN PARED
⊕	TOMA-CORRIENTES EN PISO
□	CAJA SUBTERRÁNEA
⊕	TIERRA FÍSICA
⊕	CONTADOR ELÉCTRICO

- Nota:
- Se recomienda poner un máximo de 6 alambres por tubería de instalaciones eléctricas.
  - Se recomienda utilizar tubería de 1 pulgada de diámetro para facilitar el manejo de los alambres, sin embargo queda a criterio del electricista.
  - Se recomienda que el tablero general de distribución sea colocada a una altura de 1.50m a 1.70m NPT.
  - Las tuberías de instalaciones eléctricas no deben atravesar las vigas y columnas.
  - Las tuberías de instalaciones eléctricas no deben subir dentro de columnas ni dentro de una viga.
  - Para pasar una tubería de instalación eléctrica por una viga o columna, esta debe de ir recorriendo el perímetro de la viga o columna para evitar atravesar la viga o columna.
  - En el modulo de gradas 2 del primer nivel se colocaron 3 toma-corrientes de 220V directamente al contador, esto debido a que en ocasiones es posible que se necesite conectar algún aparato de alto consumo de voltaje y amperaje, el calibre de los alambres de estos toma-corrientes queda a criterio del electricista
  - La caja subterránea es de concreto, caja eléctrica tipo H con tapadera de concreto y marco de metal (SIFA)



PLANTA DE FUERZA  
Primer nivel

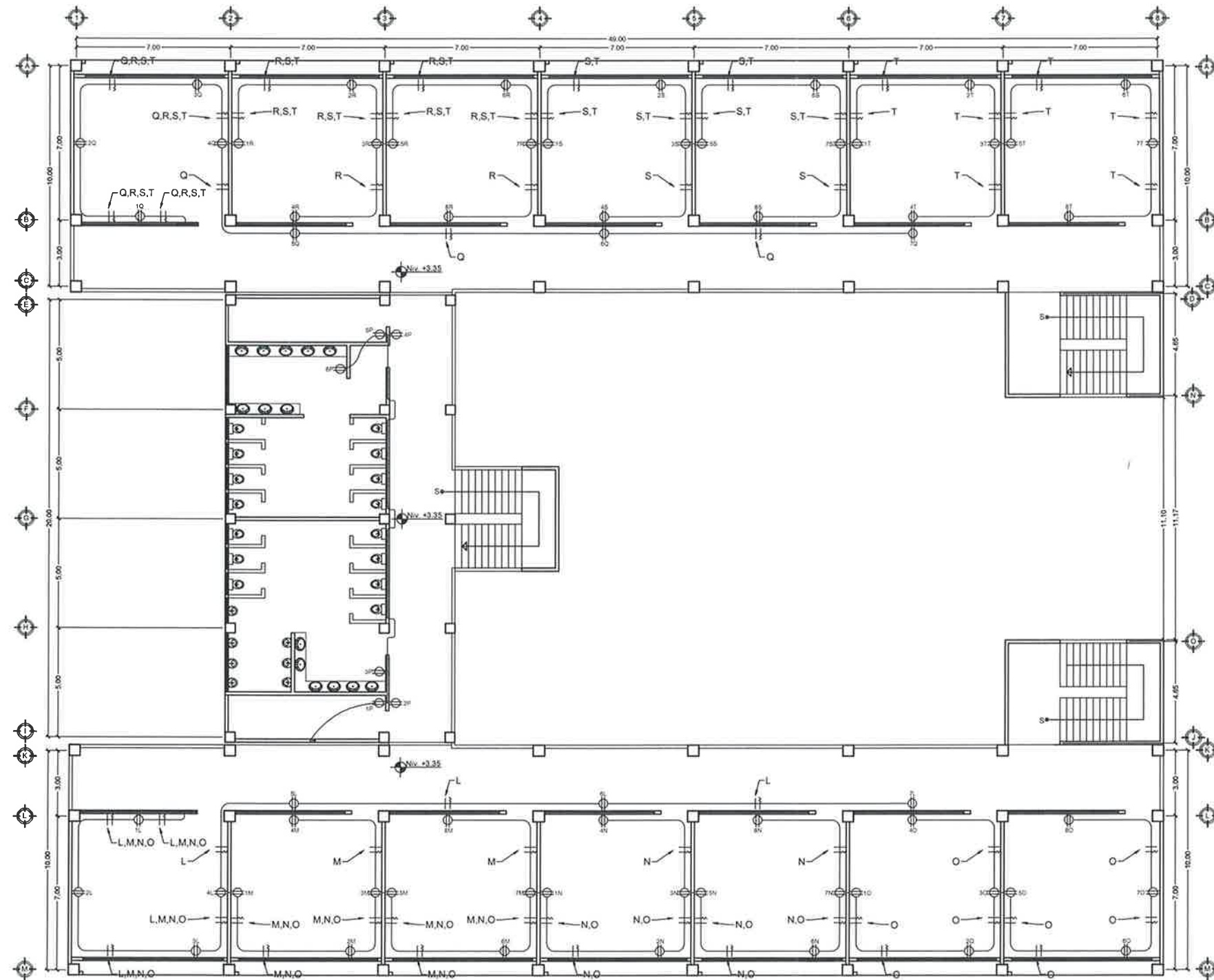
ESC: 1/100

Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Ing. Juan Merck Cos  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA  
 MUNICIPALIDAD DE ESQUERNAS, CEBALMULA

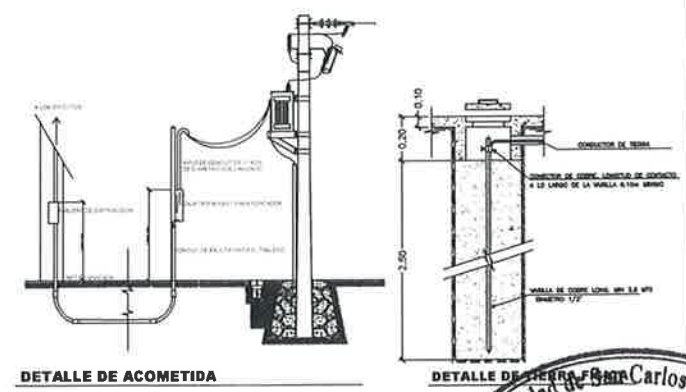
PROYECTO:  
 EDIFICACIÓN ESCOLAR

CONTENIDO:  
 PLANTA FUERZA, PRIMER NIVEL 44  
 ASESOR: Ing. Juan Merck Cos  
 DISEÑO EPI INGENIERÍA: PA. Fabricio Quiroz Merck  
 ESCALA: 1:100  
 46



NOMENCLATURA	
SIGNO	SIMBOLOGIA
A	CIRCUITO
[Symbol]	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
[Symbol]	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS
[Symbol]	TUBERÍA EN PISO, PARED O SUBTERRÁNEA
[Symbol]	TUBERÍA EN PARED SUBE A TENOR DEL NIVEL ACTUAL
[Symbol]	TUBERÍA EN PARED SUBE AL NIVEL SUPERIOR
[Symbol]	CONDUCTOR POSITIVO
[Symbol]	CONDUCTOR NEUTRO
[Symbol]	TOMA-CORRIENTES EN PARED
[Symbol]	TOMA-CORRIENTES EN PISO
[Symbol]	CAJA SUBTERRÁNEA
[Symbol]	TIERRA FÍSICA
[Symbol]	CONTADOR ELÉCTRICO

- Nota:
- Se recomienda poner un máximo de 6 alambres por tubería de instalaciones eléctricas.
  - Se recomienda utilizar tubería de 1 pulgada de diámetro para facilitar el manejo de los alambres, sin embargo queda a criterio del electricista.
  - Se recomienda que el tablero general de distribución sea colocada a una altura de 1.50m a 1.70m NPT.
  - Las tuberías de instalaciones eléctricas no deben atravesar las vigas y columnas.
  - Las tuberías de instalaciones eléctricas no deben subir dentro de columnas ni dentro de una viga.
  - Para pasar una tubería de instalación eléctrica por una viga o columna, esta debe de ir recorriendo el perímetro de la viga o columna para evitar atravesar la viga o columna.
  - En el modulo de gradas 2 del primer nivel se colocaron 3 toma-corrientes de 220V directamente al contador, esto debido a que en ocasiones es posible que se necesite conectar algún aparato de alto consumo de voltaje y amperaje, el calibre de los alambres de estos toma-corrientes queda a criterio del electricista
  - La caja subterránea es de concreto, caja electrica tipo H con tapadera de concreto y marco de metal (SIFA)



PLANTA DE FUERZA  
Segundo nivel

ESC: 1/100

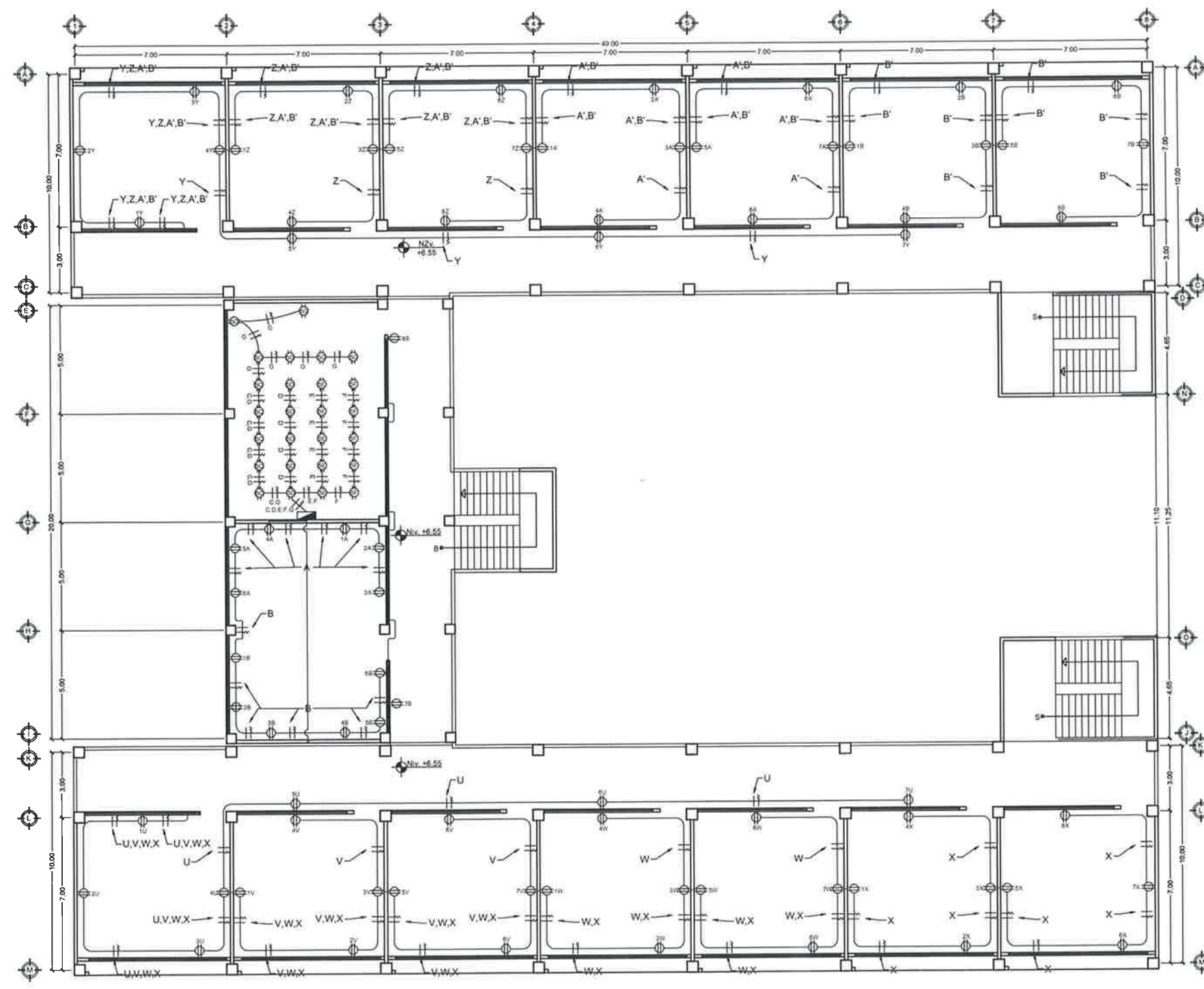
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ing. Juan Merck Cos  
ASESOR SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE ESCUATULAS, GUATEMALA

PROYECTO:  
EDIFICACIÓN ESCOLAR

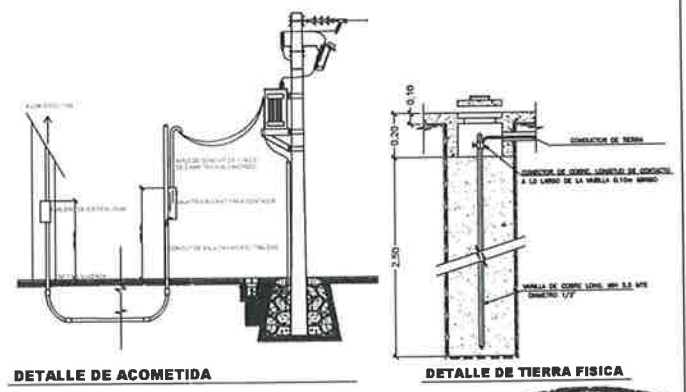
CONTENIDO:  
PLANTA FUERZA, SEGUNDO NIVEL 45

ASESOR: [Signature] DISEÑO EPS INGENIERIA ESCALA: 1:100  
ING. Juan Merck Cos 233 Estrada Agustín Méndez 2009-2020 46



NOMENCLATURA	
SIGNO	SIMBOLOGIA
	CIRCUITO
	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS
	TUBERÍA EN PISO, PARED O SUBTERRÁNEA
	TUBERÍA EN PARED SUBE A TECHO DEL NIVEL ACTUAL
	TUBERÍA EN PARED SUBE AL NIVEL SUPERIOR
	CONDUCTOR POSITIVO
	CONDUCTOR NEUTRO
	TOMA-CORRIENTES EN PARED
	TOMA-CORRIENTES EN PISO
	CAJA SUBTERRÁNEA
	TIERRA FÍSICA
	CONTADOR ELÉCTRICO

- Nota:
- Se recomienda poner un máximo de 6 alambres por tubería de instalaciones eléctricas.
  - Se recomienda utilizar tubería de 1 pulgada de diámetro para facilitar el manejo de los alambres, sin embargo queda a criterio del electricista.
  - Se recomienda que el tablero general de distribución sea colocada a una altura de 1.50m a 1.70m NPT.
  - Las tuberías de instalaciones eléctricas no deben atravesar las vigas y columnas.
  - Las tuberías de instalaciones eléctricas no deben subir dentro de columnas ni ir dentro de una viga.
  - Para pasar una tubería de instalación eléctrica por una viga o columna, esta debe de ir recorriendo el perímetro de la viga o columna para evitar atravesar la viga o columna.
  - En el modulo de gradas 2 del primer nivel se colocaron 3 toma-corrientes de 220V directamente al contador, esto debido a que en ocasiones es posible que se necesite conectar algún aparato de alto consumo de voltaje y amperaje, el calibre de los alambres de estos toma-corrientes queda a criterio del electricista
  - La caja subterránea es de concreto, caja eléctrica tipo H con tapadera de concreto y marco de metal (SIFA)



PLANTA DE FUERZA  
Tercer nivel

ESC: 1/100

Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Ing. Juan Merck Cos  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA  
 MUNICIPALIDAD DE ESQUEMELAS, CUCUMULÁ

PROYECTO:  
 EDIFICACIÓN ESCOLAR

CONTENIDO:  
 PLANTA FUERZA, TERCER NIVEL 46  
 ASESOR: Ing. Juan Merck Cos  
 DISEÑO EPS INGENIERÍA: Ing. Fabricio Aguilar Marroquin  
 ESCALA: 1:100 46