



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

**DISEÑO DE DOS EDIFICACIONES DE DOS NIVELES, UNA PARA LA SUBESTACIÓN DE
LA POLICÍA NACIONAL CIVIL Y LA OTRA PARA EL CENTRO DE CONVERGENCIA
PARA LA MUJER, LA NIÑEZ Y LA JUVENTUD, SALCAJÁ, QUETZALTENANGO**

Fernando Rafael Soto Barrios
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, mayo de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE DOS EDIFICACIONES DE DOS NIVELES, UNA PARA LA SUBESTACIÓN DE LA POLICÍA NACIONAL CIVIL Y LA OTRA PARA EL CENTRO DE CONVERGENCIA PARA LA MUJER, LA NIÑEZ Y LA JUVENTUD, SALCAJÁ, QUETZALTENANGO

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FERNANDO RAFAEL SOTO BARRIOS
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
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. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

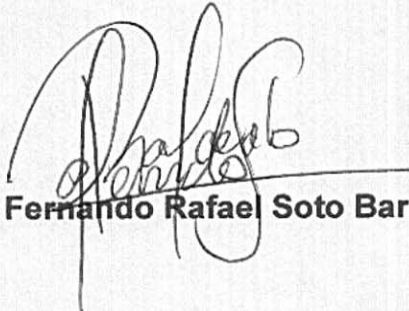
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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 DE DOS EDIFICACIONES DE DOS NIVELES, UNA PARA LA SUBESTACIÓN DE LA POLICÍA NACIONAL CIVIL Y LA OTRA PARA EL CENTRO DE CONVERGENCIA PARA LA MUJER, LA NIÑEZ Y LA JUVENTUD, SALCAJÁ, QUETZALTENANGO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 14 de enero de 2016.



Fernando Rafael Soto Barrios



Guatemala, 23 de febrero de 2016
Ref.EPS.DOC.110.02.16

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 **Fernando Rafael Soto Barrios** con carné No. **200915043**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE DOS EDIFICACIONES DE DOS NIVELES, UNA PARA LA SUBESTACIÓN DE LA POLICÍA NACIONAL CIVIL Y LA OTRA PARA EL CENTRO DE CONVERGENCIA PARA LA MUJER, LA NIÑEZ Y LA JUVENTUD, SALCAJÁ, QUETZALTENANGO.**

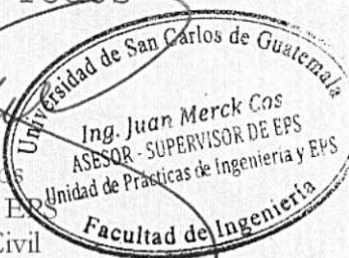
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

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,
04 de abril de 2016

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 DE DOS EDIFICACIONES DE DOS NIVELES, UNA PARA LA SUBESTACIÓN DE LA POLICÍA NACIONAL CIVIL Y LA OTRA PARA EL CENTRO DE CONVERGENCIA PARA LA MUJER, LA NIÑEZ Y LA JUVENTUD, SALCAJÁ, QUETZALTENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Fernando Rafael Soto Barrios, con Carnet No.200915043, 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. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/mrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala,
Ref.EPS.D.116.03.16

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 DE DOS EDIFICACIONES DE DOS NIVELES, UNA PARA LA SUBESTACIÓN DE LA POLICIA NACIONAL CIVIL Y LA OTRA PARA EL CENTRO DE CONVERGENCIA PARA LA MUJER, LA NIÑEZ Y LA JUVENTUD, SALCAJÁ, QUETZALTENANGO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Fernando Rafael Soto Barrios**, carné **200915043**, 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"


Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CdRCdP/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 Juan merck Cos y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Fernando Rafael Soto Barrios, titulado **DISEÑO DE DOS EDIFICACIONES DE DOS NIVELES, UNA PARA LA SUBESTACIÓN DE LA POLICÍA NACIONAL CIVIL Y LA OTRA PARA EL CENTRO DE CONVERGENCIA PARA LA MUJER, LA NIÑEZ Y LA JUVENTUD, SALCAJÁ, QUETZALTENANGO,** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, mayo 2016.

/mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.241.2016

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE DOS EDIFICACIONES DE DOS NIVELES, UNA PARA LA SUBESTACIÓN DE LA POLICÍA NACIONAL CIVIL Y LA OTRA PARA EL CENTRO DE CONVERGENCIA PARA LA MUJER, LA NIÑEZ Y LA JUVENTUD, SALCAJÁ, QUETZALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario: **Fernando Rafael Soto Barrios**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

9/07/16
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, mayo de 2016

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser el origen de todos mis sueños, metas y triunfos. Por hacer que lo que antes parecía un sueño se transformara en una meta, que ahora es realidad.
- Mis padres y hermano** Por las enseñanzas de vida que ninguna casa de estudios me podrá enseñar.
- Mis tíos** Por brindarme aprecio y apoyo sincero en cada etapa de mi vida; aunque algunos ya no me pueden acompañar físicamente, sus enseñanzas invaluableles estarán presentes en mi caminum.
- Mis amigos** Personas que de una u otra forma contribuyeron en el desarrollo del presente trabajo; por los consejos y apoyo que me han brindado.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por ser el origen de todos mis sueños, metas y triunfos. Por hacer que lo que antes parecía un sueño se transformara en una meta que ahora es realidad.
- Mis padres** Lic. Rudy Amílcar Soto Ovalle y Dra. Rosa Amalia Barrios Maldonado, por su apoyo incondicional y su ejemplo de superación personal.
- Mis hermanos** Martha Jimena y Rudy Alejandro Soto Barrios, por acompañarme en cada momento, hasta en las cosas que parecían insignificantes.
- Mis tíos y primos** Roberto Barrios Maldonado (q. d. e. p.) por sus enseñanzas invaluables y su amor a mi familia. Rosita Ovalle, familia Ovalle Sandoval y Ovalle Rodas, por su apoyo en este sueño y en mi vida personal; familia Barrios Martínez; familia Sánchez, familia Trampe y familia Castillo.
- Mi asesor** Ing. Juan Merck Coss, por compartir sus conocimientos sin ninguna envidia, su tiempo y paciencia en este proceso.

Mis amigos

Gabriel Molina, Gabriel Ordoñez, Caroline Soto, Javier Méndez, Elio Chicas, Licda. Alejandra Ma, Leandro Franco, Javier Hernández, don Gabriel Molina, doña Ana de Molina.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XV
GLOSARIO	XIX
RESUMEN.....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN	XXVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Aspectos monográficos del municipio de Salcajá, departamento de Quetzaltenango	1
1.1.1. Ubicación y vías de acceso	1
1.1.2. Colindancias del municipio	1
1.1.3. Breve reseña histórica	3
1.1.4. Demografía.....	4
1.1.5. Clima	4
1.1.6. División política y administrativa.....	5
1.1.7. Economía.....	5
1.1.8. Educación.....	6
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Salcajá, Quetzaltenango	7
1.2.1. Descripción de las necesidades	7
1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades.....	8
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9

2.1.	Diseño de la edificación de dos niveles para la subestación de la Policía Nacional Civil, municipio de Salcajá, Quetzaltenango.....	9
2.1.1.	Descripción del proyecto	9
2.1.2.	Descripción del área disponible.....	9
2.1.2.1.	Localización y ubicación del terreno.....	10
2.1.2.2.	Topografía del terreno.....	10
2.1.3.	Estudios preliminares	10
2.1.3.1.	Medición de área del terreno.....	10
2.1.3.2.	Estudio de suelos	10
2.1.4.	Normas para el diseño de edificios públicos	14
2.1.4.1.	Criterios conceptuales.....	14
2.1.4.2.	Criterios generales	15
2.1.4.3.	Criterios de iluminación	15
	2.1.4.3.1. Generalidades de la iluminación del edificio ..	15
	2.1.4.3.2. Tipos de iluminación	16
2.1.4.4.	Otros criterios	17
2.1.4.5.	Instalaciones	18
2.1.5.	Diseño arquitectónico.....	18
2.1.5.1.	Ubicación del edificio en el terreno.....	18
2.1.5.2.	Distribución de ambientes	18
2.1.5.3.	Aturas del edificio	19
2.1.6.	Análisis estructural	19
2.1.6.1.	Selección del sistema estructural a utilizar.....	19
2.1.6.2.	Predimensionamiento de elementos estructurales.....	20

2.1.6.3.	Cargas aplicadas a marcos dúctiles con nudos rígidos	24
2.1.6.3.1.	Cargas verticales	24
2.1.6.3.2.	Cargas horizontales.....	38
2.1.6.3.3.	Cargas sísmicas	38
2.1.6.4.	Análisis de marcos dúctiles por medio de un método numérico	56
2.1.6.5.	Análisis de marcos dúctiles por medio de un software	59
2.1.6.6.	Momentos últimos para diseño	59
2.1.6.7.	Diagramas de cortes y momentos	60
2.1.7.	Diseño estructural.....	66
2.1.7.1.	Diseño de losas	66
2.1.7.2.	Diseño de vigas	84
2.1.7.3.	Diseño de columnas	91
2.1.7.4.	Diseño de gradas.....	106
2.1.7.5.	Diseño de cimientos	112
2.1.7.5.1.	Diseño de instalaciones.....	130
2.1.7.5.2.	Agua potable	130
2.1.7.5.3.	Drenajes agua pluvial y sanitaria	134
2.1.7.5.4.	Eléctricas.....	139
2.1.8.	Planos constructivos.....	142
2.1.9.	Presupuesto del proyecto	143
2.2.	Diseño de la edificación de dos niveles para el centro de convergencia para la mujer, la niñez y la juventud, municipio de Salcajá, Quetzaltenango	143
2.2.1.	Descripción del proyecto	143

2.2.2.	Descripción del área disponible.....	144
2.2.2.1.	Localización y ubicación del terreno...	144
2.2.2.2.	Topografía del terreno.....	144
2.2.3.	Estudios preliminares	144
2.2.3.1.	Medición de área del terreno.....	144
2.2.3.2.	Estudio de suelos	145
2.2.4.	Diseño arquitectónico	146
2.2.4.1.	Ubicación del edificio en el terreno.....	146
2.2.4.2.	Distribución de ambientes	147
2.2.4.3.	Alturas del edificio	147
2.2.5.	Análisis estructural	147
2.2.5.1.	Selección del sistema estructural a utilizar	147
2.2.5.2.	Predimensionamiento de elementos estructurales.....	148
2.2.5.3.	Cargas aplicadas a marcos dúctiles con nudos rígidos	151
2.2.5.4.	Análisis de marcos dúctiles por medio de método numérico	179
2.2.5.5.	Análisis de marcos dúctiles por medio de un software	182
2.2.5.6.	Momentos últimos para diseño.....	182
2.2.5.7.	Diagramas de cortes y momentos.....	183
2.2.6.	Diseño estructural	186
2.2.6.1.	Diseño de losas.....	186
2.2.6.2.	Diseño de vigas.....	201
2.2.6.3.	Diseño de columnas.....	208
2.2.6.4.	Diseño de gradas	221
2.2.6.5.	Diseño de cimientos	226

2.2.6.6.	Diseño de instalaciones	238
2.2.7.	Planos constructivos	249
2.2.8.	Presupuesto del proyecto	250
3.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	251
3.1.	Impactos ambientales de la construcción de edificaciones ...	251
3.2.	Medidas de mitigación	252
	CONCLUSIONES	255
	RECOMENDACIONES	257
	BIBLIOGRAFÍA	259
	APÉNDICES	261

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de Guatemala.....	2
2.	Mapa del departamento de Quetzaltenango	2
3.	Mapa del municipio de Salcajá.....	3
4.	Factores de capacidad de carga	12
5.	Área tributaria columna crítica.....	21
6.	Modelo matemático marco F (sentido X).....	30
7.	Área tributaria eje F.....	31
8.	Resumen cargas de eje F	33
9.	Modelo matemático marco 3 (sentido Y).....	34
10.	Área tributaria eje 3.....	34
11.	Integración de cargas muertas eje 3	37
12.	Integración de cargas vivas eje 3.....	37
13.	Integración de carga sísmica eje D	44
14.	Integración de carga sísmica eje 2.....	44
15.	Simetría de marcos en el edificio	45
16.	Carga muerta y viva eje F	56
17.	Carga viva eje 3	57
18.	Carga muerta eje 3.....	57
19.	Carga horizontal eje F	58
20.	Carga horizontal eje 3	58
21.	Envolvente de momentos eje 3	59
22.	Envolvente de momentos eje F	60
23.	Momentos de carga vertical muerta	61

24.	Diagrama de momento carga muerta, eje F	61
25.	Momentos de carga vertical viva eje 3.....	62
26.	Momento carga vertical viva eje F	63
27.	Diagrama de momento carga viva eje F	63
28.	Diagrama de momento carga viva eje 3	64
29.	Momento de carga horizontal eje 3.....	64
30.	Diagrama de momento carga horizontal de eje F	65
31.	Diagrama de momento carga sísmica de eje F	65
32.	Diagrama de momento carga horizontal de eje 3	66
33.	Planta de distribución de losas	67
34.	Distribución de losas primer nivel	72
35.	Distribución de losas segundo nivel.....	73
36.	Balance de momentos	74
37.	Momentos balanceados segundo nivel.....	79
38.	Momentos balanceados primer nivel	80
39.	Especificación de armado de losas.....	83
40.	Corte actuante y resistente	90
41.	Detalle de armado de vigas	91
42.	Magnificación de momentos	98
43.	Diagrama de interacción del programa JC-Diseño Concreto.....	100
44.	Zona de confinamiento JC-Diseño Concreto	104
45.	Armado de final de columna	105
46.	Planta de módulo de gradas	108
47.	Armado de final de gradas.....	111
48.	Corte simple en zapata	115
49.	Corte punzonante en zapata.....	116
50.	Detalle de armado de zapatas concéntricas	119
51.	Detalle de armado de zapatas excéntricas	127
52.	Detalle de armado de cimiento tradicional	129

53.	Detalle de armado de cimiento trapezoidal	130
54.	Área tributaria de columna crítica.....	149
55.	Modelo matemático marco D (sentido X)	154
56.	Área tributaria de eje F.....	155
57.	Integración de carga muerta de eje D	157
58.	Integración de carga viva de eje D.....	158
59.	Modelo matemático de marco 2 (sentido Y).....	158
60.	Área tributaria de eje 2.....	159
61.	Integración de carga muerta, de eje 2.....	161
62.	Integración de carga viva, de eje 2	162
63.	Integración de cargas verticales, de eje 2.....	167
64.	Integración de cargas verticales, de eje D	168
65.	Simetría de marcos en el edificio	168
66.	Carga muerta de eje 2.....	179
67.	Carga viva de eje 2	179
68.	Carga muerta de eje D	180
69.	Carga viva de eje D.....	180
70.	Carga sísmica de eje 2.....	181
71.	Carga sísmica de eje D.....	181
72.	Envolvente de momentos de eje D	182
73.	Envolvente de momentos de eje 2	183
74.	Diagrama de momento carga muerta de eje D	183
75.	Diagrama de momento carga muerta de eje 2.....	184
76.	Diagrama de momento carga viva de eje D	184
77.	Diagrama de momento carga viva de eje 2.....	185
78.	Diagrama de momento carga sísmica de eje D	185
79.	Diagrama de momento carga sísmica de eje 2	186
80.	Planta de distribución de losas.....	187
81.	Momentos distribuidos en losas primer nivel.....	191

82.	Momentos distribuidos en losas de segundo nivel.....	192
83.	Momentos balanceados, de segundo nivel.....	196
84.	Momentos balanceados, de primer nivel	197
85.	Especificación de armado de losas.....	200
86.	Cortante actuante y cortante resistente	206
87.	Detalle de armado de vigas	207
88.	Magnificación de momentos JC-Diseño Concreto	213
89.	Diagrama de interacción JC-Diseño Concreto.....	215
90.	Zona de confinamiento JC-Diseño Concreto	219
91.	Armado final de columna	220
92.	Planta módulo de gradas	223
93.	Armado de gradas	226
94.	Corte simple en zapata	229
95.	Corte punzonante en zapata.....	230
96.	Corte simple en zapata	232
97.	Corte punzonante en zapata.....	233
98.	Detalle de armado de zapatas concéntricas	236
99.	Detalle de armado de cimiento tradicional	237
100.	Detalle de armado de cimiento trapezoidal.....	237

TABLAS

I.	Gravedad específica	13
II.	Cohesión, ángulo de fricción interna y densidad volumétrica	13
III.	Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas.....	25
IV.	Factores de ajustes por intensidades sísmicas especiales.....	39
V.	Cálculo del centro de rigidez del segundo nivel	48
VI.	Cálculo de centro de masa segundo nivel	49
VII.	Cálculo del centro de rigidez del primer nivel	50

VIII.	Centro de masa primer nivel	51
IX.	Excentricidades	52
X.	Corte total de sentido x	53
XI.	Fuerza de torsión de primer nivel.....	54
XII.	Resumen de fuerzas sísmicas	55
XIII.	Casos y coeficientes respectivos de losa.....	69
XIV.	Resumen de cargas y momentos de losas 1	70
XV.	Resumen de cargas y momentos de losas 2	71
XVI.	Resumen de momentos balanceados por rigideces de primer nivel	77
XVII.	Resumen de momentos balanceados por rigideces segundo nivel	77
XVIII.	Resumen de momentos balanceados por promedio del primer nivel...	78
XIX.	Resumen de momentos balanceados por promedio del segundo nivel	78
XX.	Acero requerido.....	87
XXI.	Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios.....	128
XXII.	Unidades de gasto de primer nivel.....	128
XXIII.	Equivalencias de gastos de tuberías de agua, tomando como unidad la tubería de 1/2" de diámetro, para las mismas condiciones de pérdida de presión y para una presión dada	132
XXIV.	Unidades de gasto de segundo nivel	133
XXV.	Gasto probable para la aplicación del método de Hunter (litros por segundo)	134
XXVI.	Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones simples y sifones de descarga	135
XXVII.	Cálculo del diámetro de las derivaciones simples para drenaje.....	136
XXVIII.	Caudales base de los artefactos sanitarios.....	136
XXIX.	Dimensiones para circuitos horizontales de ventilación	137

XXX.	Diámetros y longitudes para circuitos verticales de ventilación	137
XXXI.	Factores de ajuste por intensidades sísmicas especiales	163
XXXII.	Cálculo del centro de rigidez del segundo nivel	171
XXXIII.	Centro de masa	172
XXXIV.	Cálculo del centro de rigidez del primer nivel	173
XXXV.	Centro de masa del segundo nivel.....	174
XXXVI.	Excentricidades	175
XXXVII.	Fuerza de torsión, del segundo nivel	176
XXXVIII.	Fuerza de torsión, del primer nivel.....	177
XXXIX.	Resumen de fuerzas de torsión	178
XL.	Casos y coeficientes respectivos de losa	189
XLI.	Resumen de cargas y momentos de losas	190
XLII.	Resumen de cargas y momentos de losas	190
XLIII.	Resumen de momentos balanceados por rigideces de primer nivel...	194
XLIV.	Resumen de momentos balanceados por rigideces de segundo nivel	195
XLV.	Resumen de momentos balanceados por promedio del primer nivel .	195
XLVI.	Resumen de momentos balanceados por promedio del segundo nivel	196
XLVII.	Acero requerido en vigas	204
XLVIII.	Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios	239
XLIX.	Unidades Hunter de primer nivel.....	240
L.	Unidades Hunter de segundo nivel	240
LI.	Gasto probable para la aplicación del método de Hunter (litros por segundo).....	241
LII.	Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones simples y sifones de descarga	242
LIII.	Cálculo del diámetro de las derivaciones simples para drenaje	243

LIV.	Caudales base de los artefactos sanitarios.....	243
LV.	Dimensiones para circuitos horizontales de ventilación	244
LVI.	Diámetros y longitudes para circuitos verticales de ventilación.....	245

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H	Altura
Hv	Altura de la viga
A	Área
As	Área de acero
Asmáx	Área de acero máxima
Asmin	Área de acero mínima
Av	Área de la varilla
Ag	Área gruesa de columna
At	Área tributaria
P^t	Carga de trabajo
Cm	Carga muerta
Wm	Carga muerta distribuida
CMu	Carga muerta última
P	Carga puntual
CU	Carga última
CUT	Carga última total
CM	Centro de masa
CR	Centro de rigidez
K	Coefficiente de longitud efectiva
P	Cuantía de acero
Ø	Diámetro
Dh	Distancia horizontal
V	Esfuerzo de corte

Vr	Esfuerzo de corte resistido
Fy	Esfuerzo del fluencia para el acero
e	Excentricidad
Fcu	Factor de carga última
Fs	Factor de seguridad
S	Fuerza de sismo
I	Inercia
Kg-m	Kilogramo metro
Kg/m²	Kilogramo metro cuadrado
Kg/m³	Kilogramo metro cúbico
kg	Kilogramos
psi	Libras sobre pulgada cuadrada
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
mt.	Metro lineal
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
Es	Módulo elasticidad del acero
M	Momento
MB	Momento balanceado
Mcm	Momento de carga muerta
M(-)	Momento negativo
Mcv	Momento por carga viva
M(+)	Momento positivo
Mr	Momento resultante
Mu	Momento último
d	Peralte efectivo
t	Peralte total de un elemento
hf	Pérdida de carga
W	Peso

Wc	Peso específico del concreto
P.D.	Presión dinámica
P.E	Presión estática
q	Presión sobre el suelo por debajo de la zapata
Rec	Recubrimiento
M	Relación entre lado corto y lado largo en losas
f'c	Resistencia última del concreto
@	Separación entre varillas
Σ	Sumatoria
Ton	Tonelada
Vs	Valor soporte

GLOSARIO

Área de acero mínima	Cantidad de acero, determinado por la sección y límite de fluencia.
Azimut	Ángulo horizontal referido a un norte magnético arbitrario, su rango va desde 0 a 360 grados sexagesimales.
Carga muerta	Peso muerto soportado por un elemento estructural, incluyendo el propio.
Carga viva	Peso variable dado por el personal, maquinaria móvil, entre otros, soportado por un elemento.
Columna	Miembro que se usa principalmente para resistir carga axial de compresión.
Columna esbelta	Es aquella en que la carga última también está influida por la esbeltez, lo que produce flexión adicional debido a las deformaciones transversales.
Concreto reforzado	Concreto que contiene el refuerzo de acero.

Confinamiento	El concreto queda confinado, cuando aplicando esfuerzos que se aproximan a la resistencia uniaxial, las deformaciones transversales se hacen muy elevadas debido al agrietamiento interno progresivo y el concreto se apoya contra el refuerzo del mismo.
Coordenadas	Son puntos que sirven para determinar la posición exacta de un lugar.
Corte	Es la excavación que se realiza en el terreno de conformidad al trazo de la carretera o caminum. Se realiza a media ladera o en trinchera.
Cota de terreno	Altura de un punto del terreno referido a un nivel determinado.
Dimensionamiento	Medidas utilizadas en los elementos que componen una estructura.
Diseño	Trazo o delineación de la distribución u orden de los elementos estructurales que componen un edificio.
Esfuerzo	Intensidad de fuerza por unidad de área.
Estribo	Elemento de una estructura que resiste el esfuerzo cortante.

Excentricidad	Cuando el centro de rigidez no coincide con el centro de masa, se produce excentricidad; esto es debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura.
Fluencia	Sobrepasando el límite de elasticidad, todo aumento de carga produce deformaciones plásticas o permanentes que ya no son proporcionales al aumento de carga, sino que adoptan valores crecientes para incrementos de cargas iguales.
Marco de concreto	Sistema estructural formado por columnas y vigas de concreto armado, para soportar cargas verticales y horizontales.
Momento	Esfuerzo al que se somete un cuerpo, debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia de su centro de masa.
Momento negativo	Es el momento al que están siendo sometidos los extremos de las vigas. Si el acero corrido no cubre dicho momento, se pone acero extra llamado bastón.
Momento resistente	Es el momento que puede resistir una estructura con cierta cantidad de acero.

Solera

Elemento estructural horizontal de un muro, que resiste esfuerzos y los confina.

Topografía

Arte de describir y delinear detalladamente la superficie de un terreno o también es el conjunto de particularidades que presenta un terreno en su configuración superficial.

Zapata

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

RESUMEN

El presente trabajo de graduación consta de tres capítulos que contienen el estudio técnico de dos proyectos; uno se refiere al diseño de un edificio para la subestación para la Policía Nacional Civil y el otro, de un centro de convergencia para la mujer, la niñez y la adolescencia, ambos en jurisdicción del municipio de Salcajá, departamento de Quetzaltenango.

El primer capítulo aborda la fase de investigación, que se refiere a las condiciones actuales del municipio de Salcajá, los servicios con los que cuenta, las características de la población, tales como demografía, salubridad, economía, educación y otras, así como un diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura.

El segundo capítulo comprende el estudio técnico de ambos proyectos, primero el del edificio para la subestación en donde se describen los conceptos que conlleva el diseño de un proyecto de este tipo, y también se aplican los cálculos basados en estos conceptos; para el caso del centro de convergencia también se presenta de manera similar.

Al final se incluyen las conclusiones, recomendaciones y el juego de planos de los proyectos.

OBJETIVOS

General

Desarrollar los diseños de las edificaciones de dos niveles para la subestación de la Policía Nacional Civil y del centro de convergencia para la mujer, la niñez y la juventud para el municipio de Salcajá, Quetzaltenango.

Específicos

1. Realizar una investigación diagnóstica de las necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Salcajá, Quetzaltenango.
2. Realizar un diseño arquitectónico adecuado para que la subestación y el centro de convergencia para la mujer, la niñez y la juventud sea capaz de desarrollar todas las actividades comunitarias, sociales y culturales que se generan en el municipio de Salcajá, Quetzaltenango.
3. Efectuar el análisis estructural por un método numérico y hacer una comparación a través de software.
4. Desarrollar los respectivos juegos de planos para cada uno de los proyectos propuestos.

INTRODUCCIÓN

El programa del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, busca brindar apoyo técnico y contribuir al desarrollo que conlleva el alto crecimiento demográfico del interior de la República de Guatemala, lo cual se traduce en inversión en proyectos de infraestructura tales como vivienda, agua potable, alumbrado público, pavimentación de calles, entre otros.

Por las razones antes mencionadas se realizó una investigación para conocer cuáles son las necesidades presentes en el municipio de Salcajá, del departamento de Quetzaltenango, y las que se les puede dar solución con los recursos que se cuentan. Dicha investigación ha dado como resultado la necesidad de un estudio técnico para la propuesta de construcción de dos edificios de dos niveles, uno para una subestación para la Policía Nacional Civil y el otro para un centro de convergencia para la mujer, la niñez y la adolescencia.

Se proporciona también la información monográfica del municipio y un diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura, con el propósito de priorizar las más urgentes.

Se adjuntan al final, los planos y presupuestos correspondientes para que la Municipalidad, como ente responsable de los recursos del Estado, se encargue de darle seguimiento y obtener el financiamiento para realizarlos en el menor tiempo posible.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

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

Información pertinente al municipio de Salcajá del departamento de Quetzaltenango, adicionalmente se presenta información conceptual sobre los temas de importancia para la comprensión óptima del proyecto.

1.1.1. Ubicación y vías de acceso

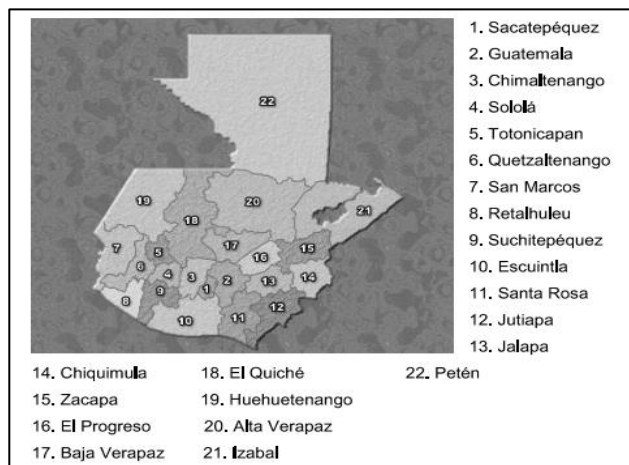
El municipio de Salcajá pertenece al departamento de Quetzaltenango. Tiene un área de extensión de 12 km², de los cuales 6 corresponden al casco urbanúm. Dista de la ciudad capital a 195 kilómetros y de 9 kilómetros de la cabecera departamental a través de la ruta nacional 1. El monumento de elevación del Instituto Geográfico Nacional (IGN) en la plazoleta frente a la iglesia de San Jacinto, está a 2,330 metros sobre el nivel del mar (msnm), latitud 14 52' 37", longitud de 91 27' 13", conformado por una serie de paisajes y un valle principal que es atravesado de norte a sur por el río Samalá.

1.1.2. Colindancias del municipio

Colinda al norte con Totonicapán y San Cristóbal Totonicapán, departamento de Totonicapán; al este con el municipio de San Cristóbal Totonicapán, departamento de Totonicapán; al sur con el municipio de Cantel, departamento de Quetzaltenango; al oeste con Quetzaltenango, departamento de Quetzaltenango, y con San Andrés Xecul, departamento de Totonicapán.

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

Figura 1. **Mapa de Guatemala**



Fuente: Google Maps. Consulta: enero de 2016.

Figura 2. **Mapa del departamento de Quetzaltenango**



Fuente: Google Maps. Consulta: enero de 2016.

Figura 3. **Mapa del municipio de Salcajá**



Fuente: Google Maps. Consulta: enero de 2016.

1.1.3. Breve reseña histórica

Antes de la conquista el lugar era conocido como *sac-cajá*, vocablo de origen quiché, mencionado en el Popol Vuh, cuyo significado es “agua blanca y amarga”, cuando llegaron los conquistadores españoles que iban rumbo a Utatlán, los cronistas concuerdan en que Salcajá se estableció bajo las órdenes de Pedro de Alvarado en un entorno de guarnición para controlar las poblaciones indígenas de Xelajú y Tonicapán, al mismo tiempo se fueron acomodando distintas familias en el lugar. En 1524, bajo la dirección de los

frailes franciscanos, se construyó la primera ermita católica de la región dedicada a la Virgen de Concepción, denominada por ellos “La Conquistadora”, la cual aún se conserva y está en proceso de restauración.

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

1.1.4. Demografía

La población del municipio, según datos del censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE 2002) y sus proyecciones para el 2009 asciende a un total de 17 535 habitantes, de ellos, el 47 % son hombres y el 53 % mujeres; el 35 % de la población pertenece a la comunidad lingüística k'iché, del pueblo maya, el 65 % de la población es no indígena.

La densidad de la población es de 1561 habitantes/kilómetros cuadrados. La mayor concentración de población con base en el dato del INE 2002, está ubicada en el área urbana que es de 71 %, y la población rural es de 29 %.

1.1.5. Clima

Salcajá, por estar situado a una altura de 2 321 metros sobre el nivel del mar, cuenta con un clima frío; con una temperatura máxima promedio anual de 21,9 °C y una mínima promedio anual de 7,3 °C. La estación de invierno se hace presente de mayo a octubre, y la de verano, de noviembre a abril.

1.1.6. División política y administrativa

- Barrios: San Luis, zonas 1 y 2; Barrio Nuevo, zona 1; El Calvario, zona 2; San Jacinto, zonas 1 y 2; La Cruz, zona 2; Curruchique, zona 3; El Carmen, zonas 3 y 4.
- Aldeas: Santa Rita, Marroquín I y Marroquín II.
- Caseríos; El Tigre, San Antonio La Raya, Casablanca y Las Flores.

1.1.7. Economía

Los aspectos productivos relevantes del municipio son la elaboración de tejidos, la comercialización de vehículos, productos artesanales, atractivos turísticos (La “Ermita de la Conquistadora” y La “Laguneta”), cantidad de servicios que se ofrecen y su ubicación cerca de la cabecera del departamento.

La industria manufacturera textil de Salcajá consiste en la producción artesanal de telas típicas, las que se utilizan para la fabricación de cortes y perrajes; destacan las llamadas “jaspeadas”, cuya característica es que el hilo sea teñido de colores a ciertos intervalos, lo que da como resultado partes de color y partes blancas. Es frecuente observar a los artesanos realizando su actividad, atando hilos a lo largo de las calles. Desde el municipio se abastece de telas e hilos para la elaboración de trajes mayas a todo el país e incluso fuera de este; la actividad no tiene una localización especial dentro del territorio, pues se realiza tanto en el área rural como en el área urbana.

Otro rubro de importancia son las remesas, que la mayoría invierte en la construcción de viviendas, luego algunos en negocios. En relación con el turismo, se contempla como una fortaleza económica para el municipio, asociado al resto de municipios mancomunados. Los principales atractivos son la Ermita de La Conquistadora y La Laguneta; además cuentan con una serie de tradiciones durante todo el año.

Los principales días de plaza son los martes y sábados, seguidos por el día jueves, extendiendo el mercado sobre calles principales del centro urbanúm. Hay personas provenientes de otros lugares que llegan al municipio por cuestiones de comercialización de productos artesanales, agropecuarios o venta de su fuerza laboral.

1.1.8. Educación

Según datos del Comité Nacional de Alfabetización (Conalfa), la tasa de analfabetismo de la población de 15 años en adelante es de 12,67 % inferior a la media del nivel departamental que es de 20,75 %.

Según los indicadores que maneja el Ministerio de Educación para el 2013, el municipio se encontraba en la posición 41 en el *ranking* municipal nacional y 6 en el departamental, con un índice educativo municipal de 75,9.

Existen 13 establecimientos para párvulos, en su mayoría anexos a escuelas oficiales, ocho son oficiales y cinco privados; cinco de ellos se ubican en el área urbana y ocho en el área rural; en la mayoría de ellos se imparte una educación monolingüe. Se cuenta únicamente con un establecimiento oficial de preprimaria bilingüe (español y k'iché), en la aldea Santa Rita; 25 centros educativos para el nivel primario, 16 oficiales y 9 privados, todos son monolingües; en relación con su ubicación, 13 son urbanos y 12 rurales.

Para el nivel básico se cuenta con ocho institutos de educación básica; de estos cinco son oficiales, que incluye a dos Telesecundaria y un Núcleo Familiar Educativo para el Desarrollo (NUFED) por autogestión, de jornada nocturna, este establecimiento es apoyado por la municipalidad; además existen tres privados, todos los de este nivel son monolingües. Cinco se encuentran en el área urbana y tres en el área rural; en cuanto a la jornada de trabajo, uno es matutino, seis son vespertinos y uno nocturno.

1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Salcajá, Quetzaltenango

El municipio de Salcajá es uno de los principales del departamento de Quetzaltenango; debido al alto crecimiento de la población se requieren varios servicios.

1.2.1. Descripción de las necesidades

- Agua potable
- Energía eléctrica
- Puentes
- Centros de salud
- Mercados
- Ampliación y apertura de caminos
- Seguridad e infraestructura en general
- Drenaje pluvial y sanitario
- Centro de convergencia para la mujer, la niñez y la adolescencia
- Auxiliatura municipal

Dichas necesidades se agudizan conforme avanza el desarrollo del municipio, teniendo aún más personas ajenas al municipio y con pocas actividades sociales para su integración, siendo estas algunas de las principales necesidades que se deben solucionar.

1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades

Algunas de las necesidades arriba mencionadas se encuentran en proceso de ser solucionadas, gracias a la organización de los vecinos de los sectores interesados y al trabajo de la corporación municipal. Existen dos necesidades todavía pendientes de una adecuada planificación:

- El diseño de un edificio de dos niveles para la Policía Nacional Civil.
- El diseño de un edificio que sirva como centro de convergencia para la mujer, la niñez y la adolescencia.

Para las necesidades citadas, se propone una planificación de cada uno de los proyectos, los cuales serán de beneficio para los habitantes de todo el municipio; en el presente trabajo se da a conocer la planificación de cada uno de los proyectos mencionados, tomando en cuenta algunos datos recolectados en campo, y mediante entrevista directa con las personas beneficiadas con su ejecución.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de la edificación de dos niveles para la subestación de la Policía Nacional Civil, municipio de Salcajá, Quetzaltenango

El proyecto a diseñar consiste en un edificio de dos niveles el cual tiene como objetivo proveer a la comunidad, un lugar para una subestación de la Policía Nacional Civil que satisfaga la atención ciudadana y sirva de vivienda a los policías que se encuentren en servicio. Todo con el fin de otorgar el espacio físico necesario para cada división de dicha subestación.

2.1.1. Descripción del proyecto

La distribución de los ambientes en el edificio quedará de la siguiente manera: primer nivel: área de parqueo, atención ciudadana, secretaria, oficina para jefatura, oficina para subjefatura, sala de reuniones, armería, bodega, servicios sanitarios y patio interior; en el segundo nivel: dormitorios con baños y duchas para los agentes policiales hombres, mujeres, subjefe, jefe y cocina general. Además contará con un módulo de gradas, por medio de marcos rígidos resistentes a momentos.

2.1.2. Descripción del área disponible

Antes de iniciar con el diseño del edificio, se constató que se tuvieran las escrituras del terreno, y así evitar problemas legales posteriormente.

2.1.2.1. Localización y ubicación del terreno

El terreno donde se construirá el edificio, se localiza en la 3a. avenida entre 2a. y 3a. calle en la zona 4, el cual se encuentra en el suroeste del municipio de Salcajá, Quetzaltenango.

2.1.2.2. Topografía del terreno

La forma del terreno, vista en planta, tiene forma rectangular; presenta una mínima depresión, la cual se observa en el lado largo del mismo, por lo que se puede considerar como un terreno plano.

2.1.3. Estudios preliminares

A continuación se presentan los estudios preliminares para el presente trabajo.

2.1.3.1. Medición de área del terreno

El terreno cuenta con un área total disponible de 263 m², de los cuales se utilizarán para la construcción del edificio un total de 139 m².

2.1.3.2. Estudio de suelos

Es necesario conocer las características del suelo, para establecer las dimensiones de los cimientos en función del valor soporte, para asegurar que el diseño de la estructura estará bien sustentado sobre sus cimientos.

- Determinación del valor soporte del suelo: también llamado capacidad de carga o apoyo de los cimientos, es una característica de cada sistema de suelo-cimentación, y no solo una cualidad intrínseca del suelo. Los distintos tipos de suelo difieren en capacidad de carga, pero también ocurre que en un suelo específico dicha capacidad varía con el tipo, forma, tamaño y profundidad del elemento de cimentación que aplica la presión.

La resistencia de los suelos a la deformación depende, sobre todo, de su resistencia a la fuerza cortante. Esta resistencia equivale a su vez, a la suma de dos componentes: fricción y cohesión. La resistencia friccional surge de la irregularidad de los contactos entre partículas y es proporcional a la fuerza perpendicular entre ellas. La cohesión, que es la resistencia máxima a la tensión del suelo, es resultado de las fuerzas de atracción que hay entre gránulos en contacto íntimos y no depende de la presión normal.

Para encontrar el valor soporte se utilizó la ecuación general de la capacidad de carga; Terzaghi sugirió la siguiente ecuación:

$$q_u = C * N_c * S_c + \gamma_s * D * N_q + \frac{1}{2} B * \gamma_s * N_\gamma * S_\gamma$$

Donde

q_u = carga última

C = cohesión

γ_s = peso específico del suelo

N_c = factor de cohesión

S_c = factor de corrección del tamaño de la zapata

D = desplante o cota de cimentación

N_q = factor de corrección de carga

B = base de la zapata

N_γ = factor de corrección del suelo

S_γ = factor de corrección de la zapata

De los datos de laboratorio se obtienen:

C = cohesión

γ_s = peso de específico del suelo

ϕ = ángulo de fricción interna

Figura 4. Factores de capacidad de carga

Tabla 11.2 Factores de capacidad de carga ($\phi > 0$)

ϕ	N_c	N_q	N_γ	ϕ	N_c	N_q	N_γ	ϕ	N_c	N_q	N_γ
0	5.14	1.00	0.00	15	11.0	3.94	1.42	30	30.1	18.4	18.1
1	5.38	1.09	0.00	16	11.6	4.34	1.72	31	32.7	20.6	21.2
2	5.63	1.20	0.01	17	12.3	4.77	2.08	32	35.5	23.2	24.9
3	5.90	1.31	0.03	18	13.1	5.26	2.49	33	38.6	26.1	29.3
4	6.19	1.43	0.05	19	13.9	5.80	2.97	34	42.2	29.4	34.5
5	6.49	1.57	0.09	20	14.8	6.40	3.54	35	46.1	33.3	40.7
6	6.81	1.72	0.14	21	15.8	7.07	4.19	36	50.6	37.8	48.1
7	7.16	1.88	0.19	22	16.9	7.82	4.96	37	55.6	42.9	56.9
8	7.53	2.06	0.27	23	18.1	8.66	5.85	38	61.4	48.9	67.4
9	7.92	2.25	0.36	24	19.3	9.60	6.89	39	67.9	56.0	80.1
10	88.34	2.47	0.47	25	20.7	10.7	8.11	40	75.3	64.2	95.5
11	8.80	2.71	0.60	26	22.3	11.9	9.53	41	83.9	73.9	114
12	9.28	2.97	0.76	27	23.9	13.2	11.20	42	93.7	85.4	137
13	9.81	3.26	0.94	28	25.8	14.7	13.10	43	105	99	165
14	10.4	3.59	1.16	29	27.9	16.4	15.40	44	118	115	199
								45	134	135	241
								46	152	159	294
								47	174	187	359
								48	199	222	442
								49	230	266	548
								50	267	319	682

Valores de N_c de acuerdo con Prandtl
 N_q de acuerdo con Reissner
 N_γ de acuerdo con Hansen
 Para $\phi_s = 0$, véase la figura 11.5
 (valores de N_c)

Fuente: WHITLOW, Roy. *Fundamentos de mecánica de suelos. Factores de capacidad de carga.* p. 6.

Datos obtenidos en ensayo de laboratorio:

Tipo de ensayo: no consolidado y no drenado

- Descripción del suelo:
 - Muestra 1: limo arenoso color negro
 - Muestra 2: limo inorgánico color gris

Tabla I. **Gravedad específica**

MUESTRA	DENSIDAD VOLUMÉTRICA	HUMEDAD NATURAL	DENSIDAD SECA
1	1 573,170	46,28	2 110,00
2	1 448,43	71,08	2 163,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Cohesión, ángulo de fricción interna y densidad volumétrica**

MUESTRA	COHESIÓN	ÁNGULO DE FRICCIÓN	DENSIDAD VOLUMÉTRICA	HUMEDAD NATURAL
1	0,22	33,69	1 573,70	46,28
2	0,50	29,10	1 448,43	71,08

Fuente: elaboración propia.

Entonces se tiene que:

$$q_u = 0,36 * 18,4 * 1,3 + 1,51 * 2 * 18,4 + \frac{1}{2} * 2,20 * 1,51 * 18,1 * 0,8$$

$$q_u = 88,23 \text{ Ton/m}^2$$

Dadas las condiciones del terreno, se le aplica un factor de seguridad con valor de 3. A pesar de lo calculado el laboratorio Servicios de Ingeniería “El Pilar”, La Esperanza, Quetzaltenango recomienda utilizar un valor soporte máximo de diseño de $11,50 \text{ Ton/m}^2$, dado que el suelo está clasificado como limoarenoso o limoinorgánico y por encontrarse el nivel freático cercano a la cota de cimentación, siendo este el valor a utilizar.

2.1.4. Normas para el diseño de edificios públicos

Se aplicarán las normas que rige el Reglamento de Concreto Estructural (ACI 318 S 99) y las normas de ensayos de materiales (ASTM).

Para los factores que influyen directamente en la confiabilidad del diseño, se tomarán en cuenta las normas Agies.

2.1.4.1. Criterios conceptuales

- Conjunto arquitectónico: se toman como requisitos mínimos los solicitados por los beneficiarios, complementándose en relación con su funcionalidad, incluyendo todas las áreas que se utilizarán.
- Orientación del edificio: la correcta orientación proporciona una óptima iluminación, ventilación y asolamiento de todos los ambientes del edificio.

La orientación es de norte a sur, de preferencia, abriendo las ventanas hacia el norte, sin embargo la orientación será definida en el terreno.

- Altura y superficie de la subestación: la superficie varía en función de las necesidades que se tengan que satisfacer, tanto en capacidad como servicios a prestar, y la altura está dada de acuerdo con la solicitud hecha por la comunidad, colocando como límite dos niveles.

2.1.4.2. Criterios generales

Son todos los aspectos importantes que definen el diseño del edificio, tales como; ubicación y ocupación de áreas del edificio, ancho y abatimiento de puertas, altura de ventanas, altura del edificio, iluminación, entre otros.

2.1.4.3. Criterios de iluminación

La iluminación debe de ser uniforme y abundante, evitando la proyección de sombras y contrastes muy marcados.

2.1.4.3.1. Generalidades de la iluminación del edificio

Para lograr iluminación adecuada en el diseño, deben tomarse en cuenta los siguientes criterios.

- Es importante el número, tamaño y ubicación de las ventanas y lámparas.

- Los acabados más brillantes permiten mayor reflexión de la luz y como resultado una mejor iluminación.
- Un local pequeño recibe mejor iluminación que uno grande, pero sus dimensiones dependen de los requerimientos de espacio.

2.1.4.3.2. Tipos de iluminación

Por su procedencia, la iluminación se divide en natural y artificial. La iluminación natural, por la ubicación de las ventanas, se divide en unilateral, bilateral y cenital. Estos cuatro tipos de iluminación, aceptados para los edificios de oficinas, se describen a continuación:

- Iluminación natural unilateral: este caso se da cuando solo un lado del ambiente tiene ventanas; las ventanas deben tener un área de 25 a 30 % del área total de piso; el techo y el muro opuesto a la ventana debe ser claro; el muro opuesto a la ventana estará a una distancia no mayor de 2,5 veces la altura del muro de ventana.
- Iluminación natural bilateral: este caso se da cuando existen ventanas en las paredes laterales al ambiente; las ventanas deben tener un área de iluminación entre 25 y 30 %.
- Iluminación natural cenital: en este caso, la iluminación es por medio de ventanas colocadas en el techo del ambiente, para esta iluminación se toma como área de ventanas del 15 al 20 % del área total de piso.

- Iluminación artificial: este caso se acepta únicamente cuando sea muy justificado; debe ser difuso, para evitar molestias en la vista y también lo más parecido a la iluminación natural.

La iluminación utilizada en el edificio es natural y artificial, por lo que se utilizaron ventanas y lámparas.

2.1.4.4. Otros criterios

- Ventilación: en los locales cerrados destinados al trabajo, el aire debe renovarse de acuerdo con el número de trabajadores, garantizando un ambiente apto de trabajo. La renovación del aire puede hacerse mediante ventilación natural o artificial, debiéndose tener en cuenta la velocidad, forma de entrada, cantidad por hora, personas, temperatura y humedad, con el objeto de que no resulte molesta o perjudicial para la salud de los trabajadores.
- Criterios de color: las subestaciones para la Policía Nacional Civil han sido pintadas tradicionalmente, y aún se siguen pintando, con *beige*, gris y azul, que están instituidos institucionalmente; el centro de convergencia para la mujer la niñez y la adolescencia tendrá que aportar iluminación suficiente en los talleres y salones de usos múltiples, dando comodidad visual, tomando colores suaves como *beige* o blanco como principales y cualquier otro de contraste.

2.1.4.5. Instalaciones

En la subestación de la policía se debe tomar en cuenta la correcta instalación de las lámparas exteriores con el fin de garantizar visibilidad las 24 horas del día.

2.1.5. Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico consiste en darle la forma adecuada y distribuir en conjunto los diferentes ambientes que componen el edificio. Esto se hace para tener un lugar cómodo y funcional para su uso. Para lograrlo se deben tomar en cuenta los diferentes criterios, tales como: número aproximado de personas que utilizarán la edificación, dimensiones del terreno y financiamiento para la construcción.

2.1.5.1. Ubicación del edificio en el terreno

El edificio de la subestación es colindante con el Juzgado de Paz y la Escuela Oficial de Párvulos; se ubicó de tal forma que posea el espacio para un parqueo y una banqueta de 1,5 m, en la parte frontal de la estructura.

2.1.5.2. Distribución de ambientes

Para la distribución de ambientes, se tomó en cuenta la relación entre una oficina y otra, para una mayor funcionalidad y una mejor eficiencia de trabajo; el diseño contempla servicios sanitarios colocados en el primer nivel; en la disposición de las oficinas del primer nivel, se ha de localizar un área para atención ciudadana, así también una sala de reuniones general, secretaria, una oficina para el subjefe, una oficina para el jefe y un jardín interno, mientras en el

segundo nivel se localizan los dormitorios con duchas de los agentes policiales de hombres y mujeres, dormitorio personal con baño y ducha para el jefe y dormitorio personal con baño y ducha para el subjefe y comedor general.

2.1.5.3. Aturas del edificio

El edificio se diseñó con base en un sistema de marcos dúctiles con nudos rígidos de dos niveles; el primer nivel tendrá 3 metros con 5 centímetros de piso a cielo, y el segundo, tendrá 3 metros con 10 centímetros; la altura total será de 6 metros con 15 centímetros.

2.1.6. Análisis estructural

Consiste en determinar los efectos máximos producidos por las cargas aplicadas, sobre los elementos estructurales, con el fin de determinar los refuerzos de acero, simultáneamente establecer si los elementos propuestos resisten los esfuerzos producidos por las cargas aplicadas con las secciones estimadas.

2.1.6.1. Selección del sistema estructural a utilizar

En la decisión para elegir el sistema estructural a utilizar, se debe tomar en cuenta lo siguiente: factores de resistencia, economía, estética, materiales disponibles en el lugar y la técnica constructiva para realizar la obra. Lo cual debe incluir el tipo estructural, formas y dimensiones, los materiales y el proceso de ejecución.

El sistema estructural seleccionado es a base de marcos dúctiles con nudos rígidos, losas planas de concreto reforzado, y muros tabiques para la

división de ambientes (estos son independientes del sistema estructural de marcos espaciales dúctiles).

2.1.6.2. Predimensionamiento de elementos estructurales

Es necesario predimensionar a fin de establecer un parámetro inicial para el diseño de los elementos estructurales, si durante la etapa de diseño los elementos no satisfacen la resistencia demandada en el análisis estructural, será necesario rediseñar los elementos, dando así origen a un nuevo ciclo de análisis y diseño.

- Predimensionamiento de viga: se puede realizar con base en el criterio de que por cada metro lineal libre de luz, aumentar ocho centímetros de peralte (8 % de la longitud de la viga) y la base equivale a $\frac{1}{2}$ del peralte. La razón ancho-altura no debe ser menor que 0,30 según el 21.3.1.3 del ACI318-99.

Longitud de la viga= 3,60 m

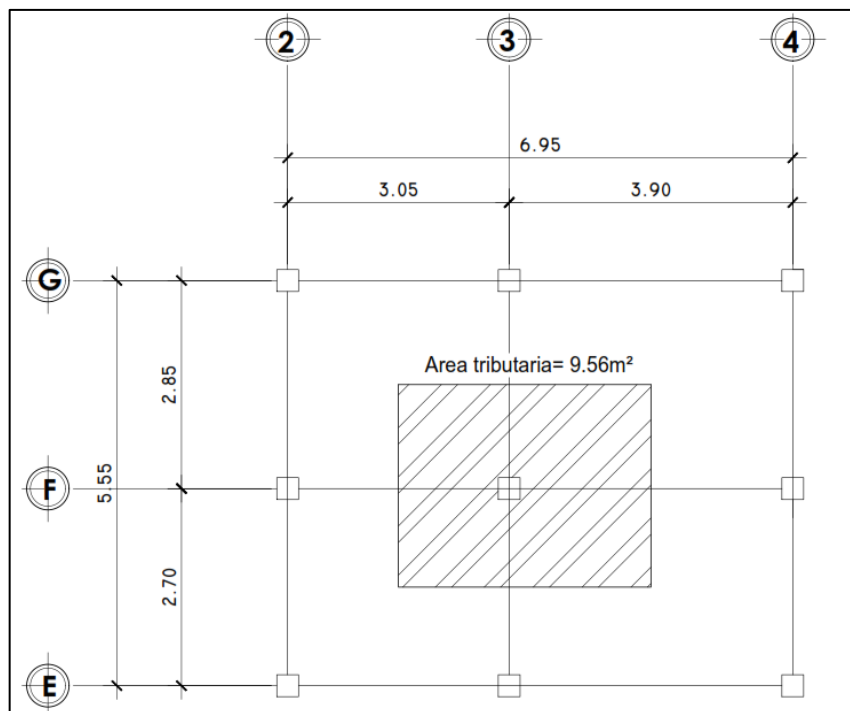
$h_{viga} = 8 \% (\text{longitud de la viga})$

$h_{viga} = 0,08 * 3,60 = 0,28 \text{ m}$

El ancho de una viga no debe ser menor que 250 mm, ni mayor que el ancho del elemento de apoyo, según el 21.3.1.3 del ACI318-99; en este caso, para que cumpla y para efectos de diseño se consideró un peralte de 35 cm, con una base de 25 cm.

- Predimensionamiento de columnas: el método que se utilizará para predimensionar las columnas, se basa en el cálculo de la carga axial aplicada a la columna crítica, y de esta se determina el área bruta de la sección de la columna, por medio de la ecuación (10-2) del código ACI 318-99, capítulo 10 sección 10.3.5.2; al tener este valor, se pueden proponer las medidas de la sección, para cumplir con esta área requerida. En este caso, las dimensiones de la sección de la columna crítica, se utilizarán en todas las columnas, para guardar simetría y evitar diferencias de rigidez de un marco a otro y de un nivel a otro.

Figura 5. **Área tributaria columna crítica**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

El área tributaria calculada es de 9,65 m², se considera el peso específico del concreto de 2,400 kg/m³, además una carga viva de 250 kg/m², para efectos de predimensionamiento, por lo tanto:

$$Pu = 1,4((2,400 \text{ kg/m}^3 * 0,10 \text{ m} * 9,56 \text{ m}^2) + (2400 \text{ kg/m}^3 * 6,25 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 0,35 \text{ m}) + (2,400 \text{ kg/m}^3 * 0,30 \text{ m} * 0,30 \text{ m} * 3,15/2 \text{ m})) + 1,7 (250 \text{ kg/m}^2 * 9,65 \text{ m}^2)$$

Ya que son dos niveles se multiplica por dos

$$Pu = 9\ 657,43 \text{ kg} * 2 = 19\ 314,86 \text{ kg}$$

Sustituyendo valores en la ecuación de la carga puntual, se obtiene el área gruesa de la columna.

$$Pu = 0,8 (0,85 f'c * (Ag - As) + fy * As);$$

Donde As es de 1 % a 8 % de Ag

Se toma As como 1 % de Ag para nuestro diseño para poder obtener una sección con falla balanceada, f'c de 281 kg/cm² y fy=2810 kg/cm² obtenemos:

$$19\ 314,86 \text{ kg} = 0,8(0,85 * 281 \text{ kg/cm}^2 * (Ag - 0,01Ag) + 2810 \text{ kg/cm}^2 * 0,01 * Ag)$$

$$19\ 314,86 \text{ kg} = 211,65 \text{ kg/cm}^2 * Ag$$

Despejando Ag se obtiene:

Ag = 91,25 cm², para una sección cuadrada de 10 cm X 10 cm = 100 cm², debido a que la ecuación de la carga axial no considera los efectos de esbeltez y según el 21.4.1.1, para elementos sometidos a flexión y carga axial,

pertencientes a marcos resistentes a momento del ACI318-99, la dimensión menor de la sección transversal, medida sobre una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, no debe ser menor que 300 mm, por lo que se propone una sección de 30 cmX30 cm dando un área de 900 cm².

Predimensionamiento de losa: se utilizó el criterio del perímetro de losa dividido 180, para losas en dos sentidos. Se utiliza la losa de mayor dimensión.

Relación

$m = a / b < 0,5$ losa trabajada en un sentido

$m = a / b < 0,5$ losa trabaja en dos sentidos

Donde a = sentido corto de losa y b = sentido largo de losa

Calculando m para losa de mayor dimensión, con a = 3,90 m y b = 3,90 m
 $m = 3,90 \text{ m} / 3,90 \text{ m} = 1.0 > 0,5$; la losa trabaja en dos sentidos.

Espesor de losa:

$t = \text{perímetro} / 180$ Donde t = espesor de losa

$$t = \frac{2(3,9+3,9)}{180} = 0,087$$

Se propone una losa de 10cm de espesor para no trabajar con lo mínimo predimensionado.

2.1.6.3. Cargas aplicadas a marcos dúctiles con nudos rígidos

Las estructuras están sometidas en todo momento a cargas generadas de forma distinta, para clasificarlas existen varios criterios, aquí se hace una distinción de acuerdo con la dirección de su aplicación, cargas verticales y horizontales.

2.1.6.3.1. Cargas verticales

Las cargas verticales se dividen en dos grupos:

- Cargas vivas: son las cargas aplicadas no permanentes en la estructura. Son todas las cargas predestinadas a un servicio de utilidad, el cual puede ser de ocupación o mantenimiento. Estas pueden estar total o parcialmente en su sitio y pueden cambiar de ubicación. Su magnitud y distribución son inciertas en un momento dado, y sus máximas intensidades a lo largo de la vida de la estructura, no se conocen con precisión.

La tabla I muestra los valores de carga viva para diferentes clasificaciones de ocupación, según la norma Agies y otros códigos. Estas cargas se deben a seres humanos, equipo y al almacenamiento en general.

Tabla III. Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas

Tipo de ocupación o uso	(Kg /m²)
Vivienda	
Balcones	500
Habitaciones y pasillos	200
Escaleras	300
Oficina	
Pasillos y escaleras	300
Oficinas	250
Áreas de cafetería	500
Hospitales	
Pasillos y escaleras	500
Clínicas y encamamiento	250
Servicios médicos y laboratorio	350
Farmacia	500
Escaleras	500
Cafetería y cocina	500
Hoteles	
Habitaciones	200
Servicios y áreas públicas	500
Educativos	
Aulas	200
Pasillos y escaleras	500
Salones de lectura de biblioteca	200
Área de estanterías de biblioteca	700
Reunión	
Escaleras privadas	300
Escaleras públicas	500
Balcones	500
Vestíbulos públicos	500
Plazas a nivel de la calle	500
Salones con asiento fijo	300
Salones sin asiento fijo	500
Escenario y circulaciones	500

Continuación de la tabla III.

Garajes	
Garajes para automóviles de pasajeros	250
Garajes para vehículos de carga (2 000 kg)	500
Rampas de uso colectivo	750
Corredores de circulación	500
Servicio y reparación	500
Instalaciones deportivas públicas	
Zonas de circulación	500
Zonas de asientos	400
Zonas sin asientos	800
Canchas deportivas	
Almacenes	
Minoristas	500
Mayoristas	600
Bodegas	
Cargas livianas	600
Cargas pesadas	1 200
Fabricas	
Industrias livianas	500
Industrias pesadas	1 000
Cubiertas pesadas	
Azoteas de concreto con acceso	200
Azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	100
Azoteas con inclinación mayor de 20	75
Cubiertas livianas	
Tejas de lámina, plásticas	50

Fuente: Normas Agies NR – 2:200, p. 28.

Las cargas vivias utilizadas para el diseño del edificio son:

Habitaciones y pasillos = 200 kg/m²

Servicios y áreas públicas = 500 kg/ m²

Escaleras privadas = 300 kg/ m²

Azoteas de concreto con acceso = 200 kg/ m²

Cargas muertas: son las cargas aplicadas debido al peso de los elementos estructurales, estas son cargas permanentes, se mantienen constantes en magnitud y fijas en posición, durante la vida de la estructura. Para un edificio, las cargas muertas las componen los pesos de las losas, vigas, columnas, muros, techos, ventanas, puertas, instalaciones (drenajes, hidráulicas, eléctricas, entre otras), acabados y otros. Estas cargas se determinan con bastante exactitud, dependiendo de los materiales que se utilicen, los pesos se determinan a partir de las densidades y tamaños.

Las cargas muertas aplicadas son:

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

Peso de muros = 240 kg/ m^2

Peso de acabados = 50 kg/ m^2

Peso de instalaciones = 50 kg/ m^2

Cargas por nivel

Determinando cargas para el segundo nivel (techo):

Carga muerta

$CM = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{sobrecarga/acabados}}$

$W_{\text{losa}} = A_{\text{total}} * t_{\text{losa}} * PU_{\text{concreto}}$

$W_{\text{losa}} = 121,13\text{ m}^2 * 0,10\text{ m} * 2\,400\text{ kg/m}^3 = 29\,071,20\text{ kg}$

$W_{\text{viga}} = b_{\text{sección}} * (h_{\text{sección}} - t_{\text{losa}}) * L_{\text{viga en nivel}} * PU_{\text{concreto}}$

$W_{\text{viga}} = 0,25\text{ m} * (0,35\text{ m} - 0,10\text{ m}) * 103,95\text{ m} * 2\,400\text{ kg/m}^3 = 9\,979,20\text{ kg}$

W sobrecarga/acabados = A total * P sobrecarga/acabados

W sobrecarga/acabados = 121,13 m² * 50 kg/ m²= 7 267,80 kg

CM 2do nivel= 46 318,20 kg

Carga viva

CV= A total * carga viva de techo

CV 2do Nivel= 121,13 m² * 200 kg/m² = 24 226,00 kg

Determinando cargas para el primer nivel:

Carga muerta

CM= Wlosa+ Wviga+ Wmuro+ Wacabados+ Wcolumnas +Winstalaciones.

Wlosa = A total * t losa * PUconcreto

Wlosa = 121,13 m²* 0,10 m* 2 400 kg/m³ = 29 071,00 kg

Wviga = b sección * (h sección -t losa)*L viga en nivel * PUconcreto

Wviga = 0,25 m *(0,35 m - 0,10 m) * 103,95 m* 2 400 kg/m³ = 9 979,20 kg

Wcolumna = A sección * (L columna) * Ncolumnas * PUconcreto

Wcolumna = 0,09 m²* 3,15 m* 23 * 2 400 kg/m³ = 15 649,20 kg

Wmuro = (H muro)* (L muro en nivel) * Pmuro

Wmuro = 3,15 m * 93,70 m * 140 kg/m² = 41 321,70 kg

W sobrecarga/acabados = A total * P sobrecarga/acabados

W sobrecarga/acabados = 121,13 m²* 50 kg/m²= 6 056,50 kg

Winstalaciones = A total * Pinstalaciones

Winstalaciones = $121,13 \text{ m}^2 * 50 \text{ kg/m}^2 = 6\,056,50 \text{ kg}$

CM 1er Nivel= 108 134,10 kg

Carga viva

CV= Cv baños + Cv cocina +Cv habitaciones y pasillos

Cv baños = A total baños * Wv baños

Cv baños = $28 \text{ m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2 = 14\,420,00 \text{ kg}$

Cv cocina = A total cocina Wv cocina

Cv cocina = $9 \text{ m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2 = 4\,950,00 \text{ kg}$

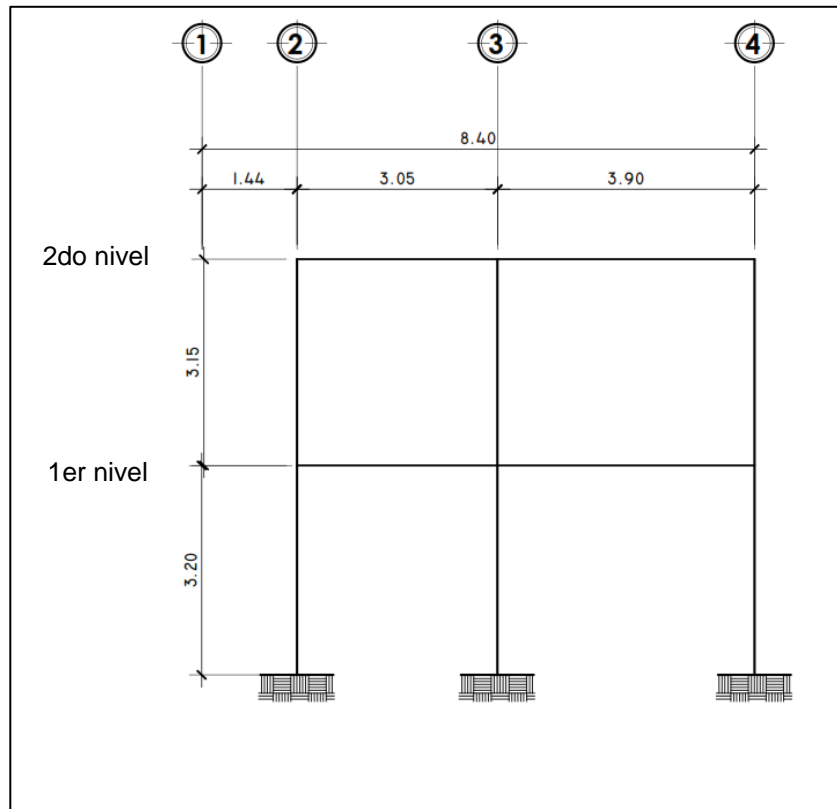
Cv habitaciones y pasillos = A total habitaciones y pasillos * Wv habitaciones y pasillos

Cv habitaciones y pasillos = $79,97 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2 = 15\,994,00 \text{ kg}$

CV1er Nivel= 35 364,00 kg

- Integración de cargas: a continuación se determinarán las cargas verticales en marcos críticos, por medio de las áreas tributarias que afectan cada viga.

Figura 6. **Modelo matemático marco F (sentido X)**



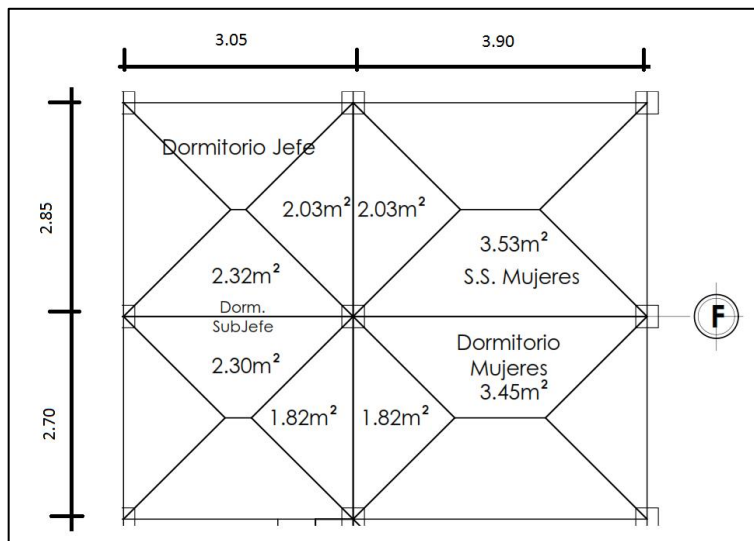
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Ver planta arquitectónica adjunta en planos.

Carga muerta: se toma en cuenta solo el área tributaria del eje.

Las áreas se calculan con áreas de trapecios y triángulos, según sea el caso.

Figura 7. Área tributaria eje F



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Segundo nivel eje F

Carga muerta

Para la integración de carga muerta se tomó la siguiente ecuación:

$$CM = (W_{losa} + W_{viga} + W_{acabados}) / L \text{ eje total}$$

Donde

$$W_{losa} = A \text{ tributaria} * t \text{ losa} * PU_{concreto}$$

$$W_{losa} = 11,60 \text{ m}^2 * 0,10 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 2784,00 \text{ kg}$$

$$W_{viga} = b \text{ seccion} * (h \text{ seccion} - t \text{ losa}) * L \text{ viga en nivel} * PU_{concreto}$$

$$W_{viga} = 0,25 \text{ m} * (0,35 \text{ m} - 0,10 \text{ m}) * 6,95 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 667,20 \text{ kg}$$

W sobrecarga/acabados = A tributaria * P sobrecarga/acabados

$$W \text{ sobrecarga/acabados} = 11,60 \text{ m}^2 * 50 \text{ kg/m}^2 = 580 \text{ kg}$$

Entonces

$$Cm = (2784,00 \text{ kg} + 667,20 \text{ kg} + 580 \text{ kg}) / 6,95 \text{ m}$$

$$Cm = 580 \text{ kg/m}$$

Carga viva

$$CV = (A \text{ tributaria} * Wv \text{ azoteas con acceso}) / L \text{ eje total}$$

$$CV = 11,60 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2 / 6,95 \text{ m} = 333,81,00 \text{ kg/m}$$

$$CV = 333,81 \text{ kg/m}$$

Primer nivel eje F

Carga muerta

$$CM = (Wlosa + Wviga + Wacabados + Winstalaciones + Wmuro) / L \text{ eje total}$$

$$Wlosa = A \text{ tributaria} * t \text{ losa} * PUconcreto$$

$$Wlosa = 11,60 \text{ m}^2 * 0,10 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 2784,00 \text{ kg}$$

$$Wviga = b \text{ seccion} * (h \text{ seccion} - t \text{ losa}) * L \text{ viga en nivel} * PUconcreto$$

$$Wviga = 0,25 \text{ m} * (0,35 \text{ m} - 0,10 \text{ m}) * 6,95 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 667,20 \text{ kg}$$

$$W \text{ sobrecarga/acabados} = A \text{ tributaria} * P \text{ sobrecarga/acabados}$$

$$W \text{ sobrecarga/acabados} = 11,60 \text{ m}^2 * 50 \text{ kg/m}^2 = 580 \text{ kg}$$

$$W \text{ instalaciones} = A \text{ tributaria} * P \text{ sobrecarga/acabados}$$

$$W \text{ instalaciones} = 11,60 \text{ m}^2 * 50 \text{ kg/m}^2 = 580 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muro}} = (H_{\text{muro}}) * (L_{\text{muro en nivel}}) * P_{\text{muro}}$$

$$W_{\text{muro}} = 3,15 \text{ m} * 15,21 \text{ m} * 140 \text{ kg/m}^2 = 6\,707,61 \text{ kg}$$

$$C_m = (2\,784,00 \text{ kg} + 667,20 \text{ kg} + 6\,707,61 \text{ kg} + 580 \text{ kg} + 580 \text{ kg}) / 6,95 \text{ m}$$

$$C_m = 1\,628,6 \text{ kg/m}$$

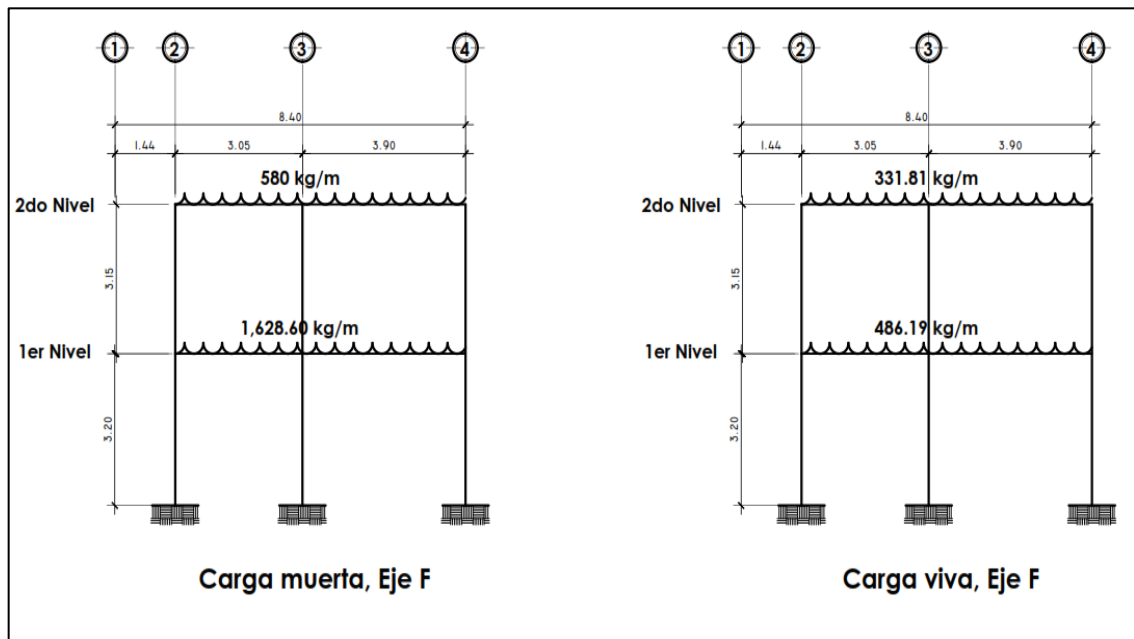
Carga viva

$$CV = (A_{\text{tributaria}} * W_v \text{ habitaciones} + A_{\text{tributaria}} * W_v \text{ servicios sanitarios}) / L_{\text{eje total}}$$

$$CV = ((2,30 + 2,32 + 3,45) \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2 + 3,53 \text{ m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2) / 6,95 \text{ m} = \text{kg/m}$$

$$CV = 486,19 \text{ kg/m}$$

Figura 8. Resumen cargas de eje F



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Segundo nivel eje F

Carga muerta

$$CM = (W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{acabados}}) / L \text{ eje total}$$

Donde

$$W_{\text{losa}} = A \text{ tributaria} * t \text{ losa} * \rho_{\text{concreto}}$$

$$W_{\text{losa}} = 28,38 \text{ m}^2 * 0,10 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 6811,20 \text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = b \text{ seccion} * (h \text{ seccion} - t \text{ losa}) * L \text{ viga en nivel} * \rho_{\text{concreto}}$$

$$W_{\text{viga}} = 0,25 \text{ m} * (0,35 \text{ m} - 0,10 \text{ m}) * 18,89 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 1813,44 \text{ kg}$$

$$W \text{ sobrecarga/acabados} = A \text{ tributaria} * P \text{ sobrecarga/acabados}$$

$$W \text{ sobrecarga/acabados} = 28,38 \text{ m}^2 * 50 \text{ kg/m}^2 = 1419,00 \text{ kg}$$

Entonces

$$C_m = (6811,20 \text{ kg} + 1813,44 \text{ kg} + 1419,00 \text{ kg}) / 18,89 \text{ m}$$

$$C_m = 531,69 \text{ kg/m}$$

Carga viva:

$$CV = (A \text{ tributaria} * W_v \text{ azoteas con acceso}) / L \text{ eje total}$$

$$CV = 28,38 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2 / 18,89 \text{ m} = 300,48 \text{ kg/m}$$

$$CV = 300,48 \text{ kg/m}$$

Primer nivel eje F

Carga muerta

$$CM = (W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{acabados}} + W_{\text{instalaciones}} + W_{\text{muro}}) / L \text{ eje total}$$

$$W_{\text{losa}} = A \text{ tributaria} * t \text{ losa} * PU_{\text{concreto}}$$

$$W_{\text{losa}} = 28,38 \text{ m}^2 * 0,10 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 6811,20 \text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = b \text{ seccion} * (h \text{ seccion} - t \text{ losa}) * L \text{ viga en nivel} * PU_{\text{concreto}}$$

$$W_{\text{viga}} = 0,25 \text{ m} * (0,35 \text{ m} - 0,10 \text{ m}) * 18,89 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 1813,44 \text{ kg}$$

$$W_{\text{sobrecarga/acabados}} = A \text{ tributaria} * P_{\text{sobrecarga/acabados}}$$

$$W_{\text{sobrecarga/acabados}} = 28,38 \text{ m}^2 * 50 \text{ kg/m}^2 = 1419 \text{ kg}$$

$$W_{\text{instalaciones}} = A \text{ tributaria} * P_{\text{sobrecarga/acabados}}$$

$$W_{\text{instalaciones}} = 28,38 \text{ m}^2 * 50 \text{ kg/m}^2 = 1419 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muro}} = (H \text{ muro}) * (L \text{ muro en nivel}) * P_{\text{muro}}$$

$$W_{\text{muro}} = 3,15 \text{ m} * 34,05 \text{ m} * 140 \text{ kg/m}^2 = 15016,05 \text{ kg}$$

$$C_m = (6811,20 \text{ kg} + 1813,44 \text{ kg} + 1419 \text{ kg} + 1419 \text{ kg} + 15016,05 \text{ kg}) / 18,89 \text{ m}$$

$$C_m = 1401,73 \text{ kg/m}$$

Carga viva

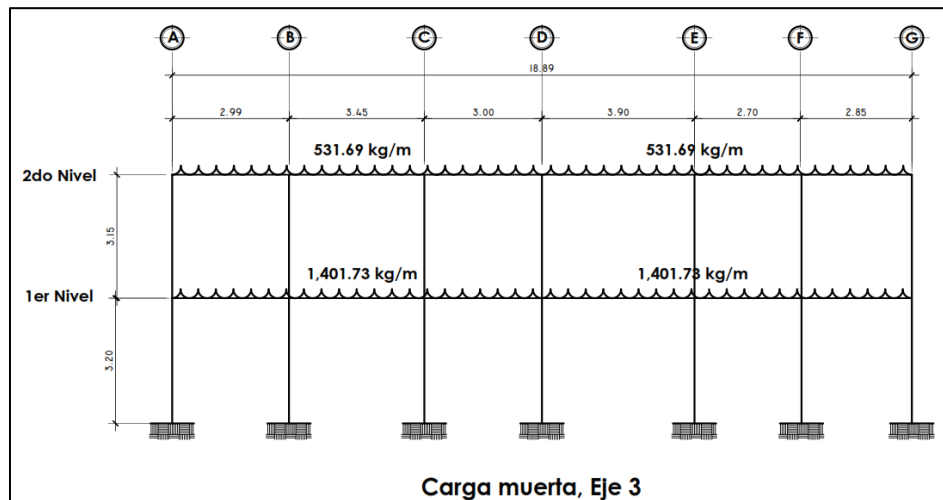
$$CV = (A \text{ tributaria} * W_v \text{ habitaciones} + A \text{ tributaria} * W_v \text{ servicios san.} + A \text{ tributaria} * W_v \text{ cocina}) / L \text{ eje total}$$

$$CV = ((2,03 + 1,82 + 1,82 + 3,8 + 1,95 + 2,98 + 2,24 + 2,09) \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2 + (2,98 + 2,03) \text{ m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2 + (2,25 + 2,09) \text{ m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2) / 18,89 \text{ m} = \text{kg/m}$$

$$CV = 445,79 \text{ kg/m}$$

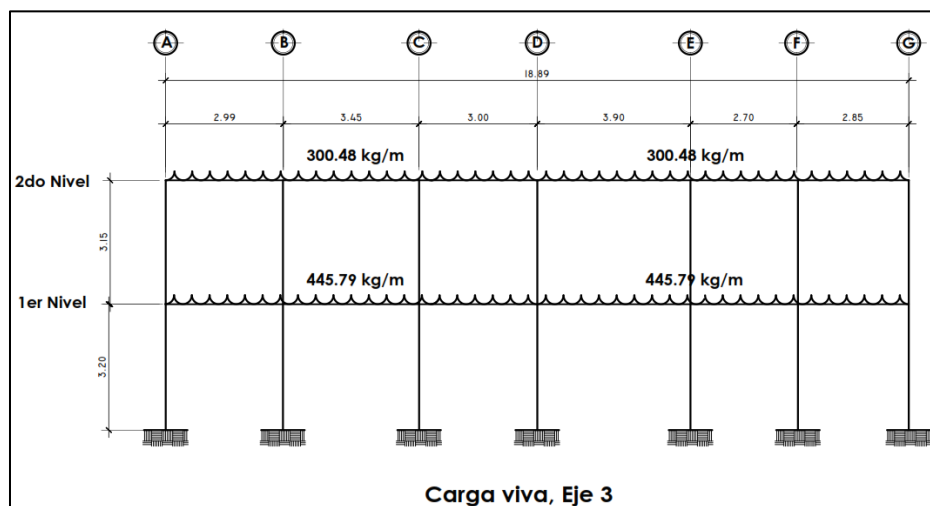
Resumen:

Figura 11. Integración de cargas muertas eje 3



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 12. Integración de cargas vivas eje 3



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.1.6.3.2. Cargas horizontales

Son las cargas producidas por el viento, impacto o por sismo. Son dinámicas. Para efectos de análisis se consideró la fuerza producida por el sismo. Por simplificación, se aplican las fuerzas sísmicas como cargas laterales estáticas.

2.1.6.3.3. Cargas sísmicas

Los sismos consisten en movimientos aleatorios horizontales y verticales en la superficie de la tierra. A medida que el terreno se mueve, la inercia tiende a mantener la estructura en su sitio original, esto hace que la estructura sufra desplazamientos, que pueden tener resultados catastróficos. Por lo tanto, el diseño sísmico depende fuertemente de las propiedades geométricas de la estructura, especialmente su altura. La carga sísmica depende del peso de la estructura; se considera que la estructura se mantiene fija en su base, siendo este el punto de aplicación de la fuerza, que se denomina corte basal (V) y se transmite a los elementos estructurales, proporcional a las rigideces y posición con respecto al centro de rigidez.

Integración de carga horizontal o corte basal por método Agies

Periodo de vibración empírico [Ta] según NSE 3-10 Agies

$$T_a = K_T(h_n)^x$$

$K_T = 0,049$, $x = 0,75$ para sistemas estructurales E1, E3, E4 y E5

$h_n = 7,35$ m altura total del edificio [m] desde la base definida.

$$T_a = 0,049 * (7.35)^{0.75}$$

$$T_a = 0,2187$$

Ajuste por intensidades sísmicas especiales según NSE 3-10 Agies

$$S_{cs} = S_{cr} * F_a * N_a$$

Tabla IV. **Factores de ajustes por intensidades sísmicas especiales**

Salcajá	
Scr	1,50g
S1r	0,55g
Io	4

Fuente: Anexo NSE 3-10 Agies. p. 28.

Fa = Fv son coeficientes de sitio

Na = Factores para periodos cortos de vibración

Nv = Factores para periodos largos de vibración

Fa = 1

Clase de sitio D tabla 4-2, según NSE 3-10 Agies

Fv = 1,5

Clase de sitio D tabla 4-3 según NSE 3-10 Agies

Na = 1

Tipo de fuente B, >10 km tabla 4-6 según NSE 3-10 Agies

Nv = 1

Tipo de fuente B, >10 km tabla 4-7 según NSE 3-10 Agies

$S_{cs} = S_{cr} * F_a * N_a$

$S_{cs} = 1,50g * 1,0 * 1,0$

$S_{cs} = 1,50$

$S_{1s} = S_{1r} * F_v * N_v$

$S_{1s} = 0,55g * 1,55 * 1$

$S_{1s} = 0,825$

Factores de escala 4.3.4.1 según NSE 3-10 Agies

$k_d = 0,66$ sismo ordinario 10 % probabilidad de ser excedido en 50 años

Espectro calibrado al nivel de diseño requerido 4.3.4.2 según NSE 3-10 Agies

$$S_{cd} = k_d * S_{cs}$$

$$S_{cd} = 0,66 * 1,50$$

$$S_{cd} = 0,99$$

$$S_{1d} = k_d * S_{1s}$$

$$S_{1d} = 0,66 * 0,825$$

$$S_{1d} = 0,5445$$

$$T_s = \frac{S_{cs}}{S_{1s}}$$

$$T_s = \frac{1,50}{0,825}$$

$$T_s = 1,818$$

$$S_a(T) = S_{cd} = 0,99$$

$$S_a(T) = S_{1d}/T_a$$

$$S_a(T) = 0,5445/0,2187$$

$$S_a(T) = 2,49$$

Según 4.3.4.2 NSE 3-10 Agies

$$T_a = 0,2187$$

$$T_s = S_{cs}/S_{1s}$$

$$T_s = 1,50/0,825$$

$$T_s = 1,825$$

$$\text{Si } T_a \leq T_s \text{ } S_a(t) = S_{cd}$$

$$\text{Si } T_a > T_s \text{ } S_a(T) = S_{1d}/T_a$$

Como $T_a \leq T_s$

$$S_a(T) = S_{cd} = 0,99$$

Coeficiente sísmico al límite de cedencia C_s , según 2.1.2 NSE 3-10 Agies

$$C_s = \frac{S_a(T)}{R}$$

R = factor de reducción que se obtiene en la sección 1.6.1 NSE-310 Agies

$$R = 8$$

$S_a(T)$ = demanda sísmica de diseño para una estructura con periodo T obtenida del espectro de diseño sísmico establecido para el sitio en la sección 4.3.4 de la norma NSE 2, y calibrado según la probabilidad de ocurrencia requerida.

$$C_s = \frac{0,99}{8}$$

$$C_s = 0,1237$$

Verificando que

$$C_s \geq 0,044 * S_{cd}$$

$$C_s \geq 0,044 * 0,99$$

$$0,1237 \geq 0,043 \text{ Cumple}$$

$$C_s \geq (0,5 * S_{1r})/R$$

$$C_s \geq (0,5 * 0,55)/8$$

$$0,1237 \geq 0,034 \text{ Cumple}$$

Se calcula el cortante basal al límite de cedencia [V_B]

$$V_B = C_s * W_s$$

Para el W_s se tomará el 100 % de la carga muerta total y para mayor seguridad estructural, por criterio propio y lo aprendido en cursos de diseño, se tomará el 25 % de la carga viva.

$$W_s = \text{Carga muerta total} + 25 \% \text{ carga viva}$$

Carga muerta total[CM=Carga muerta primer nivel + Carga muerta segundo nivel

$$\text{Carga muerta total[CMt]} = 178\,856,22 \text{ kg} + 260\,918,56 \text{ kg}$$

$$\text{Carga muerta total[CMt]} = 439\,774,18 \text{ kg}$$

Carga viva total [CVt] = Carga viva primer nivel + Carga viva segundo nivel

$$\text{Carga viva total [CVt]} = 61\,774 \text{ kg} + 154\,435 \text{ kg}$$

$$\text{Carga viva total [CVt]} = 216\,209 \text{ kg}$$

$$W_s = 439\,774,19 \text{ kg} + 25 \% (216\,209 \text{ kg})$$

$$W_s = 493\,827,43 \text{ kg}$$

$$V_B = 0,1237 * 493\,827,43 \text{ kg}$$

$$V_B = 61\,086,45 \text{ kg}$$

$$F = C_v * V_B \text{ En sentido X y.}$$

$$C_{v_{x,y}} = \frac{w_{x,y} * h_{x,y}^k}{\sum_{i=1}^n (w_i * h_i)}$$

F = cortante de cedencia en el nivel de la edificación

$h_{x,y}$ = altura del nivel sobre la base

K = 1, = para $T_a \leq 0,5 \text{ s}$

K = 0,75 + 0,5T_s, para $0,5 < T \leq 2,5 \text{ s}$

K = 2, para $T_a > 2,5 \text{ s}$

En el sentido X y Y

Primer nivel:

$$C_{v_{x,y}} = \frac{718\,866,50 \text{ kg} - m}{1\,651\,505,16 \text{ kg} - m} = 0,44$$

Segundo nivel:

$$C_{v_{x,y}} = \frac{932\,638,66 \text{ kg} - m}{1\,651\,505,16 \text{ kg} - m} = 0,56$$

$$F = C_v * V_B$$

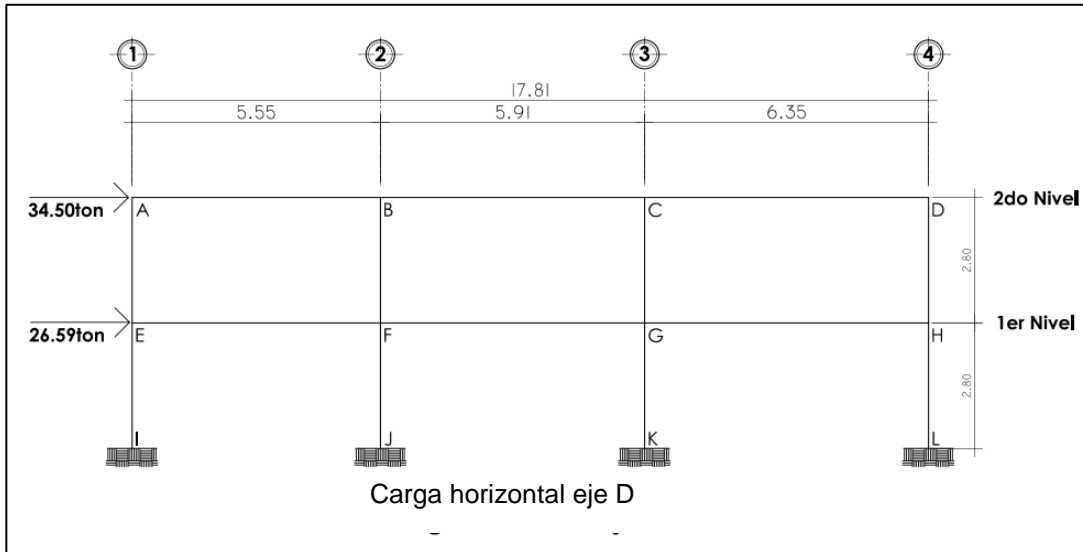
Primer nivel:

$$F = 0,44 * 61\,086,45 \text{ kg} = 26\,589,69 \text{ kg} = 26,59 \text{ Ton}$$

Segundo nivel:

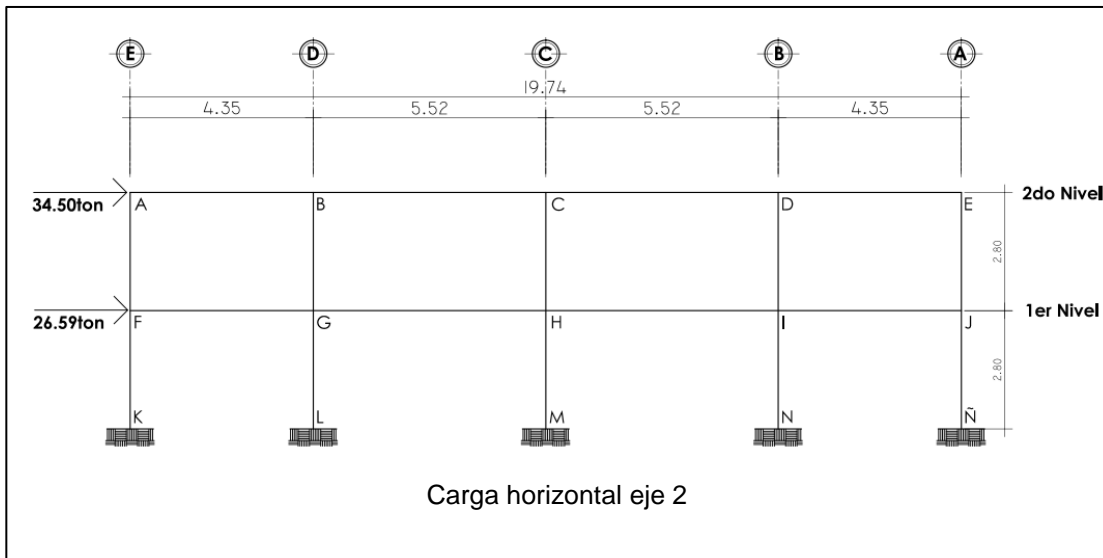
$$F = 0,56 * 61\,086,45 \text{ kg} = 34\,496,77 \text{ kg} = 34,50 \text{ Ton}$$

Figura 13. Integración de carga sísmica eje D



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

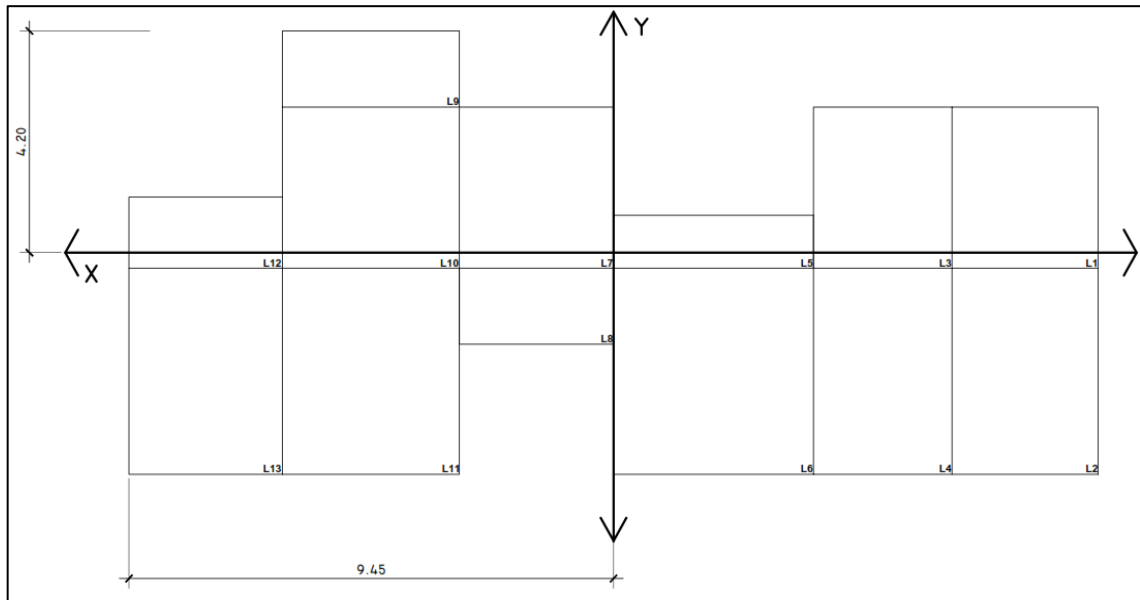
Figura 14. Integración de carga sísmica eje 2



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Fuerza por marcos:

Figura 15. **Simetría de marcos en el edificio**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Se observa en la figura 15 que el edificio no es simétrico en ambos sentidos X-Y. Para analizar la torsión en este tipo de estructuras, se puede utilizar un método simplificado, el cual consiste en considerar por separado los desplazamientos relativos al edificio, ocasionados por la traslación y rotación de cada piso, considerando la rigidez de cada nivel y con esto se determinan las fuerzas correspondientes a un desplazamiento unitario, distribuyendo los cortes por torsión según su rigidez.

Los momentos de entrepiso, se distribuyen en los diversos marcos y muros del sistema resistente a fuerzas laterales, de manera congruente con la distribución de los cortantes de entrepiso. Dependiendo del tipo de estructura a

analizar y el tipo de apoyo, se determinan las ecuaciones adecuadas de rigidez a utilizar.

Fuerza por marcos

Rigidez:

Voladizo: se refiere a los edificios de un nivel, o último nivel de edificio multiniveles. La rigidez se calcula de la siguiente manera:

$$K = \frac{1}{\frac{P * h^3}{3 * E * I} + \frac{1,2 * P * h}{A * G}}$$

Doblemente empotrado: se refiere al primer nivel, o niveles intermedios de edificios multiniveles. La rigidez se calcula de la siguiente manera:

$$K = \frac{1}{\frac{P * h^3}{12 * E * I} + \frac{1,2 * P * h}{A * G}}$$

Donde

P = carga en kilogramos del nivel

h = altura de columna analizada

E = módulo de elasticidad del concreto ($15\ 100 * \sqrt{f'c}$)

I = inercia del elemento

A = área de la sección transversal de columna analizada

G = módulo de rigidez (0,40*E)

Determinando rigidez para el segundo nivel:

Rigidez de columna

$$K = \frac{1}{\frac{(11,090) * (315)^3}{3 * (15\ 100 * \sqrt{281}) * (1/12 * (30)^4)} + \frac{1,2 * (11,090) * (315)}{(30)^2 * 0,40(15\ 100 * \sqrt{281})}}$$

$$K = 0,1269$$

Rigidez del marco

$$K_m = K * \text{núm. columnas del marco}$$

$$K_m = 0,1269 * 7$$

$$K_m = 0,89$$

Determinando rigidez para el primer nivel:

$$K = \frac{1}{\frac{(9,860) * (320)^3}{12 * (15\ 100 * \sqrt{281}) * (1/12 * (30)^4)} + \frac{1,2 * (9,860) * (320)}{(30)^2 * 0,40(15\ 100 * \sqrt{281})}}$$

$$K = 0,5344$$

Rigidez del marco

$$K_m = K * \text{núm. columnas del marco}$$

$$K_m = 0,5344 * 7$$

$$K_m = 3,74$$

Excentricidad: en una estructura se produce cuando el centro de rigidez CR, no coincide con el centro de masa CM, esto se debe a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces de la estructura.

La excentricidad se determina por medio de la diferencia entre el valor del CM y el CR.

Tabla V. **Cálculo del centro de rigidez del segundo nivel**

MARCO	# DE COL	Kg (cm-1)	Km = Kg* # col	L(m)	Km * L
1	2	0,1269	0,2538	0	0
2	6	0,1269	0,7614	1,44	1,096416
3	7	0,1269	0,8883	4,45	3,952935
4	7	0,1269	0,8883	8,35	7,417305
1'	1	0,1269	0,1269	3,22	0,408618
		Σ	2,9187	Σ	12,875274
MARCO	# DE COL	Kg (cm-1)	Km = Kg* # col	L(m)	Km * L
A	3	0,1269	0,3807	0	0
B	4	0,1269	0,5076	2,99	1,517724
C	4	0,1269	0,5076	6,44	3,268944
D	3	0,1269	0,3807	9,44	3,593808
E	3	0,1269	0,3807	13,34	5,078538
F	3	0,1269	0,3807	16,04	6,106428
G	3	0,1269	0,3807	18,89	7,191423
		Σ	2,9187	Σ	26,756865

Fuente: elaboración propia.

$$CR_{x,y} = \frac{\sum(Km * L)}{\sum Km}$$

$$CR_x = \frac{12,87}{2,92} = 4,41 \text{ m}$$

$$CR_y = \frac{26,76}{2,92} = 9,16 \text{ m}$$

Tabla VI. Cálculo de centro de masa segundo nivel

LOSA	AREA	WTOTAL	L EN X A CENTRO DE LOSA	WI*L
1	9,60	5 184	3,04	15 759,36
2	12,16	6 566,4	6,67	43 797,89
3	9,12	4 924,8	3,04	14 971,39
4	10,94	5 907,6	6,67	39 403,69
5	3,59	1 938,6	4,14	8 025,804
6	16,41	8 861,4	6,67	59 105,54
7	10,08	5 443,2	3,04	16 547,33
8	5,79	3 126,6	0,72	22 51,152
9	10,78	5 821,2	3,04	17 696,45
10	13,98	7 549,2	6,67	50 353,16
11	4,70	2 538	3,97	10 075,86
12	12,72	6 868,8	6,67	45 814,9
	∑	64 729,8	∑	323 802,5
1	9,6	5 184	17,69	91 704,96
2	12,16	6 566,4	17,69	116 159,6
3	9,12	4 924,8	14,84	73 084,03
4	10,94	5 907,6	14,84	87 668,78
5	3,59	1 938,6	11,54	22 371,44
6	16,41	8 861,4	11,54	102 260,6
7	10,08	5 443,2	8,09	44 035,49
8	5,79	3 126,6	4,87	15 226,54
9	10,78	5 821,2	4,87	28 349,24
10	13,98	7 549,2	4,87	36 764,6
11	4,7	2 538	1,57	3 984,66
12	12,72	6 868,8	1,57	10 784,02
	∑	64 729,8	∑	632 393,9

Fuente: elaboración propia.

$$CM_x = \frac{323\,802,50}{64\,729,80} = 5,00 \text{ m}$$

$$CM_y = \frac{632\,393,90}{64\,729,80} = 9,76 \text{ m}$$

Excentricidad:

$$e_x = |CM_x - CR_x| = |5,00 - 4,41| = 0,59 \text{ m}$$

$$e_y = |CM_y - CR_y| = |9,76 - 9,16| = 0,60 \text{ m}$$

Para diseño se tomará la excentricidad en ambos sentidos, agregándole el 5 % de la longitud del sentido analizado.

Excentricidad para el primer nivel

Centro de rigidez

Tabla VII. **Cálculo del centro de rigidez del primer nivel**

MARCO	# DE COL	Kg (cm-1)	Km = Kg* # col	L(m)	Km * L
1	2	0,5344	1,0688	0	0
2	6	0,5344	3,2064	1,44	4,617216
3	7	0,5344	3,7408	4,45	16,64656
4	7	0,5344	3,7408	8,35	31,23568
1'	1	0,5344	0,5344	3,22	1,720768
		Σ	12,2912	Σ	54,220224
A	3	0,5344	1,6032	0	0
B	4	0,5344	2,1376	2,99	6,391424
C	4	0,5344	2,1376	6,44	13,766144
D	3	0,5344	1,6032	9,44	15,134208
E	3	0,5344	1,6032	13,34	21,386688
F	3	0,5344	1,6032	16,04	25,715328
G	3	0,5344	1,6032	18,89	30,284448
		Σ	12,2912	Σ	112,67824

Fuente: elaboración propia.

$$CR = \frac{\sum(Km * L)}{\sum Km}$$

$$CR_x = \frac{54,22}{12,29} = 4,41 \text{ m}$$

$$CR_y = \frac{112,67}{12,29} = 9,16 \text{ m}$$

- Centro de masa: a diferencia del segundo nivel, para el diseño se tomó en cuenta la carga que aportan los muros en cada eje analizado.

Tabla VIII. Centro de masa primer nivel

LOSA	ÁREA	WTOTAL	L EN X A CENTRO DE LOSA	WI*L
1	9,60	5 184	3,04	15 759,36
2	12,16	10 214,4	6,67	68 130,05
3	9,12	4 924,8	3,04	14 971,39
4	10,94	5 907,6	6,67	39 403,69
5	3,59	1 938,6	4,14	8 025,804
6	16,41	13 784,4	6,67	91 941,95
7	10,08	8 467,2	3,04	25 740,29
8	5,79	4 863,6	0,72	3 501,792
9	10,78	9 055,2	3,04	27 527,81
10	13,98	7 549,2	6,67	50 353,16
11	4,70	2538	3,97	10 075,86
12	12,72	6 868,8	6,67	45814,9
13	Muros	41 321,7	5,002371	206 706,5
	∑	122 617,5	∑	607 952,5
1	9,60	5 184	17,69	91 704,96
2	12,16	10 214,4	17,69	18 0692,7
3	9,12	4 924,8	14,84	73 084,03
4	10,94	5 907,6	14,84	87 668,78
5	3,59	1 938,6	11,54	22 371,44
6	16,41	13 784,4	11,54	159 072
7	10,08	8 467,2	8,09	68 499,65
8	5,79	4 863,6	4,87	23 685,73
9	10,78	9 055,2	4,87	44 098,82
10	13,98	7 549,2	4,87	36 764,6
11	4,70	2538	1,57	3 984,66
12	12,72	6 868,8	1,57	10 784,02
13	Muros	41 321,7	9,7697	403 700,6
	∑	122 617,5	∑	1 206 112

Fuente: elaboración propia.

$$CM_x = \frac{607\,952,53}{122\,617,50} = 4,95 \text{ m}$$

$$CM_y = \frac{1\,206\,112}{122\,617,50} = 9,84 \text{ m}$$

Excentricidad

$$e_x = |CM_x - CR_x| = |4,95 - 4,41| = 0,54 \text{ m}$$

$$e_y = |CM_y - CR_y| = |9,84 - 9,16| = 0,68 \text{ m}$$

Para diseño se tomará la excentricidad en ambos sentidos, agregándole el 5 % de la longitud del sentido analizado.

$$e_{1x,y} = |C_{mx,y} - C_{rx,y}| + 0,05 b$$

$$e_{2x,y} = |C_{mx,y} - C_{rx,y}| - 0,05 b$$

Tabla IX. **Excentricidades**

	PRIMER NIVEL	SEGUNDO NIVEL
e1X	0,96697	1,53567
e2X	0,12697	-0,35333
e1y	1,08891	1,54681
e2y	0,24891	-0,34219

Fuente: elaboración propia.

Fuerza de torsión segundo nivel

Corte por sismo en un marco

$$v_s = \frac{k_{mi} * F_{xi}}{\sum_{i=1}^n k_{mdi} * d_i^2}$$

Corte por torsión en un marco:

$$v_t = \frac{e_{1,2} * F_{xi} * k_{mi} * d_i}{\sum_{i=1}^n k_{mdi} * d_i^2}$$

Corte total por marco:

$$V_{Total} = v_s + v_t$$

Tabla X. Corte total de sentido x

EJE	e		Fx	Km	Di	Km*Fx	Km*Di	km*Di ²	vs	vt	vs+vt
1	e1x	1.53	9 860	0.11	-5.00	1 084.6	-0.55	2.75	889.02	-732.52	156.49
	e2x	-0.35	9 860		-5.00				889.02	169.17	1 058.18
2	e1x	1.53	9 860	0.32	-3.56	3 155.2	-1.14	4.06	2 586.23	-1 517.26	1 068.97
	e2x	-0.35	9 860		-3.56				2 586.23	350.39	2 936.62
2'	e1x	1.53	9 860	0.05	-1.86	493.00	-0.09	0.17	404.10	-123.86	280.24
	e2x	-0.35	9 860		-1.86				404.10	28.60	432.70
3	e1x	1.53	9 860	0.37	-0.51	3 648.2	-0.19	0.10	2 990.33	-251.32	2 739.01
	e2x	-0.35	9 860		-0.51				2 990.33	58.04	3 048.37
4	e1x	1.53	9 860	0.37	3.39	3 648.2	1.25	4.25	2 990.33	1 670.55	4 660.88
	e2x	-0.35	9 860		3.39				2 990.33	-385.79	2 604.54
			Σ	1.22				Σ	11.33		
EJE	e		Fx	Km	Di	Km*Fx	Km*Di	km*Di ²	vs	vt	vs+vt
A	e1y	1.55	9 860	0.16	-9.79	1 580.5	-1.57	15.36	1 285.95	-486.24	799.71
	e2y	-0.34	9 860		-9.79				1 285.95	107.57	1 393.52
B	e1y	1.55	9 860	0.21	-6.80	2 108.0	-1.45	9.89	1 715.13	-450.46	1 264.68
	e2y	-0.34	9 860.0		-6.80				1 715.13	99.65	1 814.78
C	e1y	1.55	9 860	0.21	-3.35	2 108.0	-0.72	2.40	1 715.13	-221.92	1 493.22
	e2y	-0.34	9 860		-3.35				1 715.13	49.09	1 764.22
D	e1y	1.55	9 860	0.16	-0.34	1 580.5	-0.05	0.02	1 285.95	-16.89	1 269.06
	e2y	-0.34	9 860		-0.34				1 285.95	3.74	1 289.68
E	e1y	1.55	9 860.0	0.16	3.55	1 580.5	0.57	2.02	1 285.95	176.32	1 462.27
	e2y	-0.34	9 860		3.55				1 285.95	-39.01	1 246.94
F	e1y	1.55	9 860	0.16	6.25	1 580.5	1.00	6.26	1 285.95	310.42	1 596.37
	e2y	-0.34	9 860		6.25				1 285.95	-68.67	1 217.28
G	e1y	1.55	9 860	0.16	9.10	1 580.5	1.46	13.27	1 285.95	451.97	1 737.92
	e2y	-0.34	9 860		9.10				1 285.95	-99.99	1 185.96
			Σ	1.23				Σ	49.22		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. Fuerza de torsión de primer nivel

EJE	e		Fx	Km	Di	Km*Fx	Km*Di	km*Di^2	vs	vt	vs+vt
1	e1x	0,97	11 090	0,03	-5,00	281,7	-0,13	0,64	965,34	-506,85	458,49
	e2x	0,13	11 090		-5,00				965,34	-66,55	898,79
2	e1x	0,97	11 090	0,08	-3,56	843,9	-0,27	0,96	2 892,22	-1 081,2	1 811,00
	e2x	0,13	11 090		-3,56				2 892,22	-141,97	2 750,2
2'	e1x	0,97	11 090	0,01	-1,86	140,8	-0,02	0,04	482,67	-94,27	388,40
	e2x	0,13	11 090		-1,86				482,67	-12,38	470,29
3	e1x	0,97	11 090	0,09	-0,51	984,8	-0,05	0,02	3 374,89	-180,74	3 194,1
	e2x	0,13	11 090		-0,51				3 374,89	-23,73	3 351,1
4	e1x	0,97	11 090	0,09	3,39	984,8	0,30	1,02	3 374,89	¹ 201,41	4 576,3
	e2x	0,13	11 090		3,39				3 374,89	157,75	3 532,6
			Σ	0,29			Σ	2,69			
EJE	e		Fx	Km	Di	Km*Fx	Km*Di	km*Di^2	vs	vt	vs+vt
A	e1y	1,09	11 090	0,04	-9,79	422,5	-0,37	3,65	1 446,52	-385,03	1 061,4
	e2y	0,25	11 090		-9,79				1 446,52	-88,01	1 358,5
B	e1y	1,09	11 090	0,05	-6,80	563,4	-0,35	2,35	1 928,70	-356,58	1 572,1
	e2y	0,25	11 090		-6,80				1 928,70	-81,51	1 847,1
C	e1y	1,09	11 090	0,05	-3,35	563,4	-0,17	0,57	1 928,70	-175,67	1 753,0
	e2y	0,25	11 090		-3,35				1 928,70	-40,16	1 888,5
D	e1y	1,09	11 090	0,04	-0,34	422,5	-0,01	0,00	1 446,52	-13,37	1 433,1
	e2y	0,25	11 090		-0,34				1 446,52	-3,06	1 443,4
E	e1y	1,09	11 090	0,04	3,55	422,5	0,14	0,48	1 446,52	139,62	1 586,1
	e2y	0,25	11 090		3,55				1 446,52	31,91	1 478,4
F	e1y	1,09	11 090	0,04	6,25	422,5	0,24	1,49	1 446,52	245,81	1 692,3
	e2y	0,25	11 090		6,25				1 446,52	56,19	1 502,7
G	e1y	1,09	11 090	0,04	9,10	422,5	0,35	3,16	1 446,52	357,89	1 804,4
	e2y	0,25	11 090		9,10				1 446,52	81,81	1 528,3
			Σ	0,29			Σ	11,70			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. Resumen de fuerzas sísmicas

MARCO	NIVEL	F(Kg)	F(Ton)
1	2	1 058,1816	1,0582
	1	898,7859	0,8988
2	2	2 936,6169	2,9366
	1	2 750,2459	2,7502
2'	2	432,7027	0,4327
	1	470,2907	0,4703
3	2	3 048,3669	3,0484
	1	3 351,1541	3,3512
4	2	4 660,8828	4,6609
	1	4 576,2952	4,5763
A	2	1 393,515	1,3935
	1	1 358,509	1,3585
B	2	1 814,783	1,8148
	1	1 847,186	1,8472
C	2	1 764,224	1,7642
	1	1 888,540	1,8885
D	2	1 289,683	1,2897
	1	1 443,465	1,4435
E	2	1 462,266	1,4623
	1	1 586,140	1,5861
F	2	1 596,367	1,5964
	1	1 692,328	1,6923
G	2	1 737,918	1,7379
	1	1 804,415	1,8044

Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta que el eje 3 y el eje F son los analizados, se tomarán los siguientes valores.

Eje 3

Segundo nivel: 3 048,37 kg.

Primer nivel: 3 351,15 kg.

Eje F

Segundo nivel: 1 596,37 kg.

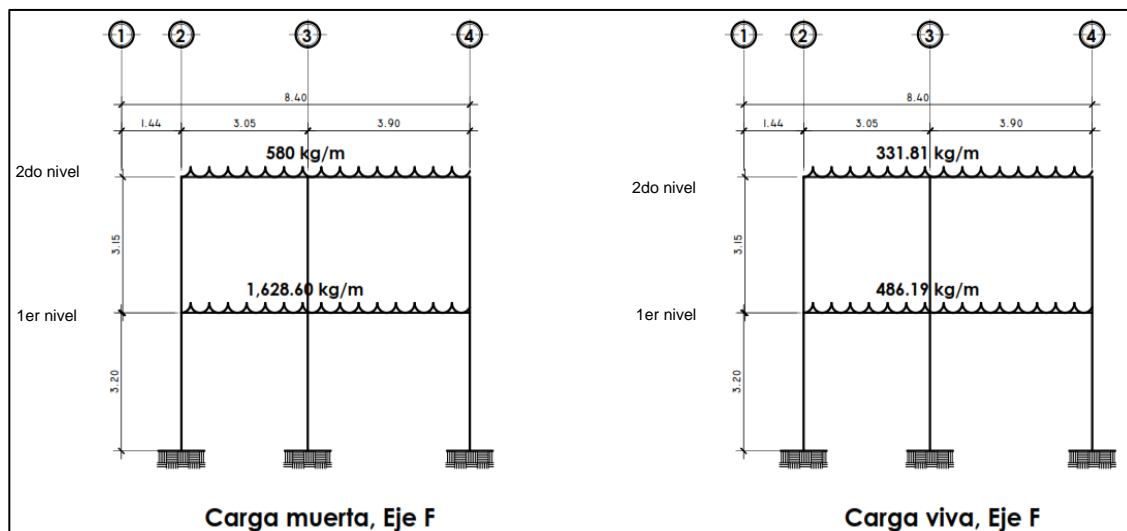
Primer nivel: 1 692,33 kg.

2.1.6.4. Análisis de marcos dúctiles por medio de un método numérico

Modelos matemáticos

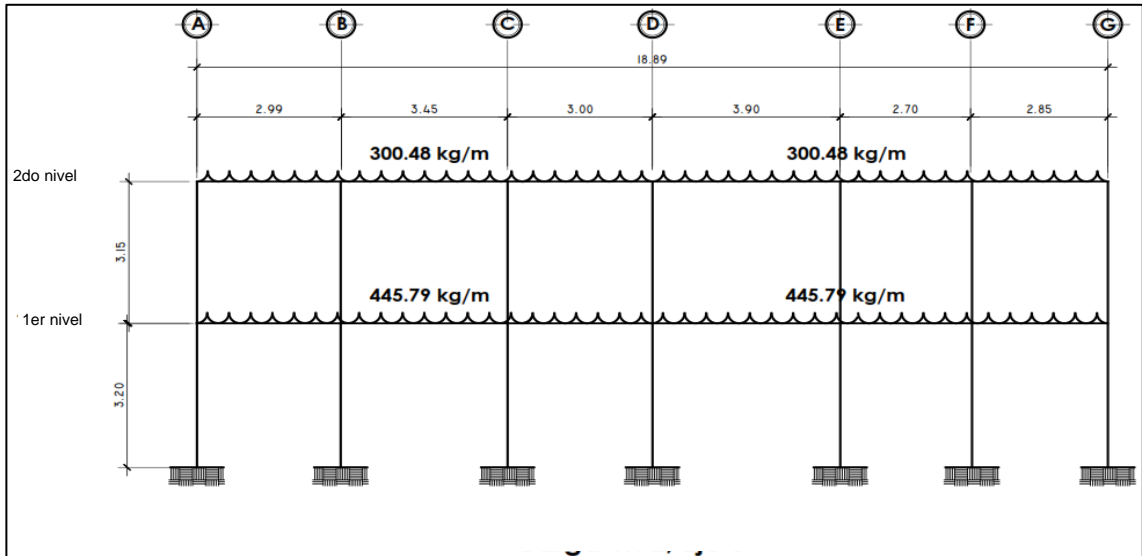
El modelo matemático de un marco rígido representa la forma, así como las cargas que soporta un marco y sirve para hacer el análisis estructural del mismo. Para este caso, por similitud de marcos dúctiles con nudos rígidos, en geometría y en las cargas aplicadas, se analizará el marco crítico de ambos sentidos.

Figura 16. Carga muerta y viva eje F



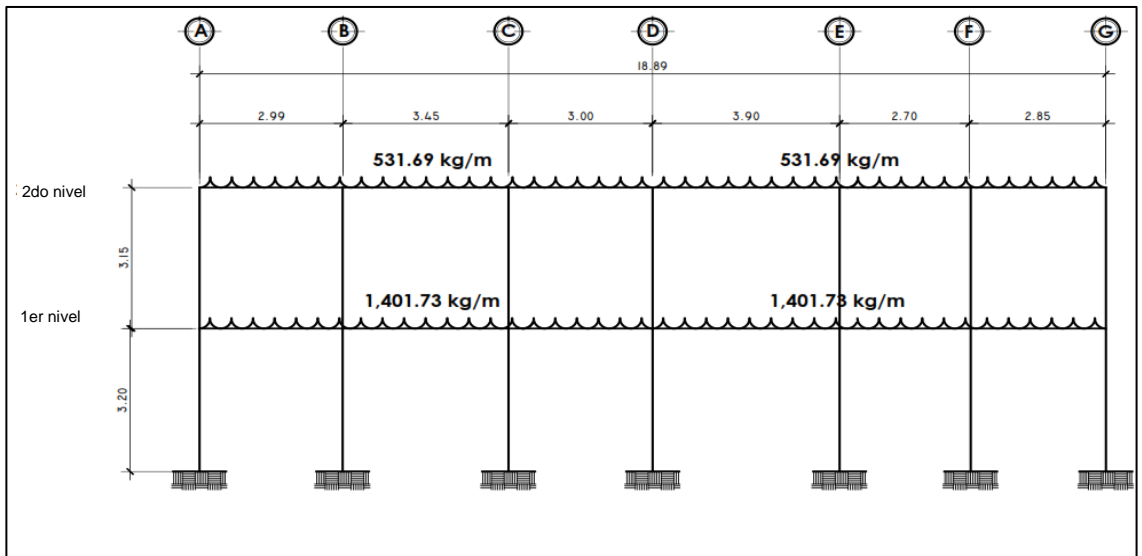
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 17. Carga viva eje 3



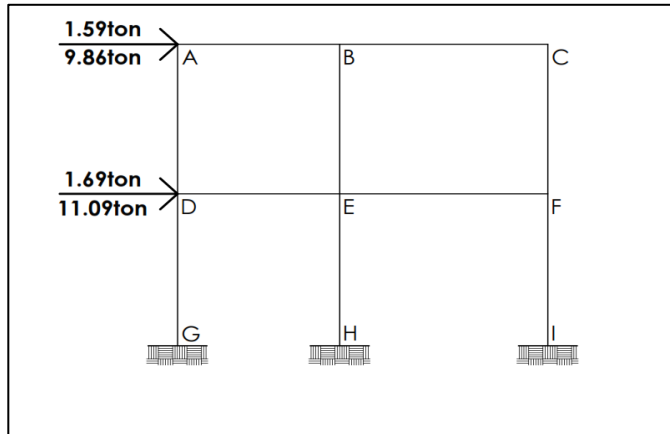
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 18. Carga muerta eje 3



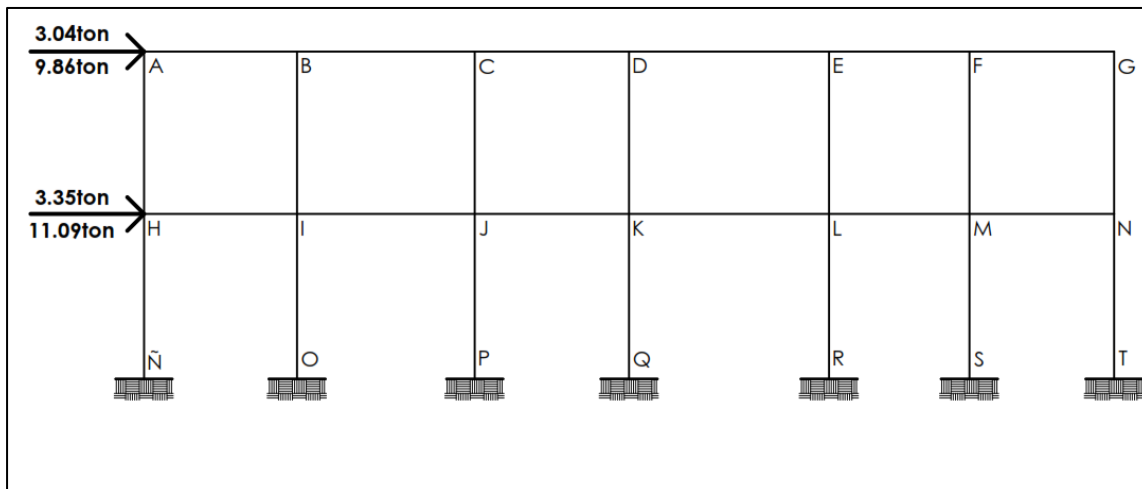
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 19. **Carga horizontal eje F**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 20. **Carga horizontal eje 3**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

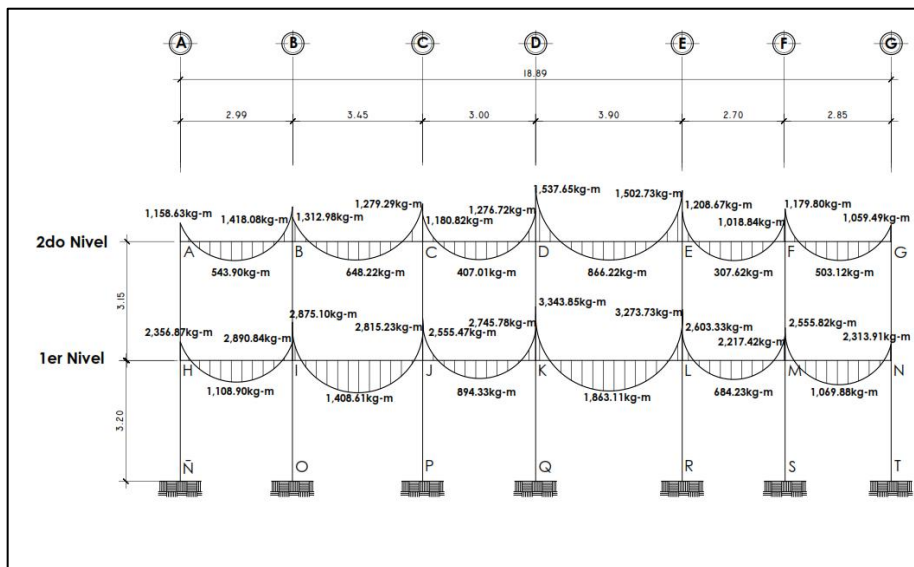
2.1.6.5. Análisis de marcos dúctiles por medio de un software

El análisis estructural se realizó por medio del software ETABS 2015, el mismo se constató con el método numérico Kani el cual toma en cuenta todos los elementos estructurales y a través de sus rigideces se relacionan sus momentos; llegando a la conclusión de que los resultados obtenidos en ambos métodos varían un cinco por ciento y que los diagramas de momentos obtenidos tienen comportamientos similares.

2.1.6.6. Momentos últimos para diseño

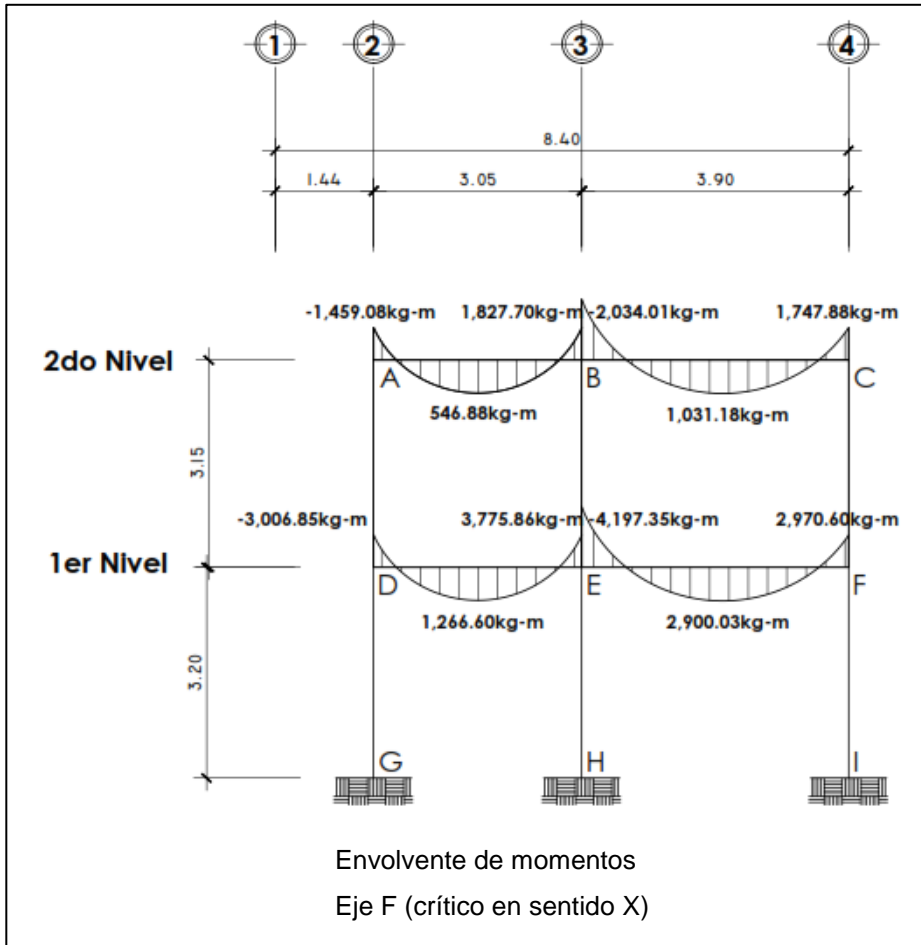
Para efecto de diseño se tomarán los resultados obtenidos con el método numérico, por ser más conservador.

Figura 21. Envoltente de momentos eje 3



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 22. **Envolvente de momentos eje F**

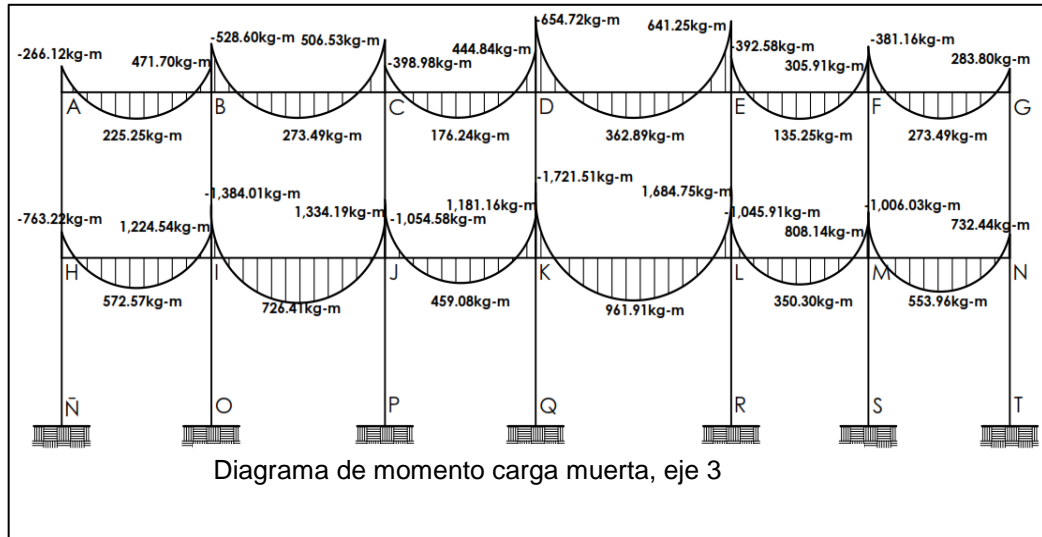


Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

2.1.6.7. Diagramas de cortes y momentos

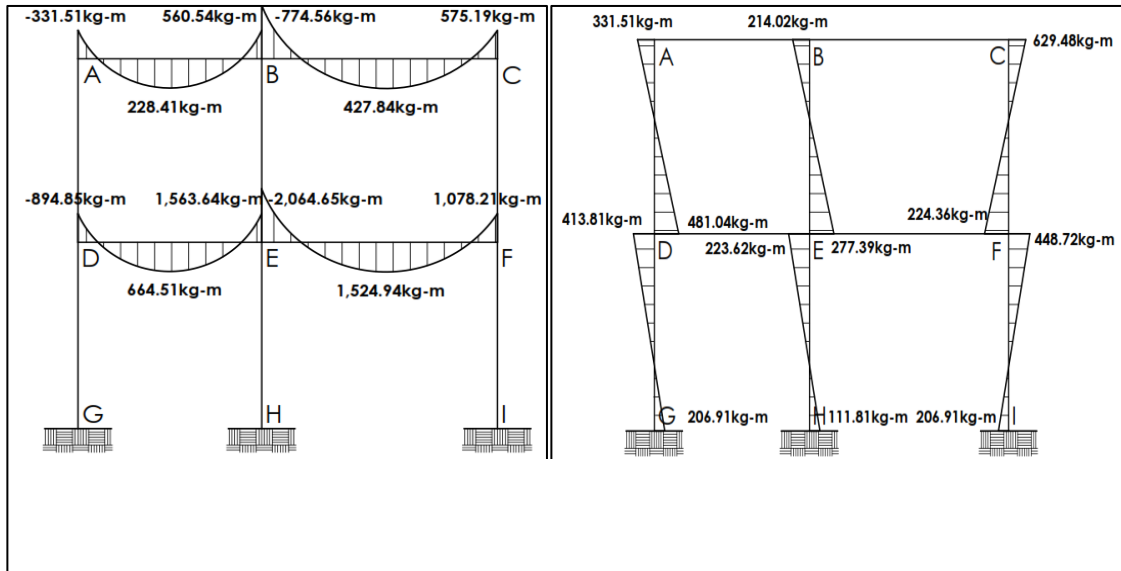
Con el método numérico se realizó un análisis por separado de la carga horizontal, carga vertical muerta y carga vertical viva.

Figura 23. Momentos de carga vertical muerta



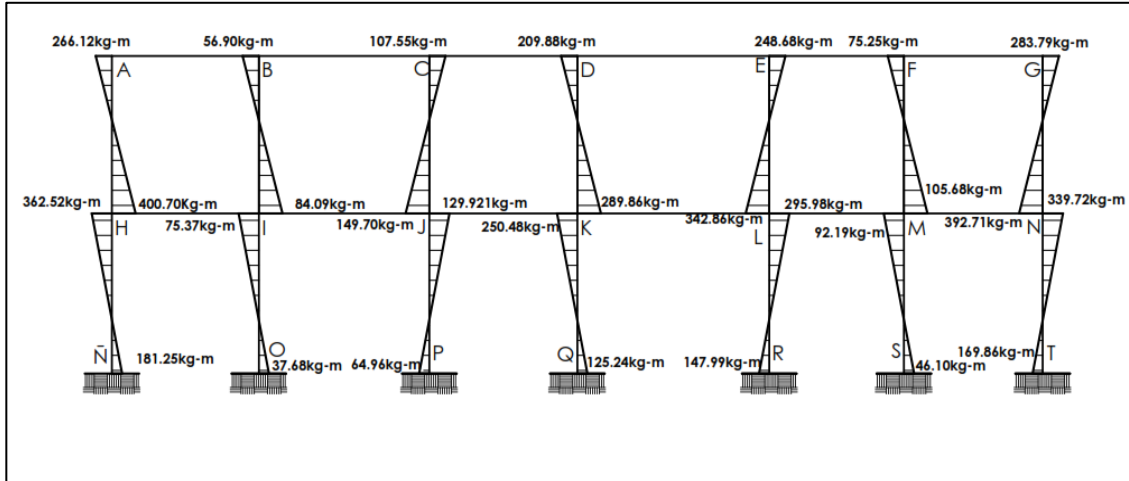
Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 24. Diagrama de momento carga muerta, eje F



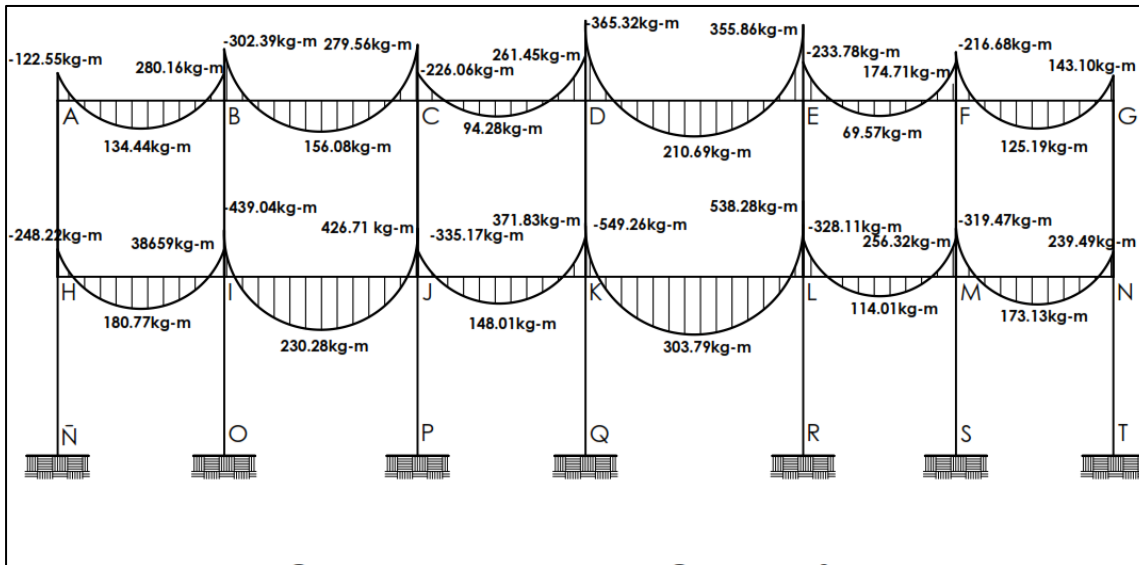
Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Continuación de la figura 24.



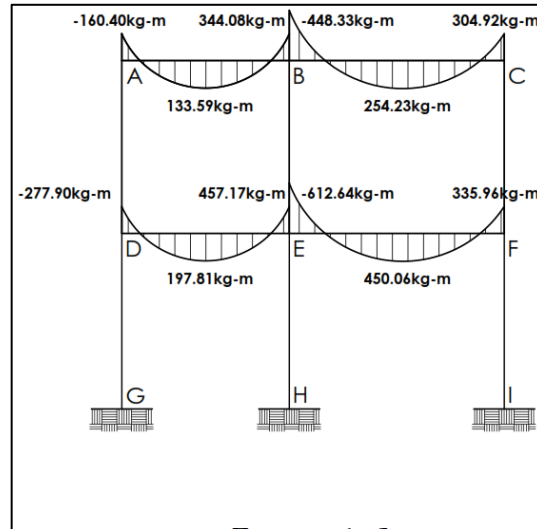
Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 25. **Momentos de carga vertical viva eje 3**



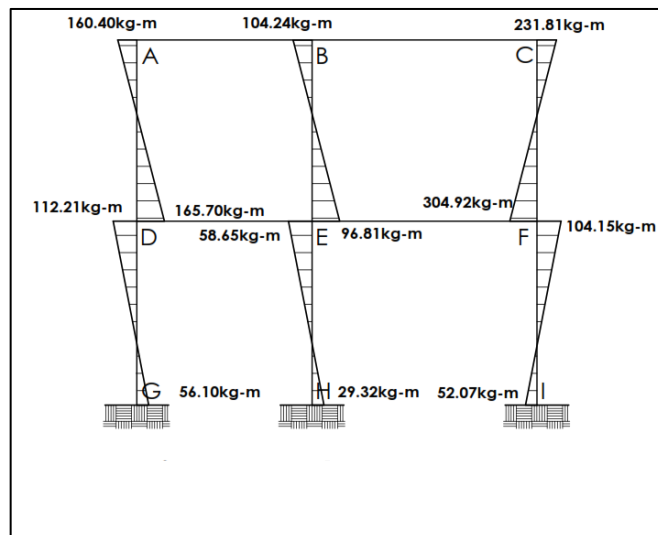
Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 26. **Momento carga vertical viva eje F**



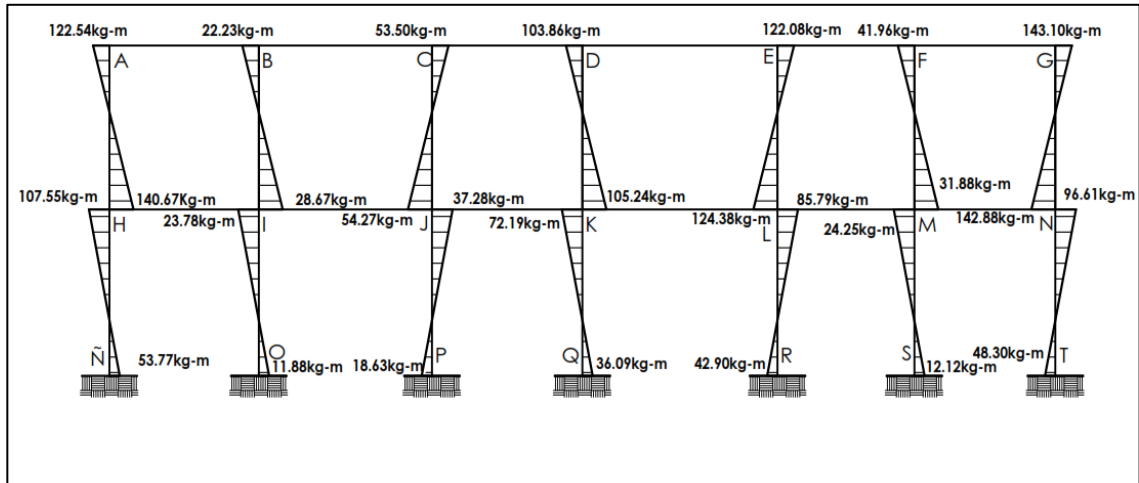
Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 27. **Diagrama de momento carga viva eje F**



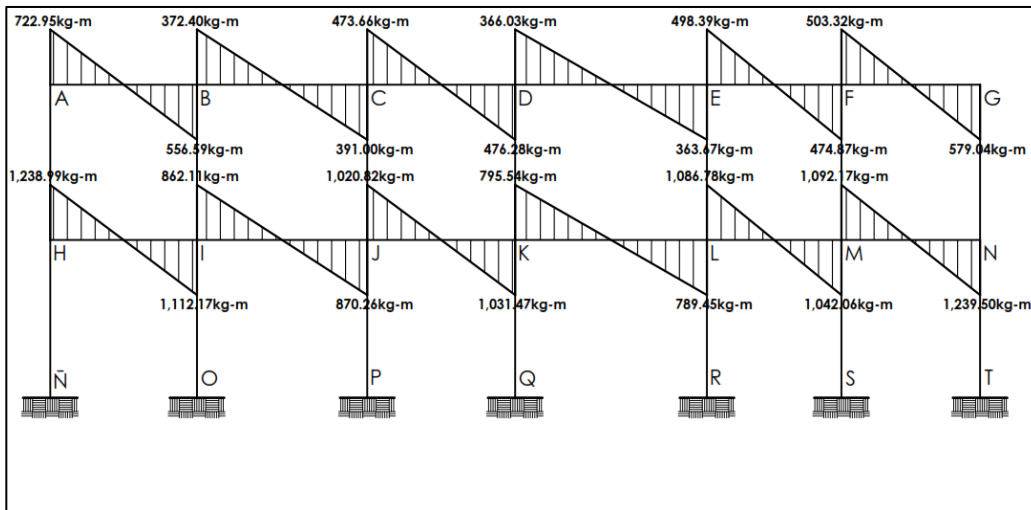
Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 28. Diagrama de momento carga viva eje 3



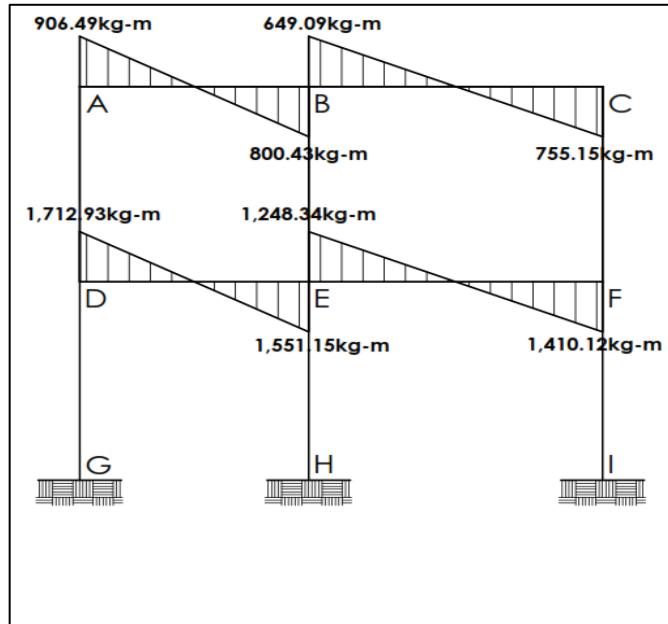
Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 29. Momento de carga horizontal eje 3



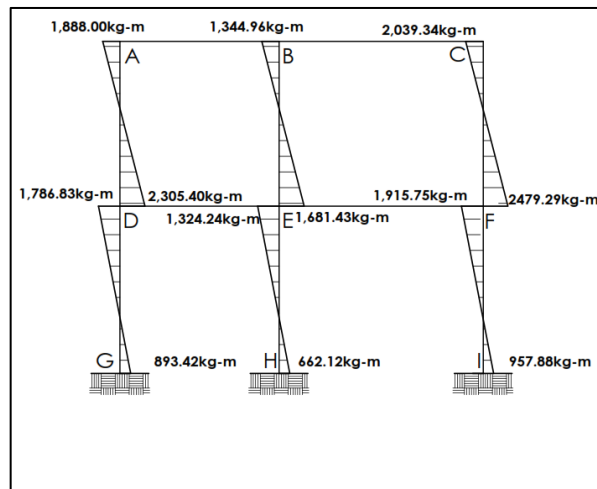
Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 30. Diagrama de momento carga horizontal de eje F



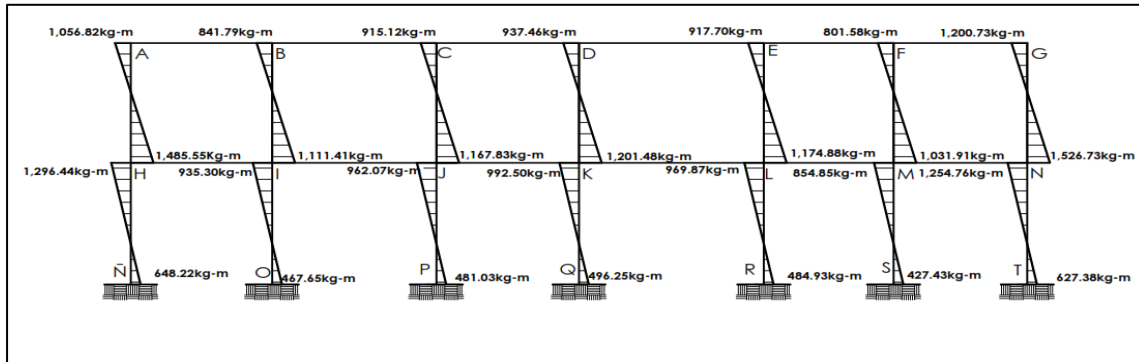
Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 31. Diagrama de momento carga sísmica de eje F



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 32. Diagrama de momento carga horizontal de eje 3



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

2.1.7. Diseño estructural

Las losas son elementos estructurales que funcionan como cubiertas o techos, pudiendo trabajar en uno o dos sentidos; esto se determina dividiendo el lado corto entre el lado largo, cuyo resultado si es mayor de 0,5 se trabajará en dos sentidos, en el caso contrario trabajarlo en un sentido.

2.1.7.1. Diseño de losas

Para diseñarlas existen varios métodos; en este caso se utiliza el método 3 de ACI-318-99.

Por su espesor pueden dividirse en:

- Cascarones: $t < 9 \text{ cm}$
- Planas: $9 \text{ cm} < t < 12 \text{ cm}$
- Nervadas: $t > 12 \text{ cm}$

Espesor de losa: el procedimiento para calcular el espesor de losa, se detalla en la sección de predimensionamiento de elementos estructurales dando como resultado $t = 10 \text{ cm}$.

El diseño que a continuación se presenta, es para las losas de la planta baja y puesto que en el segundo nivel varían las cargas, el armado tendrá una pequeña variación:

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

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

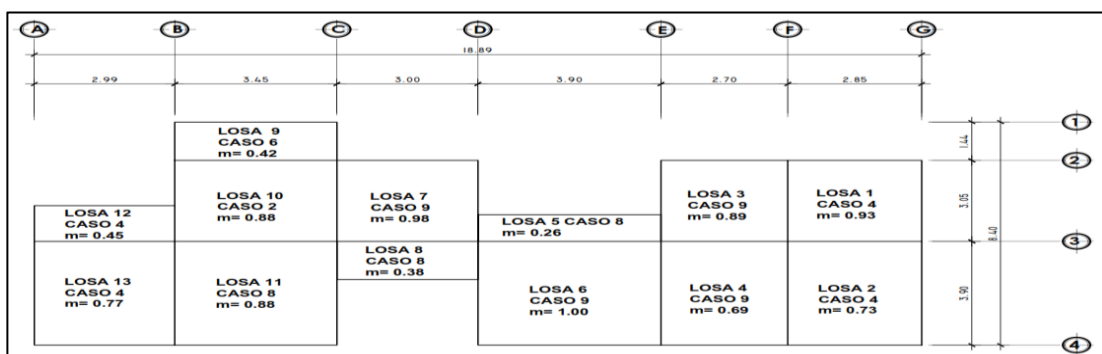
Con la relación $m = a/b$

a = lado corto de la losa

b = lado largo de la losa

Se determina m y el caso de la losa que será de acuerdo con las condiciones que se dan. En la siguiente figura se muestran las losas analizadas, los casos y las relaciones de metros.

Figura 33. **Planta de distribución de losas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Para determinar el peso total mayorado, se calcula primero el peso propio de la losa, los acabados y la carga viva:

$$W_{\text{losa}} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,10 \text{ m} = 240 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{acabados}} = 115 \text{ kg/m}^2$$

$$W_m = 240 + 115 = 353 \text{ kg/m}^2 \text{ (carga muerta total)}$$

$$CM_u = 1,4 * 353 = 497 \text{ kg/m}^2$$

$$W_v = 500 \text{ kg/m}^2 \text{ (carga viva)}$$

$$CV_u = 1,7 * 500 = 850 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{total}} = 1,4 * W_m + 1,7 * W_v = 497 + 850 = 1,347 \text{ kg/m}^2$$

Considerando que la losa tenga una franja unitaria de vigas de 1m:

$$W_{\text{total}} = 1,347 \text{ kg/m}^2 * 1 \text{ m} = 1,347 \text{ kg/m}$$

Cálculo de momentos: para el cálculo de momentos negativos y positivos actuantes se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$M_{a-} = C_a * W_{\text{total}} * l_a^2$$

$$M_{b-} = C_b * W_{\text{total}} * l_b^2$$

$$M_{a+} = C_a(CV_u * l_a^2) + C_a(CM_u * l_a^2)$$

$$M_{b+} = C_b(CV_u * l_b^2) + C_b(CM_u * l_b^2)$$

En losas sin continuidad el momento negativo será:

$$M_{a-} = 1/3 * M_{a+}$$

$$M_{b-} = 1/3 * M_{b+}$$

Donde

M_{a-} = momento actuante en la dirección a

M_{b-} = momento actuante en la dirección b

$C_{a,b}$ = coeficiente de momentos, método 3 ACI

W_{total} = carga última

$l_{a,b}$ = longitud de la losa en el sentido analizado

A continuación se presenta en la tabla XIII el resumen de los coeficientes de momentos negativos y positivos encontrados para los casos de losa determinados.

Tabla XIII. **Casos y coeficientes respectivos de losa**

Losa	b	a	m	Caso	Cv + Cm		Cm		Cv	
	mts	mts			Ca(-)	Cb(-)	Ca(+)	Cb(+)	Ca(+)	Cb(+)
1	3,05	2,85	0,93	4	0,055	0,050	0,030	0,024	0,035	0,032
2	3,90	2,85	0,73	4	0,076	0,024	0,043	0,013	0,052	0,016
3	3,05	2,70	0,89	9	0,068	0,025	0,026	0,015	0,036	0,022
4	3,90	2,70	0,69	9	0,081	0,011	0,033	0,006	0,050	0,011
5	3,90	1,00	0,26	8	TRABAJA EN UN SENTIDO					
6	3,90	3,90	1,00	9	0,061	0,033	0,023	0,020	0,030	0,028
7	3,05	3,00	0,98	9	0,061	0,033	0,023	0,020	0,030	0,028
8	3,00	1,14	0,38	8	TRABAJA EN UN SENTIDO					
9	3,45	1,44	0,42	6	TRABAJA EN UN SENTIDO					
10	3,45	3,05	0,88	2	0,055	0,037	0,022	0,014	0,034	0,022
11	3,90	3,45	0,88	8	0,043	0,052	0,025	0,019	0,035	0,024
12	2,99	1,35	0,45	4	TRABAJA EN UN SENTIDO					
13	3,90	2,99	0,77	4	0,071	0,029	0,039	0,016	0,048	0,020

Fuente: elaboración propia.

Se presenta un ejemplo de cálculo de momentos, para la losa 1 que corresponde al caso 4; luego se muestra una tabla resumen con los momentos de todas las losas.

$$M_{a-} = 0,055 * 1,347 * 2,85^2 = 602 \text{ kg - m}$$

$$M_{b-} = 0,050 * 1,347 * 3,05^2 = 627 \text{ kg - m}$$

$$M_{a+} = 0,030 * 497 * (2,85)^2 + 0,035 * 850 * (2,85)^2 = 363 \text{ kg - m}$$

$$M_{b+} = 0,024 * 497 * (3,05)^2 + 0,032 * 850 * (3,05)^2 = 364 \text{ kg - m}$$

Para las losas que trabajan en solo un sentido se trabajó con los valores dados por las siguientes ecuaciones:

$$M = W(L)^2/10$$

$$M = W(L)^2/9$$

$$M = W(L)^2/14$$

Tabla XIV. **Resumen de cargas y momentos de losas 1**

Losa	Ma(-)	Mb(-)	Ma(+)	Mb(+)
	kg-m	kg-m	kg-m	kg-m
1	602	627	363	364
2	832	492	533	306
3	668	314	318	244
4	796	226	430	188
5	85	95	61	
6	1250	677	562	514
7	740	414	333	314
8	111	123	79	
9	177	196	126	
10	690	594	371	306
11	690	1066	502	454
12	155	173	111	
13	856	595	539	380

Fuente: elaboración propia.

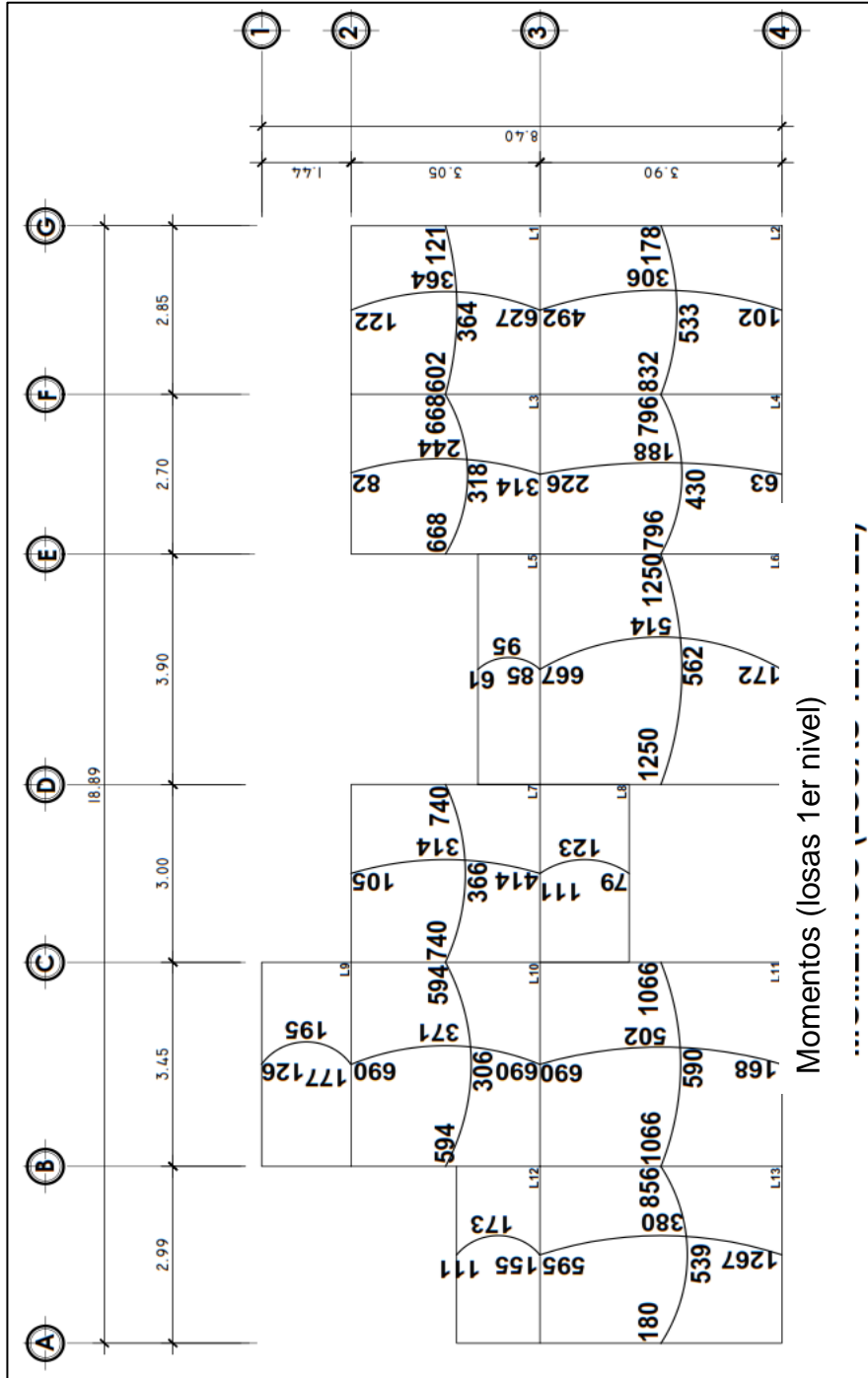
Se realizó el mismo análisis en el segundo nivel tomando en cuenta que la carga viva de servicio para el primer nivel es de 500 kg/m^2 y del segundo nivel es de 200 kg/m^2 con la misma distribución de áreas. A continuación se presenta la tabla resumen de los momentos para este nivel.

Tabla XV. **Resumen de cargas y momentos de losas 2**

Losa	Ma(-)	Mb(-)	Ma(+)	Mb(+)
	kg-m	kg-m	kg-m	kg-m
1	374	390	218	213
2	517	306	318	182
3	415	195	184	139
4	495	141	244	103
5	34	38	25	
6	777	421	330	296
7	460	257	195	182
8	45	50	32	
9	71	79	51	
10	429	369	210	172
11	429	663	290	268
12	62	69	45	
13	532	370	320	225

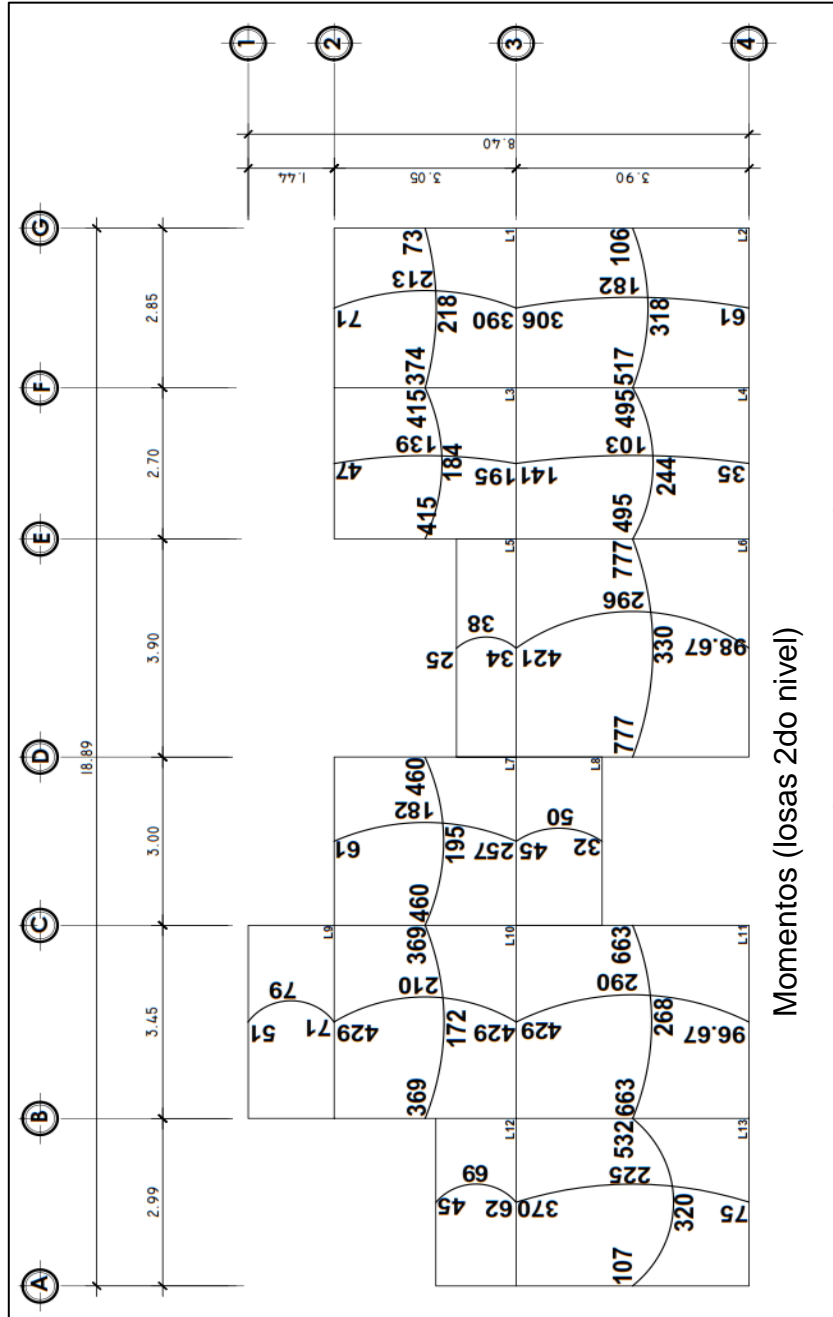
Fuente: elaboración propia.

Figura 34. Distribución de losas primer nivel



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 35. Distribución de losas segundo nivel

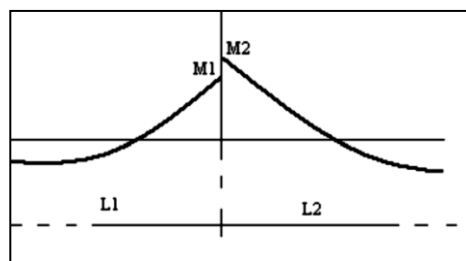


Momentos (losas 2do nivel)

Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

- Balance de momentos: sí el momento negativo en un lado de un apoyo es menor que el del otro lado, la diferencia se distribuye en proporción a la rigidez; esto se hace para determinar el valor del momento balanceado (MB), para el cual el código ACI recomienda el procedimiento siguiente:

Figura 36. **Balance de momentos**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$M2 > M1$

1. Sí $M1 > 0,8 * M2$; en Tonces, $MB = (M1 + M2) / 2$
2. Sí $M1 < 0,8 * M2$; se distribuye proporcional a la rigidez de las losas:

$$K_1 = \frac{1}{L_1}, \quad K_2 = \frac{1}{L_2}$$

M1 = momento menor

M2 = momento mayor

K1, K2 = rigideces de losas a y b

L1, L2 = longitudes de losas

D1, D2 = factores de distribución de losas 1 y 2

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2}, \quad D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2}$$

Para realizar la distribución se efectúa el cálculo siguiente:

$$Mr1 = D1*(M2-M1)$$

$$Mr2 = (-1)*D2*(M2-M1)$$

$$MB1 = M1 + Mr1$$

$$MB2 = M2 + Mr2$$

MB = Momento balanceado.

Balance de momentos en losas 1 y 3

$$M2 = 668$$

$$M1 = 602$$

$$L1 = 2,70 \text{ m}$$

$$L2 = 2,85 \text{ m}$$

Verificando condición para balancear momentos

$$0,8 * M2 = 0,8 * 668 = 534$$

Como $M1 > 0,8M2$, se balancea por promedio

Momento balanceado losas 1 y 3:

$$MB = 1/2 * (668 + 602) = 635 \text{ kg} - \text{m}$$

Balance de momentos en losas 1 y 2

$$M2 = 627$$

$$M1 = 492$$

$$L1 = 3,90 \text{ m}$$

$$L_2 = 3,05 \text{ m}$$

Verificando condición para balancear momentos

$$0,8 * M_2 = 0,8 * 627 = 501$$

Como $0,8M_2 > M_1$, se balancea por rigideces

$$K_1 = \frac{1}{L_1} = \frac{1}{3,9} = 0,26 \quad , \quad K_2 = \frac{1}{L_2} = \frac{1}{3,05} = 0,33$$

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} = \frac{0,26}{0,26 + 0,33} = 0,44 \quad , \quad D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2} = \frac{0,33}{0,26 + 0,33} = 0,56$$

$$M_{r1} = 0,44 * (627 - 492) = 59$$

$$M_{r2} = 0,44 * (492 - 627) = -76$$

$$M_{B1} = 492 + 59 = 551 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{B2} = 627 - 76 = 551 \text{ kg} - \text{m}$$

El momento balanceado entre las losas 1 y 2 es 551 kg-m.

El procedimiento se aplicó para todas las losas, en ambos sentidos y en los dos niveles.

Tabla XVI. **Resumen de momentos balanceados por rigideces de primer nivel**

LOSAS	M1 kg-m	M2 kg-m	L1 m	L2 m	K1	K2	D1	D2	Mr1 kg-m	Mr2 kg-m	Mb1 kg-m	Mb2 kg-m
1--2	492	627	3,9	3,05	0,26	0,33	0,44	0,56	59	-76	551	551
3--4	314	226	3,05	3,9	0,33	0,26	0,56	0,44	-49	39	265	265
6--4	1250	796	3,9	2,7	0,26	0,37	0,41	0,59	-186	268	###	1064
6--5	677	85	3,9	1	0,26	1,00	0,20	0,80	-121	471	556	556
7--8	414	111	3,05	1,44	0,33	0,69	0,32	0,68	-97	206	317	317
9--10	690	177	3,05	1,44	0,33	0,69	0,32	0,68	-165	348	525	525
12--13	595	155	3,9	1,35	0,26	0,74	0,26	0,74	-113	327	482	482

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Resumen de momentos balanceados por rigideces segundo nivel**

LOSAS	M1 kg-m	M2 kg-m	L1 m	L2 m	K1	K2	D1	D2	Mr1 kg-m	Mr2 kg-m	Mb1 kg-m	Mb2 kg-m
1--2	390	306	3,05	3,9	0,33	0,26	0,56	0,44	-47	37	343	343
3--4	141	195	3,9	3,05	0,26	0,33	0,44	0,56	24	-30	165	165
6--4	777	495	3,9	2,7	0,26	0,37	0,41	0,59	-115	167	662	662
6--5	421	34	3,9	1	0,26	1,00	0,20	0,80	-79	308	342	342
7--8	257	45	3,05	1,44	0,33	0,69	0,32	0,68	-68	144	189	189
9--10	429	71	3,05	1,44	0,33	0,69	0,32	0,68	-115	243	314	314
12--13	370	62	3,9	1,35	0,26	0,74	0,26	0,74	-79	229	291	291

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Resumen de momentos balanceados por promedio del primer nivel**

LOSAS	M1	M2	MB
	kg-m	kg-m	kg-m
1--3	602	668	635
3--4	832	796	814
7--10	594	740	667
10--11	690	690	690
11--13	856	1 066	961

Fuente: elaboración propia.

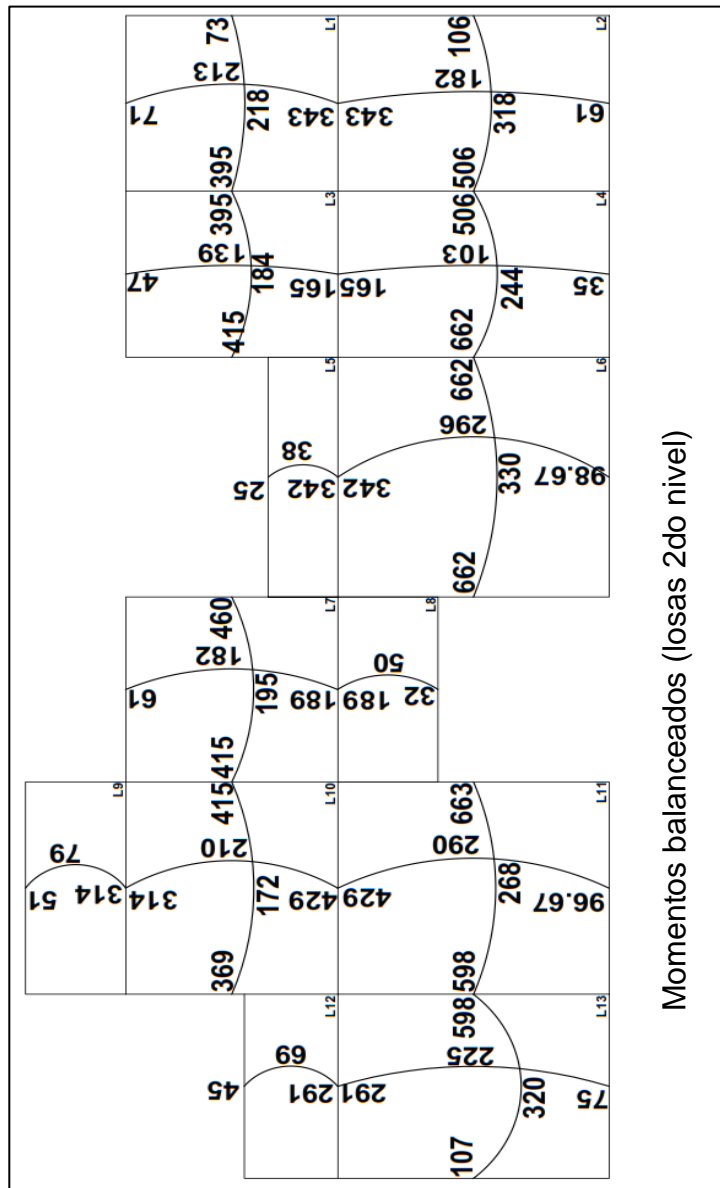
Tabla XIX. **Resumen de momentos balanceados por promedio del segundo nivel**

LOSAS	M1	M2	MB
	kg-m	kg-m	kg-m
1--3	374	415	394.5
3--4	517	495	506
7--10	369	460	414,5
10--11	429	429	429
11--13	532	663	597,5

Fuente: elaboración propia.

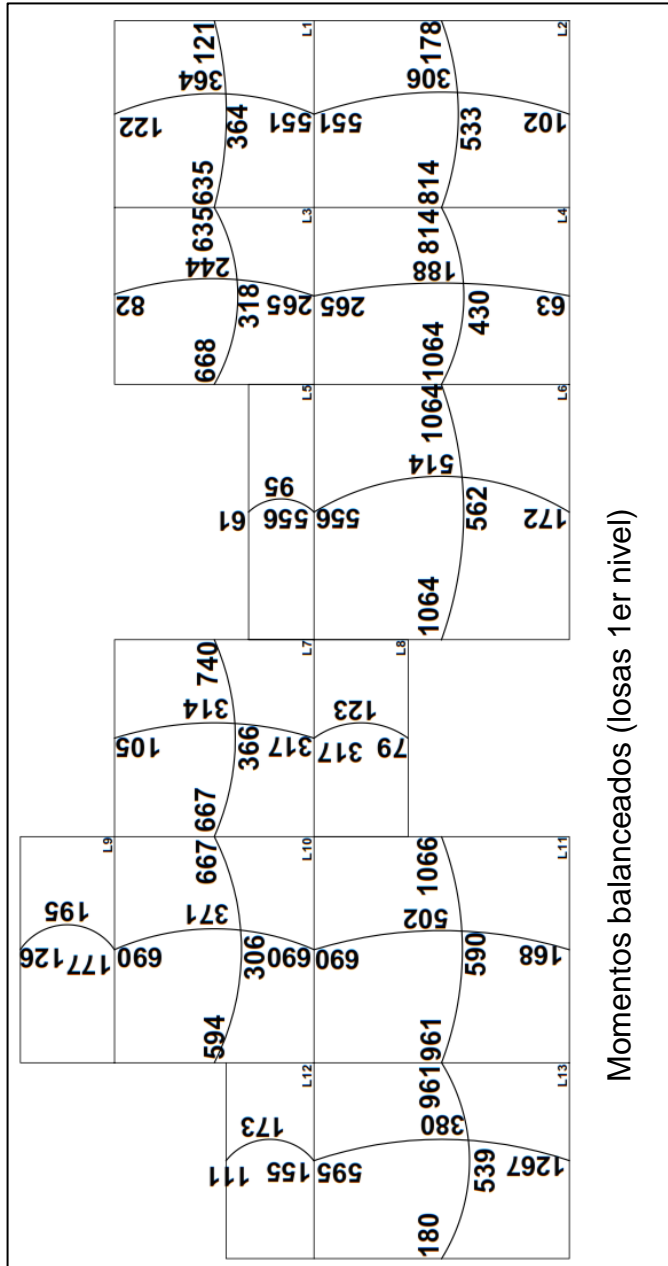
A continuación se muestra la forma en que quedan los momentos balanceados:

Figura 37. **Momentos balanceados segundo nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 38. **Momentos balanceados primer nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Diseño del armado de losa

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

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$t \text{ (espesor de losa)} = 0,10 \text{ m}$$

$$b \text{ (franja unitaria)} = 100 \text{ cm}$$

$$\text{Recubrimiento} = 2,5 \text{ cm}$$

$$\text{Refuerzo} = \text{varilla núm. 3 (3/8")}$$

$$d = \text{peralte efectivo}$$

$$d = t - \text{rec min} - \varnothing/2 = 7,02 \text{ cm}$$

$$A_{s\text{mín}} = \rho_{\text{mín}} * b * d$$

$$A_{s\text{mín}} = 0,002 * b * t$$

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{14,1}{f_y}$$

$$A_{s\text{mín}} = \left(\frac{14,1}{2810} \right) * 100 * 7,02 = 3,52 \text{ cm}^2$$

Separación para $A_{s\text{mín}}$ con varillas núm. 3

$$3,52 \text{ m}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \rightarrow S''$$

Aplicando una regla de tres

$$S = \frac{0,71 * 100}{3,52} = 20,15 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm}$$

La separación máxima que permite el ACI es 2t

$$S_{max} = 2 \cdot 0,10 = 20 \text{ cm}$$

Ya que la separación del acero mínimo y la separación máxima son iguales se tomará $S = 20 \text{ cm}$.

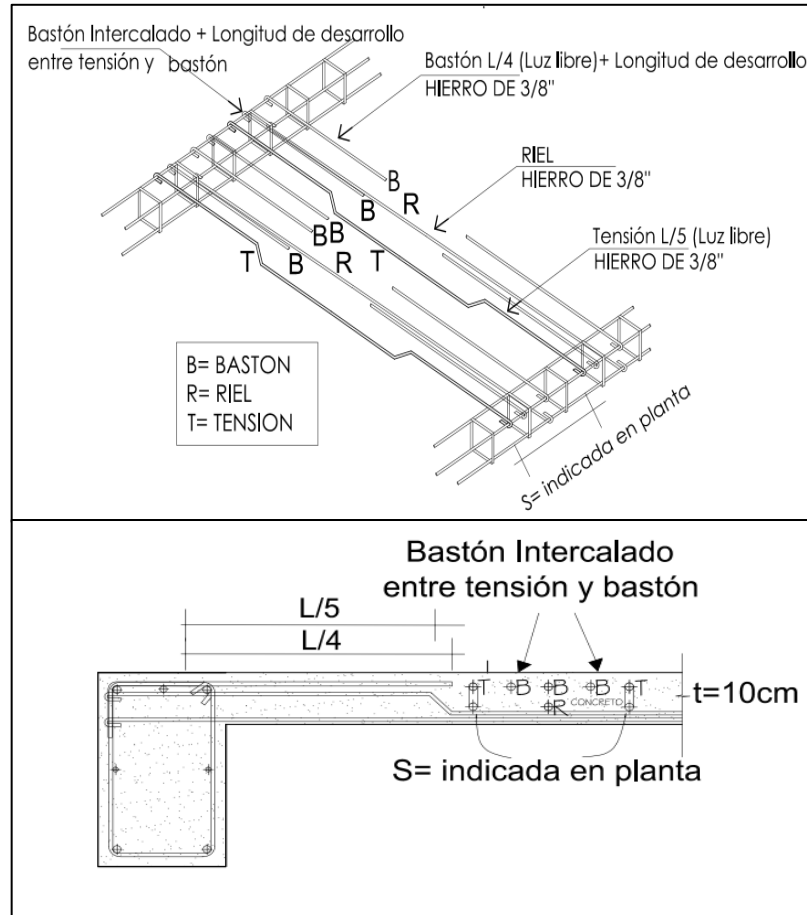
Calculando el momento que resiste M_{Asmin}

$$M_{Asmin} = \phi \left[A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{A_s \cdot f_y}{1,7 \cdot f'_c \cdot b} \right) \right]$$

$$M_{Asmin} = 0,9 \left[3,52 \cdot 2810 \cdot \left(7,02 - \frac{3,52 \cdot 2810}{1,7 \cdot 281 \cdot 100} \right) \right] = 60755,80 \text{ kg-cm}$$

Tomando en cuenta que el momento que resiste $M_{Asmin} = 607,55 \text{ kg-m}$ y que es mayor a casi todos los momentos actuantes, se tomó la decisión de reforzar con acero mínimo, en tanto que en los lugares (apoyos) que demandan más área de acero, se intercalará un bastón entre tensión y bastón para completar el área de acero, según se muestra en la figura 39.

Figura 39. Especificación de armado de losas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Revisión por corte: el esfuerzo de corte lo resiste el concreto; por tal razón, se verifica si el espesor de losa es el adecuado:

$$V_{max} = W_{total} * L/2$$

$$V_{max} = 1,347 * 3,9 / 2 = 2,626 \text{ kg}$$

Corte máximo resistente

$$V_{res} = 45 * t * \sqrt{f'c}$$

$$V_{res} = 45 * 10 * \sqrt{281} = 7\,543,4 \text{ kg}$$

$$7\,543,4 \text{ kg} > 2\,626 \text{ kg}$$

$$V_{res} > V_{max}$$

Como $V_{res} > V_{max}$, el espesor de la losa es adecuado, en caso contrario sería necesario aumentar el espesor. El armado final en planta se adjunta en los planos correspondientes a losas.

2.1.7.2. Diseño de vigas

Son elementos estructurales que trabajan a flexocompresión y fuerzas cortantes. Los datos necesarios para realizar el diseño se toman del análisis estructural, siendo estos momentos y cortes últimos actuantes.

El procedimiento para diseñar vigas se describe a continuación; se analizará la viga tipo (VT-1), correspondiente al primer nivel del marco crítico del eje F.

Datos

$$F_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 281 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Sección} = 25 \text{ cm} * 35 \text{ cm}$$

$$\text{Rec.} = 5 \text{ cm}$$

$$d = H - \text{rec} = 35 \text{ cm} - 5 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$$

$$M(-)_{1\text{izq.}} = 4\,197,35 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M(-)_{2\text{der.}} = 2\,970,60 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M(+)=2\,900,03\text{ Kg} - \text{m}$$

$$V_u = 6\,739,45\text{ Kg}$$

Límites de acero

Cálculo del Asmín de la sección

$$A_{smín} = \rho_{mín} * b * d$$

$$\rho_{mín} = \frac{14,1}{F_y}$$

$$A_{smín} = \left(\frac{14,1}{4\,200}\right) * 25 * 30 = 2,52\text{ cm}^2$$

Cálculo del Asmax de la sección

Si las secciones demandan un refuerzo mayor al Asmax, será necesario rediseñar los elementos, de modo que sean capaces de resistir las cargas actuantes.

$$A_{smax} = 0,5 * \rho_{bal} * b * d$$

Donde

$$\rho_{bal} = \frac{\beta_1 * 0,85 f'_c}{f_y} * \frac{6\,115}{6\,115 + f_y}$$

Si $f'_c \leq 281\text{ kg/cm}^2$, $\beta = 0,85$; entonces:

$$\rho_{bal} = \frac{0,85 * 0,85 * 281}{4\,200} * \frac{6\,115}{6\,115 + 4\,200} = 0,029$$

$$A_{smax} = 0,5 * 0,029 * 25 * 30 = 10,87 \text{ cm}^2$$

Refuerzo longitudinal requerido se calcula con la siguiente ecuación:

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

Calculando A_s para $M(-)_{1izq.} = 4,197,35 \text{ Kg - m}$

$$A_s = \frac{0,85*281 \text{ kg/cm}^3}{4,200 \text{ kg/cm}^3} \left[25\text{cm}*30\text{cm} - \sqrt{(25 \text{ cm}*30 \text{ cm})^2 - \frac{4\ 197,35*25 \text{ cm}}{0\ 003825*281}} \right] = 3,88 \text{ cm}^2$$

De la misma forma se calcularon las demás áreas de acero:

A_s para $M(-)_{2der.} = 2\ 970,60 \text{ Kg - m} = 2,70 \text{ cm}^2$

A_s para $M(+)$ = $2\ 900,03 \text{ Kg - m} = 2,63 \text{ cm}^2$

Viga en flexión

AS (-)	AS (+)	AS (-)
3,88	2,63	2,70

Para calcular el armado de la viga, se debe cumplir con los siguientes requisitos sísmicos, según el código ACI-318 cap. 21:

Cama superior

Colocar 2 varillas como mínimo, con el área mayor de las opciones:

- $A_{smin} = 2,52 \text{ cm}^2$
- 33 % $A_s(-)$ mayor = $3,88/3 = 1,29 \text{ cm}^2$

Para este caso será necesario colocar Asmin, por lo tanto se colocan 2 #4,
 $As = 2,54 \text{ cm}^2$

Cama inferior

Colocar 2 varillas como mínimo, con el área mayor de las opciones:

- $As_{\text{mín}} = 2,52 \text{ cm}^2$; se tomará $2,52 \text{ cm}^2$ por ser la mayor
- $50 \%As(+)$ = $1,68 * 50 \% = 0,84 \text{ cm}^2$
- $50 \%As(-)$ mayor = $3,88 * 50 \% = 1,94 \text{ cm}^2$

Por tanto en la cama inferior se pondrán 2#4 corridas.

Para cubrir el área de acero requerido por los momentos negativos, que sobrepasan el área cubierta por el acero propuesto $As = 2,54 \text{ cm}^2$ se colocará un bastón con una varilla núm.3 o núm.4, con una longitud equivalente al 25 % de la longitud total de la viga (L/4). A continuación se muestra el armado propuesto para vigas.

Tabla XX. **Acero requerido**

TRAMO		MOMENTO	CORRIDO		AS REQ	BASTÓN		
		kg-m	As Propuesto	cm2	cm2	¿NECESITA BASTÓN?	SUMA	CM2
SEGUNDO NIVEL	2 a 3	1 459,80	2 #4=	2,54	1,31	NO NECESITA		
		546,88	2 #4=	2,54	0,49	NO NECESITA		
		1 827,70	2 #4=	2,54	1,64	NO NECESITA		
	3 a 4	2 034,01	2 #4=	2,54	1,83	NO NECESITA		
		1 031,18	2 #4=	2,54	0,92	NO NECESITA		
		1 747,88	2 #4=	2,54	1,57	NO NECESITA		

Continuación de la tabla XX,

PRIMER NIVEL	2 a 3	3 006,85	2 #4=	2,54	2,74	NECESITA	As 1 #3=	3,25
		1 266,60	2 #4=	2,54	1,13	NO NECESITA		
		3 775,86	2 #4=	2,54	3,47	NECESITA	As 1 #4=	3,81
	3 a 4	4 197,35	2 #4=	2,54	3,88	NECESITA	As 1 #4=	3,81
		2 900,03	2 #4=	2,54	2,64	NECESITA	As 1 #3=	3,25
		2 970,60	2 #4=	2,54	2,71	NECESITA	As 1 #3=	3,25
SEGUNDO NIVEL	A-B	1 158,63	2 #4=	2,54	1,03	NO NECESITA		
		543,90	2 #4=	2,54	0,48	NO NECESITA		
		1 418,08	2 #4=	2,54	1,27	NO NECESITA		
	B-C	1 312,98	2 #4=	2,54	1,17	NO NECESITA		
		648,22	2 #4=	2,54	0,58	NO NECESITA		
		1 279,29	2 #4=	2,54	1,14	NO NECESITA		
	C-D	1 180,82	2 #4=	2,54	1,05	NO NECESITA		
		407,01	2 #4=	2,54	0,36	NO NECESITA		
		1 276,72	2 #4=	2,54	1,14	NO NECESITA		
	D-E	1 537,65	2 #4=	2,54	1,38	NO NECESITA		
		866,22	2 #4=	2,54	0,77	NO NECESITA		
		1 502,73	2 #4=	2,54	1,35	NO NECESITA		
	E-F	1 208,67	2 #4=	2,54	1,08	NO NECESITA		
		307,62	2 #4=	2,54	0,27	NO NECESITA		
		1 018,84	2 #4=	2,54	0,91	NO NECESITA		
	F-G	1 179,80	2 #4=	2,54	1,05	NO NECESITA		
		503,12	2 #4=	2,54	0,45	NO NECESITA		
		1 059,59	2 #4=	2,54	0,94	NO NECESITA		
PRIMER NIVEL	A-B	2 359,87	2 #4=	2,54	2,13	NO NECESITA		
		1 108,90	2 #4=	2,54	0,99	NO NECESITA		
		2 890,84	2 #4=	2,54	2,63	NECESITA	As 1 #3=	3,25
	B-C	2 875,10	2 #4=	2,54	2,62	NECESITA	As 1 #3=	3,25
		1 408,61	2 #4=	2,54	1,26	NO NECESITA		
		2 815,23	2 #4=	2,54	2,56	NECESITA	As 1 #3=	3,25
	C-D	2 555,47	2 #4=	2,54	2,32	NO NECESITA		
		894,33	2 #4=	2,54	0,80	NO NECESITA		
		2 745,78	2 #4=	2,54	2,49	NO NECESITA		
	D-E	3 343,85	2 #4=	2,54	3,06	NECESITA	As 1 #3=	3,25
		1 863,11	2 #4=	2,54	1,68	NO NECESITA		
		3 273,73	2 #4=	2,54	2,99	NECESITA	As 1 #3=	3,25

Continuación de la tabla XX.

E-F	2 603,33	2 #4=	2,54	2,36	NO NECESITA		
	684,23	2 #4=	2,54	0,61	NO NECESITA		
	2 217,42	2 #4=	2,54	2,00	NO NECESITA		
F-G	2 555,82	2 #4=	2,54	2,32	NO NECESITA		
	1 069,88	2 #4=	2,54	0,95	NO NECESITA		
	2 313,91	2 #4=	2,54	2,09	NO NECESITA		

Fuente: elaboración propia.

Diseño a corte

Comparar corte resistente con corte último

Si $V_{res} > V_u$, la viga necesita estribos solo por armado, a $S_{m\acute{a}x.} = d/2 < 30 \text{ cm}$

Si $V_{res} < V_u$, se diseñan estribos por corte

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

$$V_{res} = 0,53 * 0,85 * 25 * 30 * \sqrt{281} = 5\ 663,82 \text{ kg}$$

$$V_u = 6\ 739,45 \text{ kg}$$

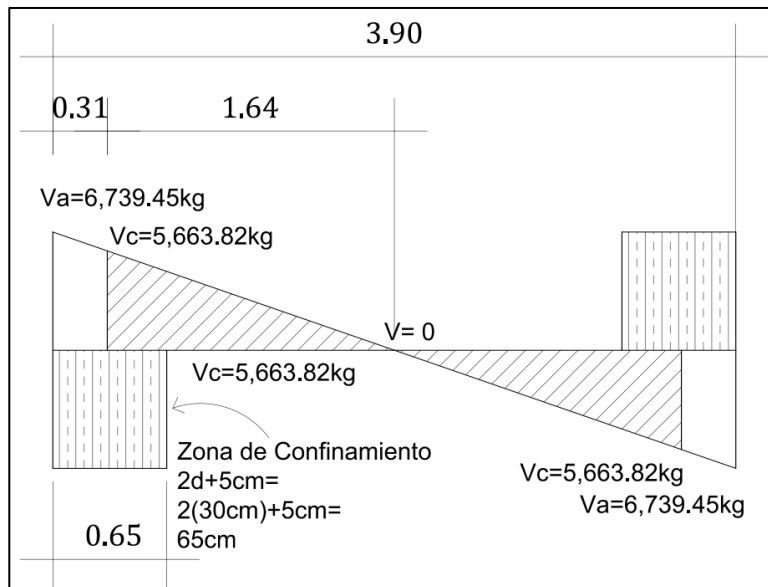
Como $V_u > V_{res}$, no se deben diseñar estribos por corte

Según ACI artículo 21.3.3.4, el resto de los estribos con ganchos sísmicos deben espaciarse a no más de $d/2$, en toda la longitud del elemento.

$$S_{max} = \frac{d}{2} = \frac{30}{2} = 15 \text{ cm}$$

Según ACI artículo 21.3.3.2, deben colocarse estribos en una longitud igual a $2d$ medida a partir de la cara del elemento de apoyo por lo cual la longitud a confinar es de 60 cm, en ambos extremos del elemento en flexión. El primer estribo debe estar situado a no más de 5 cm, de la cara del elemento de apoyo.

Figura 40. **Corte actuante y resistente**



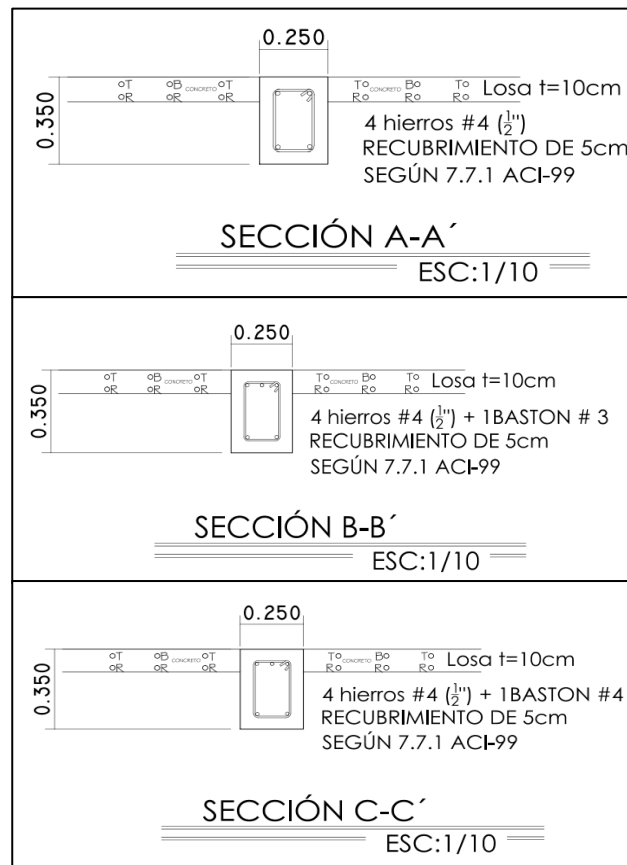
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

En la zona de confinamiento de $2d$, se colocarán estribos a la distancia menor de las siguientes condiciones:

- $d/4 = 30/4 \text{ cm} \approx 7,5 \text{ cm}$
- $8 \text{ } \varnothing \text{ var longitudinal menor} = 12,7 \text{ mm} * 8 = 101,6 \text{ mm} = 10,16 \text{ cm} \approx 10 \text{ cm}$
- $24 \text{ } \varnothing \text{ var transversal} = 9,5 \text{ mm} * 24 = 228,0 \text{ mm} = 22,80 \text{ cm} \approx 22 \text{ cm}$
- 30 cm

Resumiendo el diseño a corte de la viga V-1 quedarán con separación de estribos en zona confinada 7 cm y 15 cm en zona no confinada, con varilla núm.3.

Figura 41. **Detalle de armado de vigas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.1.7.3. **Diseño de columnas**

Las columnas de concreto tienen como tarea fundamental transmitir las cargas de las losas hacia los cimientos; la principal carga que reciben es la de compresión, pero en conjunto estructural la columna soporta esfuerzos

flexionantes también, por lo que estos elementos deberán contar con un refuerzo de acero, que le ayuden a soportar estos esfuerzos. Para diseñar la columna se utilizó el método de monogramas de Jackson, tomando el mayor de los dos momentos actuantes en extremos de esta.

Para este caso se diseñan por cada nivel, únicamente la columna crítica, es decir, las que están sometidas a mayores esfuerzos. El diseño resultante para cada columna es aplicado a todas las columnas del nivel respectivo. A continuación se describe el procedimiento que se sigue para diseñar las columnas típicas del edificio, aplicado en la columna del primer nivel.

Chequeo de esbeltez:

Datos de columna del primer nivel:

Sección de columna = 30 cm*30 cm

Sección de viga 1 izq. = 25 cm*35 cm

Sección de viga 2 der.= 25 cm*35 cm

$M_x = 1\,702,60 \text{ Kg} - \text{m}$

$M_y = 982,58 \text{ Kg} - \text{m}$

$V_x = 1\,205,95 \text{ Kg}$

$V_y = 460,58 \text{ Kg}$

Longitud de columna = 3,20 m

Área tributaria = 9,65 m²

Espesor de losa = 0,10 m

Cálculo de factor de carga última (tomando en cuenta los dos niveles):

$CU = CMU + CVU$

$$CMU = 1,4 (W_{acabados} + W_{losa} + W_{sobrecarga} + W_{muros})$$

$$CMU = 1,4 * (355 \text{ kg/m}^2) = 497 \text{ kg/m}^2$$

$$CMU = 1,4 * (355 \text{ kg/m}^2) = 497 \text{ kg/m}^2$$

$$CVU = 1,7 * (\text{carga viva})$$

$$CVU = 1,7 * (200 \text{ kg/m}^2) = 340 \text{ kg/m}^2$$

$$CVU1 = 1,7 * (500 \text{ kg/m}^2) = 850 \text{ kg/m}^2$$

$$CU2 = 340 \text{ kg/m}^2 + 497 \text{ kg/m}^2 = 837 \text{ kg/m}^2$$

$$CU1 = 850 \text{ kg/m}^2 + 497 \text{ kg/m}^2 = 1,347 \text{ kg/m}^2$$

$$CU_{total} = CU2 + CU1$$

$$CU = 837 \text{ kg/m} + 1,347 \text{ kg/m} = 2,184 \text{ kg/m}^2$$

El factor de carga última se determina con la siguiente ecuación:

$$FCU = \frac{CU}{CM + CV}$$

$$FCU = \frac{1,7 (700 \text{ kg/m}^2) + 1,4 (710 \text{ kg/m}^2)}{700 \text{ kg/m}^2 + 710 \text{ kg/m}^2} = 1,55$$

Cálculo de la carga axial

$$P_u = (AT * CU) + (PP \text{ vigas} * F_{cu})$$

$$P_u = (9,65 \text{ m}^2 * 2184 \text{ kg/m}^2) + (2400 \text{ kg/m}^3 * 0,25 \text{ m} * 0,35 \text{ m} * 8,24 \text{ m} * 1,55)$$

$$P_u = 23561,16 \text{ kg}$$

Esbeltez (E)

Las columnas se clasifican según su esbeltez, con el objetivo de ubicarlas en un rango, para determinar su comportamiento bajo cargas y diseñarlas con esta base.

- Columnas cortas ($E < 22$): diseñarlas con los datos originales del diseño estructural.
- Columnas intermedias ($22 > E > 100$): diseñarlas magnificando los momentos actuantes.
- Columnas largas ($E > 100$): no construirlas.

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

$$\text{Extremo: } \Psi = \frac{\sum K_{\text{col}}}{\sum K_{\text{vigas}}}$$

Sentido X

$$I_{\text{col}} = 0,30 \cdot 0,30^3 / 12 = 0,000675$$

$$I_{\text{vig}} = 0,25 \cdot 0,35^3 / 12 = 0,0008932$$

$$K_{\text{col}} = 0,000675 / 3,20 = 0,0002109$$

$$K_{\text{vig izquierda}} = 0,0008932 / 2,70 = 0,00033083$$

$$K_{\text{vig derecha}} = 0,0008932 / 2,85 = 0,0003141$$

$$\Psi_a = (0,0002109 \cdot 2) / (0,00033083 + 0,0003141) \text{ (extremo superior)}$$

$$\Psi_a = 0,65$$

$$\Psi_b = 0 \text{ (extremo inferior empotrado)}$$

$$\Psi_p = (0,65+0)/2$$

$$\Psi_p = 0,32$$

Cálculo de K (factor de longitud efectiva)

$$K = \frac{(20 - \Psi_p)}{20} * \sqrt{1 + \Psi_p}, \text{ si } \Psi_p < 2$$

$$K = 0,9\sqrt{1 + \Psi_p}, \text{ si } \Psi_p > 2$$

Como $\Psi_p < 2$

$$K = \frac{(20 - 0,32)}{20} * \sqrt{1 + 0,32} = 1,13$$

Esbeltez en columna

$$E = \frac{K * Lu}{\sigma}, \text{ donde } \sigma = 0,3 * \text{lado}$$

$$\sigma = 0,3 * 0,30 = 0,09$$

$$E = \frac{1,13 * 3,20}{0,09} = 40,29 \approx 40$$

$22 < 40 < 100$; se clasifica como columna intermedia.

Sentido Y

$$I_{col} = 0,30 * 0,30^3 / 12 = 0,000675$$

$$I_{vig} = 0,25 * 0,35^3 / 12 = 0,0008932$$

$$K_{col} = 0,000675 / 3,20 = 0,0002109$$

$$K_{\text{vig izquierda}} = 0,0008932/3,90 = 0,000229$$

$$K_{\text{vig derecha}} = 0,0008932/3,05 = 0,00029$$

$$\Psi_a = (0,0002109+0,0002109)/(0,000229+0,000298) \text{ (extremo superior)}$$

$$\Psi_a = 0,81$$

$$\Psi_b = 0 \text{ (extremo inferior empotrado)}$$

$$\Psi_p = (0,81+0)/2$$

$$\Psi_p = 0,40$$

Como $\Psi_p < 2$

$$K = \frac{(20-0,40)}{20} * \sqrt{1+0,40} = 1,16$$

Esbeltez en columna:

$$E = \frac{1,16 * 3,20}{0,09} = 41,28 \approx 41$$

$22 < 41 < 100$; se clasifica como columna intermedia.

De acuerdo con los resultados de esbeltez, se deben magnificar los momentos actuantes.

Debido a que se está realizando un análisis estructural convencional de primer orden, para el cual se usan las rigideces relativas aproximadas y se ignora el efecto de desplazamiento lateral de los miembros, es necesario modificar los valores calculados con el objetivo de obtener valores que tomen en cuenta los efectos de desplazamiento. Para este caso, esa modificación se logra utilizando el método ACI de magnificación de momentos.

Sentido X

Factor de flujo plástico del concreto:

$$\beta_d = \frac{CMU}{C_u} = \frac{1,4(710 \text{ kg/m}^2)}{1,7(700 \text{ kg/m}^2) + 1,4(710 \text{ kg/m}^2)} = 0,46$$

Cálculo del el total del material

$$E_c = 15100\sqrt{f'_c}$$

$$EI = \frac{E_c \cdot I_g}{2,5(1 + \beta_d)} = \frac{15\ 100\sqrt{281} \cdot \left(\frac{1}{12}\right) \cdot 30^4}{2,5(1 + 0,46)} = 468,10 \text{ Ton}\cdot\text{m}^2$$

Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot EI}{(kLu)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 468,10}{(1,13 \cdot 3,20)^2} = 353,48 \text{ Ton}$$

Magnificador de momentos

$\delta > 1$ y $\phi = 0,70$ si se usan estribos

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi P_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{23,56 \text{ Ton}}{0,7 \cdot 353,48 \text{ Ton}}} = 1,11$$

Momento de diseño sentido X

$$M_{dx} = \delta \cdot M_{ux} = 1,11 \cdot 1,702,60 \text{ kg}\cdot\text{m} = 1,889,89 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

Momento de diseño sentido Y

$$\beta_d = 0,68$$

$$P_{cr} = 335,29 \text{ Ton}$$

$$\delta = 1,07$$

$$M_{dy} = \delta * M_u = 1,07 * 982,58 \text{ kg-m} = 1,050,74 \text{ kg - m}$$

Comprobando con el programa JC-Diseño Concreto

Figura 42. Magnificación de momentos

JC-Diseño Concreto Diseño de Columnas

Magnificar Axial + 1 Momento Axial + 2 Momentos Confinamiento

Datos:

Pu: 3.56 Ton lx: 30 cm
Mu: 1.7 T-m ly: 30 cm
Mucm: 0.98 Ton h: 3 m
f'c: 28 Zunchos

Columna Sobre A
 Viga Izquierda A
 Viga Derecha A
 Extremo B empotrado
 Columna Bajo B
 Viga Izquierda B
 Viga Derecha B

lx: 30 cm ly: 30 cm h: 3 m
b: 25 cm h: 35 cm l: 3.05 m
b: 25 cm h: 35 cm l: 3.90 m

Resultados:

K = 39 $\delta = 1.11$ Md = 1.88 T-m

Fuente: elaboración propia, empleando JC-Diseño Concreto.

Por lo cual se puede observar que no tiene variación el resultado.

Acero longitudinal por el método Bresler: este método es una aproximación al perfil de la superficie de la falla, siendo un procedimiento sencillo y que produce resultados satisfactorios. El método Bresler consiste en aproximar el valor $1/P'u$, a través de un punto del plano, determinado por tres valores: carga axial pura ($P'o$), carga de falla para una excentricidad e_x ($P'ux$) y carga de falla para una excentricidad e_y ($P'uy$).

El procedimiento a seguir es el siguiente:

Límites de acero: según ACI, el área de acero en una columna debe estar dentro de los siguientes límites $1 \% A_g < A_s < 6 \% A_g$, en zona sísmica.

$$A_{s\text{mín}} = 0,01 (30 \cdot 30) = 9,00 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,06 (30 \cdot 30) = 54,00 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado, se aconseja iniciar con un valor cercano a $A_{s\text{mín}}$.

$$\text{Armado propuesto: } 8 \#4 = 10,32 \text{ cm}^2$$

Los valores a utilizar en los diagramas son:

$$\text{Valor de la gráfica } Y = X = d/h = (30 - 2(2,5))/30 = 0,83$$

Valores de la curva

$$P_{tu} = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 f'_c \cdot A_g} = \frac{10,32 \cdot 4200}{0,85 \cdot 281 \cdot 900} = 0,2016$$

Excentricidades

$$e_x = M_{dx}/P_u = 1,889,89 \text{ kg} - \text{m}/23,561,16 \text{ kg} = 0,08 \text{ m}$$

$$e_y = M_{dy}/P_u = 1,050,74 \text{ kg} - \text{m}/23,561,16 \text{ kg} = 0,04 \text{ m}$$

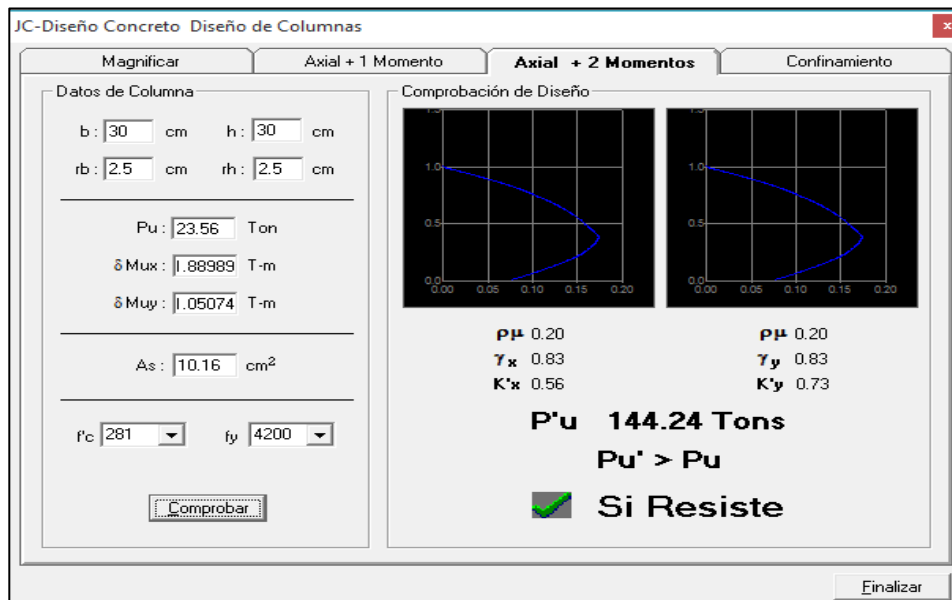
Al conocer las excentricidades se calcula el valor de las diagonales

$$e_x/h_x = 0,08/0,30 = 0,26$$

$$e_y/h_y = 0,04/0,30 = 0,13$$

De los diagramas de interacción se obtuvieron a través del programa JC-Diseño Concreto, siendo estos: $K_x = 0,56$, $K_y = 0,73$.

Figura 43. Diagrama de interacción del programa JC-Diseño Concreto



Fuente: elaboración propia, empleando JC-Diseño Concreto.

Cargas

Carga resistente de la columna a una excentricidad ex:

$$P'_{ux} = K_x * f'_c * b * h = (0,56)(281)(30 * 30) = 141624,00 \text{ kg},$$

Carga resistente de la columna a una excentricidad ey

$$P'_{uy} = K_y * f'_c * b * h = (0,73)(281)(30 * 30) = 184 617,00 \text{ kg}.$$

Carga axial resistente de la columna

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

$$P'_o = 0,70 (0,85 * 281((30 * 30) - 10,16) + 10,16 * 4 200)$$

$$P'_o = 178 647,20 \text{ kg}.$$

Carga resistente de la columna

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{ux}} + \frac{1}{P'_{uy}} - \frac{1}{P'_o}} = \frac{1}{\frac{1}{141,624,00 \text{ kg}} + \frac{1}{184,617,00 \text{ kg}} - \frac{1}{178 647,20 \text{ kg}}} = 145 350,00 \text{ kg}$$

Para que el armado sea adecuado debe cumplir con la siguiente condición:

$$P'_u > P_u / 0,7$$

$$145,350 \text{ kg} > 23,560 \text{ kg} / 0,70$$

$$145,350 \text{ kg} > 33 658,8 \text{ kg}$$

La diferencia de estos valores comprueba, al igual que en el predimensionamiento, que los códigos son conservadores, y que a pesar de ser una estructura con áreas tributarias pequeñas, se deben respetar los límites propuestos por los mismos. Por lo que se puede concluir que el armado de la columna propuesta es adecuado. En caso contrario, sería necesario aumentar el acero por debajo del A_{smax} ; cuando se requiera mayor refuerzo que el permitido por A_{smax} , será necesario aumentar la sección propuesta.

Refuerzo transversal (estribos)

Además de diseñar las columnas para resistir flexocompresión, es necesario dotarlas con suficiente ductilidad, con el objetivo de que absorban parte de la energía del sismo; esto se logra mediante un mayor confinamiento en los extremos. Se ha determinado que si las columnas se confinan, su capacidad de carga es mucho mayor y mejora notablemente la ductilidad de la columna.

El procedimiento para proveer refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

Comparar V_r con V_u con los siguientes criterios:

Si $V_r > V_u$ se colocan estribos a $S = d / 2$

Si $V_r < V_u$ se diseñan estribos por corte

Se calcula el corte resistente

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

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{281} * 30 * 27,5 = 6\,230,20 \text{ Kg.}$$

$$V_u = 1\,205,951 \text{ kg}$$

No es necesario diseñar los estribos a corte

$$S = d/2$$

$$S = 27,5/2 = 13,75$$

Se considera 13 cm de separación para facilidad de armado en zona no confinada.

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

- $L_u / 6 = 3,20 / 6 = 0,53 \text{ m}$
- Lado mayor de la columna = 0,30 m
- 45 cm
- 16 veces el \varnothing varilla longitudinal = 0,31 m
- 48 veces el \varnothing varilla transversal = 0,45 m

Se propone una longitud de confinamiento de 60 cm en ambos extremos.

Cálculo de la relación volumétrica

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

$$\rho_s = 0,45(((30 \text{ cm})^2 / (25 \text{ cm})^2) - 1)(0,85 \cdot 281 / 4\,200) = 0,01126$$

Es necesario chequear que $\rho_s > 0,12 \left(\frac{f'_c}{f_y}\right)$

$$\rho_s > 0,12 \cdot \frac{281 \text{ kg/cm}^2}{4\,200 \text{ kg/cm}^2} = 0,008$$

0,01126 > 0,008; chequea

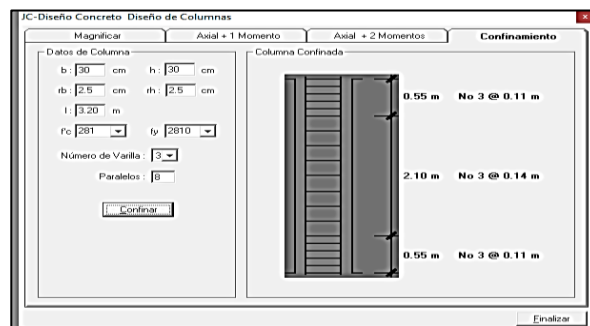
Calculando el espaciamiento en función de la cuantía volumétrica, utilizando varillas #3:

$$S = \frac{4A_v}{\rho_s \cdot L_n} = \frac{4 \cdot 0,71}{0,01126 \cdot 25} = 10,08 \text{ cm}^2$$

Colocar estribos rotados a 45 grados a cada 10 cm, en zona confinada por tener refuerzo en dos caras.

Se comprobó el confinamiento con el programa JC- Diseño Concreto, según figura 44.

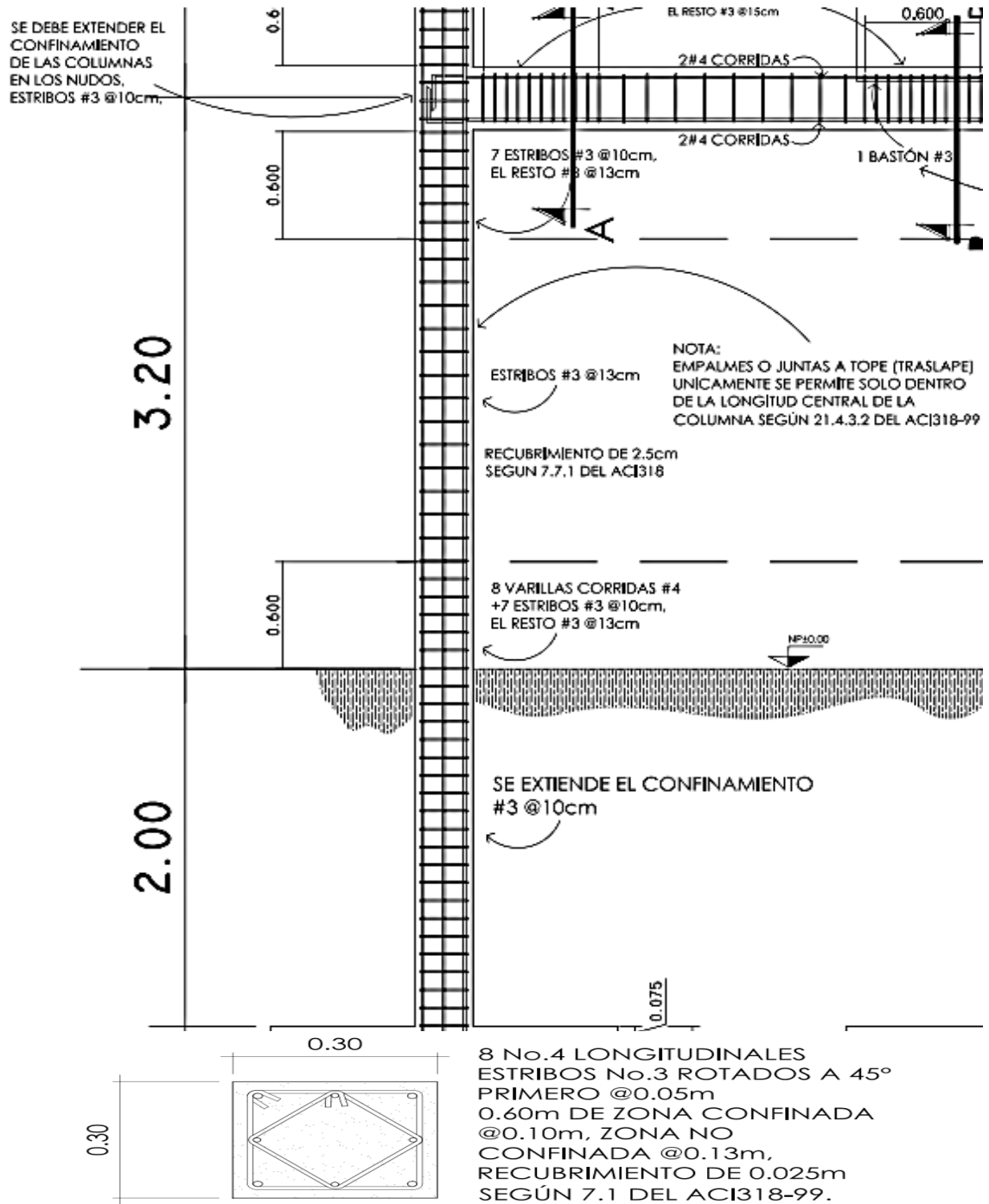
Figura 44. **Zona de confinamiento JC-Diseño Concreto**



Fuente: elaboración propia, empleando JC-Diseño Concreto.

Este procedimiento se aplicó a las columnas del segundo nivel, dando como resultado un refuerzo longitudinal de 8 #4 y un refuerzo transversal #3 @ 10 cm en la zona de confinamiento de 60 cm y @ 13 cm en el resto. A continuación se muestra el resultado de diseño de la columna, para los dos niveles.

Figura 45. Armado de final de columna



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.1.7.4. Diseño de gradas

Una escalera debe ser cómoda y segura dependiendo de la relación de pendiente o relación de dimensiones de los peldaños, es decir, la relación de huella y contrahuella.

Si H = huella y C = contrahuella, se deben cumplir los siguientes criterios:

$$C < 30 \text{ cm}$$

$$18,6 < 30 \text{ cm}$$

$$H > C$$

$$28 > 18$$

$$2C + H < 64 \text{ cm (valor cercano)}$$

$$2(18) + 28 = 64 < 64$$

$$C + H = 45 \text{ a } 48 \text{ cm;}$$

$$18 + 28 = 46$$

$$C * H = 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$$

$$18 * 28 = 504 \text{ cm}^2$$

Cargas de diseño para una escalera:

$$CM = PP \text{ (escalera)} + PP \text{ (acabados);}$$

$$PP \text{ (escalera)} = Wc = (t + C / 2)$$

Número de escalones mínimo: $h/C_{\max} = 3,35 / 0,18 = 18$ escalones. Se tomarán 8 contrahuellas antes del descanso

$$\text{Número de huellas} = 9 - 1 = 8 \text{ huellas}$$

Chequeo

$$C = 18 < 20 \text{ cm}; H = 28 \text{ cm}$$

$$2C + H = 2(18) + 28 = 64 < 64$$

$$C + H = 18 + 28 = 46 \text{ cm} = 45 \text{ a } 48 \text{ cm};$$

$$c \times H = 18 * 28 = 504 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, se tienen 9 contrahuellas de 18 cm y 8 huellas de 28 cm.

Espesor de la losa

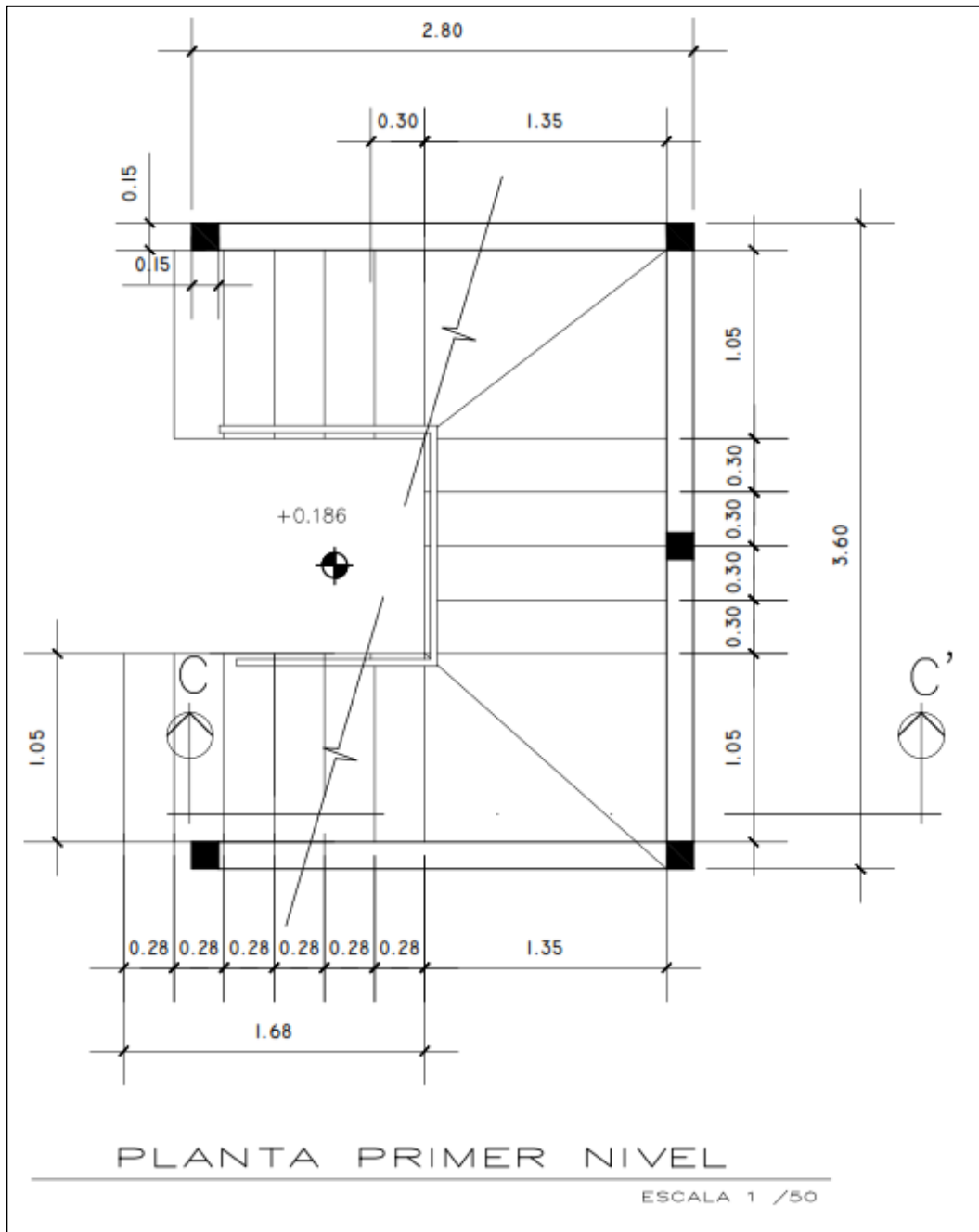
Tomando en cuenta que la longitud de la losa es inclinada:

$$\text{Longitud de la losa} = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$\text{Longitud de la losa} = \sqrt{1,05^2 + 1,68^2} = 1,98 \text{ m}$$

$$t = \text{longitud}/24 = 1,98/24 = 0,082 \text{ por lo que se tomara un espesor de } t = 0,09 \text{ m}$$

Figura 46. **Planta de módulo de gradas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Integración de cargas

$$\text{Peso propio de la escalera} = \gamma_c \cdot (t + c/2)$$

$$\text{Peso propio de la escalera} = 2,400 (0,09 + 0,18 / 2) = 432 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Acabados} = 60 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Total carga muerta} = 492 \text{ Kg/m}^2$$

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

$$C_u = 1,4C_M + 1,7C_V = 1,40 (492) + 1,70 (500) = 1\,538,80 \text{ Kg/m}^2$$

Cálculo de los momentos actuantes en la losa: se considera el diseño de una losa unidireccional apoyada en los muros, por lo tanto:

$$M(+)= w l^2/9 = (1\,538,8 \cdot 1,98^2)/9 = 482,56 \text{ kg-m}$$

$$M(+)= w l^2/14 = (1\,538,8 \cdot 1,98^2)/14 = 310,20 \text{ kg-m}$$

Acero mínimo

$$A_{s\text{mín}} = \rho_{\text{mín}} \cdot b \cdot d$$

$$\rho_{\text{mín}} = 14,1 / F_y$$

b = franja unitaria

t = espesor de la losa

d = peralte efectivo

$$d = t - \text{rec min} - \varnothing/2 = 6,02 \text{ cm}$$

$$A_{s\text{mín}} = (14,1 / 2810) \cdot 100 \cdot 6,02 = 3,02 \text{ cm}^2$$

Cálculo de acero requerido

$$AsM(-) = \frac{0,85 \cdot 281}{2 \cdot 810} \left[100 \cdot 6,02 - \sqrt{(100 \cdot 6,02)^2 - \frac{482,56 \cdot 100}{0,003825 \cdot 281}} \right] = 3,27 \text{ cm}^2$$

Como As_{min} es menor que $AsM(-)$ se colocará $AsM(-)$.

Separación para As_{min} con varillas núm. 3:

$$3,27 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \rightarrow S$$

Aplicando una regla de tres

$$S = 0,71 \cdot 100 / 3,27 = 21,68 \text{ cm}$$

Por facilidad de armado se escoge una separación de 20 cm pero hay que chequear la separación máxima:

$$S_{\max} = 2 \cdot t = 2 \cdot 9 = 18 \text{ cm};$$

$$\text{Acero por temperatura} = As = 0,002 \cdot b \cdot t = 0,002 (100) \cdot (9) = 1,80 \text{ cm}^2$$

Separación para A_{temp} con varillas núm. 3:

$$1,80 \text{ cm}^2 - 100 \text{ cm}^2$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \rightarrow S$$

2.1.7.5. Diseño de cimientos

El tipo de cimentación depende principalmente del tipo de estructura, la naturaleza de las cargas, las condiciones del suelo y su costo. En este proyecto se diseñarán zapatas concéntricas de forma cuadrada y cimiento corrido para cargar los muros de mampostería. Las zapatas son miembros estructurales que se usan para soportar columnas y muros, para transmitir sus cargas al suelo subyacente. Los datos para diseño son el valor soporte del suelo y los momentos obtenidos en el análisis estructural.

Zapatas concéntricas

Datos

$$M_x = 1,70260 \text{ Ton-m}$$

$$M_y = 0,98258 \text{ Ton-m}$$

$$P_u = 11,78 \text{ Ton}$$

$$V_s = 11,34 \text{ Ton/m}^2$$

$$p_{\text{suelo}} = 1,43 \text{ Ton/m}^3$$

$$\text{Desplante} = 2 \text{ m}$$

$$F_{cu} = 1,49$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2,40 \text{ Ton/m}^3$$

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

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

Cargas de trabajo

Se reducen las cargas y momentos de trabajo.

$$P't = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{23,56}{1,49} = 15,81 \text{ Ton}$$

$$M'tx = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{1,7}{1,49} = 1,14 \text{ Ton-m}$$

$$M'ty = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{0,98}{1,49} = 0,66 \text{ Ton-m}$$

Predimensionamiento del área de la zapata

$$A_z = \frac{1,5P't}{V_s} = \frac{1,5 \cdot 15,81}{11,34} = 2,09 \text{ m}^2$$

Debido a que las características del suelo son malas, se propone una zapata de 1,80 mx1,80 m, para un área de zapata de 3,24 m², se procede a chequear este valor.

Revisión de presión sobre el suelo: la zapata transmite verticalmente al suelo las cargas aplicadas a ella por medio de la superficie en contacto con este, ejerce una presión cuyo valor se define por la ecuación:

$$q = \frac{P_{cg}}{A_z} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} + \frac{M_{ty}}{S_y}, \text{ donde } S = \frac{bh^2}{6}$$

$$P = P' + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}}$$

$$P = 15,81 + (3,24 \cdot 2 \cdot 1,46) + (3,24 \cdot 0,30 \cdot 2,40) = 27,60 \text{ Ton}$$

$$S_x = S_y = \frac{1,80 \cdot 1,80^2}{6} = 0,97$$

$$q_{\max} = \frac{27,6}{3,24} + \frac{1,14}{0,97} + \frac{0,66}{0,97} = 10,37 \text{ Ton/m}^2$$

$$q_{\min} = \frac{45,85}{4,84} - \frac{1,14}{0,97} - \frac{0,66}{0,97} = 6,73 \text{ Ton/m}^2$$

$q_{\max} = 10,37 \text{ Ton/m}^2$ cumple, no excede el Vs.

$q_{\min} = 6,73 \text{ Ton/m}^2$ cumple, es mayor a cero.

Para efectos de diseño se determina una presión constante; aplicando un criterio conservador, se realiza el diseño con la presión máxima, afectada por el factor de carga última.

$$q_u = F_{cu} * q_{\max} = 1,49 * 10,37 = 15,45 \text{ Ton/m}^2$$

Espesor de zapata: se determina el espesor de la zapata teniendo en cuenta que esta debe resistir el corte simple o corte flexionante, y el corte punzonante causado por la columna y las cargas actuantes. Según el código ACI 318-05, el recubrimiento del refuerzo no debe ser menor de 0,075 m, y que el peralte efectivo tiene que ser mayor de 0,15 m, más el recubrimiento y el diámetro de la varilla a utilizar.

Peralte efectivo

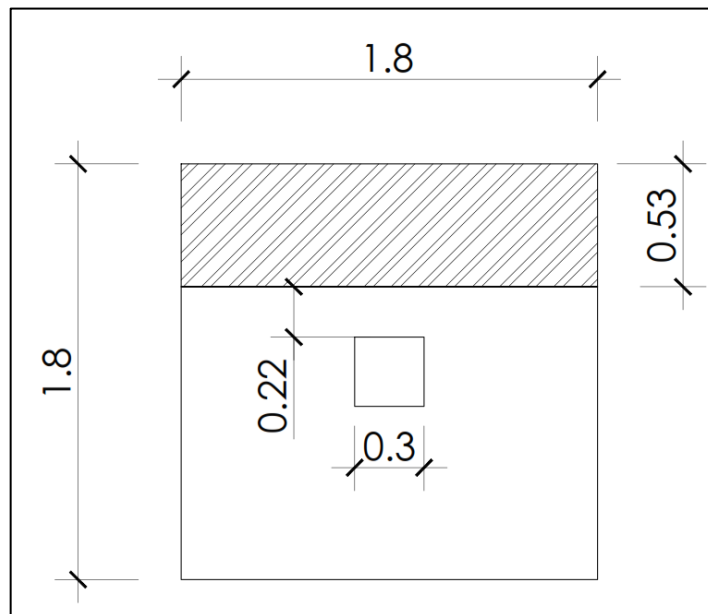
$$d = t - \text{rec.} - \frac{\varnothing_{\text{var}}}{2}, \text{ con un } t \text{ asumido} = 30 \text{ cm}$$

$$d = 30 - 7,5 - 1,59/2$$

$$d = 21,80 \text{ cm}$$

Corte simple: la falla de las zapatas por esfuerzo cortante, ocurre a una distancia igual a d (peralte efectivo) del borde de la columna; por tal razón se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante.

Figura 48. **Corte simple en zapata**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

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

$$x = 1,80/2 - 0,30/2 - 0,2180 = 0,532 \text{ m}$$

Corte actuante

$$V_{act} = \text{Área} \cdot q_u = 1,80 \text{ m} \cdot 0,532 \text{ m} \cdot 15,45 \text{ Ton/m}^2 = 14,79 \text{ Ton.}$$

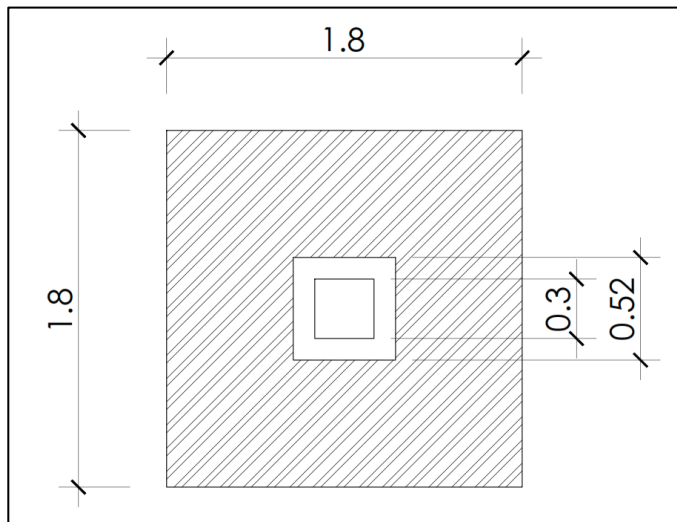
Corte resistente

$$V_{res} = 0,53 \cdot \phi \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f'_c} = 0,53 \cdot 0,85 \cdot 21,8 \cdot 180 \cdot \sqrt{281} = 29\,633,09 \text{ kg} \approx 29,63 \text{ Ton}$$

$V_{res} > V_{act}$, el espesor resiste el corte simple.

Corte punzonante: la columna tiende a punzonar la zapata, debido a los esfuerzos de corte producidos en el perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla está a una distancia $d/2$, del perímetro de la columna.

Figura 49. **Corte punzonante en zapata**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Corte actuante por punzonamiento

$$V_{act \text{ punz}} = \text{Área} \cdot q_u$$

$$V_{act\ punz} = [(1,80\text{ m} * 1,80\text{ m}) - ((0,30\text{ m} + 0,2180\text{ m}) * (0,30\text{ m} + 0,2180\text{ m}))] \\ * 15,45\text{ ton/m}^2 = 45,91\text{ Ton}$$

$$V_{act\ punz} = 45,91\text{ Ton}$$

Corte resistente a punzonamiento

$$V_r\ punz = 1,06 * \phi * b_o * d * \sqrt{f'_c}$$

b_o = perímetro de sección crítica de punzonamiento

$$b_o = 4(30 + 21,80) = 207,20\text{ cm}$$

$$V_r\ punz = 1,06 * 0,85 * 207,20 * 21,80 * \sqrt{281} = 68\ 221,96\text{ kg} \approx 68,22\text{ Ton}$$

$V_{res} > V_{act}$, el espesor resiste el corte punzonante, las dimensiones son adecuadas, se procede al diseño a flexión.

Diseño del refuerzo por flexión

La zapata se diseña a flexión: el refuerzo se calcula para cubrir el momento flector (M_u) en la zapata, como producto del empuje hacia arriba del suelo. La zapata actúa como una losa en voladizo.

$$M_u = \frac{q_u * L^2}{2}$$

Donde

L = distancia medida del rostro de la columna al final de la zapata.

$$M_u = \frac{15,450 * \left(\frac{1,80}{2} - \frac{0,30}{2} \right)^2}{2} = 4\,345,31 \text{ kg-m}$$

El área de acero se define por la ecuación:

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

$$A_s = \frac{0,85*281}{2810} \left[100*21,80 - \sqrt{(100*21,80)^2 - \frac{4\,345,31*100}{0,003825*281}} \right] = 8,06 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 14,1 * b * \frac{d}{f_y}$$

$$A_{smin} = 14,1 * 100 * \frac{21,80}{2810} = 10,93 \text{ cm}^2$$

$A_{smin} = 10,93 \text{ cm}^2$; como A_{smin} es mayor que A_s , se colocará A_{smin} .

Separación para A_{smin} con varillas núm. 4

$$10,93 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$1,27 \text{ cm}^2 - S$$

Aplicando una regla de tres

$$S = 1,27*100/10,93 = 11,80 \text{ cm}$$

Por facilidad de armado el espaciamiento será de 10 cm, por lo tanto, colocar varillas núm. 4 @ 10 cm en ambos sentidos de la zapata.

$$A_s \text{ temperatura} = 0,002*b*t = 0,002*100*30 = 8 \text{ cm}^2,$$

Separación para Asmín con varillas núm. 4.

$6,0 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$

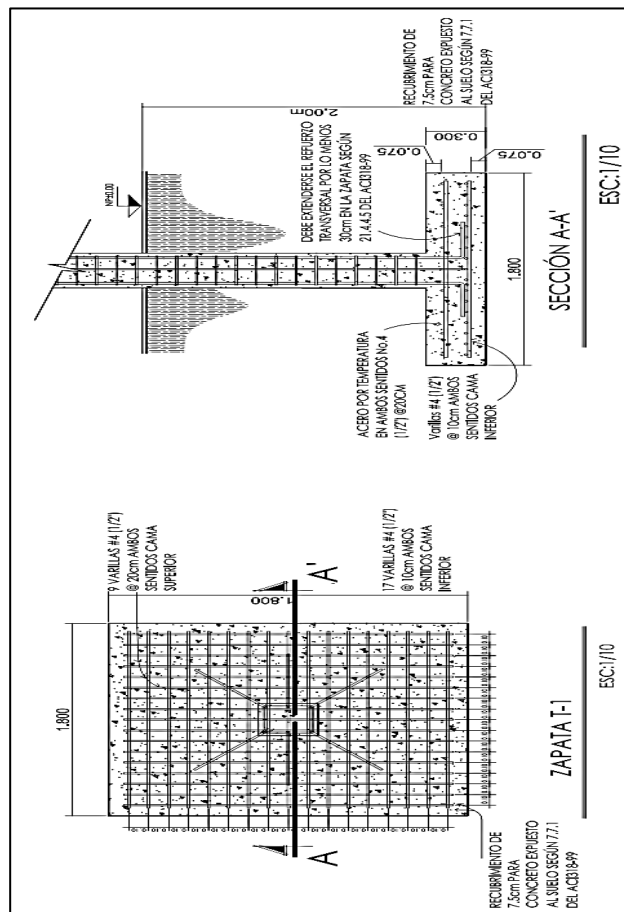
$1,27 \text{ cm}^2 - S$

Aplicando una regla de tres

$S = 1,27 * 100 / 6,0 = 21,5 \text{ cm}$

Colocar varilla núm.4 @ 20 cm en ambos sentidos de la zapata, en cama superior.

Figura 50. **Detalle de armado de zapatas concéntricas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Zapatas excéntricas

Datos

$$M_x = 1,70260 \text{ Ton-m}$$

$$M_y = 2,800 \text{ Ton-m}$$

$$P_u = 11,78 \text{ Ton}$$

$$V_s = 11,34 \text{ Ton/m}^2$$

$$\rho_{\text{suelo}} = 1,43 \text{ Ton/m}^3$$

$$\text{Desplante} = 2 \text{ m}$$

$$F_{cu} = 1,49$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2,40 \text{ Ton/m}^3$$

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

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

Cargas de trabajo

Se reducen las cargas y momentos de trabajo.

$$P't = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{11,78}{1,49} = 7,91 \text{ Ton}$$

$$M't_x = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{1,7}{1,49} = 1,14 \text{ Ton-m}$$

$$M't_y = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{2,80}{1,49} = 1,87 \text{ Ton-m}$$

Debido a que las características del suelo son malas, se propone una zapata de 2,00 mx 1,00 m, para un área de zapata de 2,00 m², se procede a chequear este valor.

Se chequea la transferencia de las cargas y momentos hacia el centro de gravedad (Cg) de modo que el centro de gravedad de la zapata coincida con el centro de presión.

$$P_{cg} = P' + P_{col} + P_{stcim}$$

$$M_{cg} = M_{tx} + P'x * D + P_{col} * D$$

Se calcula la transferencia de cargas y momentos hacia el centro de gravedad.

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

$$P_{cg} = 7,91 \text{ kg} + 0,43 \text{ kg} + 8,58 \text{ kg} + 2,16 \text{ kg}$$

$$P_{cg} = 19,08 \text{ kg}$$

$$M_{cg} = M_{tx} + P' * D + P_{col} * D$$

$$M_{cg} = -1,70 \text{ Ton} - \text{m} + 7,12 \text{ Ton} - \text{m} + 0,39 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$M_{cg} = 5,80 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$e = \frac{M_{cg}}{P_{cg}}$$

$$e = \frac{5,80 \text{ Ton} - \text{m}}{19,08 \text{ Ton}} = 0,30 \text{ m}$$

$$e > \frac{l}{6}$$

$$e > \frac{1,50}{6}$$

0,30 m > 0,25 m; chequea.

Se chequea la carga máxima

$$q_{max} = 4P/3b(l - 2e)$$

$$q_{\max} = \frac{4(11,78 \text{ Ton})}{3(2 \text{ m})(1,50 \text{ m} - 0,30 \text{ m})}$$

$$q_{\max} = 5,91 \text{ Ton/m}^2 < V_s (11,34 \text{ Ton/m}^2); \text{ chequea.}$$

Por lo que existen presiones de tensión y se procede al cálculo de presiones últimas sobre el suelo.

$$q_{\text{dis}} = q_{\text{Max}} * F_{\text{cu}}$$

$$q_{\text{dis}} = 5,91 * 1,49$$

$$q_{\text{dis}} = \frac{8,81 \text{ Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\text{m}(s+c)} = F_{\text{cu}} * (\text{desplante} * P_s + t * P_c)$$

$$q_{\text{m}(s+c)} = 5,33 \text{ Ton/m}^2$$

Presión última del suelo

$$\frac{w(x)}{x} = \frac{q_{\text{Mdis}}}{3a}$$

$$w(x) = \frac{x * q_{\text{Mdis}}}{3a}$$

$$w(x) = 6,59x$$

Diseño del espesor del cimiento

Chequeo por corte punzonante

Peralte efectivo (d):

$$d = t - \frac{\emptyset}{2} - \text{rec}$$

$$d = 30 \text{ cm} - \frac{1,27 \text{ cm}}{2} - 7,50 \text{ cm}$$

$$d = 21,87 \text{ cm}$$

Condiciones críticas

$$\text{a) } col + d = 30 + 21,87$$

$$col + d = 51,87 \text{ cm}$$

$$\text{b) } col + \frac{d}{2} = 30 \text{ cm} + \frac{21,87 \text{ cm}}{2}$$

$$col + \frac{d}{2} = 40,93 \text{ cm}$$

$$x = 3a - (col + d/2)$$

$$x = 0,82 \text{ m}$$

Momentos críticos

$$w(x) = 6,59x$$

$$w(x) = 6,59 * 0,82$$

$$w(x) = 5,39$$

Cálculo del corte actuante

$$V_{act} = P' + q(S + CIM) * (col + d) * (col + d/2) - (w(x) + q_{dis}M/2) * (col + d) * (col + d/2)$$

$$V_{act} = 4,00 \text{ Ton}$$

Cálculo del corte resistente

$$V_R = 0,85 * 1,06 * Raizf'c * b_o * d/1000$$

$$V_r = 44,16 \text{ Ton}$$

$$V_{res} > V_{act}; \text{ chequea}$$

Chequeo por corte simple

Sección crítica

$$x = 3a - (30 + d)$$

$$x = 81,86 \text{ cm}$$

$$V = \sum F_{\text{verticales}}$$

$$v = qM(s + c)(l - 3a) + qM(s + c) * x - \frac{1}{2x} * W(x)$$

$$v = 0,85 + 5,33x - 3,95x^2$$

$$dv/dx = 0$$

$$5,33 - 3,295x = 0$$

$$x = 1,62$$

$$v_{\text{max}}(1,62) = 0,85 + 5,33(1,62) - 3,95(1,62)^2$$

$$v_{\text{max}} = 0,87 \text{ Ton}$$

Chequeando el corte en la sección crítica donde $x = 0,93$

$$v(0,93) = 0,85$$

Corte resistente

$$VR = 0,85 * 0,53 * \text{Raiz}281 * b * d/1000$$

$$Vr = 16,51 \text{ ton}$$

$$V_{\text{act}} < V_{\text{res}}; \text{ chequea}$$

Diseño de refuerzo por flexión sentido x-x

Chequeando los momentos críticos

A) Al rostro de la columna(sección crítica)

$X = 3a$ -secc col

$X = 1,04$

$W(x) = 6,83$

MACTX1= 2,59 A rostro de columna

MACTX2= 3,84 Momento máximo

Refuerzo mínimo para $t = 0,30$ m

$A_s = 0,002 \cdot b \cdot t$

$A_s = 6,00 \text{ cm}^2$

$M_r = 0,9 \cdot a_s \cdot f_y (d - (a_s \cdot f_y / 1,7 f' c \cdot b))$

$M_r = 482\,686,47 \text{ kg-cm}$

$M_r = 4\,826 \text{ Ton-m}$

COMO $M_r > M_{MAX}$

Colocar $A_{smin} = 6 \text{ cm}^2$

$S = 33,33 \text{ cm} = \text{aproximadamente } 30 \text{ cm}$

FLEXION Y-Y

Cálculo de presión promedio $Q_{promedio}$

La presión a 1,00 m se da cuando $x = 0,34$

$W(x) = W(1) = 6,59$

$Q_{prom} = (q_{dism} + w(1)) / 2$

$Q_{PROM} = (8,81 + 6,59) / 2 = 7,70$

El momento a rostro de la columna en el sentido Y-Y es:

$$M_u = Q_{PROM} \cdot B/2 - Q(S+C) \cdot B/2$$

$$M_u = 2,37 \text{ Ton-m}$$

$$A_s = 0,85 f'_c / F_y (b d - \sqrt{(b d)^2 - \mu \cdot b / 0,003825 f_y})$$

Donde

$$F'_c = 280,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_u = 2,37$$

$$D = 20,60 \text{ cm}$$

$$B = 100,00 \text{ cm}$$

$$\text{Condición} = 0,003825$$

$$A_s = 0,0030444 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,002 \cdot 100 \cdot 20,6$$

$$A_{smin} = 4,12 \text{ cm}^2$$

Número de varillas=

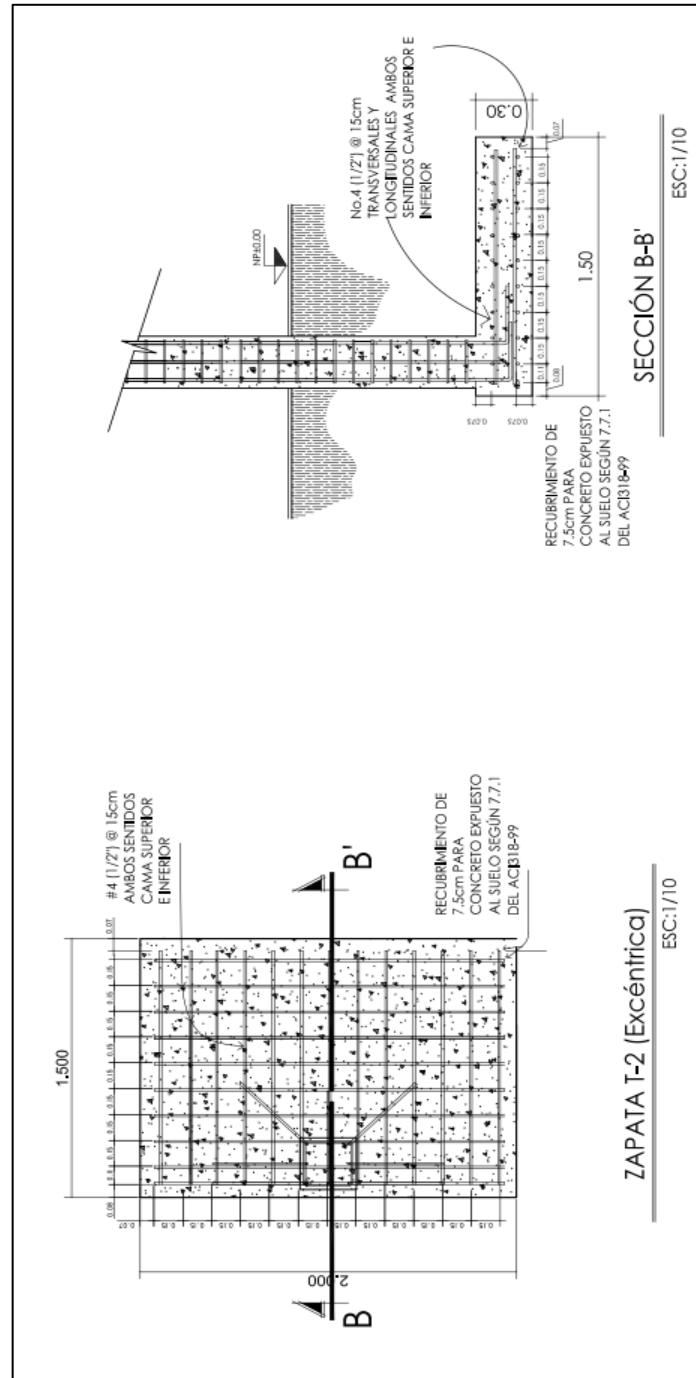
$$4,12 / 1,27 = 3,24 \text{ varillas} \quad \text{Aprox} = 4 \text{ varillas}$$

Separación S

$$S = 100 / 5 = 20,00 \text{ cm}$$

Colocar #4@20 cm

Figura 51. Detalle de armado de zapatas excéntricas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XXI. **Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios**

Pieza	Tipo	Unidades de gasto
Tina	Llave normal	2
Lavadora	Eléctrica	3
Ducha	Llave normal	2
Inodoro	Con tanque	3
Inodoro	Con válvula semiautomática	6
Lavadero	Cocina	3
Lavadero	Repostero	3
Lavaplatos	Combinación	3
Lavamanos	Llave normal	1
Urinario	Con tanque	3

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 48.

De esta manera la cantidad de UH por nivel será de:

- Primer nivel

Tabla XXII. **Unidades de gasto de primer nivel**

	Cantidad	UH	CANTIDAD*UH
Lavamanos	3	1	3
Chorros de patio	2	1	2
Inodoros	2	3	6
Urinal	1	3	3
TOTAL DE UNIDADES HUNTER			14

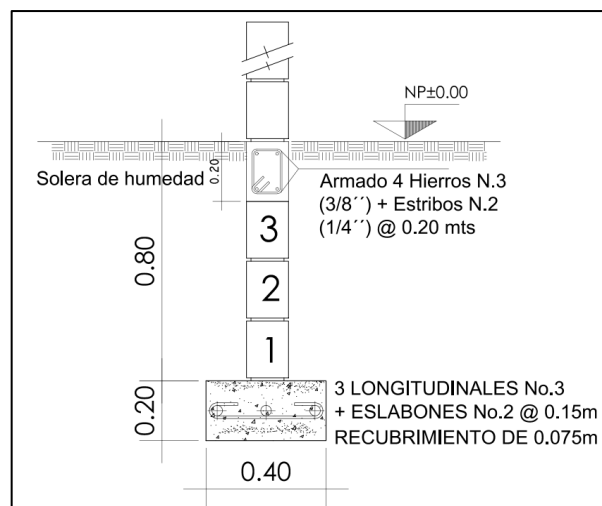
Fuente: elaboración propia.

- Segundo nivel

Cimiento corrido: es el cimiento que se le coloca a los muros; este se calcula como una franja unitaria. Se diseñarán para soportar las cargas superpuestas, dando una distribución adecuada a las mismas, de acuerdo con la resistencia del terreno, debiendo ser continuos para proveer un amarre adecuado entre ellos. Tomando en cuenta que los muros de la estructura son únicamente para dividir ambientes, se propone el diseño de los cimientos corridos de forma trapezoidal, que a la vez cumple la función de solera de humedad, considerando que los muros del primer nivel tendrán una altura aproximada de 3 metros y que en un módulo independiente las losas de las gradas serán apoyadas en cimientos corridos tradicionales.

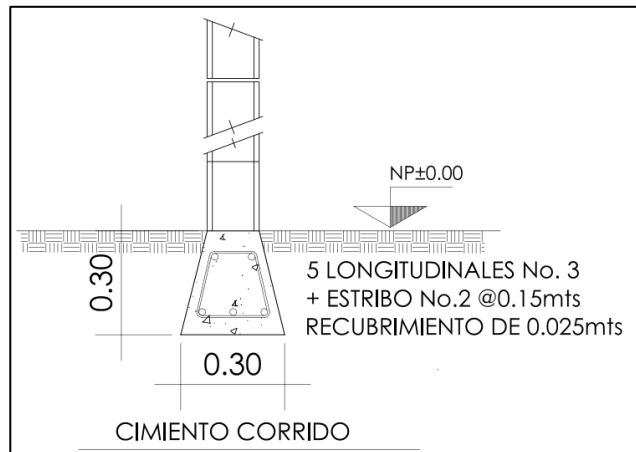
Las dimensiones mínimas para cimientos corridos tradicionales son:
viviendas de dos niveles 20 cmX40 cm

Figura 52. **Detalle de armado de cimiento tradicional**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 53. **Detalle de armado de cimiento trapezoidal**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.1.7.5.1. Diseño de instalaciones

Las instalaciones son el conjunto de redes y equipos fijos, que permiten el suministro y operación de los servicios, que ayudan a los edificios a cumplir las funciones para las que han sido diseñados. En el proyecto se trabajaron las instalaciones de: agua potable, drenajes y electricidad.

2.1.7.5.2. Agua potable

El proyecto se proveerá de agua potable en cantidad y presión suficiente para satisfacer las necesidades y servicio de los usuarios, de acuerdo con los siguientes requisitos mínimos:

- El servicio de agua potable será continuo durante 24 horas del día.
- La dotación mínima aceptable es de 200 litros/persona/día.

- Son aceptables las redes de distribución son circuitos cerrados.
- En puntos estratégicos de fácil acceso, deben instalarse válvulas de control, que permitan aislar tramos de tubería para operaciones de mantenimiento; sin que para esto sea necesario cortar el servicio de agua a todo el edificio.
- Las tuberías de agua potable deben colocarse lo más apartado posible de las de drenaje y nunca a nivel inferior que estas.
- En los puntos de cruce entre tubería de agua y drenaje, las primeras deben quedar por lo menos 20 cm por encima, protegidas con mortero o concreto en una longitud de 1 m, a cada lado del cruce.
- Cuando la presión y el servicio de agua no sean suficientes, se instalaran sistemas que proporcionen un abastecimiento adecuado; siendo estos tanques o cisternas con equipos hidroneumáticos.

Para el diseño del sistema de agua potable se utilizó el método Hunter de equivalencias de gastos.

Tabla XXIII. **Equivalencias de gastos de tuberías de agua, tomando como unidad la tubería de 1/2" de diámetro, para las mismas condiciones de pérdida de presión y para una presión dada**

Diámetro del tubo en pulgadas	Número de tubos de 1/2" con la misma capacidad
1/2	1
3/4	2,9
1	6,2
1 1/4	10,9
1 1/2	17,4
2	37,8
2 1/2	65,5

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*.
p. 58.

- Cálculo de subramales: dependiendo del aparato sanitario, se le asigna un diámetro en pulgadas a cada subramal, en este caso se asignaron de la siguiente manera:
 - Lavamanos 1/2"
 - Inodoro con tanque 1/2"
 - Lavadero de cocina 1/2"
 - Urinal con tanque 1/2"

- Cálculo de ramales: utilizando la tabla 21, se le asigna un número (equivalencia) a cada subramal en función de su diámetro, quedando de la siguiente manera:
 - 1/2" = 1,0
 - 3/4" = 2,9
 - 1" = 6,2

Luego, empezando desde el punto más alejado con respecto al alimentador principal, se analiza ramal por ramal, en función de los números anteriores. Se concluye que el tipo de tubería a utilizar será de cloruro de polivinilo PVC de 3/4" de diámetro para ramales principales y de 1/2" de diámetro para las conexiones a los artefactos sanitarios.

- Cálculo de la línea principal: de acuerdo con la tabla siguiente se le asigna un número de unidades de gasto o unidades Hunter (UH) a cada uno de los artefactos sanitarios en función de su tipo, quedando de la siguiente manera:

Tabla XXIV. **Unidades de gasto de segundo nivel**

	Cantidad	UH	CANTIDAD*UH
Duchas	8	2	16
Lavamanos	7	1	7
Inodoros	6	3	18
Urinal	1	3	3
TOTAL DE UNIDADES HUNTER			44

Fuente: elaboración propia.

El número de UH totales será:

$$14 \text{ UH} + 44 \text{ UH} = 58 \text{ UH} \text{ (10 UH con tanque y 20 UH con válvula)}$$

Con el número total de UH y utilizando la siguiente tabla se tiene un gasto probable de 1,67 l/s (0,34 unidades con tanque y 1,33 unidades con válvula).

Tabla XXV. **Gasto probable para la aplicación del método de Hunter (litros por segundo)**

Núm. de gasto	Tanque	Válvula	Núm. de gasto	Tanque	Válvula
3	0,12	--	40	0,91	1,74
4	0,16	--	42	0,95	1,78
5	0,23	0,91	44	1,00	1,82
6	0,25	0,94	46	1,03	1,84
7	0,28	0,97	48	1,09	1,92
8	0,29	1,00	50	1,13	1,97
9	0,32	1,03	55	1,19	2,04
10	0,34	1,06	60	1,25	2,11
12	0,38	1,12	65	1,31	2,17
14	0,42	1,17	70	1,36	2,23
16	0,46	1,22	75	1,41	2,29
18	0,50	1,27	80	1,45	2,35
20	0,54	1,33	85	1,50	2,40

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 50.

Estimando una velocidad de 1 m/s, una altura de niveles de 3.20 m y tubería de PVC, se calcula el diámetro para cada tramo mediante la ecuación siguiente:

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1\,743,811 \times l \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times Hf}}$$

El diámetro a usar para la red de distribución que alimenta los diferentes niveles será de 1”.

2.1.7.5.3. Drenajes agua pluvial y sanitaria

La función del sistema de drenaje en el edificio consistirá en eliminar con seguridad y rapidez los desechos sólidos, de acuerdo con los siguientes requisitos mínimos:

- Deberá dotarse de un sistema separativo de drenajes, que garantice la correcta evacuación y disposición de las aguas negras y pluviales.
- El objetivo del drenaje sanitario es la evacuación de las aguas residuales provenientes de sanitarios, cocinas y otros.

Las tuberías enterradas deben tener una pendiente mínima de 2 % y una máxima de 6 %.

Tabla XXVI. **Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones simples y sifones de descarga**

Tipo de mueble o aparato	Unidades de descarga			Diámetro mínimo del sifón y derivación		
	Clase			Clase		
	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra
Lavabo	1	2	2	1 1/4	1 1/4	1 1/4
Inodoro	4	5	6	3	3	3
Tina	3	4	4	1 1/4	2	2
Bidet	2	2	2	1 1/4	1 1/4	1 1/4
Cuarto de baño completo	7	--	--	3	3	3
Regadera	2	3	3	1 1/4	2	2
Urinario suspendido	2	2	2	1 1/4	1 1/4	1 1/4
Urinario vertical	--	4	4	--	2	2
Fregadero de viviendas	3	--	--	1 1/4	--	--
Fregadero de restaurante	--	8	8	--	3	3
Lavadero (ropa)	3	--	--	1 1/4	1 1/4	--
Vertedero	--	8	8	--	3	--
Bebedero	1	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/4
Lavaplatos de casa	2	--	--	1 1/2	--	--
Lavaplatos comercial	--	4	--	--	--	2

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 71.

Utilizando la tabla anterior, se le asigna un número de unidades mueble (UM) y un diámetro de tubería a cada aparato sanitario, dependiendo de la clase de instalación; en este caso es una instalación de primera clase, por tanto queda de la siguiente manera:

Tabla XXVII. **Cálculo del diámetro de las derivaciones simples para drenaje**

Tipo de mueble o aparato	Número de unidades mueble (um)	Diámetro (pulgada)
Lavamanos	10	1 1/4
Inodoro con tanque	8	3
Lavadero de cocina	1	1 1/4
Drenaje de piso	8	3

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Caudales base de los artefactos sanitarios**

Designación de los aparatos	Caudal base l/seg
Bidé, lavapies	0,50
Lavabo	0,75
Fregadero, lavadero	0,75
Ducha	0,50
Bañera	1,50
Urinario	1,00
Inodoro no sinfónico	1,50
Inodoro sinfónico	2

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 73.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se determina utilizar un diámetro de 3" para todas las derivaciones simples.

Tabla XXIX. **Dimensiones para circuitos horizontales de ventilación**

Diámetro del tubo de desagüe (plg)	Máximo núm. de unidades	Diámetro del circuito de ventilación				
		1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
		Máxima longitud horizontal en pies				
1 1/2	10	20				
2	12	15	40			
2	20	10	30			
3	10		20	40	100	
3	30			40	100	
3	60			16	80	
4	100	7		20	52	200
4	200	6		18	50	180
4	500			14	36	140

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 68.

Tabla XXX. **Diámetros y longitudes para circuitos verticales de ventilación**

Diámetro de desagüe vertical	Unidades de pesoconectadas	Diámetro de ventiladores requeridos								
		1 1/4"	1 1/2"	2"	2"	3"	4"	5"	6"	8"
		Máxima longitud del ventilados en pies								
1 1/4	2	3								
1 1/2	8	5	15							
1 1/2	10	3	10							
2	12	3	75	20						
2	20	2	50	15						
2 1/2	42		30	10	30					
3	10		30	10	20	60				
3	30			60	20	50				
3	6			50	80	40				
4	100			35	10	26	100			
4	200			30	90	25	900			
4	500			20	70	18	700			
5	200				35	80	350	100		

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 69.

De acuerdo con las tablas anteriores se tiene para la tubería vertical del segundo nivel un diámetro de 4" y el resto hacia el colector.

- Drenaje pluvial: el objetivo del drenaje pluvial es la evacuación de las aguas provenientes de la esorrentía producida por la precipitación pluvial, debiendo diseñarse el sistema de acuerdo con los requisitos siguientes:
 - Las bajadas deben ubicarse si es posible, en paredes que den al exterior de la edificación, protegidas con mortero, concreto u otro material.
 - Los diámetros requeridos para tuberías horizontales son aceptables de 3" en áreas interiores y 4" para áreas exteriores.

Se dispondrán ocho bajadas de agua pluvial para drenar el techo del edificio y el caudal de cada una de ellas se calcula de la siguiente manera:

Se determina el caudal con la ecuación siguiente:

$$Q = \frac{C.I.A.}{360}$$

Donde

Q = caudal m³/s

C = coeficiente de esorrentía del concreto (0,90)

I = intensidad de lluvia (mm/h)

$$I = \frac{1300}{(t + 4)^{0,6688}}$$

t = tiempo de concentración: se asume un tiempo de 30 segundos

Obteniendo una I = 490 mm/hora

El área a drenar por cada bajada será de 10,12 m² o 0,001012 hectáreas, calculado en planta del área total de la azotea, para la cual se encuentra el caudal:

$$Q = \frac{0,9 * 490 * 0,001012}{360} = 0,001236 \text{ m}^3 = 1,2 \text{ l/s}$$

Luego, se calcula el diámetro de la tubería, por medio de la ecuación de Manning, de la siguiente manera:

$$D = \left(\frac{691\,000 * Q * n}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Como se utilizará tubería de PVC, se estima un coeficiente de rugosidad n = 0,009, se estimará una pendiente de 0,5 %, quedando:

Diámetro de 7,24 cm = 2,85"

Se recomienda utilizar tubería PVC de 3" de diámetro.

2.1.7.5.4. Eléctricas

Con base en el manual de Normas para acometidas de servicio eléctrico de la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA), en la sección V: apartamentos, edificios, centros comerciales y construcciones similares. Normas y códigos para instalación comercial:

- Acometida: conjunto de conductores, componentes y materiales utilizados para transmitir la electricidad, desde las líneas de distribución de la empresa eléctrica. La instalación de la acometida consta de los siguientes elementos básicos:
 - Poste de distribución
 - Poste de acometida
 - Cables de acometida
 - Contador o medidor
 - Caja socket para contador
 - Medios de protección
 - Tableros de distribución

- De acuerdo con lo anterior, se colocará un contador y un tablero principal con tierra física. Para conexión de electrodos a tierra, se debe colocar una varilla de cobre de una longitud mínima de 2,5 metros y ½" de diámetro.

- Circuitos: según la norma, los circuitos de iluminación y tomacorrientes se protegerán con un flipón de 15 a 20 amperios, por cada 12 unidades como máximo, basándose principalmente en lo que determinen los cálculos.

- Conductores: el calibre de los conductores será de acuerdo estrictamente al cálculo respectivo, pero en ningún momento podrá ser menor de 12 AWG, TW. Para el cálculo del calibre de la iluminación se debe determinar la corriente de los circuitos para cada nivel:

(1 circuito) 6 lámpara tipo industrial (2x40) * 80 watts + 6 plafoneras de 80 watts
= 800 watts

$$I_{\text{iluminación}} = \frac{P}{V} = \frac{960 \text{ watt}}{120 \text{ V}} = 8 \text{ A}$$

Tomando en cuenta que la longitud promedio entre cada bombilla es de 3,00 metros, se determina que el calibre del conductor requerido para cargas nominales de 120 V con un 5 % de caída de voltaje es:

$$I_{\text{iluminación circuito1}} = 8\text{A} * 1,05 = 8,4\text{A}$$

Conductor	#12	#10	#8
Al aire	<25A	<40A	<65A
En tubería	<20A	<30A	<45A

Entonces se usará calibre 12 AWG, TW.

Para el cálculo del calibre de fuerza, se debe determinar la corriente del circuito para cada nivel, tomando en cuenta el uso simultáneo de los tomacorrientes:

(1 circuito) 8 tomacorrientes * 300 watt = 2 400 watts

$$I_{\text{fuerzacircuito1}} = \frac{P}{V} = \frac{2\,400 \text{ watt}}{120} = 20 \text{ A}$$

Entonces se usará calibre 12 AWG, TW.

- Debido a que la corriente es de 8,03A para iluminación y de 20A para fuerza, se colocará un flipón de 1X15 A por cada circuito de iluminación y 1X20 A por cada circuito de fuerza, dando como resultado el uso de 9 flipones de 15 A y 8 de 20 A. Para futura ampliación se dejará previstos 5 espacios para flipones de 15 A y 4 espacios para flipones de 20 A.

Tubería y ductos: se utilizará tubería plástica (poliducto); en caso de quedar enterrada o bajo tierra, se deberá proteger con concreto pobre, las uniones deberán ser completamente impermeables. Dependiendo del calibre y el número de conductores que pasan por el tubo, así será el diámetro requerido.

2.1.8. Planos constructivos

En el apartado anterior se ha ejemplificado el proceso de diseño para los elementos estructurales, para los que se elaboraron 17 planos (ver planos en apéndice), los cuales son:

- Planta amueblada
- Planta acotadas
- Planta de acabados
- Elevaciones y secciones
- Planta de cimentación y columnas
- Detalles estructurales
- Detalle de gradas
- Planta de losas y vigas
- Planta de instalación eléctrica iluminación
- Planta de instalación eléctrica fuerza
- Planta de drenaje sanitario

- Planta de drenaje pluvial
- Planta instalación hidráulica

2.1.9. Presupuesto del proyecto

Se presenta en el apéndice el resumen del presupuesto para el proyecto de la subestación de la policía, el cual se integraron los precios unitarios, dando como resultado el resumen de cada renglón, con su respectiva unidad de medida y el total del proyecto.

2.2. Diseño de la edificación de dos niveles para el centro de convergencia para la mujer, la niñez y la juventud, municipio de Salcajá, Quetzaltenango

El proyecto a diseñar consiste en un edificio de dos niveles, el cual tiene como objetivo proveer a la comunidad de un lugar para la convergencia de la mujer, la niñez y la juventud, que satisfaga las necesidades sociales y culturales, y a su vez fortalezca las actividades económicas a través de su uso continuo.

2.2.1. Descripción del proyecto

La distribución de los ambientes en el edificio es de la siguiente manera; primer nivel: secretaria/administración, sala de espera, salón general, taller de costura, taller de cocina, dos bodegas, baños para mujeres y baños para hombres. En el segundo nivel: un salón tipo guardería, dos salones de usos múltiples, baños para hombres y baños para mujeres. Además contará con un módulo de gradas, por medio de marcos rígidos resistentes a momentos.

2.2.2. Descripción del área disponible

Antes de iniciar con el diseño del edificio se constató que se tuvieron las escrituras del terreno, y así evitar problemas legales posteriormente.

2.2.2.1. Localización y ubicación del terreno

El terreno donde se construirá el edificio, se localiza en la 9ª. avenida y 5ª calle en la zona 2, en el sureste del municipio de Salcajá, Quetzaltenango.

2.2.2.2. Topografía del terreno

La forma del terreno, vista en planta, tiene forma rectangular; presenta una mínima depresión la cual se observa en el lado largo del mismo, por lo que se puede considerar como un terreno plano.

2.2.3. Estudios preliminares

Para poder iniciar el proyecto se han realizado estudios preliminares tales como medición del área del terreno y estudio de suelos.

2.2.3.1. Medición de área del terreno

El terreno cuenta con un área total disponible de 365 m², de los cuales se utilizará para la construcción del edificio un total de 336 m².

2.2.3.2. Estudio de suelos

Es necesario conocer las características del suelo, para establecer las dimensiones de los cimientos en función del valor soporte, y asegurar que el diseño de la estructura estará bien sustentado sobre sus cimientos.

Para este proyecto se realizó un estudio del suelo que permitiera determinar el valor soporte con la prueba de perforación dinámica o SPT, por sus silabas en inglés (Standar Penetration Test).

Constituye un método sencillo e intuitivo de apreciar la consistencia de un terreno: forzar la penetración de un elemento, relacionando dicha consistencia con la aparición de la resistencia que opone el terrenúm. Igualmente, puede deducirse de esta forma la cota de aparición de estrato duro (por ejemplo, el sustrato rocoso) por la imposibilidad de penetrar más allá de dicha profundidad.

Con los datos de resistencia a la penetración que se obtienen en un ensayo de estas características, es posible, gracias a la experiencia geotécnica, establecer una serie de correlaciones para distintos tipos de suelo, con el fin de conseguir caracterizarlo geotécnicamente.

El ensayo de penetración dinámica continuo, es una metodología sencilla que consiste en contabilizar el número de golpes N, necesarios para hincar dinámicamente tramos de varillaje de 10 o 20 cm (N10, N20, respectivamente).

La realización del ensayo se suspende cuando se supera el número de golpes máximo, fijado por normativa, para el tramo de lectura (rechazo). Los resultados se presentan en forma de gráficas en los que se traza el golpeo N vs. profundidad, indicando en cada caso el tipo de penetrómetro utilizado.

Esta prueba la realizó el laboratorio Provida, Geotechnical Engineering laboratorios control de calidad de suelos, concreto, asfaltos y materiales, el cual se adjunta en anexos.

En el informe entregado a la Dirección Municipal de Planificación, Salcajá Quetzaltenango, se recomienda lo siguiente:

- Valor soporte de 15 kg/m²
- Separación de columnas mayores a 2 metros; si es menor se recomienda usar zapatas combinadas o losa de cimentación.
- Compactación controlada encima de la zapata con material granular (base de regularización) como mínimo con un espesor de 0,60 metros y utilizar un desplante de 1,20 m.
- Utilizar equipo de compactación como apisonadores o comúnmente conocidas como bailarinas debido a la fuerza que estas generan.

2.2.4. Diseño arquitectónico

Se debe tomar en cuenta el número aproximado de personas que utilizarán la edificación, dimensiones del terreno y financiamiento para la construcción.

2.2.4.1. Ubicación del edificio en el terreno

El edificio del centro de convergencia para la mujer, la niñez y la adolescencia fue ubicado en un terreno municipal, topográficamente rectangular, ubicando los talleres y salones de usos múltiples en el perímetro, dejando en el centro un espacio libre para ser utilizado como patio.

2.2.4.2. Distribución de ambientes

En el primer nivel se propone un módulo de baños para hombres y mujeres, una secretaría/administración, un área para un taller de costura, taller de cocina y un salón de usos múltiples. En el segundo nivel se tomó un área específica para guardería, cafetería, y dos salones de usos múltiples.

2.2.4.3. Alturas del edificio

El edificio se diseñó con el sistema de marcos dúctiles con nudos rígidos conformado por dos niveles; el primer nivel tendrá 2,80 m de piso a cielo, y el segundo nivel tendrá 2,80 m; la altura total será de 5,60 m.

2.2.5. Análisis estructural

Consiste en determinar los efectos máximos producidos por las cargas aplicadas sobre los elementos estructurales, con el fin de determinar los refuerzos de acero, simultáneamente establecer si los elementos propuestos resisten los esfuerzos producidos por las cargas aplicadas con las secciones estimadas.

2.2.5.1. Selección del sistema estructural a utilizar

El sistema estructural seleccionado es a base de marcos dúctiles con nudos rígidos, con losas planas de concreto reforzado, y muros tabiques para la división de ambientes.

2.2.5.2. Predimensionamiento de elementos estructurales

Predimensionamiento de viga

Longitud de la viga = 3,60 m

$h_{viga} = 8 \% (\text{longitud de la viga})$

$h_{viga} = 0,08 * 6,35 \text{ m} = 0,51 \text{ m}$

También se utilizó el criterio de la tabla 9,5 (a) del ACI 318-99:

$h_{viga} = 6,35 \text{ m} / 21 = 0,31$

Sacando un promedio de estos dos predimensionamientos se obtiene:

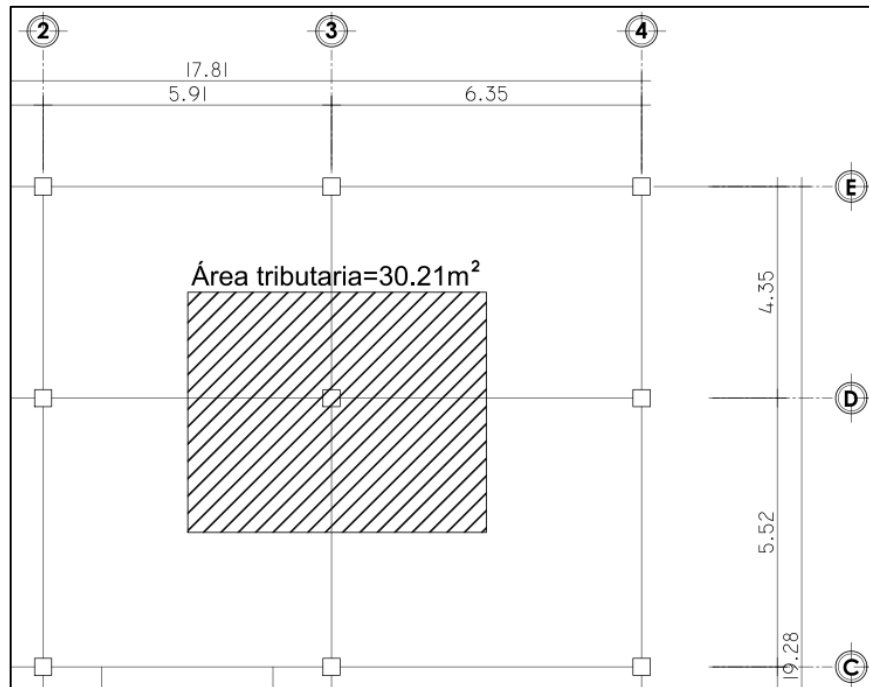
$h_{vigaprom} = (0,51 + 0,31) / 2$

$h_{vigaprom} = 0,41 = 0,45 \text{ m}$

Base viga = 0,30 m

- Predimensionamiento de columnas

Figura 54. Área tributaria de columna crítica



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

El área tributaria calculada es de 30,21 m², se ha de considerar el peso específico del concreto de 2,400 kg/m³, además una carga viva de 500 kg/m², para efectos de predimensionamiento, por lo tanto:

$$\begin{aligned}
 P_u &= 1,4 \left(2,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,13 \text{ m} * 30,21 \text{ m}^2 \right) + 1,7 \left(500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 30,21 \text{ m}^2 \right) \\
 &= 38\,874,23 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Ya que son dos niveles se multiplica por dos

$$P_u = 38\,874,32 \text{ kg} * 2 = 77\,748,46 \text{ kg}$$

Sustituyendo valores en la ecuación de la carga puntual, se obtiene el área gruesa de la columna.

$$P_u = 0,8 (0,85 f'_c * (A_g - A_s) + f_y * A_s);$$

Donde A_s es de 1 % a 8 % de A_g

Considerando A_s como 1 % de A_g , f'_c de 281 kg/cm^2 y $f_y = 2 810 \text{ kg/cm}^2$ se obtiene:

$$77 748,46 \text{ kg} = 0,8 (0,85 * 281 \text{ kg/cm}^2 * (A_g - 0,01A_g) + 2 810 \text{ kg/cm}^2 * 0,01 * A_g)$$
$$77 748,46(\text{kg}) = 211,65(\text{kg/cm}^2 A_g)$$

Despejando A_g se obtiene:

$A_g = 367,44 \text{ cm}^2$, para una sección cuadrada de $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} = 400 \text{ cm}^2$, debido a que la ecuación de la carga axial no considera los efectos de esbeltez y según inciso 21.4.1.1, para elementos sometidos a flexión y carga axial pertenecientes a marcos especiales resistentes a momento del ACI318-99, la dimensión menor de la sección transversal medida sobre una línea recta que pasa a través del centroide geométrico no debe ser menor que 300 mm, por lo que se propone una sección de $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ equivalente a un área de 900 cm^2 .

Predimensionamiento de losa: se utilizó el criterio del perímetro de losa dividido 180, para losas en dos sentidos. Se utiliza la losa de mayor dimensión.

Relación

$m = a / b < 0,5$ losa trabaja en un sentido

$m = a / b > 0,5$ losa trabaja en dos sentidos

Donde a = sentido corto de losa y b = sentido largo de losa

Calculando m para losa de mayor dimensión, con a = 5,52 m y b = 6,35 m

$m = 5,52 \text{ m} / 6,35 \text{ m} = 0,87 > 0,5$; losa trabaja en dos sentidos.

Espesor de losa

t = perímetro / 180 Donde t = espesor de losa.

$$t = \frac{(2*(5,52-0,30))+(2*(6,35-0,30))}{180} = 0,12$$

Se propone una losa de 12 cm.

2.2.5.3. Cargas aplicadas a marcos dúctiles con nudos rígidos

Cargas verticales

Las cargas vivas utilizadas para el diseño del edificio son:

Vestíbulos públicos= 500 kg/m²

Servicios y áreas públicas =500 kg/m²

Escaleras privadas =300 kg/m²

Cargas por nivel

Segundo nivel

Carga muerta

$$CM = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W \frac{\text{Sobrecarga}}{\text{Acabados}} + W_{\text{columnas}} + W_{\text{muro}}$$

$$W_{\text{losa}} = A_{\text{total}} * t_{\text{losa}} * PU_{\text{concreto}}$$

$$W_{\text{losa}} = 308,87 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 88954,56 \text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = b_{\text{seccion}} * (h_{\text{seccion}} - t_{\text{losa}}) * L_{\text{viga en nivel}} * PU_{\text{concreto}}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{viga}} &= 0,30 \text{ m} * (0,45 \text{ m} - 0,10 \text{ m}) * 172,33 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 \\ &= 43,427,16 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$W_{\text{sobrecarga/acabados}} = A_{\text{total}} * P_{\text{sobrecarga/acabados}}$$

$$W_{\text{sobrecarga/acabados}} = 308,87 \text{ m}^2 * 50 \text{ kg/m}^2 = 15443,50 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columna}} = A_{\text{sección}} * (L_{\text{columna}}) * N_{\text{columnas}} * PU_{\text{concreto}}$$

$$W_{\text{columna}} = 0,09 \text{ m}^2 * 1,40 \text{ m} * 23 * 2400 \text{ kg/m}^3 = 5443,2 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muro}} = (H_{\text{muro}}) * (L_{\text{muro en nivel}}) * P_{\text{muro}}$$

$$W_{\text{muro}} = 1,40 \text{ m} * 130,55 \text{ m} * 140 \text{ kg/m}^2 = 25587,80 \text{ kg}$$

$$CM \text{ 2do Nivel} = 178856,22 \text{ kg}$$

Carga viva

$$CV = A_{\text{total}} * \text{carga viva de techo}$$

$$CV \text{ 2do nivel} = 308,87 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2 = 61\,774,00 \text{ kg}$$

Primer nivel

Carga muerta

$$CM = W_{\text{losa}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{muro}} + W_{\text{acabados}} + W_{\text{columnas}} + W_{\text{instalaciones}}.$$

$$W_{\text{losa}} = A_{\text{total}} * t_{\text{losa}} * P_{\text{concreto}}$$

$$W_{\text{losa}} = 380,87 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 88\,954,56 \text{ kg}$$

$$W_{\text{vigas}} = 0,30 \text{ m} * (0,45 \text{ m} - 0,10 \text{ m}) * 172,33 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3 = 43\,427,16 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columna}} = A_{\text{sección}} * (L_{\text{columna}}) * N_{\text{columnas}} * P_{\text{concreto}}$$

$$W_{\text{columna}} = 0,09 \text{ m}^2 * 4,20 \text{ m} * 23 * 2,400 \text{ kg/m}^3 = 20\,865,60 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muro}} = (H_{\text{muro}}) * (L_{\text{muro en nivel}}) * P_{\text{muro}}$$

$$W_{\text{muro}} = 4,20 \text{ m} * 130,55 \text{ m} * 140 \text{ kg/m}^2 = 76\,763,40 \text{ kg}$$

$$W_{\text{sobrecarga/acabados}} = A_{\text{total}} * P_{\text{sobrecarga/acabados}}$$

$$W_{\text{sobrecarga/acabados}} = 308,87 \text{ m}^2 * 50 \text{ kg/m}^2 = 15\,443,50 \text{ kg}$$

$$W_{\text{instalaciones}} = A_{\text{total}} * P_{\text{instalaciones}}$$

$$W_{\text{instalaciones}} = 308,87 \text{ m}^2 * 50 \text{ kg/m}^2 = 15\,443,50 \text{ kg}$$

$$CM \text{ 1er nivel} = 260\,918,96 \text{ kg}$$

Carga viva

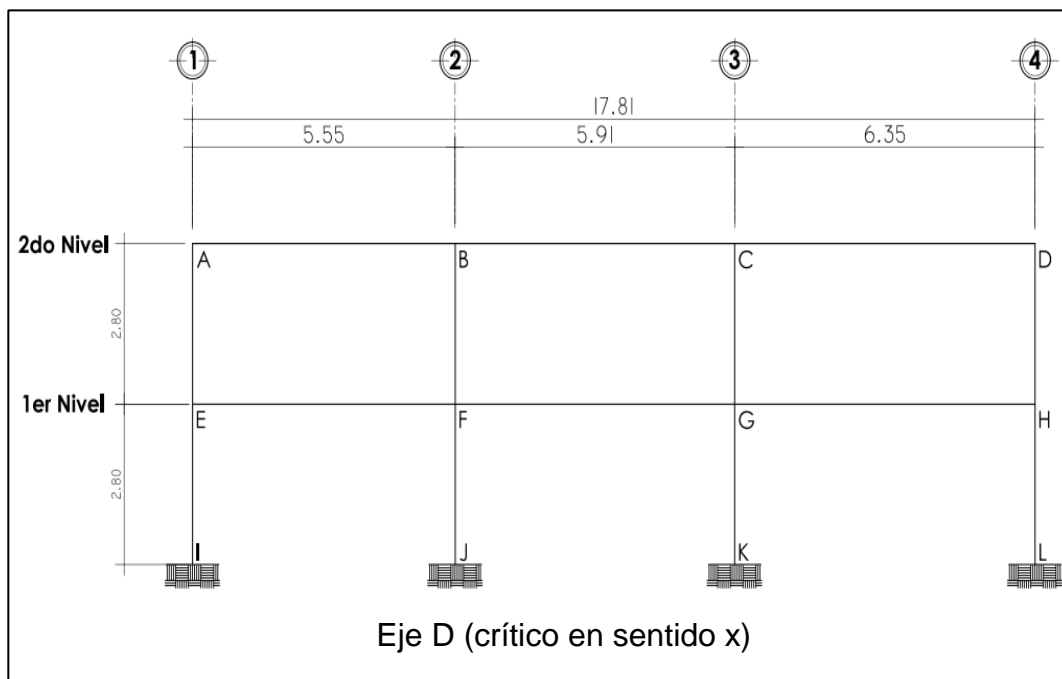
$CV = A_{\text{total}} * \text{carga viva de vestibulos}$

$$Cv_{\text{1er nivel}} = 308,87\text{m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2 = 154\,435,00 \text{ kg}$$

Integración de cargas

A continuación se determinan las cargas verticales en marcos críticos, por medio de las áreas tributarias que afectan cada viga.

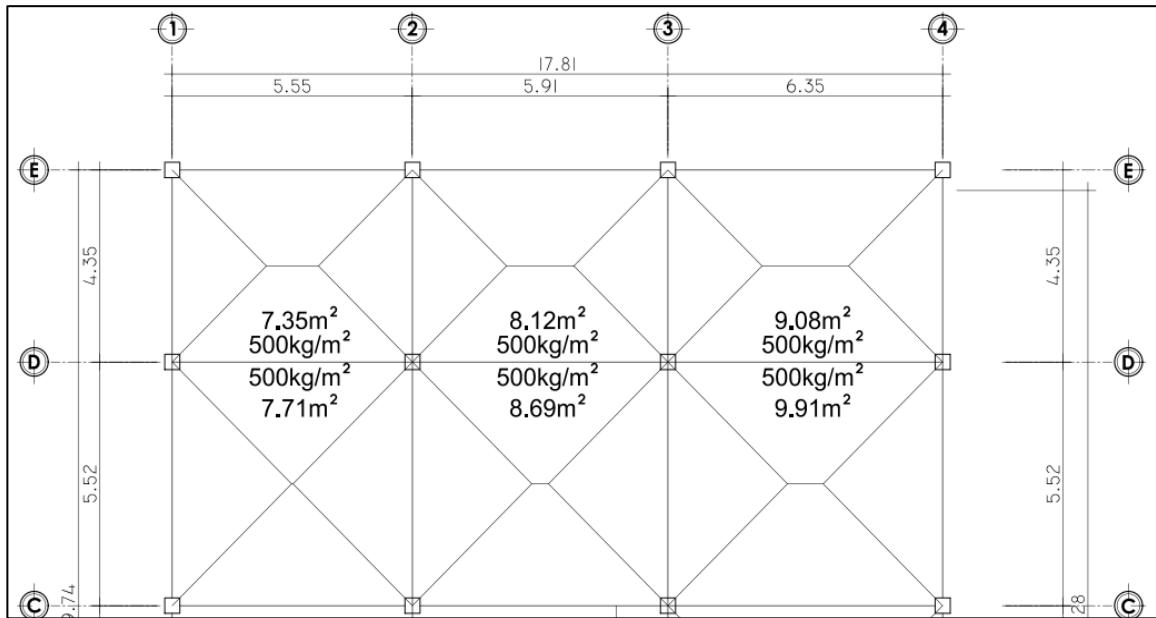
Figura 55. **Modelo matemático marco D (sentido X)**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Carga muerta

Figura 56. Área tributaria de eje F



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Segundo nivel eje F

Carga muerta

$$CM = (W_{losa} + W_{viga} + W_{acabados} + W_{muro}) / L \text{ eje total}$$

$$W_{losa} = A \text{ tributaria} * t \text{ losa} * PU_{concreto}$$

$$W_{losa} = 50,86 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 14647,68 \text{ kg}$$

$$W_{viga} = b \text{ seccion} * (h \text{ seccion} - t \text{ losa}) * L \text{ viga en nivel} * PU_{concreto}$$

$$W_{viga} = 0,30 \text{ m} * (0,45 \text{ m} - 0,10 \text{ m}) * 17,81 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 4488,12 \text{ kg}$$

$$W \text{ sobrecarga/acabados} = A \text{ tributaria} * P \text{ sobrecarga/acabados}$$

$$W \text{ sobrecarga/acabados} = 50,86 \text{ m}^2 * 50 \text{ kg/m}^2 = 2,543 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muro}} = (H \text{ muro}) * (L \text{ muro en nivel}) * P_{\text{muro}}$$

$$W_{\text{muro}} = 1,40 \text{ m} * 37,55 \text{ m} * 140 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 7\,359,80 \text{ kg}$$

$$C_m = (14\,467,68 \text{ kg} + 4\,488,12 \text{ kg} + 7\,359,80 \text{ kg} + 2\,543 \text{ kg}) / 17,81 \text{ m}$$

$$C_m = 1\,620,36 \text{ kg/m}$$

Carga viva

$$CV = (A \text{ tributaria} * W_v \text{ azoteas con acceso}) / L \text{ eje total}$$

$$CV = 50,86 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2 / 17,81 \text{ m} = 571,14 \text{ kg/m}$$

$$CV = 571,14 \text{ kg/m}$$

Primer nivel eje F

Carga muerta

$$CM = (W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{acabados}} + W_{\text{instalaciones}} + W_{\text{muro}}) / L \text{ eje total}$$

$$W_{\text{losa}} = A \text{ tributaria} * t_{\text{losa}} * P_{U\text{concreto}}$$

$$W_{\text{losa}} = 50,86 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 14\,647,68 \text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = b \text{ seccion} * (h \text{ seccion} - t_{\text{losa}}) * L \text{ viga en nivel} * P_{U\text{concreto}}$$

$$W_{\text{viga}} = 0,30 \text{ m} * (0,45 \text{ m} - 0,10 \text{ m}) * 17,81 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3 = 4\,488,12 \text{ kg}$$

$$W \text{ sobrecarga/acabados} = A \text{ tributaria} * P \text{ sobrecarga/acabados}$$

$$W \text{ sobrecarga/acabados} = 50,86 \text{ m}^2 * 50 \text{ kg/m}^2 = 2\,543 \text{ kg}$$

W instalaciones = A tributaria * P sobrecarga/acabados

$$W \text{ instalaciones} = 50,86 \text{ m}^2 * 50 \text{ kg/m}^2 = 2\,543 \text{ kg}$$

Wmuro = (H muro) * (L muro en nivel) * Pmuro

$$W \text{ muro} = 1,40 \text{ m} * 37,55 \text{ m} * 140 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 7,359,80 \text{ kg}$$

$$C_m = \frac{14\,647,68 \text{ kg} + 4\,488,12 \text{ kg} + 7\,359,80 \text{ kg} + 2\,543 \text{ kg} + 2\,543 \text{ kg}}{17,81 \text{ m}}$$

$$C_m = 1\,773,25 \text{ kg/m}$$

Carga viva

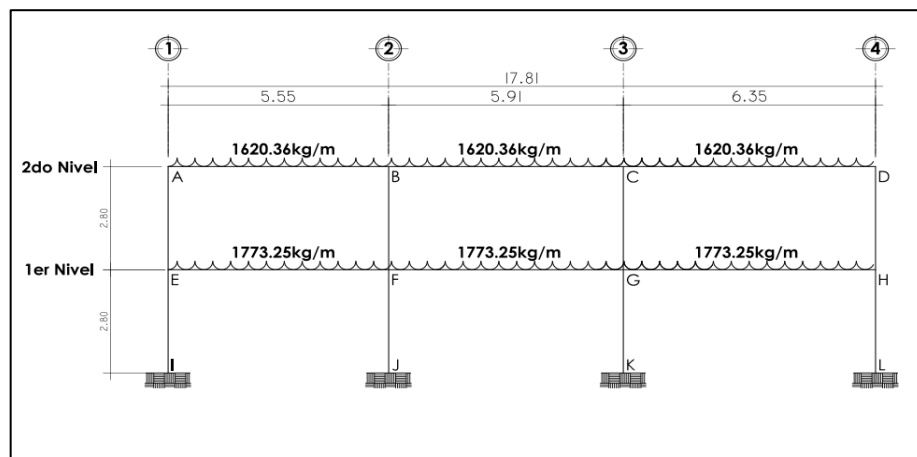
CV = (A tributaria * Wv vestibulos) / L eje total

$$CV = 50,86 \text{ m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2 / 17,81 \text{ m} = \text{kg/m}$$

$$CV = 1\,427,85 \text{ kg/m}$$

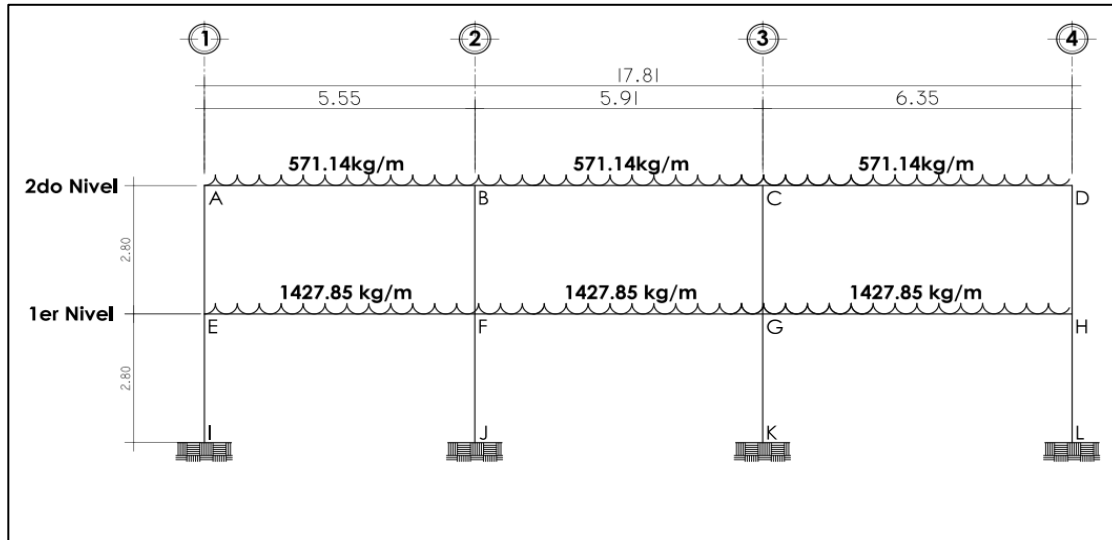
Resumen

Figura 57. Integración de carga muerta de eje D



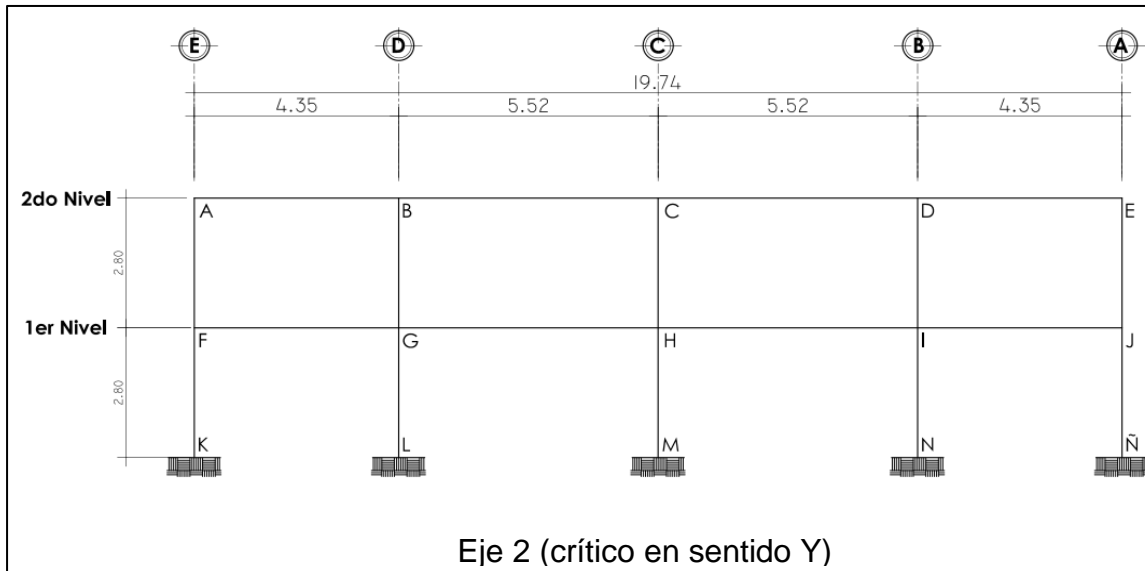
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 58. Integración de carga viva de eje D



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

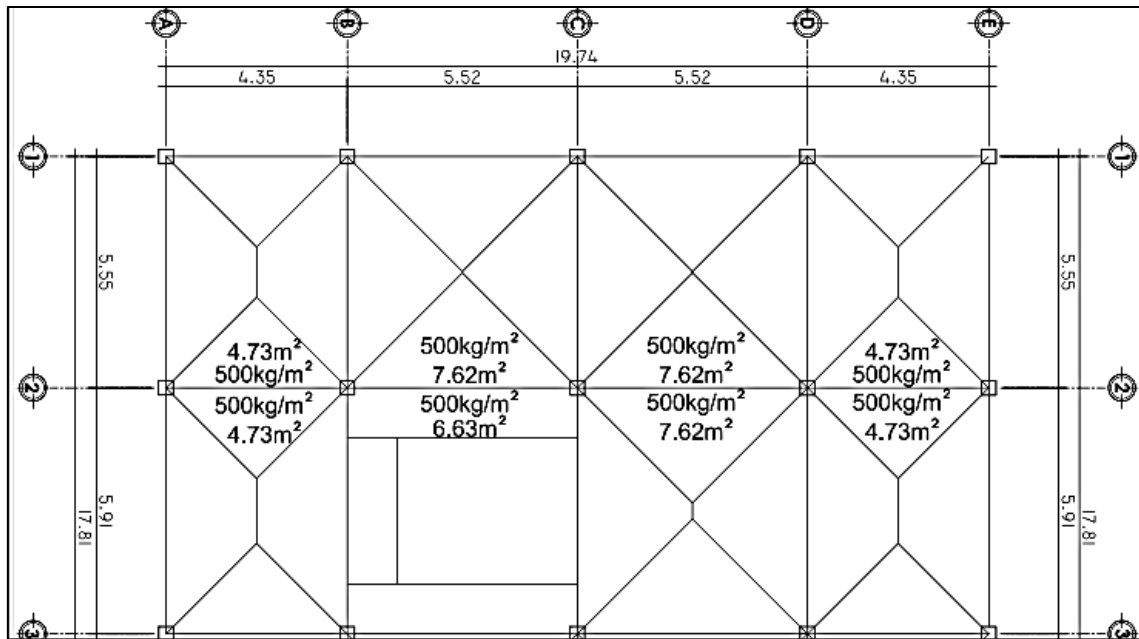
Figura 59. Modelo matemático de marco 2 (sentido Y)



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Carga muerta:

Figura 60. Área tributaria de eje 2



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Segundo nivel eje F

Carga muerta

$$CM = (W_{losa} + W_{viga} + W_{acabados}) / L \text{ eje total}$$

$$W_{losa} = A \text{ tributaria} * t \text{ losa} * PU_{concreto}$$

$$W_{losa} = 48,41 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 13\,942,08 \text{ kg}$$

$$W_{viga} = b \text{ seccion} * (h \text{ seccion} - t \text{ losa}) * L \text{ viga en nivel} * PU_{concreto}$$

$$W_{\text{viga}} = 0,30 \text{ m} * (0,45 \text{ m} - 0,10 \text{ m}) * 19,74 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3 = 4\,974,48 \text{ kg}$$

$$W_{\text{sobrecarga/acabados}} = A_{\text{tributaria}} * P_{\text{sobrecarga/acabados}}$$

$$W_{\text{sobrecarga/acabados}} = 48,41 \text{ m}^2 * 50 \text{ kg/m}^2 = 2\,420,50 \text{ kg}$$

$$C_m = (13\,942,08 \text{ kg} + 4\,974,48 \text{ kg} + 2\,420,50 \text{ kg}) / 19,74 \text{ m}$$

$$C_m = 1\,080,90 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Carga viva

$$CV = (A_{\text{tributaria}} * W_v \text{ azoteas con acceso}) / L_{\text{eje total}}$$

$$CV = 48,41 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2 / 19,74 \text{ m} = 490,48 \text{ kg/m}$$

$$CV = 490,48 \text{ kg/m}$$

Primer nivel eje F

Carga muerta

$$CM = (W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{acabados}} + W_{\text{instalaciones}} + W_{\text{muro}}) / L_{\text{eje total}}$$

$$W_{\text{losa}} = A_{\text{tributaria}} * t_{\text{losa}} * \rho_{\text{concreto}}$$

$$W_{\text{losa}} = 48,41 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 13\,942,08 \text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = b_{\text{seccion}} * (h_{\text{seccion}} - t_{\text{losa}}) * L_{\text{viga en nivel}} * \rho_{\text{concreto}}$$

$$W_{\text{viga}} = 0,30 \text{ m} * (0,45 \text{ m} - 0,10 \text{ m}) * 19,74 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 4\,974,48 \text{ kg}$$

$$W_{\text{sobrecarga/acabados}} = A_{\text{tributaria}} * P_{\text{sobrecarga/acabados}}$$

$$W_{\text{sobrecarga/acabados}} = 48,41 \text{ m}^2 * 50 \text{ kg/m}^2 = 2\,420,50 \text{ kg}$$

W instalaciones = A tributaria * P sobrecarga/acabados

$$W \text{ instalaciones} = 48,41 \text{ m}^2 * 50 \text{ kg/m}^2 = 2 420,50 \text{ kg}$$

Wmuro = (H muro) * (L muro en nivel) * Pmuro

$$W \text{ muro} = 2,40 \text{ m} * 33,98 \text{ m} * 140 \text{ kg/m}^2 = 11 417,28 \text{ kg}$$

$$C_m = \frac{13 942,08 \text{ kg} + 4 974,48 \text{ kg} + 2 420,50 \text{ kg} + 2 420,50 \text{ kg} + 11 417,28 \text{ kg}}{19,74 \text{ m}}$$

$$C_m = 1 718,91 \text{ kg/m}$$

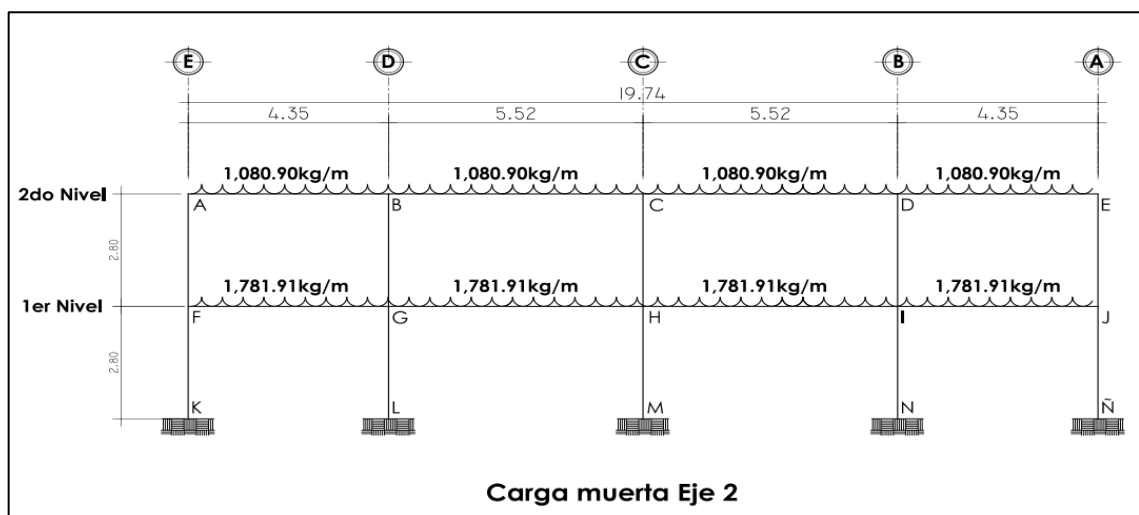
Carga viva

$$C_V = 48,41 \text{ m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2 / 19,74 \text{ m} = 1 226,19 \text{ kg/m}$$

$$C_V = 1 226,19 \text{ kg/m}$$

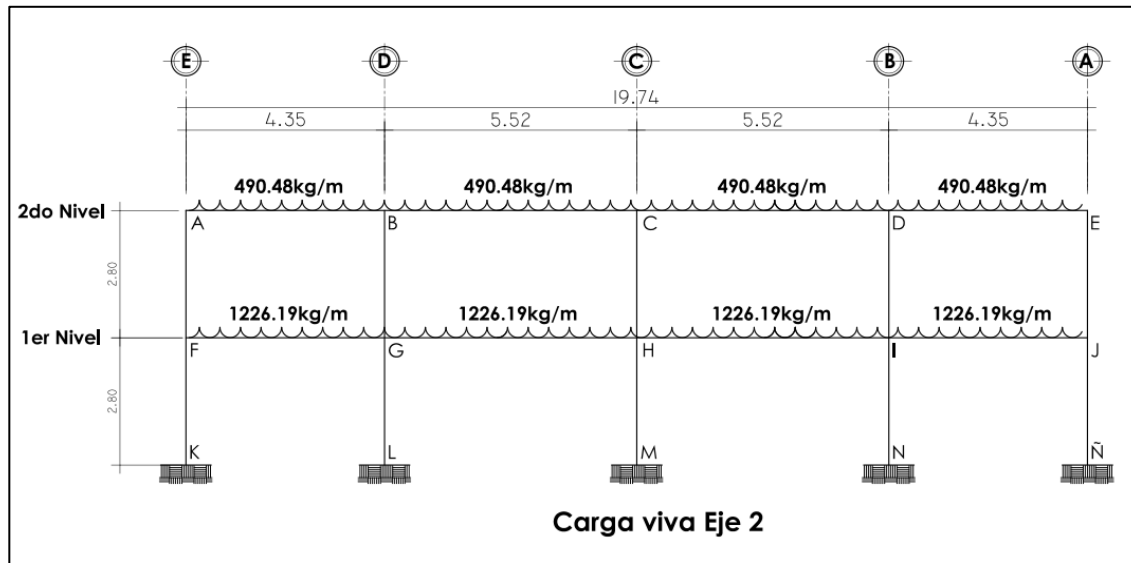
Resumen

Figura 61. Integración de carga muerta, de eje 2



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 62. Integración de carga viva, de eje 2



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Cargas horizontales

Cargas sísmicas

Integración de carga horizontal o corte basal por método Agies

Periodo de vibración empírico [Ta] página 25 NSE 3-10 Agies

$$T_a = K_T (h_n)^x$$

$K_T = 0,049$, $x = 0,75$. Para sistemas estructurales E1, E3, E4 y E5

$h_n = 6,05$ m. Altura total del edificio [m] desde la base definida.

$$T_a = 0,049 * (6,05)^{0,75}$$

$$T_a = 0,1890$$

Ajuste por intensidades sísmicas especiales página 13 NSE 3-10 Agies

$$S_{cs} = S_{cr} * F_a * N_a$$

$$S_{1s} = S_{1r} * F_v * N_v$$

Tabla XXXI. **Factores de ajuste por intensidades sísmicas especiales**

Salcajá	
Scr	1,50g
S1r	0,55g
Io	4

Fuente: elaboración propia.

Fa y Fv son coeficientes de sitio

Na factores para periodos cortos de vibración

Nv factores para periodos largos de vibración

$$Fa = 1$$

Clase de sitio D, Tabla 4-2 NSE 3-10 Agies

$$Fv = 1,5$$

Clase de sitio D, Tabla 4-3 NSE 3-10 Agies

$$Na = 1$$

Tipo de fuente B, >10 km, Tabla 4-6 NSE 3-10 Agies

$$Nv = 1$$

Tipo de fuente B, >10 km, Tabla 4-7 NSE 3-10 Agies

$$Scs = Scr * Fa * Na$$

$$Scs = 1,50g * 1,0 * 1,0$$

$$Scs = 1,50$$

$$S1s = S1r * Fv * Nv$$

$$S1s = 0,55g * 1,55 * 1$$

$$S1s = 0,825$$

Factores de escala 4.3.4.1 NSE 3-10 Agies

$k_d = 0,66$ sismo ordinario, 10 % probabilidad de ser excedido en 50 años

Espectro calibrado al nivel de diseño requerido 4.3.4.2 NSE 3-10 Agies

$$S_{cd} = k_d * S_{cs}$$

$$S_{cd} = 0,66 * 1,50$$

$$S_{cd} = 0,99$$

$$S_{1d} = k_d * S_{1s}$$

$$S_1 = 0,66 * 0,825$$

$$S_{1d} = 0,5445$$

$$T_s = S_{cs} / S_{1s}$$

$$T_s = 1,50 / 0,825$$

$$T_s = 1,818$$

$$S_a(T) = S_{cd} = 0,99$$

$$S_a(T) = S_{1d} / T_a$$

$$S_a(T) = 0,5445 / 0,1890$$

$$S_a(T) = S_a(T) = 2,88$$

$$T_a = 0,1890$$

$$T_s = S_{cs} / S_{1s}$$

$$T_s = 1,50 / 0,825$$

$$T_s = 1,50 / 0,825$$

$$\text{Si } T_a \leq T_s \quad S_a(t) = S_{cd}$$

$$\text{Si } T_a > T_s \quad S_a(t) = S_{1d} / T_a$$

Como $T_a \leq T_s$ entonces:

$$S_a(T) = S_{cd} = 0,99$$

Coficiente sísmico al límite de cedencia C_s 2.1.2 NSE 3-10 Agies:

$$C_s = S_a(T)/R$$

R = es el factor de reducción que se obtiene en la sección 1.6.1 NSE-310 AGIES

$$R = 8$$

$S_a(T)$ = es la demanda sísmica de diseño para una estructura con periodo T obtenida del espectro de diseño sísmico establecido para el sitio en la sección 4.3.4 de la norma NSE 2; y calibrado según la probabilidad de ocurrencia requerida:

$$C_s = 0,99/8$$

$$C_s = 0,1237$$

Verificando que:

$$C_s \geq 0,044 * S_{cd}$$

$$C_s \geq 0,044 * 0,99$$

$$0,1237 \geq 0,043; \text{ Cumple}$$

$$C_s \geq (0,5 * S_{1r})/R$$

$$C_s \geq (0,5 * 0,55)/8$$

$$0,1237 \geq 0,034; \text{ Cumple}$$

Cortante basal al límite de cedencia $[V_B]$

$$V_B = C_s * W_s$$

W_s = Cargas muertas total + 25 % carga viva

Carga muerta total $[C_{Mt}]$ = carga muerta primer nivel + carga muerta segundo nivel

Carga muerta total [CMt] = 178 856 kg + 260 918,96

Carga muerta total [CMt] = 439 775,18 kg

Carga viva muerta total [CVt] = carga viva primer nivel + carga viva segundo nivel

Carga viva muerta total [CVt] = 61 774,00 kg + 154 435,00 kg

Carga viva muerta total [CVt] = 216 209,00 kg

$W_s = 439 775,18 \text{ kg} + 25 \% (216 209,00 \text{ kg})$

$W_s = 493 827,43 \text{ kg}$

$V_B = 0,1237 * 493 827,43 \text{ kg}$

$V_B = 61 086,45 \text{ kg}$

$F = C_v * V_B =$ en sentido X y Y,

$$C_{v_{x,y}} = \frac{w_{x,y} * h_{x,y}^k}{\sum_{i=1}^n (w_i * h_i)}$$

$F =$ es el cortante de cedencia en el nivel de la edificación

$h_{x,y} =$ es la altura del nivel sobre la base

$K=1,$ para $T_a \leq 0,5 \text{ s}$

$K=0,75 + 0,5T \text{ s},$ para $0,5 < T \leq 2,5 \text{ s}$

$K= 2,$ para $T_a > 2,5 \text{ s}$

En el sentido X y Y

Primer nivel

$$C_{v_{x,y}} = \frac{718 866,50 \text{ kg} - \text{m}}{1 651 505,16 \text{ kg} - \text{m}} = 0,44$$

Segundo nivel:

$$C_{v_{x,y}} = \frac{932\,638,66 \text{ kg} - \text{m}}{1\,651\,505,16 \text{ kg} - \text{m}} = 0,56$$

$$F = C_v * V_B$$

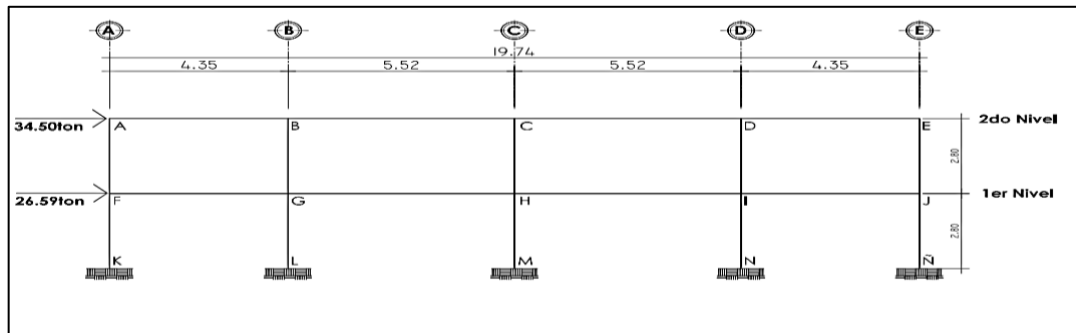
Primer nivel:

$$F = 0,44 * 61\,086,45 \text{ kg} = 26\,589,69 \text{ kg} = 26,59 \text{ Ton}$$

Segundo nivel

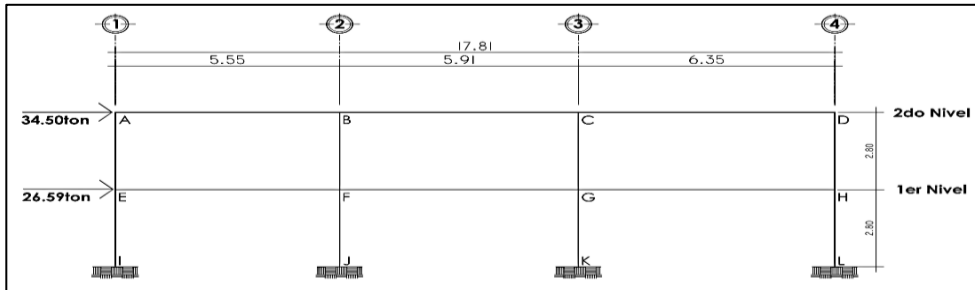
$$F = 0,54 * 61\,086,45 \text{ kg} = 34\,495,77 \text{ kg} = 34,49$$

Figura 63. Integración de cargas verticales, de eje 2



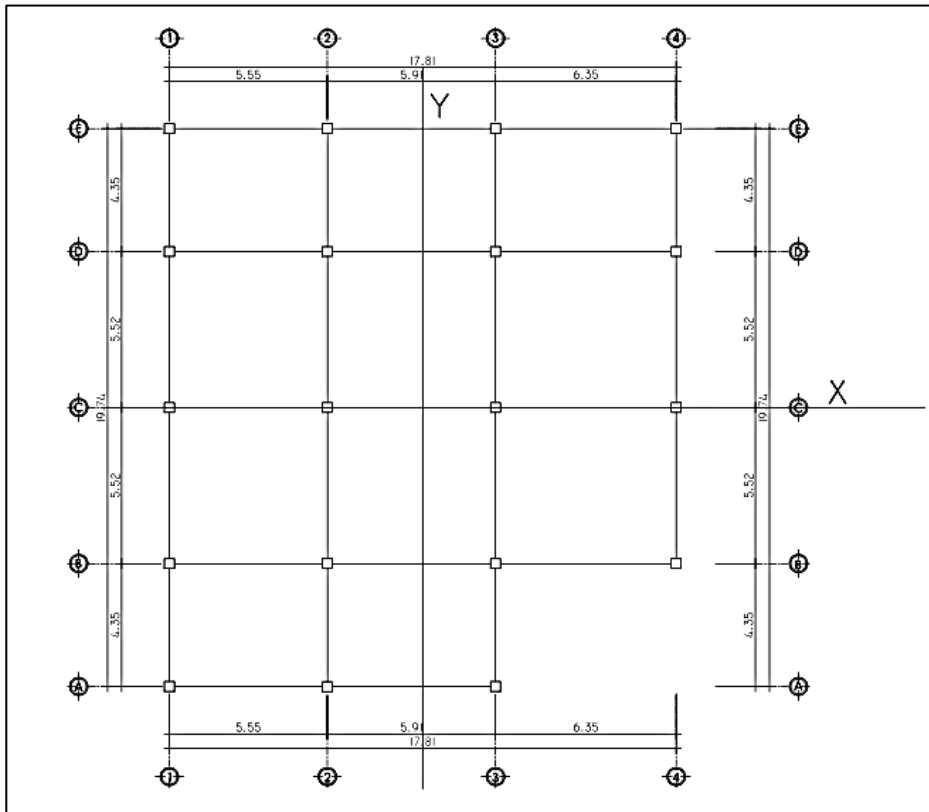
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 64. Integración de cargas verticales, de eje D



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 65. Simetría de marcos en el edificio



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Fuerza por marcos
 - Rigidez
 - Voladizo

$$K = \frac{1}{\frac{P * h^3}{3 * E * I} + \frac{1,2 * P * h}{A * G}}$$

- Doblemente empotrado

$$K = \frac{1}{\frac{P * h^3}{12 * E * I} + \frac{1,2 * P * h}{A * G}}$$

Donde

P = carga en kg del nivel

h = altura de columna analizada

E = módulo de elasticidad del concreto (15 100 * $\sqrt{f'c}$)

I = inercia del elemento

A = área de la sección transversal de columna analizada

G = módulo de rigidez (0,40*E)

Rigidez para el segundo nivel

Rigidez de columna

$$K = \frac{1}{\frac{(26\ 589,69) * (280)^3}{3 * (15\ 100 * \sqrt{281}) * (1/12 * (30)^4)} + \frac{1,2 * (26\ 589,60) * (280)}{(30)^2 * 0,40(15\ 100 * \sqrt{281})}}$$

$$K = 0,2935$$

Rigidez del marco

$$K_m = K * \text{núm. columnas del marco}$$

$$K_m = 0,2935 * 5$$

$$K_m = 1,47$$

Rigidez para el primer nivel

$$K = \frac{1}{\frac{(34\,496,77) * (280)^3}{12 * (15\,100 * \sqrt{281}) * (1/12 * (30)^4)} + \frac{1,2 * (34\,496,77) * (280)}{(30)^2 * 0,40(15\,100 * \sqrt{281})}}$$

$$K = 0,0580$$

Rigidez del marco

$$K_m = K * \text{núm. columnas del marco}$$

$$K_m = 0,0580 * 4$$

$$K_m = 0,23$$

- Excentricidad
 - Excentricidad para el segundo nivel
 - Centro de rigidez

Tabla XXXII. **Cálculo del centro de rigidez del segundo nivel**

MARCO	# DE COL.	Kg (cm-1)	Km = Kg* # col	L(m)	Km * L
1	5	0,05801443	0,29007213	0	0
2	5	0,05801443	0,29007213	5,51	1,59829745
3	5	0,05801443	0,29007213	11,46	3,32422664
4	4	0,05801443	0,23205771	17,81	4,13294775
		Σ	1,10227411	Σ	9,05547185
A	3	0,05801443	0,17404328	0	0
B	4	0,05801443	0,23205771	4,35	1,00945102
C	4	0,05801443	0,23205771	9,87	2,29040956
D	4	0,05801443	0,23205771	15,39	3,5713681
E	4	0,05801443	0,23205771	19,74	4,58081912
		Σ	1,10227411	Σ	11,4520478

Fuente: elaboración propia.

$$CR_{x,y} = \frac{\sum(Km * L)}{\sum Km}$$

$$CR_y = \frac{11,45}{1,10} = 10,38 \text{ m}$$

$$CR_x = \frac{9,05}{1,10} = 8,21 \text{ m}$$

Tabla XXXIII. Centro de masa

LOSA	ÁREA	WTOTAL	LONG AL CENTRO DE CADA LOSA	WI*L
1	24,16	14 206,08	2,78	39 492,90
2	25,69	15 105,72	8,51	128 549,68
3	27,62	16 240,56	14,64	237 761,80
4	30,67	18 033,96	2,78	50 134,41
5	32,62	19 180,56	8,51	163 226,57
6	35,07	20 621,16	14,64	301 893,78
7	30,67	18 033,96	2,78	50 134,41
8	6,63	3 898,44	6,14	23 936,42
9	4,21	2 475,48	8,51	21 066,33
10	6,63	3 898,44	10,86	42 337,06
11	35,07	20 621,16	14,64	301 893,78
12	24,15	14 200,20	2,78	39 476,56
13	25,69	15 105,72	8,51	128 549,68
	Σ	181 621,44	Σ	1 528 453,37
1	24,16	14 206,08	17,57	249 600,83
2	25,69	15 105,72	17,57	265 407,50
3	27,62	16 240,56	17,57	285 346,64
4	30,67	18 033,96	12,63	227 768,91
5	32,62	19 180,56	12,63	242 250,47
6	35,07	20 621,16	12,63	260 445,25
7	30,67	18 033,96	7,11	128 221,46
8	6,63	3 898,44	7,11	27 717,91
9	4,21	2 475,48	4,95	12 253,63
10	6,63	3 898,44	7,11	27 717,91
11	35,07	20 621,16	7,11	146 616,45
12	24,15	14 200,20	2,18	30 956,44
13	25,69	15 105,72	2,18	32 930,47
	Σ	181 621,44	Σ	1 937 233,86

Fuente: elaboración propia.

$$CM_x = \frac{181\,621,44}{1\,528\,453,37} = 8,41 \text{ m}$$

$$CM_y = \frac{181\,621,44}{1\,937\,233,86} = 10,66 \text{ m}$$

Excentricidad

$$e_x = |CM_x - CR_x| = |8,41 - 8,21| = 0,20 \text{ m}$$

$$e_y = |CM_y - CR_y| = |10,38 - 10,66| = 0,28 \text{ m}$$

Para diseño se tomará la excentricidad en ambos sentidos, agregándole el 5 % de la longitud del sentido analizado.

Excentricidad para el primer nivel

Centro de rigidez

Tabla XXXIV. **Cálculo del centro de rigidez del primer nivel**

MARCO	# DE COL	Kg (cm-1)	Km = Kg* # col	L(m)	Km * L
1	5	0,29354826	1,46774128	0	0
2	5	0,29354826	1,46774128	5,51	8,08725448
3	5	0,29354826	1,46774128	11,46	16,8203151
4	4	0,29354826	1,17419303	17,81	20,9123778
		Σ	5,57741688	Σ	45,8199474
MARCO	# DE COL	Kg (cm-1)	Km = Kg* # col	L(m)	Km * L
A	3	0,29354826	0,88064477	0	0
B	4	0,29354826	1,17419303	4,35	5,10773967
C	4	0,29354826	1,17419303	9,87	11,5892852
D	4	0,29354826	1,17419303	15,39	18,0708307
E	4	0,29354826	1,17419303	19,74	23,1785704
		Σ	5,57741688	Σ	57,9464259

Fuente: elaboración propia.

$$CR = \frac{\sum(Km * L)}{\sum Km}$$

$$CR_x = \frac{45,81}{5,57} = 8,21 \text{ m}$$

$$CRy = \frac{57,94}{5,57} = 10,38 \text{ m}$$

Centro de masa

A diferencia del segundo nivel, para el diseño se tomó en cuenta la carga que aportan los muros en cada eje analizado.

Tabla XXXV. Centro de masa del segundo nivel

LOSA	ÁREA	WTOTAL	LONG AL CENTRO DE CADA LOSA	WI*L
1	24,16	21 454,08	2,78	59 642,34
2	25,69	22 812,72	8,51	194 136,25
3	27,62	24 526,56	14,64	359 068,84
4	30,67	27 234,96	2,78	75 713,19
5	32,62	28 966,56	8,51	246 505,43
6	35,07	31 142,16	14,64	455 921,22
7	30,67	27 234,96	2,78	75 713,19
8	6,63	5 887,44	6,14	36 148,88
9	4,21	3 738,48	8,51	31 814,46
10	6,63	5 887,44	10,86	63 937,60
11	35,07	31 142,16	14,64	455 921,22
12	24,15	21 445,20	2,78	59 617,66
13	25,69	22 812,72	8,51	194 136,25
14	Muros	76 763,40	8,91	683 578,08
	Σ	351 048,84	Σ	2 991 854,60

LOSA	ÁREA	WTOTAL	LONG AL CENTRO DE CADA LOSA	WI*L
1	24,16	21 454,08	17,57	376 948,19
2	25,69	22 812,72	17,57	400 819,49
3	27,62	24 526,56	17,57	430 931,66
4	30,67	27 234,96	12,63	343 977,54
5	32,62	28 966,56	12,63	365 847,65
6	35,07	31 142,16	12,63	393 325,48
7	30,67	27 234,96	7,11	193 640,57
8	6,63	5 887,44	7,11	41 859,70
9	4,21	3 738,48	4,95	18 505,48
10	6,63	5 887,44	7,11	41 859,70
11	35,07	31 142,16	7,11	221 420,76
12	24,15	21 445,20	2,18	46 750,54
13	25,69	22 812,72	2,18	49 731,73
14	Muros	76 763,40	9,87	757 654,76
	Σ	351 048,84	Σ	3 683 273,23

Fuente: elaboración propia.

$$CM_x = \frac{351\,048,84}{2\,991\,854,60} = 8,52 \text{ m}$$

$$CM_y = \frac{351\,048,84}{3\,683\,273,23} = 10,49 \text{ m}$$

Excentricidad

$$e_x = |CM_x - CR_x| = |8,52 - 8,21| = 0,31 \text{ m}$$

$$e_y = |CM_y - CR_y| = |10,49 - 10,28| = 0,21 \text{ m}$$

Para diseño se tomará la excentricidad en ambos sentidos agregándole el 5 % de la longitud del sentido analizado.

Tabla XXXVI. **Excentricidades**

	PRIMER NIVEL	SEGUNDO NIVEL
e1X	1,197853242	1,090836751
e2X	-0,583146758	-0,690163249
e1y	1,089722311	1,26385434
e2y	-0,884277689	-0,71014566

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. Fuerza de torsión, del segundo nivel

EJE	e		Fx	Km	Di	Km*Fx	Km*Di	km*Di^2	vs	vt	vs+vt
1	e1x	1,09	34 497	0,03	-8,41	1 000,7	-0,24	2,05	10 453,57	-2 051,72	8 401,85
	e2x	-0,69	34 497		-8,41				10 453,57	1 298,10	11 751,67
2	e1x	1,09	34 497	0,03	-2,86	1 000,7	-0,08	0,24	10 453,57	-697,73	9 755,84
	e2x	-0,69	34 497		-2,86				10 453,57	441,45	10 895,01
3	e1x	1,09	34 497	0,01	3,05	500,3	0,04	0,13	5 226,78	372,04	5 598,82
	e2x	-0,69	34 497		3,05				5 226,78	-235,39	4 991,40
4	e1x	1,09	34 497	0,02	9,40	800,5	0,22	2,05	8 362,85	1 834,59	10 197,44
	e2x	-0,69	34 497		9,40				8 362,85	-1 160,73	7 202,12
			Σ	0,10			Σ	4,47			
EJE	e		Fx	Km	Di	Km*Fx	Km*Di	km*Di^2	vs	vt	vs+vt
A	e1y	1,26	34 497	0,02	-10,66	600,4	-0,19	1,98	5 446,86	-1 511,51	3 935,35
	e2y	-0,71	34 497		-10,66				5 446,86	849,30	6 296,16
B	e1y	1,26	34 497	0,02	-6,32	800,5	-0,15	0,93	7 262,48	-1 194,84	6 067,64
	e2y	-0,71	34 497		-6,32				7 262,48	671,37	7 933,84
C	e1y	1,26	34 497	0,02	-0,79	800,5	-0,02	0,01	7 262,48	-149,35	7 113,12
	e2y	-0,71	34 497		-0,79				7 262,48	83,92	7 346,40
D	e1y	1,26	34 497	0,02	4,73	800,5	0,11	0,52	7 262,48	894,24	8 156,72
	e2y	-0,71	34 497		4,73				7 262,48	-502,46	6 760,01
E	e1y	1,26	34 497	0,02	9,08	800,5	0,21	1,91	7 262,48	1 716,64	8 979,11
	e2y	-0,71	34 497		9,08				7 262,48	-964,56	6 297,92
			Σ	0,11			Σ	5,35			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. Fuerza de torsión, del primer nivel

EJE	e		Fx	Km	Di	Km*Fx	Km*Di	km*Di^2	vs	vt	vs+vt
1	e1x	1,20	26 590	0,15	-8,41	3 902,7	-1,23	10,38	6 997,29	-1 685,75	5 311,53
	e2x	-0,58	26 590		-8,41				6 997,29	820,67	7 817,96
2	e1x	1,20	26 590	0,15	-2,86	3 902,7	-0,42	1,20	6 997,29	-573,28	6 424,01
	e2x	-0,58	26 590		-2,86				6 997,29	279,09	7 276,37
3	e1x	1,20	26 590	0,15	3,05	3 902,7	0,45	1,37	6 997,29	611,36	7 608,65
	e2x	-0,58	26 590		3,05				6 997,29	-297,63	6 699,66
4	e1x	1,20	26 590	0,12	9,40	3 122,1	1,10	10,38	5 597,83	1 507,36	7 105,18
	e2x	-0,58	26 590		9,40				5 597,83	-733,82	4 864,01
			Σ	0,56			Σ	23,32			
EJE	e		Fx	Km	Di	Km*Fx	Km*Di	km*Di^2	vs	vt	vs+vt
A	e1y	1,09	26 590	0,09	-10,66	2 341,6	-0,94	10,01	4 198,37	-1 004,53	3 193,84
	e2y	-0,88	26 590		-10,66				4 198,37	815,15	5 013,52
B	e1y	1,09	26 590	0,12	-6,32	3 122,1	-0,74	4,69	5 597,83	-794,08	4 803,75
	e2y	-0,88	26 590		-6,32				5 597,83	644,37	6 242,20
C	e1y	1,09	26 590	0,12	-0,79	3 122,1	-0,09	0,07	5 597,83	-99,26	5 498,57
	e2y	-0,88	26 590		-0,79				5 597,83	80,55	5 678,38
D	e1y	1,09	26 590	0,12	4,73	3 122,1	0,56	2,63	5 597,83	594,30	6 192,13
	e2y	-0,88	26 590		4,73				5 597,83	-482,26	5 115,57
E	e1y	1,09	26 590	0,12	9,08	3 122,1	1,07	9,68	5 597,83	1 140,86	6 738,69
	e2y	-0,88	26 590		9,08				5 597,83	-925,77	4 672,05
			Σ	0,56			Σ	27,08			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Resumen de fuerzas de torsión**

MARCO	NIVEL	F (Kg)	F (Ton)
1	2	11 751,67	11,75
	1	7 817,96	7,82
2	2	10 895,01	10,90
	1	7 276,37	7,28
3	2	5 598,82	5,60
	1	7 608,65	7,61
4	2	10 197,44	10,20
	1	7 105,18	7,11
A	2	6 296,16	6,30
	1	5 013,52	5,01
B	2	7 933,84	7,93
	1	6 242,20	6,24
C	2	7 346,40	7,35
	1	5 678,38	5,68
D	2	8 156,72	8,16
	1	6 192,13	6,19
E	2	8 979,11	8,98
	1	6 738,69	6,74

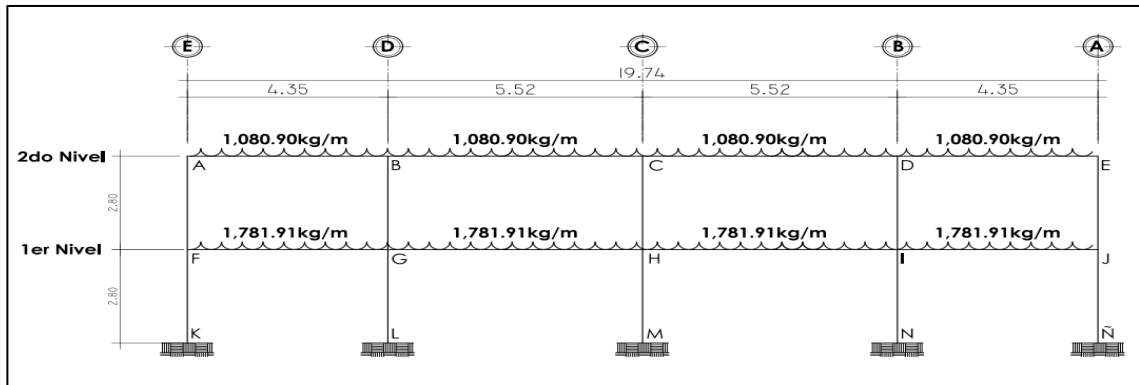
Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta que el eje 2 y el eje D son los analizados, se tomarán los valores correspondientes.

2.2.5.4. Análisis de marcos dúctiles por medio de método numérico

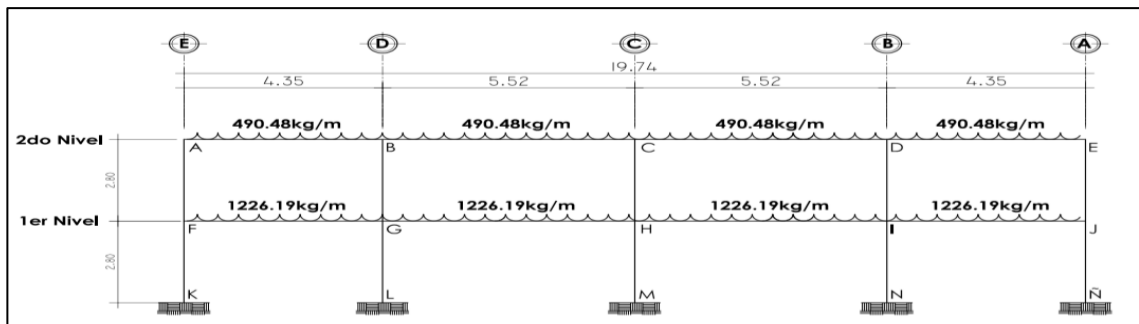
A continuación se presentan los modelos matemáticos de las cargas verticales.

Figura 66. Carga muerta de eje 2



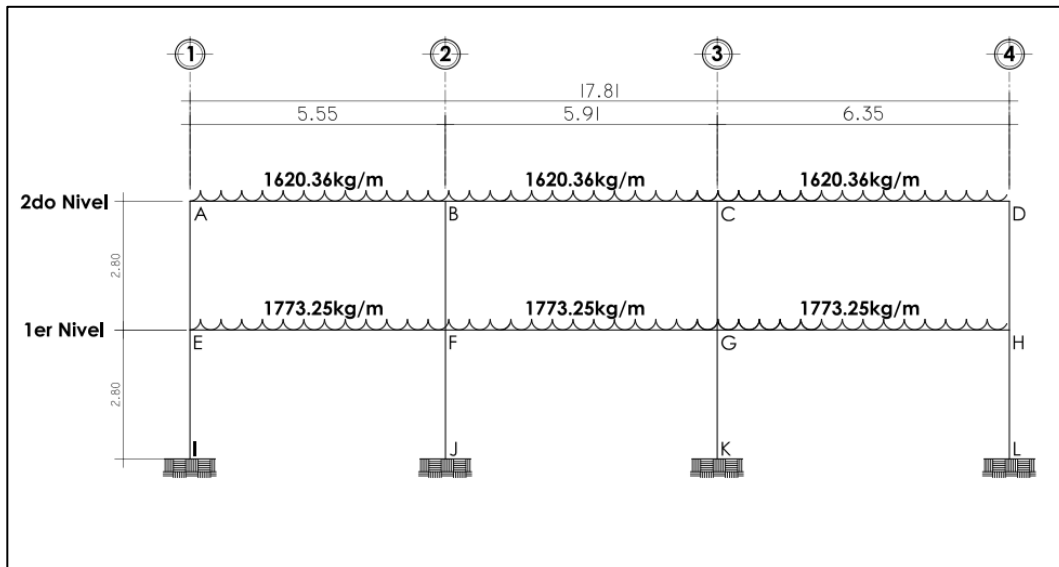
Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 67. Carga viva de eje 2



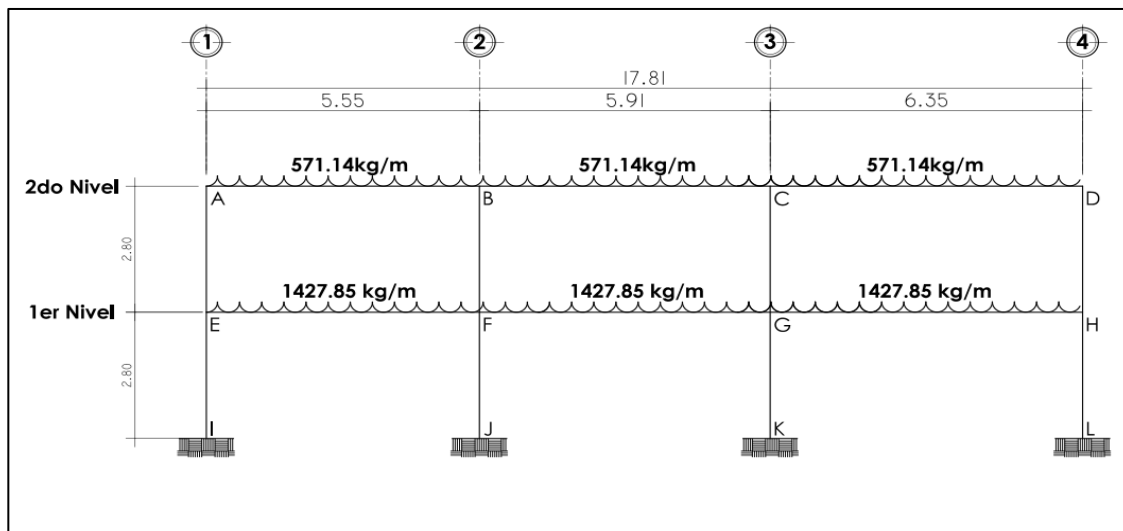
Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 68. Carga muerta de eje D



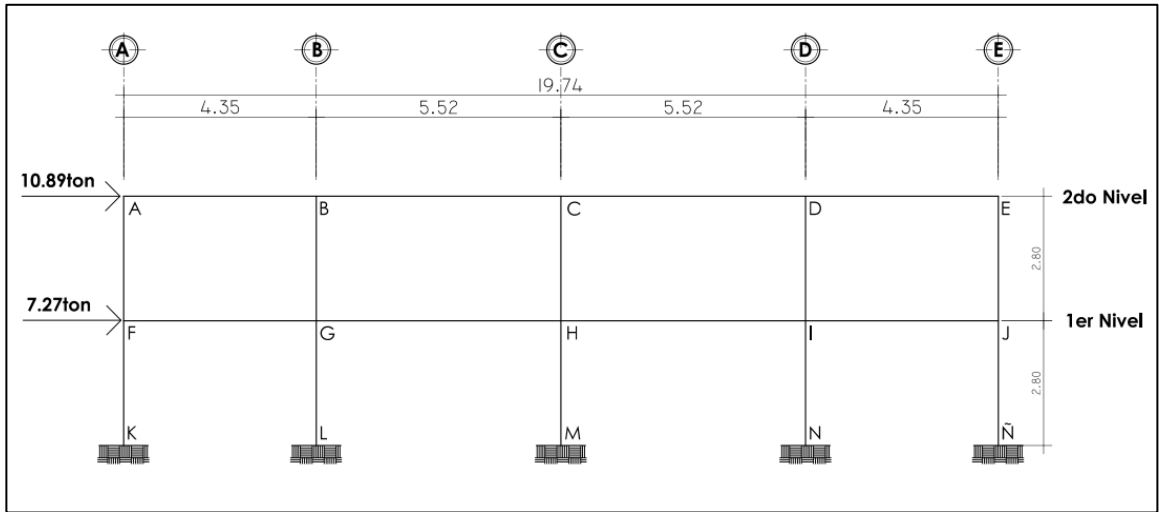
Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 69. Carga viva de eje D



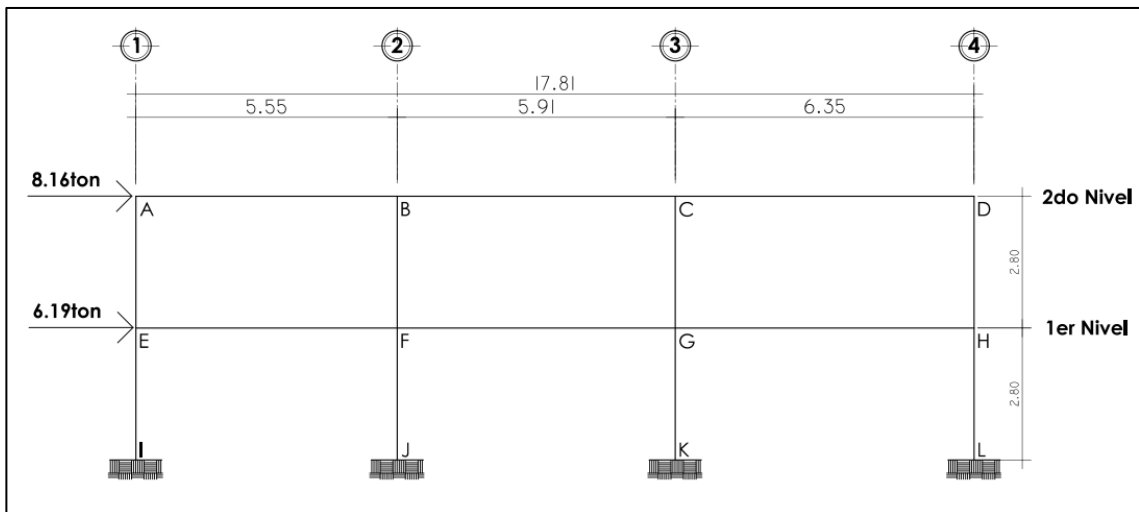
Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 70. Carga sísmica de eje 2



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 71. Carga sísmica de eje D



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

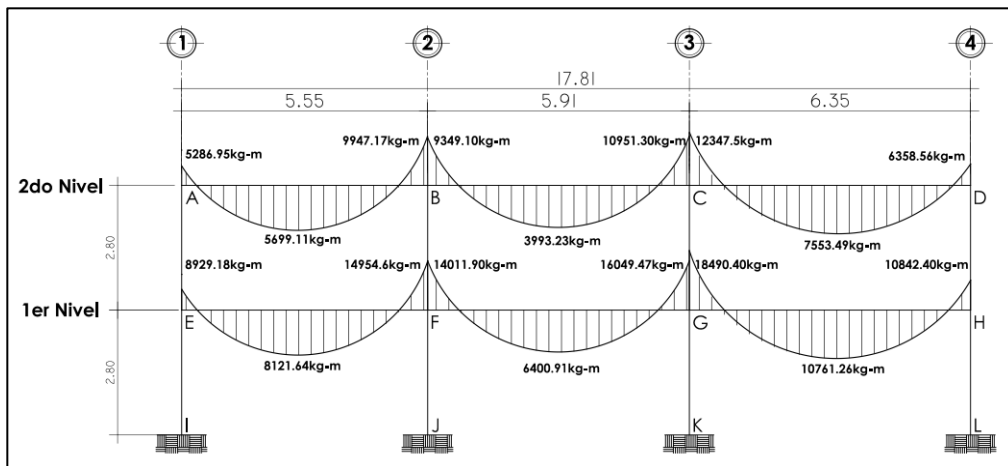
2.2.5.5. Análisis de marcos dúctiles por medio de un software

El análisis estructural se realizó por medio del software ETABS 2015, el cual se constató con el método numérico Kani, llegando a la conclusión de que los resultados obtenidos varían un cinco por ciento; para efecto de diseño se tomarán los resultados obtenidos con el método numérico por ser más conservador.

2.2.5.6. Momentos últimos para diseño

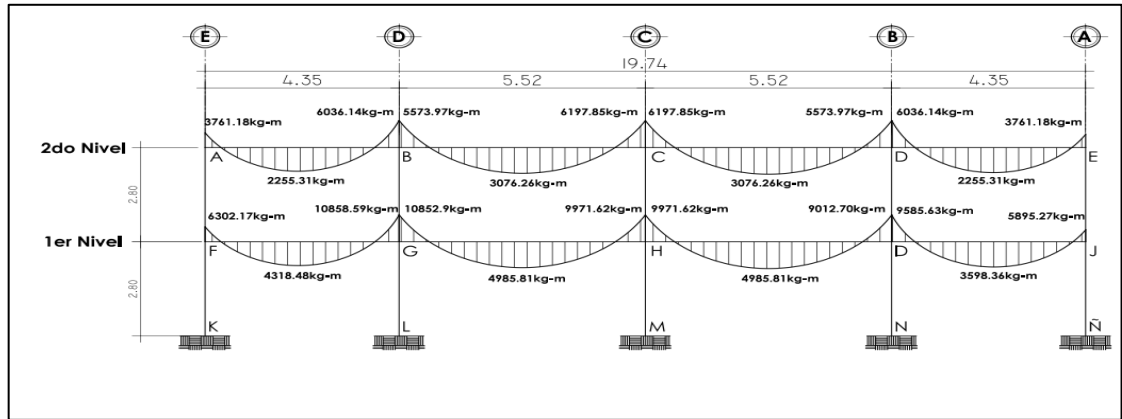
A continuación se presentan los momentos últimos para el diseño.

Figura 72. Envoltura de momentos de eje D



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 73. **Envolvente de momentos de eje 2**

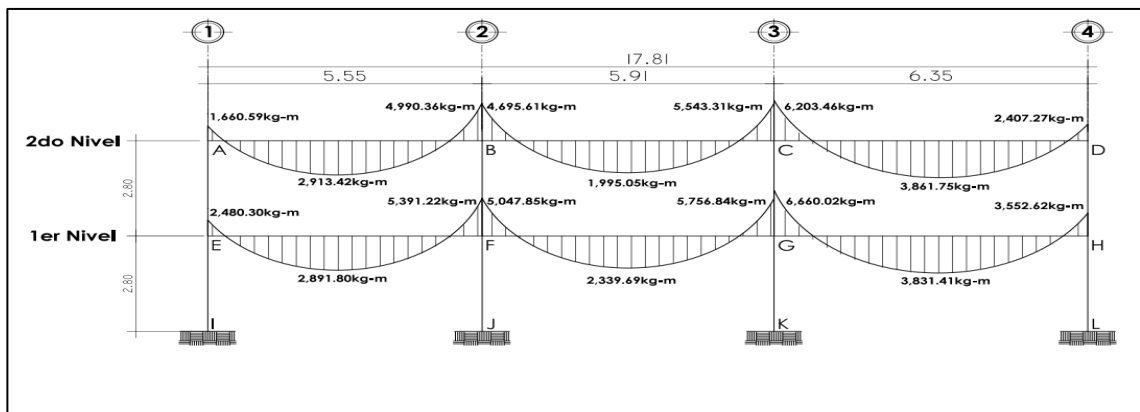


Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

2.2.5.7. Diagramas de cortes y momentos

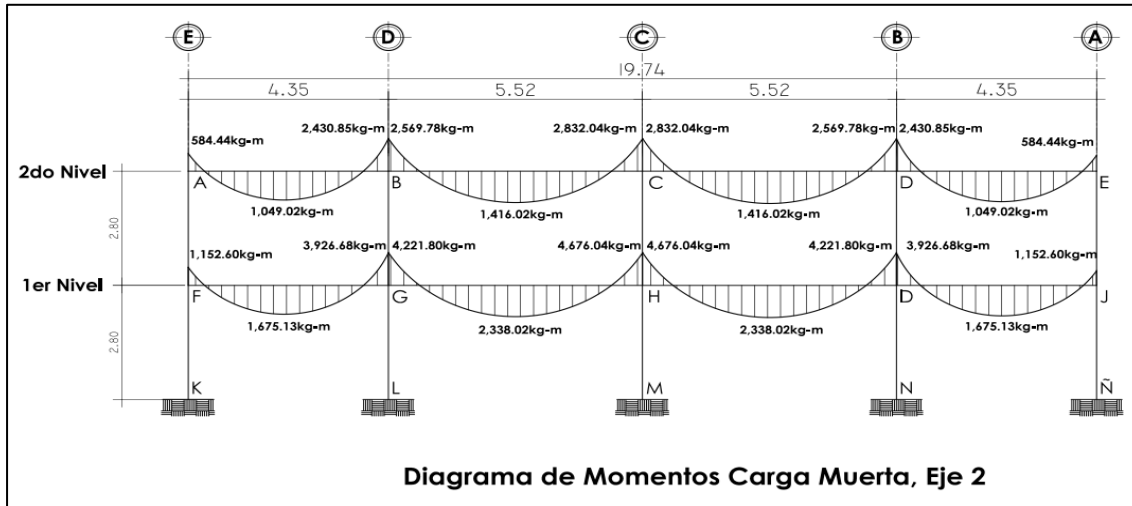
Con el método numérico se realizó un análisis por separado de la carga horizontal, carga vertical muerta y viva.

Figura 74. **Diagrama de momento carga muerta de eje D**



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

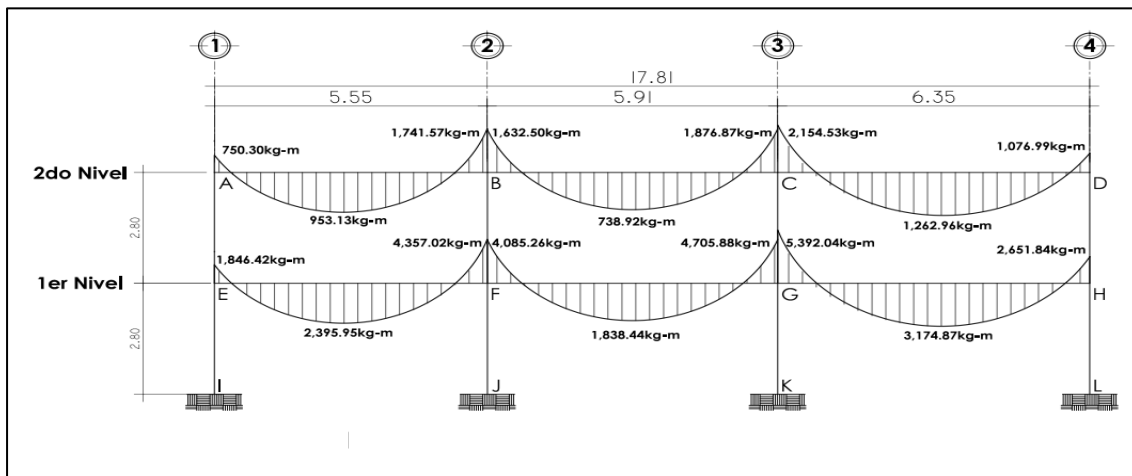
Figura 75. Diagrama de momento carga muerta de eje 2



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

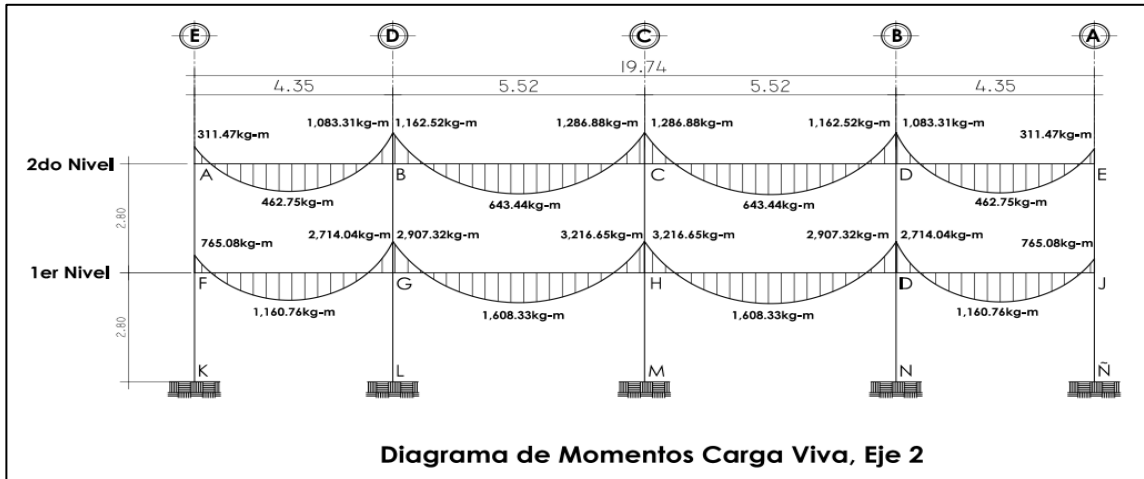
Momentos de carga vertical viva

Figura 76. Diagrama de momento carga viva de eje D



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

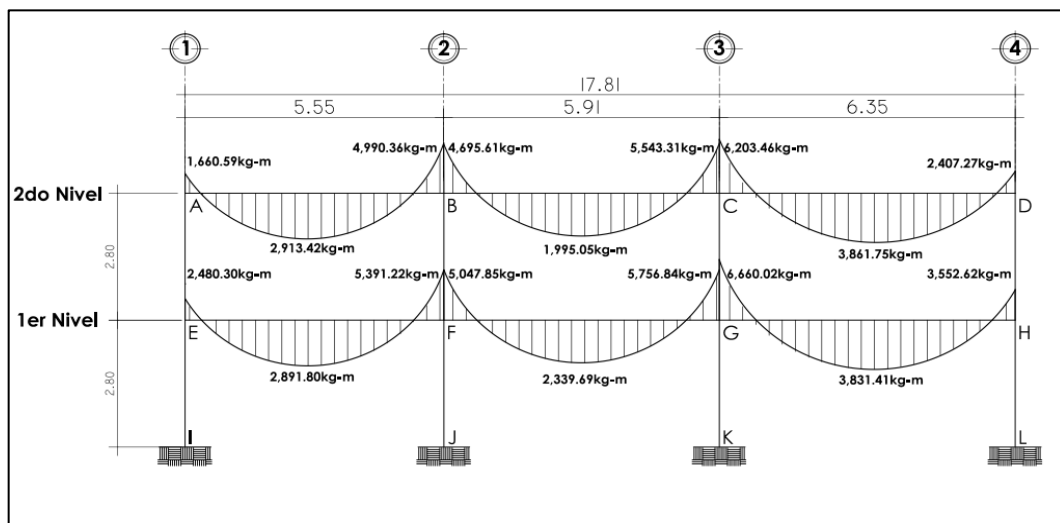
Figura 77. Diagrama de momento carga viva de eje 2



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

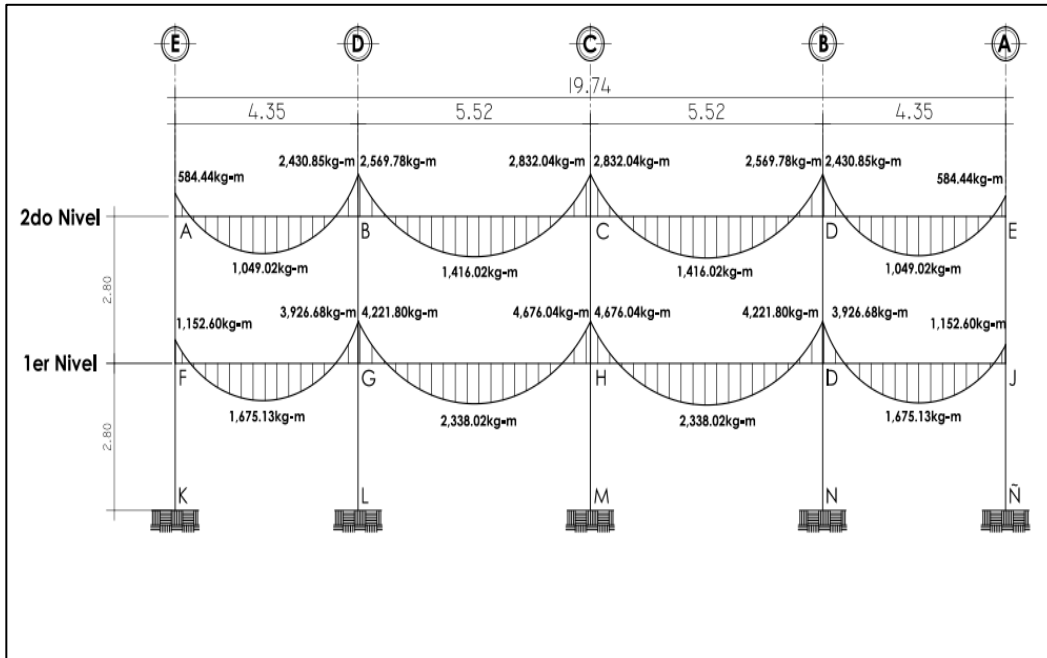
Momento de carga horizontal

Figura 78. Diagrama de momento carga sísmica de eje D



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 79. Diagrama de momento carga sísmica de eje 2



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

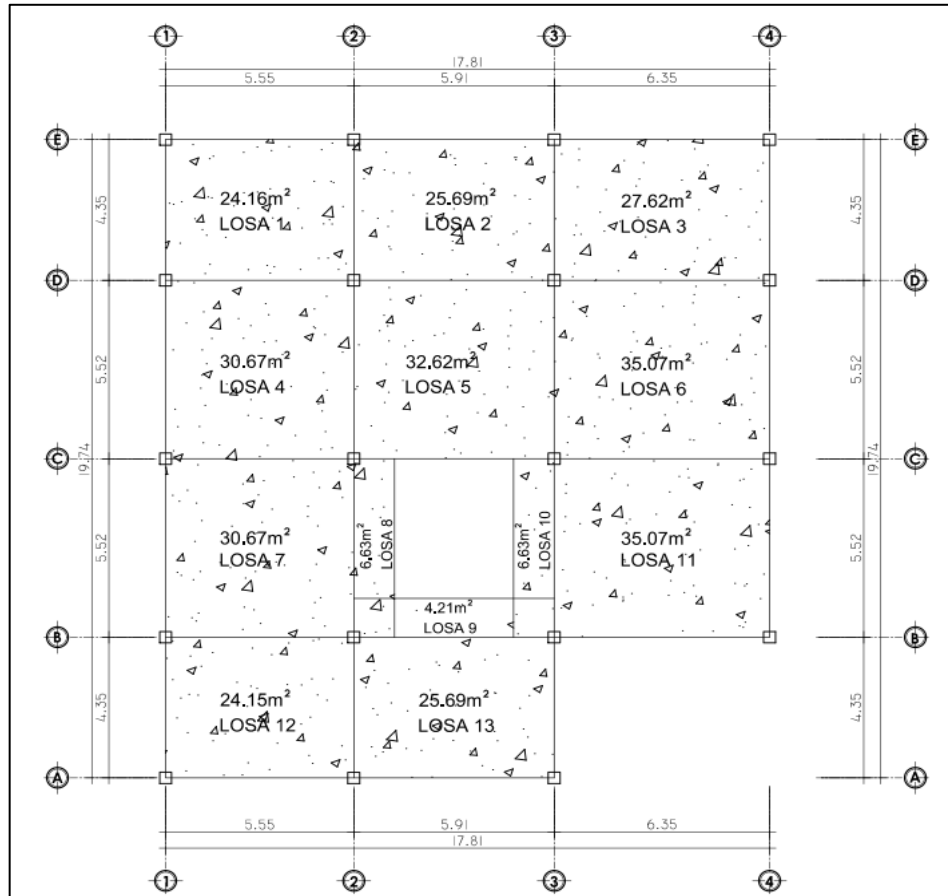
2.2.6. Diseño estructural

A continuación se presenta el diseño de la losa y acabados.

2.2.6.1. Diseño de losas

Espesor de losa: el procedimiento para calcular el espesor de losa se detalla en la sección de predimensionamiento de elementos estructurales (2.2.5.2), dando como resultado $t = 12$ cm.

Figura 80. Planta de distribución de losas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Peso propio de la losa, acabados y carga viva:

$$W_{\text{losa}} = 2400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,12 \text{ m} = 288 \text{ kg/m}^2$$

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

$$W_m = 288 + 100 = 388 \text{ kg/m}^2 \text{ (carga muerta total)}$$

$$CM_u = 1,4 \cdot 388 \text{ kg/m}^2 = 543 \text{ kg/m}^2$$

$$W_v = 500 \text{ kg/m}^2 \text{ (carga viva)}$$

$$CV_u = 1,7 \cdot 500 = 850 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{total}} = 1,4 * W_m + 1,7 * W_v = 543 + 850 = 1,393 \text{ kg/m}^2$$

Franja unitaria de vigas de 1m:

$$W_{\text{total}} = 1,393 \text{ kg/m}^2 * 1\text{m} = 1,393 \text{ kg/m}$$

Cálculo de momentos: para el cálculo de momentos negativos y positivos actuantes se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$M_{a-} = C_a * W_{\text{total}} * l_a^2$$

$$M_{b-} = C_b * W_{\text{total}} * l_b^2$$

$$M_{a+} = C_a(CV_u * l_a^2) + C_a(CM_u * l_a^2)$$

$$M_{b+} = C_b(CV_u * l_b^2) + C_b(CM_u * l_b^2)$$

En losas sin continuidad el momento negativo será:

$$M_{a-} = 1/3 * M_{a+}$$

$$M_{b-} = 1/3 * M_{b+}$$

Donde

M_{a-} = momento actuante en la dirección a

M_{b-} = momento actuante en la dirección b

$C_{a,b}$ = coeficiente de momentos, método 3 ACI

W_{total} = carga última

$l_{a,b}$ = longitud de la losa en el sentido analizado

A continuación se muestra la tabla de los coeficientes de momentos negativos y positivos encontrados para los casos de losa determinados.

Tabla XL. Casos y coeficientes respectivos de losa

Losa	b	a	m	Caso	Cv+ Cm		Cm		Cv	
	mts	mts			Ca(-)	Cb(-)	Ca(+)	Cb(+)	Ca(+)	Cb(+)
1	5,55	4,35	0,78	4	0,071	0,029	0,039	0,016	0,052	0,016
2	5,91	4,35	0,74	8	0,061	0,036	0,036	0,013	0,044	0,019
3	6,35	4,35	0,69	4	0,081	0,019	0,046	0,011	0,057	0,014
4	5,55	5,52	0,99	9	0,061	0,033	0,023	0,020	0,030	0,028
5	5,91	5,52	0,93	8	0,038	0,056	0,022	0,021	0,031	0,027
6	6,35	5,52	0,87	9	0,068	0,025	0,026	0,015	0,036	0,022
7	5,55	5,52	0,99	9	0,061	0,033	0,023	0,020	0,030	0,028
8	5,52	1,20	0,22	0	TRABAJA EN UN SENTIDO					
9	3,54	1,20	0,34	0	TRABAJA EN UN SENTIDO					
10	5,52	1,20	0,22	0	TRABAJA EN UN SENTIDO					
11	6,35	4,35	0,69	4	0,081	0,019	0,046	0,011	0,057	0,014
12	5,55	4,35	0,78	4	0,071	0,029	0,039	0,016	0,048	0,020
13	5,91	4,35	0,74	4	0,076	0,024	0,043	0,013	0,052	0,016

Fuente: elaboración propia.

Se presenta un ejemplo de cálculo de momentos, para la losa 1 que corresponde al caso 4; luego se muestra una tabla resumen con los momentos de todas las losas.

$$M_{a-} = 0,071 * 1\,393 * 4,35^2 = 1\,872 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{b-} = 0,029 * 1\,393 * 5,55^2 = 1\,245 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{a+} = 0,039 * 543 * (4,35)^2 + 0,052 * 850 * (2,85)^2 = 1\,238 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{b+} = 0,016 * 543 * (5,55)^2 + 0,016 * 850 * (5,55)^2 = 687 \text{ kg} - \text{m}$$

Para las losas que trabajan en solo un sentido se utilizaron con los valores dados por las siguientes ecuaciones:

$$M = W(L)^2/10$$

$$M = W(L)^2/9$$

$$M = W(L)^2/14$$

Tabla XLI. **Resumen de cargas y momentos de losas**

Losa	Ma(-) kg-m	Mb(-) kg-m	Ma(+) kg-m	Mb(+) kg-m
1	1 872	1 245	1 238	687
2	1 609	1 752	1 078	811
3	2 136	1 068	1 390	721
4	2 590	1 417	1 158	1 068
5	1 614	2 726	1 168	1 201
6	2 887	1 405	1 363	1 083
7	2 590	1 417	1 158	1 068
8	200,6208	155	100	
9	200,6208	155	100	
10	200,6208	155	100	
11	2 136	1 068	1 390	721
12	1 872	1 245	1 173	792
13	2 004	1 168	1 279	722

Fuente: elaboración propia.

Se realizó este análisis en el segundo nivel tomando en cuenta que la carga viva de servicio para el primer nivel es de 500 kg/m² y del segundo nivel es de 200 kg/m²

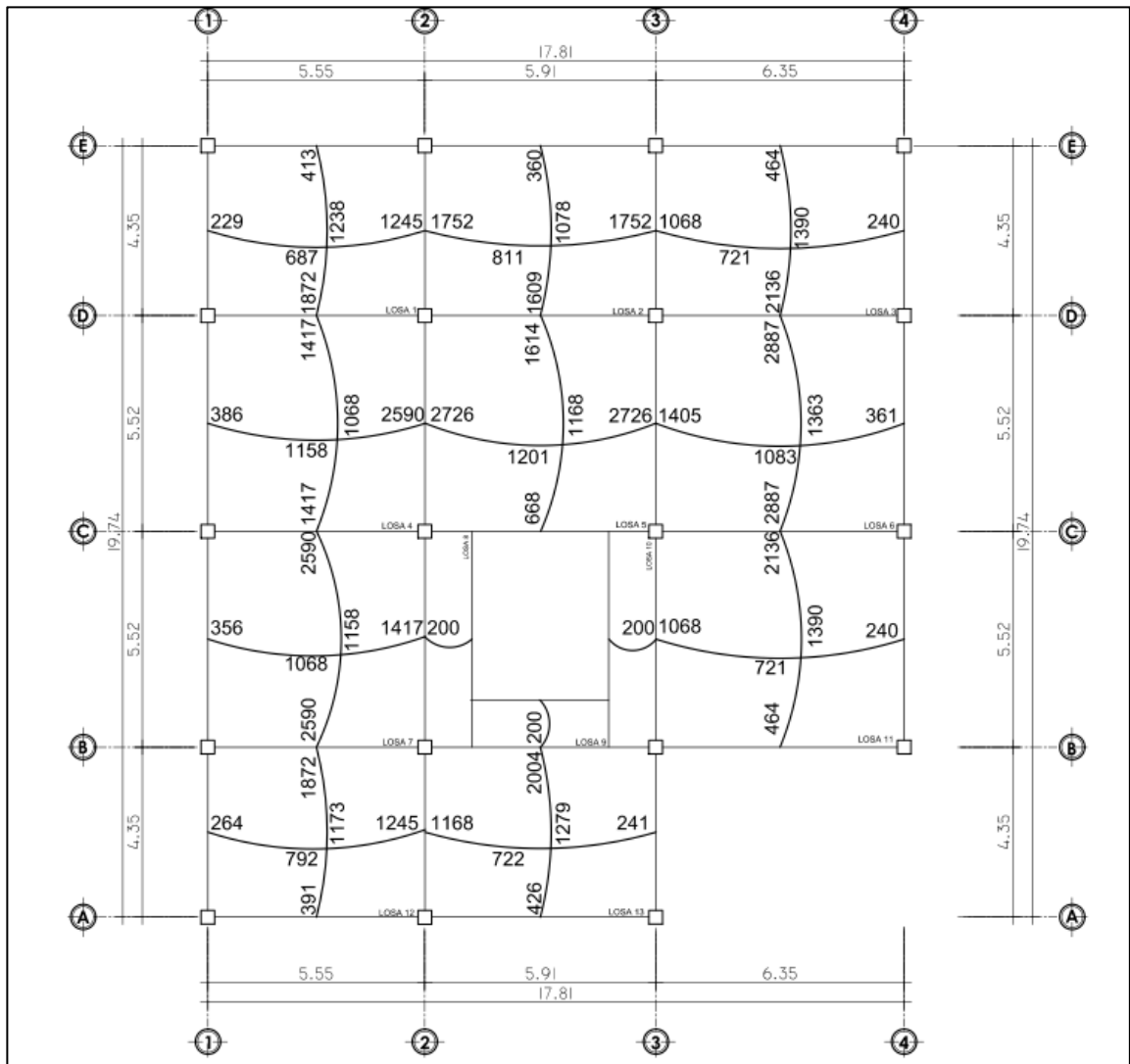
Tabla XLII. **Resumen de cargas y momentos de losas**

Losa	Ma(-) kg-m	Mb(-) kg-m	Ma(+) kg-m	Mb(+) kg-m
1	1 187	789	736	436
2	1 020	1 111	654	473
3	1 354	677	840	433
4	1 642	898	692	628
5	1 023	1 728	686	720
6	1 830	891	804	631
7	1 642	898	692	628
8	127,181	99	64	
9	127,181	99	64	
10	127,181	99	64	
11	1 354	677	840	433
12	1 187	789	710	478
13	1 271	741	777	437

Fuente: elaboración propia.

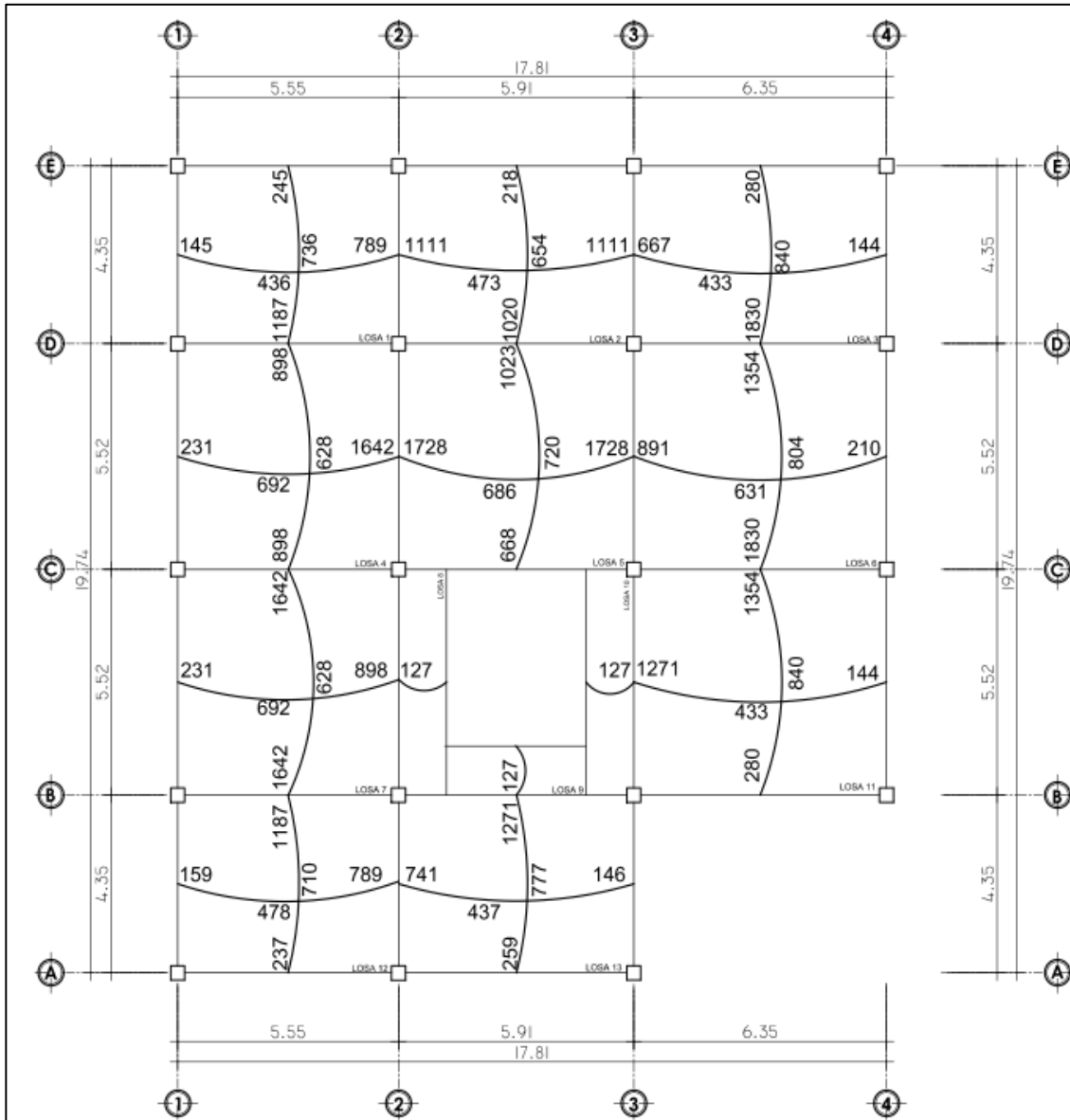
A continuación se presentan los momentos distribuidos en las losas:
primer nivel

Figura 81. Momentos distribuidos en losas primer nivel



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 82. Momentos distribuidos en losas de segundo nivel



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Balance de momentos

Balance de momentos en losas 2 y 5:

$$M_2 = 1\,609$$

$$M_5 = 1\,614$$

$$L_2 = 4,35 \text{ m}$$

$$L_5 = 5,52 \text{ m}$$

Verificando condición para balancear momentos:

$$0,8 * M_2 = 0,8 * 1614 = 1\,291,20$$

Como $M_1 > 0,8M_2$, se balancea por promedio.

Momento balanceado losas 1 y 3:

$$M_B = 1/2 * (1614 + 1609) = 1611 \text{ kg} - \text{m}$$

Tabla XLIII. **Resumen de momentos balanceados por rigideces de primer nivel**

MOMENTOS BALANCEADOS POR RIGIDECES												
LOSAS	M1	M2	L1	L2	K1	K2	D1	D2	Mr1	Mr2	Mb1	Mb2
	kg-m	kg-m	m	m					kg-m	kg-m	kg-m	kg-m
1--2	1 245	1 752	5,55	5,91	0,18	0,17	0,52	0,48	261	-246	1 506	1 506
1--4	1 872	1 417	4,35	5,52	0,23	0,18	0,56	0,44	-254	201	1 618	1 618
2--3	1 752	1 068	5,91	6,35	0,17	0,16	0,52	0,48	-354	330	1 398	1 398
3--6	2 136	2 887	4,35	5,52	0,23	0,18	0,56	0,44	420	-331	2 556	2 556
4--7	1 417	2 590	5,52	5,52	0,18	0,18	0,50	0,50	587	-587	2 004	2 004
5--6	2 726	1 405	5,91	6,35	0,17	0,16	0,52	0,48	-684	637	2 042	2 042
6--11	2 887	2 136	5,52	5,52	0,18	0,18	0,50	0,50	-376	376	2 512	2 512
7--12	2 590	1 872	5,52	4,35	0,18	0,23	0,44	0,56	-316	402	2274	2 274
7--8	1 417	201	5,55	1,2	0,18	0,83	0,18	0,82	-216	1000	1 201	1 201
9--13	201	2 004	1,2	4,35	0,83	0,23	0,78	0,22	1413	-390	1 614	1 614
10--11	201	1 068	1,2	6,35	0,83	0,16	0,84	0,16	730	-138	930	930

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Resumen de momentos balanceados por rigideces de segundo nivel**

MOMENTOS BALANCEADOS POR RIGIDECES												
LOSAS	M1 kg-m	M2 kg-m	L1 m	L2 m	K1	K2	D1	D2	Mr1 kg-m	Mr2 kg-m	Mb1 kg-m	Mb2 kg-m
1--2	789	1 111	5,55	5,91	0,18	0,17	0,52	0,48	166	-156	955	955
1--4	1 187	898	4,35	5,52	0,23	0,18	0,56	0,44	-162	127	1 025	1 025
2--3	1 111	677	5,91	6,35	0,17	0,16	0,52	0,48	-225	209	886	886
3--6	1 354	1 830	4,35	5,52	0,23	0,18	0,56	0,44	266	-210	1 620	1 620
4--7	898	1 642	5,52	5,52	0,18	0,18	0,50	0,50	372	-372	1 270	1 270
5--6	1 728	891	5,91	6,35	0,17	0,16	0,52	0,48	-434	403	1 294	1 294
6--11	1 830	1 354	5,52	5,52	0,18	0,18	0,50	0,50	-238	238	1 592	1 592
7--12	1 642	1 187	5,52	4,35	0,18	0,23	0,44	0,56	-201	254	1 441	1 441
7--8	898	127	5,55	1,2	0,18	0,83	0,18	0,82	-137	634	761	761
9--13	127	1271	1,2	4,35	0,83	0,23	0,78	0,22	897	-247	1 024	1 024
10--11	127	677	1,2	6,35	0,83	0,16	0,84	0,16	462	-87	590	590

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLV. **Resumen de momentos balanceados por promedio del primer nivel**

LOSAS	M1	M2	MB
	kg-m	kg-m	kg-m
2--5	1609	1614	1611.5
12--13	1245	1168	1207
4--5	2590	2726	2658

Fuente: elaboración propia.

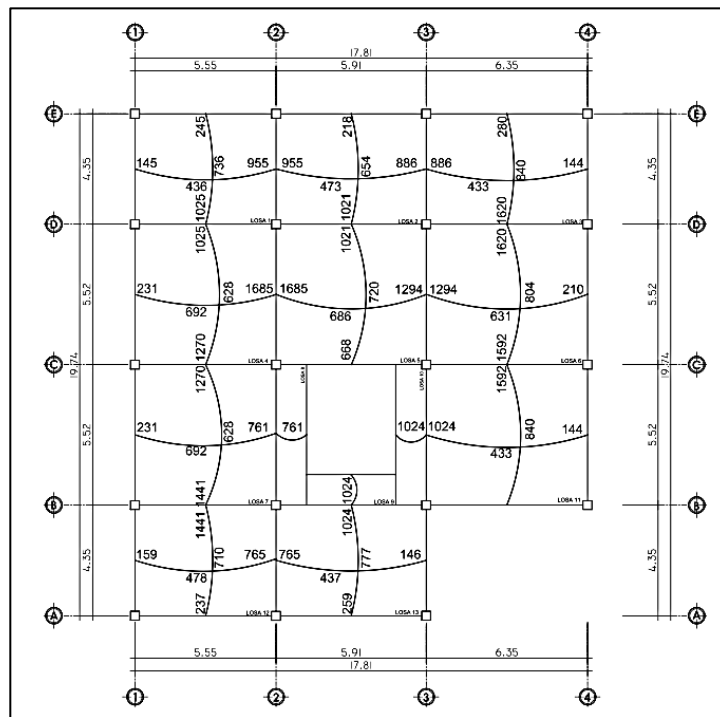
Tabla XLVI. **Resumen de momentos balanceados por promedio del segundo nivel**

LOSAS	M1	M2	MB
	kg-m	kg-m	kg-m
2--5	1 020	1 023	1 021,5
12--13	789	741	765
4--5	1 642	1 728	1 685

Fuente: elaboración propia.

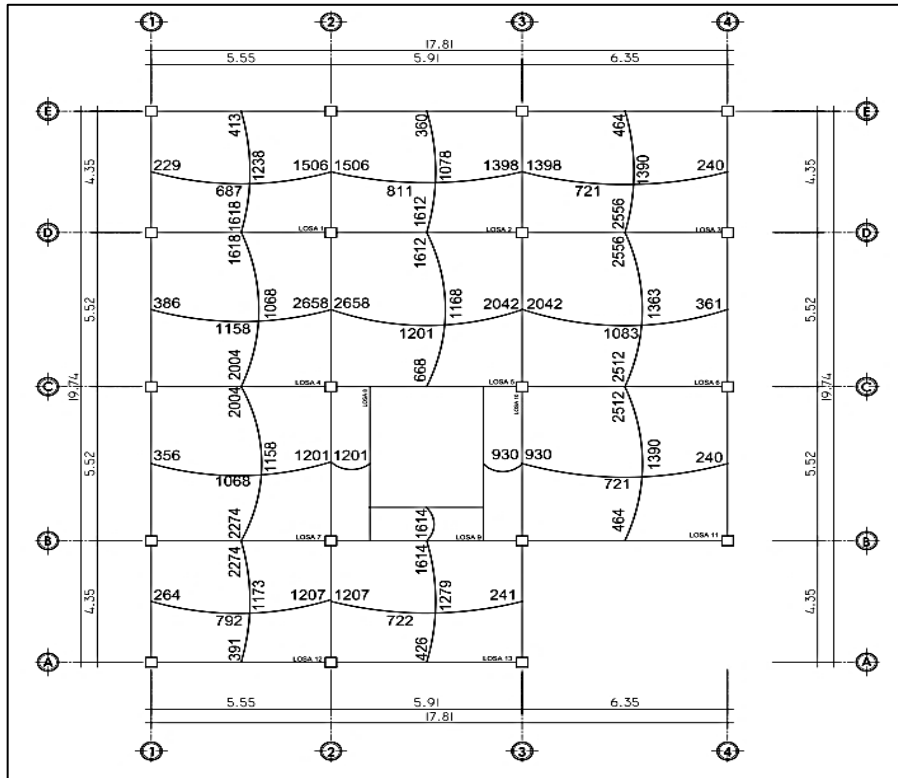
A continuación se muestra la forma en que quedan los momentos balanceados:

Figura 83. **Momentos balanceados, de segundo nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 84. Momentos balanceados, de primer nivel



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Diseño del armado de losa

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

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$t \text{ (espesor de losa)} = 0,12 \text{ m}$$

$$b \text{ (franja unitaria)} = 100 \text{ cm}$$

$$\text{Recubrimiento} = 2,5 \text{ cm}$$

$$\text{Refuerzo} = \text{varilla n.º 4 (1/2")}$$

$$d = \text{peralte efectivo}$$

$$d = t - \text{rec min} - \varnothing/2 = 8,87 \text{ cm}$$

$$A_{smín} = \rho_{mín} * b * d$$

$$\rho_{mín} = \frac{14,1}{f_y}$$

$$A_{smín} = \left(\frac{14,1}{2810} \right) * 100 * 8,87 = 4,45 \text{ cm}^2$$

Separación para $A_{smín}$ con varillas núm. 4

$$4,45 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$1,27 \text{ cm}^2 \rightarrow S''$$

Aplicando una regla de tres:

$$S = \frac{1,27 * 100}{4,45} = 28,55 \text{ cm} \approx 28 \text{ cm}$$

La separación máxima que permite el ACI es 2t:

$$S_{max} = 2 * 0,12 = 24 \text{ cm}$$

La separación del acero mínimo excede la separación máxima, se toma una $S = 20 \text{ cm}$ para poder cumplir con el acero mínimo de la mayoría de momentos positivos.

Se calcula el área de acero con este espaciamiento:

$$x \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$1,27 \text{ cm}^2 \rightarrow 20 \text{ cm}$$

$$x \text{ cm}^2 = 100 * 1,27 \text{ cm}^2 / 20 \text{ m}$$

$$x \text{ cm}^2 = 6,35 \text{ cm}^2$$

Cálculo del momento que resiste M_{Asmin}

$$M_{Asmin} = \phi \left[A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{A_s \cdot f_y}{1,7 \cdot f'c \cdot b} \right) \right]$$

$$M_{Asmin} = 0,9 \left[6,35 \cdot 2810 \cdot \left(8,87 - \frac{6,35 \cdot 2810}{1,7 \cdot 281 \cdot 100} \right) \right] = 1\,364 \text{ kg-m}$$

Análisis por nivel

Segundo nivel

Armado a cada 20 cm ambos sentidos

$A_s (20 \text{ cm}) = 6,35 \text{ cm}^2$

$M_{As}(20 \text{ cm}) = 1\,364 \text{ kg-m}$; este momento es mayor a la mayoría de momentos actuantes, en los casos en los que no, intercalar entre bastón y tensión un bastón adicional.

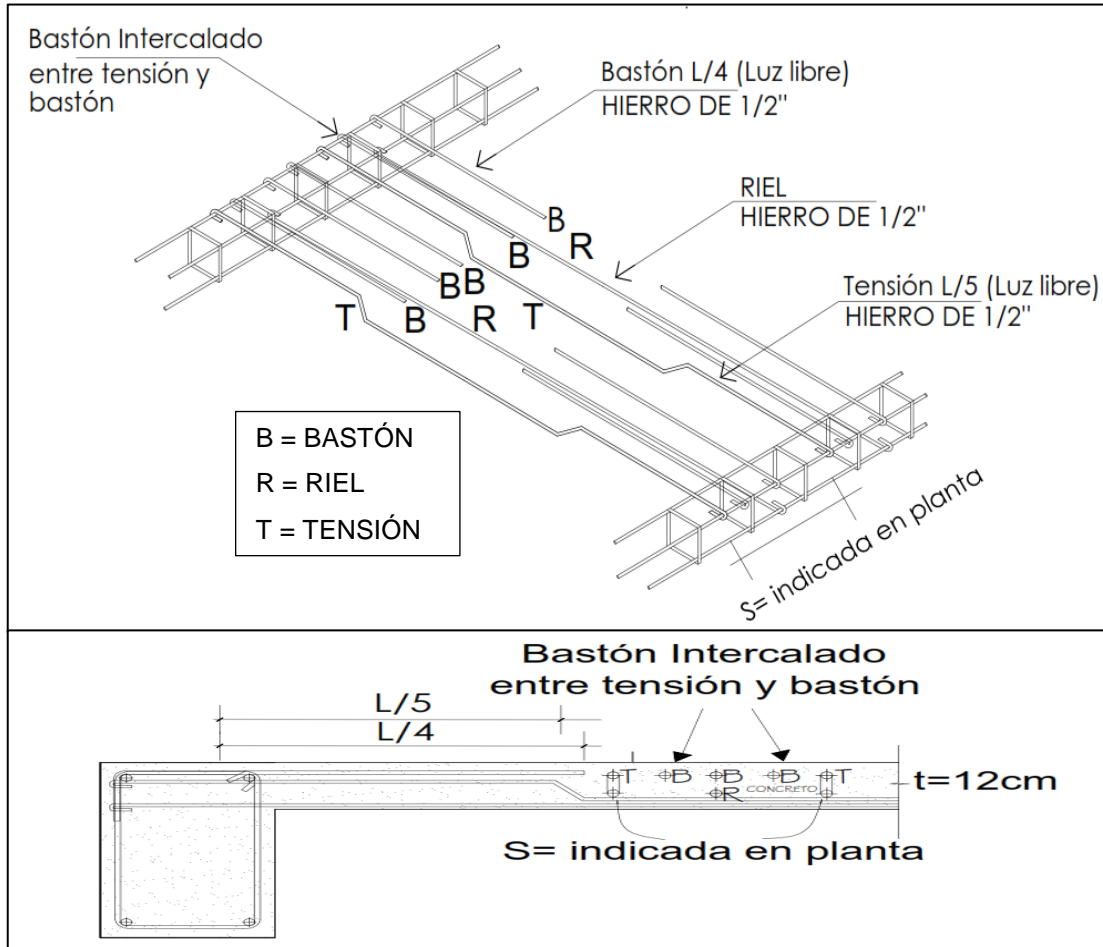
Para el primer nivel:

Armado a cada 16 cm

$A_s (16 \text{ cm}) = 7,93 \text{ cm}^2$

$M_{As}(16 \text{ cm}) = 1\,684 \text{ kg-m}$

Figura 85. Especificación de armado de losas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Revisión por corte

El esfuerzo de corte lo resiste el concreto; por tal razón, se verifica si el espesor de losa es el adecuado.

$$V_{\max} = W_{\text{total}} * L/2$$

$$V_{\max} = 1,393 * \frac{5,5}{2} = 3\,830,75 \text{ kg}$$

Corte máximo resistente

$$V_{res} = 45 * t * \sqrt{f'c}$$

$$V_{res} = 45 * 10 * \sqrt{281} = 7\,543,4 \text{ kg}$$

$$7\,543,4 \text{ kg} > 3\,830,75 \text{ kg}$$

$$V_{res} > V_{max}$$

Como $V_{res} > V_{max}$, el espesor de la losa es adecuado, en caso contrario sería necesario aumentar el espesor. El armado final en planta se adjunta en los planos correspondientes a losas.

2.2.6.2. Diseño de vigas

El procedimiento para diseñar las vigas, es el mismo que se aplicó en 2.1.6.2, se analizara la viga tipo (VT-1), correspondiente al primer nivel del marco crítico del eje F.

Datos

$$F_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Sección} = 30 \text{ cm} * 45 \text{ cm}$$

$$\text{Rec.} = 4 \text{ cm}$$

$$d = H - \text{rec} = 45 \text{ cm} - 4 \text{ cm} = 41 \text{ cm}$$

$$M(-)_{1izq.} = 5\,286,95 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M(-)_{2der.} = 9\,947,17 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M(+) = 5\,699,11 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$V_u = 9\,818,48 \text{ Kg}$$

Límites de acero

Cálculo del Asmín de la sección

$$A_{smín} = \rho_{mín} * b * d$$

$$\rho_{mín} = \frac{14,1}{F_y}$$

$$A_{smín} = \left(\frac{14,1}{4\ 200} \right) * 30 * 41 = 4,13 \text{ cm}^2$$

Cálculo del Asmax de la sección

$$A_{smax} = 0,5 * \rho_{bal} * b * d$$

Donde

$$\rho_{bal} = \frac{\beta_1 * 0,85 f'c}{f_y} * \frac{6\ 115}{6\ 115 + f_y}$$

Si $f'c \leq 281 \text{ kg/cm}^2$, $\beta=0,85$; entonces:

$$\rho_{bal} = \frac{0,85 * 0,85 * 281}{4\ 200} * \frac{6\ 115}{6\ 115 + 4\ 200} = 0,029$$

$$A_{smax} = 0,5 * 0,029 * 30 * 41 = 17,62 \text{ cm}^2$$

Refuerzo longitudinal requerido se calcula con la siguiente ecuación:

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

Calculando A_s para $M(-)_{1izq.} = 5\ 286,95 \text{ Kg} - \text{m}$

$$A_s = \frac{0,85 \cdot 281 \text{ kg/cm}^3}{4 \cdot 200 \text{ kg/cm}^3} \left[30 \text{ cm} \cdot 41 \text{ cm} - \sqrt{(30 \text{ cm} \cdot 41 \text{ cm})^2 - \frac{5 \cdot 286,95 \cdot 30 \text{ cm}}{0,003825 \cdot 281}} \right] = 3,50 \text{ cm}^2$$

De la misma forma se calcularon las demás áreas de acero:

As para M(-)2der. = 9 947,17 Kg - m = 6,74 cm²

As para M(+) = 5 699,11 Kg - m = 3,78 cm²

Viga en flexión

AS (-)	AS (+)	AS (-)
3,50	3,78	6,74

Para calcular el armado de la viga, se deben cumplir con los siguientes requisitos sísmicos, según el código ACI-318 cap. 21:

Cama superior

Colocar 2 varillas como mínimo, con el área mayor de las opciones:

Asmín = 4,13 cm²

2,33 % As(-) mayor = 6,74/3 = 2,24 cm²

Para este caso será necesario colocar Asmín, por lo tanto se colocan 2 #6,
As = 5,70 cm²

Cama inferior: colocar 2 varillas como mínimo, con el área mayor de las opciones:

$$As_{\min} = 4,13 \text{ cm}^2$$

$$50 \%As(+) = 1,26 \text{ cm}^2$$

$$50 \%As(-) \text{ mayor} = 3,37 \text{ cm}^2$$

Para este caso será necesario colocar $As_{\min} = 4,13 \text{ cm}^2$, utilizando 2 #6 que equivale a un área de acero propuesto de $5,70 \text{ cm}^2$.

Para cubrir el área de acero faltante en los puntos donde demande más que el acero corrido, colocar la diferencia como bas Tones.

Tabla XLVII. **Acero requerido en vigas**

TRAMO		MOMENTO	CORRIDO		AS Req	BASTÓN		
		kg-m	As Propuesto	cm2	cm2	¿NECESITA BASTÓN?	SUMA	CM2
2do nivel	1 a 2	5,286,95	2 #6=	5,70	3,50	NO NECESITA	PROP	5,70
		5 699,11	2 #6=	5,70	3,78	NO NECESITA	PROP	5,70
		9 947,17	2 #6=	5,70	6,74	NECESITA	1#4	6,97
	2 a 3	9 349,10	2 #6=	5,70	6,32	NECESITA	1#4	6,97
		3 993,23	2 #6=	5,70	2,63	NO NECESITA	PROP	5,70
		10 951,32	2 #6=	5,70	7,46	NECESITA	2#5	9,66
	3 a 4	12 347,56	2 #6=	5,70	8,48	NECESITA	2#5	9,66
		7 553,49	2 #6=	5,70	5,06	NO NECESITA	PROP	5,70
		6 358,56	2 #6=	5,70	4,23	NO NECESITA	PROP	5,70
	A-B	3 761,18	2 #6=	5,70	2,47	NO NECESITA	PROP	5,70
		2 255,31	2 #6=	5,70	1,47	NO NECESITA	PROP	5,70
		6 036,14	2 #6=	5,70	4,01	NO NECESITA	PROP	5,70
	B-C	5 573,97	2 #6=	5,70	3,69	NO NECESITA	PROP	5,70
		3 076,26	2 #6=	5,70	2,01	NO NECESITA	PROP	5,70
		6 197,85	2 #6=	5,70	4,12	NO NECESITA	PROP	5,70
	C-D	6 197,85	2 #6=	5,70	4,12	NO NECESITA	PROP	5,70
		3 076,28	2 #6=	5,70	2,01	NO NECESITA	PROP	5,70
		5 573,97	2 #6=	5,70	3,69	NO NECESITA	PROP	5,70

Continuación de la tabla XLVII.

	D-E	6 036,14	2 #6=	5,70	4,01	NO NECESITA	PROP	5,70
		2 255,31	2 #6=	5,70	1,47	NO NECESITA	PROP	5,70
		3 761,18	2 #6=	5,70	2,47	NO NECESITA	PROP	5,70
1er nivel	1 a 2	8 929,18	2 #6=	5,70	6,02	NECESITA	1#3	6,41
		8 121,64	2 #6=	5,70	5,45	NO NECESITA	PROP	5,70
		14 954,65	2 #6=	5,70	10,43	NECESITA	2#6	11,40
	2 a 3	14 011,94	2 #6=	5,70	9,72	NECESITA	2#6	11,40
		6 400,91	2 #6=	5,70	4,26	NO NECESITA	PROP	5,70
		16 049,47	2 #6=	5,70	11,26	NECESITA	4#5	13,62
	3 a 4	18 490,49	2 #6=	5,70	13,17	NECESITA	4#5	13,62
		10 761,26	2 #6=	5,70	7,33	NECESITA	1#5	7,68
		10 842,40	2 #6=	5,70	7,39	NECESITA	1#5	7,68
	A-B	6 302,17	2 #6=	5,70	4,19	NO NECESITA	PROP	5,70
		4 318,48	2 #6=	5,70	2,84	NO NECESITA	PROP	5,70
		10 858,89	2 #6=	5,70	7,40	NECESITA	2#5	9,66
	B-C	10 852,97	2 #6=	5,70	7,39	NECESITA	2#5	9,66
		4 985,81	2 #6=	5,70	3,29	NO NECESITA	PROP	5,70
		9 971,62	2 #6=	5,70	6,76	NECESITA	1#4	6,97
	C-D	9 971,62	2 #6=	5,70	6,76	NECESITA	1#4	6,97
		4 985,81	2 #6=	5,70	3,29	NO NECESITA	PROP	5,70
		9 012,70	2 #6=	5,70	6,08	NECESITA	1#4	6,97
	D-E	9 585,63	2 #6=	5,70	6,49	NECESITA	1#4	6,97
		3 598,36	2 #6=	5,70	2,36	NO NECESITA	PROP	5,70
		5 895,27	2 #6=	5,70	3,91	NO NECESITA	PROP	5,70

Fuente: elaboración propia.

Diseño a corte

Comparar corte resistente con corte último

Si $V_{res} > V_u$, la viga necesita estribos solo por armado, a $S_{m\acute{a}x.} = d/2 < 30 \text{ cm}$

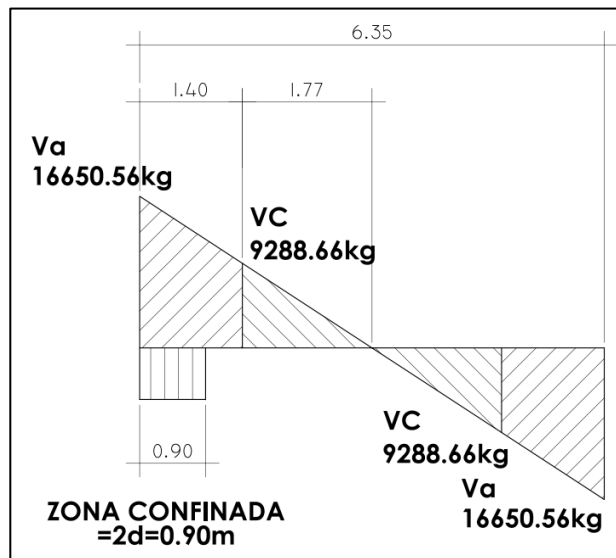
Si $V_{res} < V_u$, se diseñan estribos por corte.

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

$$V_{res} = 0,53 * 0,85 * 30 * 41 * \sqrt{281} = 9\ 288,66 \text{ kg}$$

$$V_u = 16\ 650,56 \text{ Kg}$$

Figura 86. **Cortante actuante y cortante resistente**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Como se muestra en la figura 85 el cortante actuante es mayor al resistente y requiere ampliar el área de confinamiento hasta 1,40 m para resistir el corte, ya que el área propuesta por el ACI artículo 21.3.3.2, dice que deben colocarse estribos en una longitud igual a 2d medida a partir de la cara del elemento de apoyo; en ambos extremos del elemento en flexión es de 0,82 m. El primer estribo debe estar situado a no más de 5 cm, de la cara del elemento de apoyo.

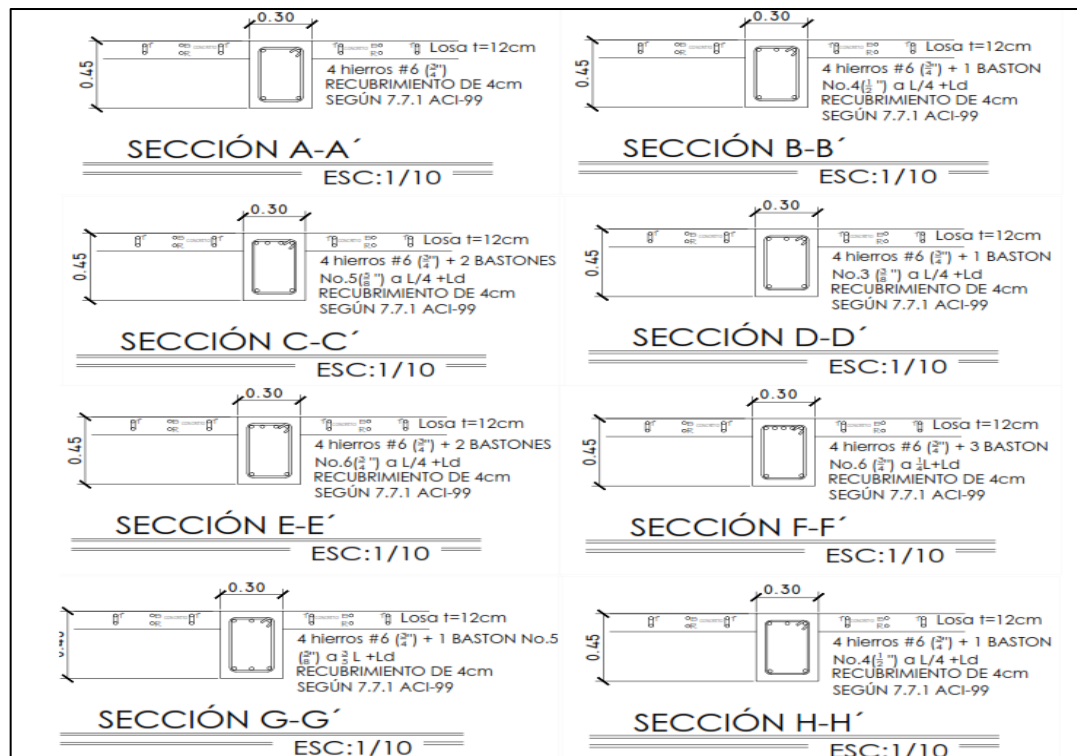
Separación de estribos en área confinada se tomará la menor de las cuatro condiciones siguientes:

- $d/4 = 41/4\text{cm} \approx 10,25\text{ cm}$, por facilidad de armado se usara 10 cm
- $8 \text{ } \emptyset\text{var longitudinal menor} = 12,7\text{ mm} * 8 = 101,6\text{ mm} = 10,16\text{ cm} \approx 10\text{ cm}$
- $24 \text{ } \emptyset\text{var transversal} = 9,5\text{ mm} * 24 = 228,0\text{ mm} = 22,80\text{ cm} \approx 22\text{ cm}$
- 30 cm

$$S_{\text{max}} = \frac{41}{2} = 20,5\text{ cm}$$

Resumiendo el diseño a corte de la viga V-1 quedaran con separación de estribos en zona confinada 10 cm y 14 cm, en zona no confinada, con varilla núm.3.

Figura 87. Detalle de armado de vigas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Armado final en vigas se muestra en planos adjuntos.

2.2.6.3. Diseño de columnas

Se aplicó el procedimiento descrito en 2.1.7.3.

Chequeo de esbeltez

Datos de columna del primer nivel

Sección de columna = 30 cm*30 cm

Sección de viga 1 izq. = 25 cm*35 cm

Sección de viga 2 der.= 25 cm*35 cm

$M_x = 791,99 \text{ Kg} - \text{m}$

$M_y = 1\,490,37 \text{ Kg} - \text{m}$

$V_x = 424,2895 \text{ Kg}$

$V_y = 869,68 \text{ Kg}$

Longitud de columna = 2,80 m

Área tributaria = 29,17 m²

Espesor de losa = 0,12 m

Cálculo de factor de carga última (tomando en cuenta los dos niveles):

$CU = CMU + CVU$

$CMU = 1,4 (W_{acabados} + W_{losa} + W_{sobrecarga} + W_{muros})$

$CMU_2 = 1,4 * (288 \text{ kg/m}^2) = 403,20 \text{ kg/m}^2$

$CMU_1 = 1,4 * \left(463,63 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) = 649,08 \text{ kg/m}^2$

$CVU = 1,7 * (\text{carga viva})$

$$CVU2 = 1,7 * (200 \text{ kg/m}^2) = 340 \text{ kg/m}^2$$

$$CVU1 = 1,7 * (500 \text{ kg/m}^2) = 850 \text{ kg/m}^2$$

$$CU2 = 340 \text{ kg/m}^2 + 403,20 \text{ kg/m}^2 = 743,20 \text{ kg/m}^2$$

$$CU1 = 850 \text{ kg/m}^2 + 649,08 \text{ kg/m}^2 = 1\,499,08 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = CU2 + CU1$$

$$CU = 743,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + \frac{1\,499,08 \text{ kg}}{\text{m}^2} = 2\,204,48 \text{ kg/m}^2$$

El factor de carga última se determina con la siguiente ecuación:

$$FCU = \frac{CU}{CM + CV}$$

$$FCU = \frac{2\,204,48 \text{ kg/m}^2}{700 \text{ kg/m}^2 + 724,63 \text{ kg/m}^2} = 1,55$$

Cálculo de la carga axial

$$P_u = (A_T * CU) + (PP \text{ vigas} * F_{cu})$$

$$P_u = (29,17 \text{ m}^2 * 2\,204,48 \text{ kg/m}^2) + (2\,400 \text{ kg/m}^3 * 0,30 \text{ m} * 0,45 \text{ m} * 11,06 \text{ m} * 1,55)$$

$$P_u = 69\,849,76 \text{ kg}$$

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

$$\text{Extremo: } \Psi = \frac{\sum K_{col}}{\sum K_{vigas}}$$

Sentido X

$$I_{col} = 0,30 \cdot 0,30^3 / 12 = 0,000675$$

$$I_{vig} = 0,30 \cdot 0,45^3 / 12 = 0,002278$$

$$K_{col} = 0,000675 / 2,80 = 0,000241$$

$$K_{vig \text{ izquierda}} = 0,0008932 / 6,13 = 0,00033083$$

$$K_{vig \text{ derecha}} = 0,0008932 / 4,93 = 0,0003141$$

$$\Psi_a = (0,000241 \cdot 2) / (0,002278 + 0,002278) \text{ (extremo superior)}$$

$$\Psi_a = 1,30$$

$$\Psi_b = 0 \text{ (extremo inferior empotrado)}$$

$$\Psi_p = (1,30 + 0) / 2$$

$$\Psi_p = 0,65$$

Cálculo de K (factor de longitud efectiva)

$$K = \frac{(20 - \Psi_p)}{20} \cdot \sqrt{1 + \Psi_p}, \text{ si } \Psi_p < 2$$

$$K = 0,9 \sqrt{1 + \Psi_p}, \text{ si } \Psi_p > 2$$

Como $\Psi_p < 2$:

$$K = \frac{(20 - 0,65)}{20} \cdot \sqrt{1 + 0,65} = 1,24$$

Esbeltez en columna

$$E = \frac{K \cdot Lu}{\sigma}, \text{ donde } \sigma = 0,3 \cdot \text{lado}$$

$$\sigma = 0,3 \cdot 0,30 = 0,09$$

$$E = \frac{1,24 \cdot 2,80}{0,09} = 38,65 \approx 38$$

22 < 38 < 100; se clasifica como columna intermedia

Sentido Y

$$I_{col} = 0,30 \cdot 0,30^3 / 12 = 0,000675$$

$$I_{vig} = 0,30 \cdot 0,45^3 / 12 = 0,002278$$

$$K_{col} = 0,000675 / 2,80 = 0,000241$$

$$K_{vig \text{ izquierda}} = 0,0008932 / 6,13 = 0,00033083$$

$$K_{vig \text{ derecha}} = 0,0008932 / 4,93 = 0,0003141$$

$$\Psi_a = (0,000241 \cdot 2) / (0,000462) \text{ (extremo superior)}$$

$$\Psi_a = 0,52$$

$$\Psi_b = 0 \text{ (extremo inferior empotrado)}$$

$$\Psi_p = (0,52 + 0) / 2$$

$$\Psi_p = 0,26$$

Como $\Psi_p < 2$

$$K = \frac{(20 - 0,26)}{20} \cdot \sqrt{1 + 0,26} = 1,11$$

Esbeltez en columna

$$E = \frac{1,11 \cdot 2,80}{0,09} = 34,48 \approx 34$$

22 < 34 < 100; se clasifica como columna intermedia.

De acuerdo con los resultados de esbeltez, se deben magnificar los momentos actuantes.

Magnificación de momentos

Sentido X

Factor de flujo plástico del concreto

$$\beta_d = \frac{CMU}{C_u} = \frac{1,4(724,63 \text{ kg/m}^2)}{1,7(700 \text{ kg/m}^2) + 1,4(724,63 \text{ kg/m}^2)} = 0,46$$

Cálculo del el total del material

$$E_c = 15100 \sqrt{f'_c}$$

$$EI = \frac{E_c \cdot I_g}{2,5(1 + \beta_d)} = \frac{15100 \sqrt{281} \cdot \left(\frac{1}{12}\right) \cdot 30^4}{2,5(1 + 0,46)} = 468,10 \text{ Ton-m}^2$$

Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot EI}{(kLu)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 468,10}{(1,24 \cdot 2,80)^2} = 381,75 \text{ Ton}$$

Magnificador de momentos

$\delta > 1$ y $\phi = 0,70$, si se usan estribos

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi P_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{69,84 \text{ Ton}}{0,7 \cdot 381,65 \text{ Ton}}} = 1,35$$

Momento de diseño sentido X

$$M_{dx} = \delta * M_{ux} = 1,35 * 791,99 \text{ kg-m} = 1\ 072,27 \text{ kg-m}$$

Momento de diseño sentido Y

$$P_{cr} = 479,75 \text{ Ton}$$

$$\delta = 1,26$$

$$M_{dy} = \delta * M_{uy} = 1,26 * 1\ 490,37 \text{ kg-m} = 1\ 881,77 \text{ kg - m}$$

Comprobando con el programa JC-Diseño Concreto el factor de magnificación y da el siguiente resultado:

Figura 88. **Magnificación de momentos JC-Diseño Concreto**

Diseño de Columnas

Magnificar | Axial + 1 Momento | Axial + 2 Momentos | Confinamiento

Datos

Pu: 9.84 Ton lx: 30 cm
Mu: 1.49 T-m ly: 30 cm
Mucm: 2.2 Ton h: 2.8 m
f'c: 28 Zunchos

Columna Sobre A
 Viga Izquierda A
 Viga Derecha A
 Extremo B empotrado
 Columna Bajo B
 Viga Izquierda B
 Viga Derecha B

lx: 30 cm ly: 30 cm h: 2.8 m
b: 30 cm h: 45 cm l: 3 m

Resultados

K = 32.79 $\delta = 1.47$ Md = 2.19 T-m

Fuente: elaboración propia, empleando JC-Diseño Concreto

Por lo cual se puede observar que no tiene variación el resultado,

Acero longitudinal por el método Bresler

Límites de acero

Según ACI, el área de acero en una columna debe estar dentro de los siguientes límites: $1 \% A_g < A_s < 6 \% A_g$, en zona sísmica.

$$A_{s\text{mín}} = 0,01 (30 \cdot 30) = 9,00 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,06 (30 \cdot 30) = 54,00 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armado propuesto: } 8 \#4 = 10,32 \text{ cm}^2$$

Los valores a utilizar en los diagramas son:

Excentricidades

$$e_x = M_{dx}/P_u = 0,0113 \text{ m}$$

$$e_y = M_{dy}/P_u = 0,0213 \text{ m}$$

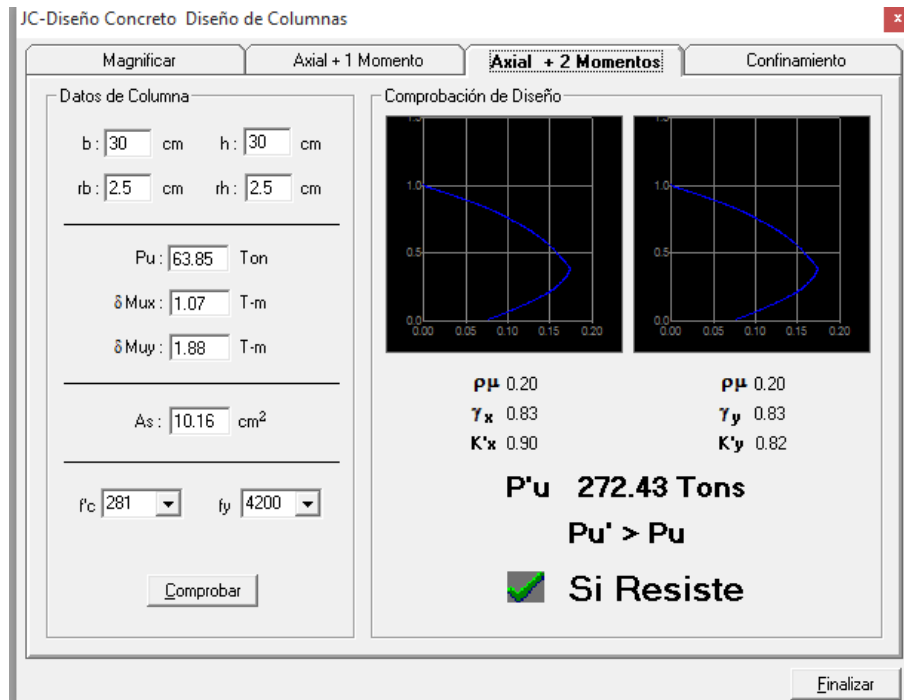
Al conocer las excentricidades se calcula el valor de las diagonales

$$e_x/h_x = 0,0113/0,30 = 0,04$$

$$e_y/h_y = 0,0213/0,30 = 0,07$$

De los diagramas de interacción se obtuvieron del programa JC-Diseño Concreto con los siguientes valores: $K_x = 0,90$, $K_y = 0,82$,

Figura 89. Diagrama de interacción JC-Diseño Concreto



Fuente: elaboración propia, empleando JC-Diseño Concreto.

Cargas

Carga resistente de la columna a una excentricidad ex:

$$P'_{ux} = K_x * f'c * b * h = (0,90)(281)(30 * 30) = 227\ 610,00 \text{ kg.}$$

Carga resistente de la columna a una excentricidad ey:

$$P'_{uy} = K_y * f'c * b * h = (0,83)(281)(30 * 30) = 209\ 907,00 \text{ kg.}$$

Carga axial resistente de la columna

$$P'o = \phi(0,85 * f'c(Ag - As) + As * Fy)$$

$$P'o = 0,70 (0,85 * 281((30 * 30) - 10,16) + 10,16 * 4 200)$$

$$P'o = 178 647,20 \text{ kg.}$$

Carga resistente de la columna

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{P'ux} + \frac{1}{P'uy} - \frac{1}{P'o}} = \frac{1}{\frac{1}{227 610,00 \text{ kg}} + \frac{1}{209 907,00 \text{ kg}} - \frac{1}{178 647,20 \text{ kg}}} = 280 909,15 \text{ kg}$$

$$P'u = 280 909,15 \text{ kg}$$

Para que el armado sea adecuado debe cumplir con la siguiente condición:

$$P'u > Pu/0,7$$

$$280 909,15 \text{ kg} > 69 849,76 \text{ kg}/0,70$$

$$280 909,15 \text{ kg} > 99 785,36 \text{ kg}$$

El armado propuesto para la columna es adecuado.

Refuerzo transversal (estribos)

El procedimiento para proveer refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

Comparar V_r con V_u con los siguientes criterios

Si $V_r > V_u$ se colocan estribos a $S = d / 2$

Si $V_r < V_u$ se diseñan los estribos por corte

Se calcula el corte resistente:

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

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{281} * 30 * 27,5 = 6\,230,20 \text{ Kg,}$$

$$V_u = 869,68 \text{ kg}$$

No es necesario diseñar los estribos a corte

$$S = d/2$$

$$S = 27,5/2 = 13,75$$

Se considera 13 cm de separación por facilidad de armado en zona no confinada:

Refuerzo por confinamiento

La longitud de confinamiento se escoge entre la mayor de las siguientes opciones:

- $L_u / 6 = 3,20 / 6 = 0,53 \text{ m}$
- Lado mayor de la columna = 0,30 m
- 45 cm
- 16 veces el \varnothing varilla longitudinal = 0,31 m
- 48 veces el \varnothing varilla transversal = 0,45 m

Se propone una longitud de confinamiento de 60 cm en ambos extremos.

Cálculo de la relación volumétrica

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

$$\rho_s = 0,45(((30 \text{ cm})^2 / (25 \text{ cm})^2) - 1)(0,85 * 281 / 4 200) = 0,01126$$

Es necesario chequear que $\rho_s > 0,12 \left(\frac{f'_c}{f_y}\right)$

$$\rho_s > 0,12 * \frac{281 \text{ kg/cm}^2}{4,200 \text{ kg/cm}^2} = 0,008$$

$$0,01126 > 0,008; \text{ chequea}$$

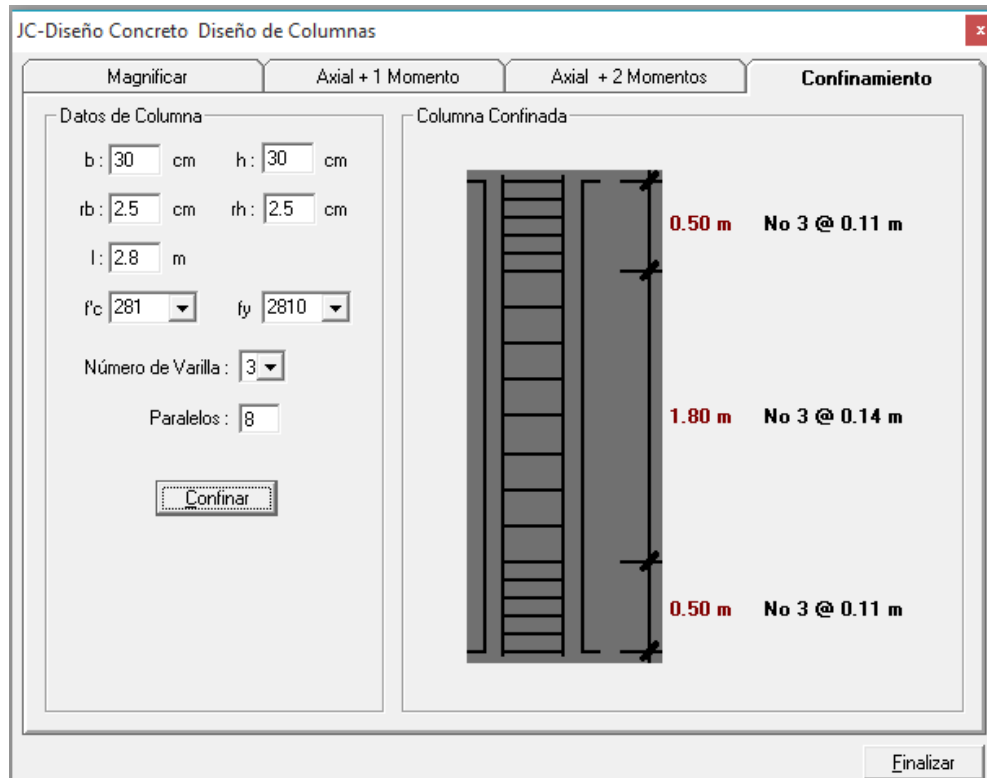
Cálculo del espaciamiento en función de la cuantía volumétrica, utilizando varillas #3:

$$S = \frac{4A_v}{\rho_s * L_n} = \frac{4 * 0,71}{0,01126 * 25} = 10,08 \text{ cm}^2$$

Colocar estribos a cada 10 cm en zona confinada

Se comprobó el confinamiento con el programa JC-Diseño Concreto dando como resultado lo siguiente:

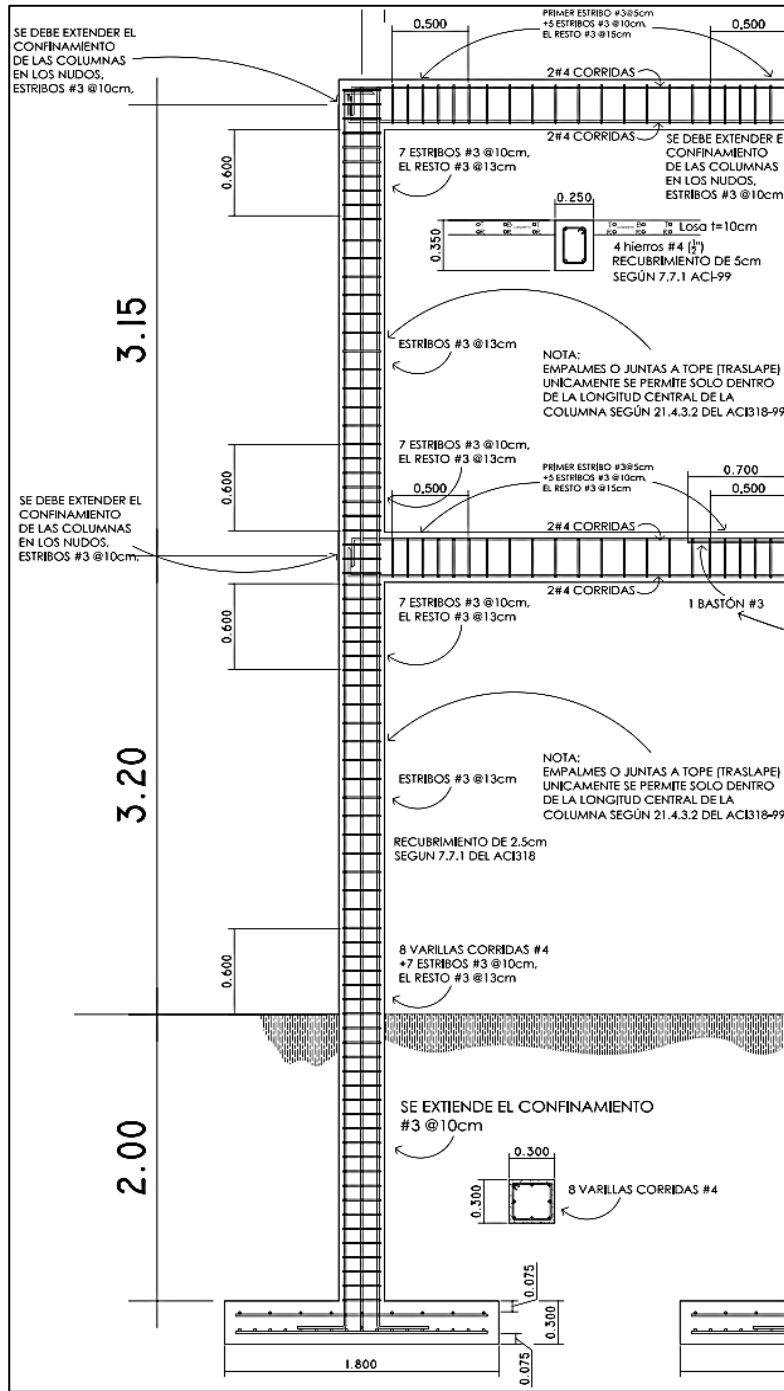
Figura 90. Zona de confinamiento JC-Diseño Concreto



Fuente: elaboración propia, empleando JC-Diseño Concreto.

Este procedimiento se aplicó a las columnas del segundo nivel, dando como resultado un refuerzo longitudinal de 8 #4 y un refuerzo transversal #3 @ 10 cm en la zona de confinamiento de 60 cm y @ 13 cm en el resto. A continuación se muestra el resultado de diseño de la columna, para los dos niveles.

Figura 91. Armado final de columna



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.2.6.4. Diseño de gradas

Se aplicó el mismo procedimiento que en 2.1.7.4.

$$C < 30 \text{ cm}$$

$$18 < 30 \text{ cm}$$

$$H > C$$

$$30 > 18$$

$$2C + H < 64 \text{ cm (valor cercano)}$$

$$2(18) + 28 = 64 < 64$$

$$C + H = 45 \text{ a } 48 \text{ cm;}$$

$$18 + 28 = 46$$

$$C * H = 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$$

$$18 * 28 = 504 \text{ cm}^2$$

Cargas de diseño para una escalera

$$CM = PP \text{ (escalera)} + PP \text{ (acabados)}$$

$$PP \text{ (escalera)} = Wc = (t + C / 2)$$

Número de escalones mínimo

$h/C_{\max} = 3,25 / 0,18 = 18$ escalones. Se tomarán 9 contrahuellas antes del descanso.

$$\text{Número de huellas} = 9 - 1 = 8 \text{ huellas}$$

Chequeo

$$C = 18 < 20 \text{ cm}; H = 28 \text{ cm}$$

$$2C + H = 2(18) + 28 = 64 < 64$$

$$C + H = 18 + 28 = 46 \text{ cm} = 45 \text{ a } 48 \text{ cm}$$

$$c \times H = 18 * 28 = 504 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, se tienen 9 contrahuellas de 18 cm y 8 huellas de 28 cm.

Espesor de la losa

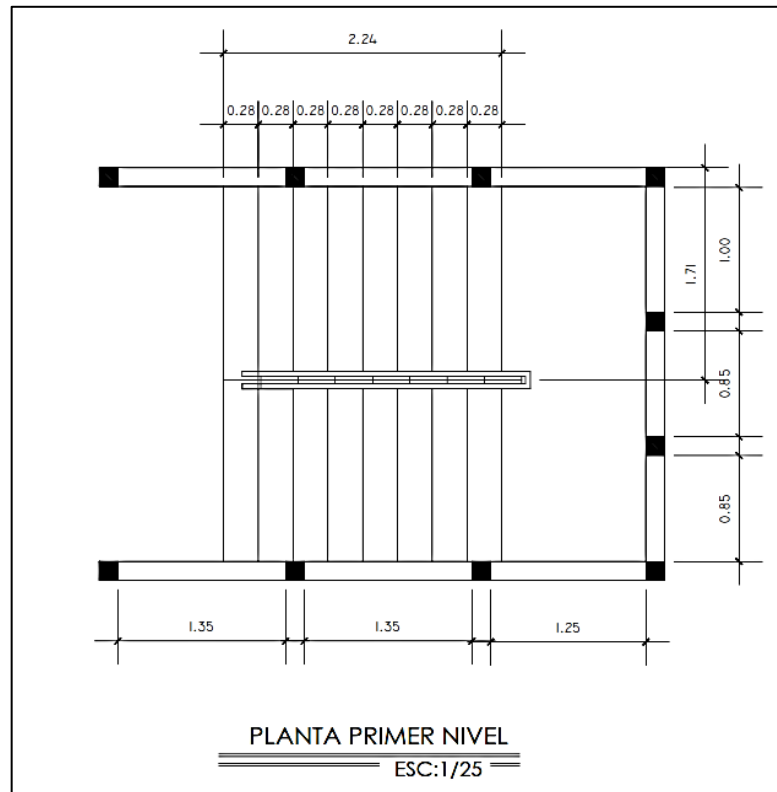
Longitud de la losa

$$\text{Longitud de la losa} = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$\text{Longitud de la losa} = \sqrt{1,77^2 + 2,24^2} = 2,85 \text{ m}$$

$$t = \frac{\text{Longitud}}{24} = \frac{2,85}{24} = 0,1189 \text{ m}; \text{ se usara } t = 12 \text{ cm}$$

Figura 92. **Planta módulo de gradas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Integración de cargas

$$\text{Peso propio de la escalera} = \gamma_c \cdot (t + c/2)$$

$$\text{Peso propio de la escalera} = 2,400 (0,12 + 0,18 / 2) = 504 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Acabados} = 60 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Total carga muerta} = 564 \text{ Kg/m}^2$$

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

$$C_u = 1,4C_M + 1,7C_V = 1,40 (564) + 1,70 (500) = 1\ 639,60 \text{ Kg/m}^2$$

Cálculo de los momentos actuantes en la losa

Se considera el diseño de una losa unidireccional apoyada en los extremos, por lo tanto:

$$M(+)=\frac{WL^2}{9}=\frac{1\,639,6*2,85^2}{9}=1\,479,73\text{ kg-m}$$

$$M(-)=\frac{WL^2}{14}=\frac{1\,639,6*2,85^2}{14}=951,20\text{ kg-m}$$

Acero mínimo

$$A_{smín} = \rho_{mín} * b * d$$

$$\rho_{mín} = 14,1 / F_y$$

b = franja unitaria

t = espesor de la losa

d = peralte efectivo

$$d = t - \text{rec min} - \varnothing/2 = 8,86\text{ cm}$$

$$A_{smín} = (14,1 / 2810) * 100 * 8,86 = 4,44\text{ cm}^2$$

Cálculo de acero requerido

$$A_{sM(-)} = \frac{0,85*281}{4\,200} \left[100*8,86 - \sqrt{(100*8,86)^2 - \frac{1\,479,17*100}{0,003825*281}} \right] = 4,62\text{ cm}^2$$

Como A_{smin} es menor que $A_{sM(-)}$ se colocará $A_{sM(-)}$.

Separación para Asmín con varillas núm. 4

$$4,62 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$1,27 \text{ cm}^2 \rightarrow S$$

Aplicando una regla de tres

$$S = 1,27 * 100 / 4,62 = 27,43 \text{ cm}$$

Por facilidad de armado y por factores de seguridad, se escoge una separación de 20 cm, chequear la separación máxima

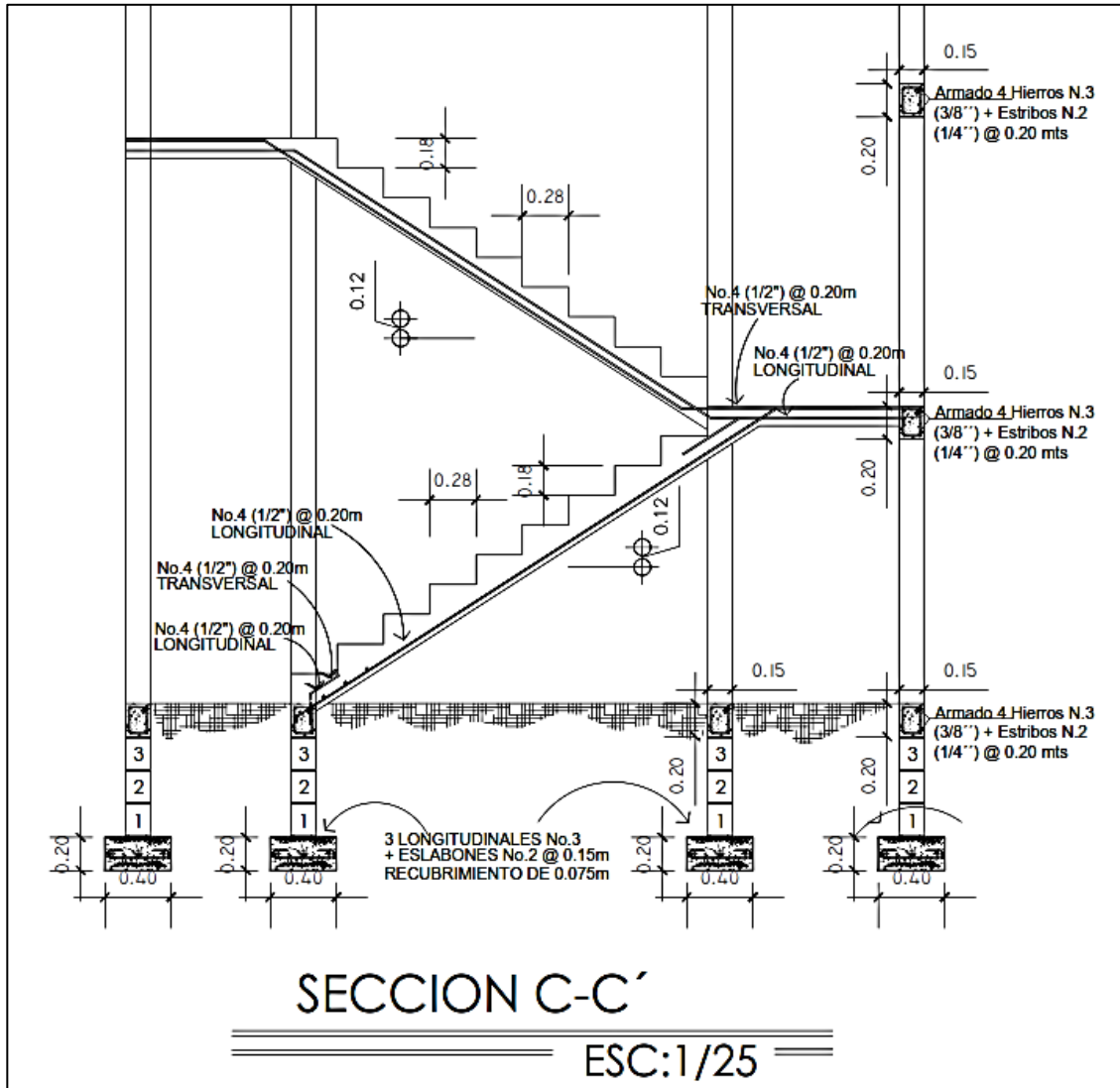
$$S_{\text{máx}} = 2 * t = 2 * 12 = 24 \text{ cm};$$

$$\text{Acero por temperatura} = A_s = 0,002 * b * t = 0,002 (100) * (12) = 2,4 \text{ cm}^2$$

$$S \text{ para } A_s \text{ por temperatura} = 52 \text{ cm}$$

Como la separación máxima es menor a la separación del acero por temperatura se colocará con varilla núm. 4 @ 0,20m.

Figura 93. Armado de gradas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.2.6.5. Diseño de cimientos

Se aplicó el mismo procedimiento del 2.1.7.5.

Zapatas concéntricas

Datos

$$M_x = 2,06 \text{ Ton-m}$$

$$M_y = 4,40 \text{ Ton-m}$$

$$P_u = 69,84 \text{ Ton}$$

$$V_s = 15,00 \text{ Ton/m}^2$$

$$P_{\text{suelo}} = 1,26 \text{ Ton/m}^3$$

$$\text{Desplante} = 2 \text{ m}$$

$$F_{cu} = 1,49$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2,40 \text{ Ton/m}^3$$

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

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

Cargas de trabajo

Se reducen las cargas y momentos de trabajo.

$$P'_t = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{69,84}{1,49} = 46,87 \text{ Ton}$$

$$M'_{tx} = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{2,06}{1,49} = 1,38 \text{ Ton-m}$$

$$M'_{ty} = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{4,4}{1,49} = 2,95 \text{ Ton-m}$$

Predimensionamiento del área de la zapata

$$A_z = \frac{1,5P't}{V_s} = \frac{1,5 \cdot 46,87}{15} = 4,68 \text{ m}^2$$

Debido a que las características del suelo son malas, se propone una zapata de 2,20x2,20 m, para un área de zapata de 4,84 m², se procede a chequear este valor.

Revisión de presión sobre el suelo

$$q = \frac{P_{cg}}{A_z} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} + \frac{M_{ty}}{S_y}, \text{ donde } S = \frac{bh^2}{6}$$

$$P = P' + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}}$$

$$P = 46,87 + (4,84 \cdot 2 \cdot 1,26) + (4,84 \cdot 0,30 \cdot 2,40) = 62,55 \text{ Ton}$$

$$S_x = S_y = \frac{2,20 \cdot 2,20^2}{6} = 1,77$$

$$q_{\text{max}} = \frac{46,87}{4,84} + \frac{1,38}{1,77} + \frac{2,95}{1,77} = 12,13 \text{ Ton/m}^2$$

$$q_{\text{min}} = \frac{46,87}{4,84} - \frac{1,38}{1,77} - \frac{2,95}{1,77} = 7,23 \text{ Ton/m}^2$$

$q_{\text{máx}} = 12,13 \text{ Ton/m}^2$ cumple, no excede el V_s

$q_{\text{mín}} = 7,23 \text{ Ton/m}^2$ cumple, es mayor a cero.

Para efectos de diseño se determina una presión constante; aplicando un criterio conservador, se realiza el diseño con la presión máxima, afectada por el factor de carga última.

$$q_u = F_{cu} * q_{max} = 1,49 * 12,13 = 18,07 \text{ Ton/m}^2$$

Espesor de zapata

Tpropuesto = 30 cm

Rec= 7,5 cm

Peralte efectivo

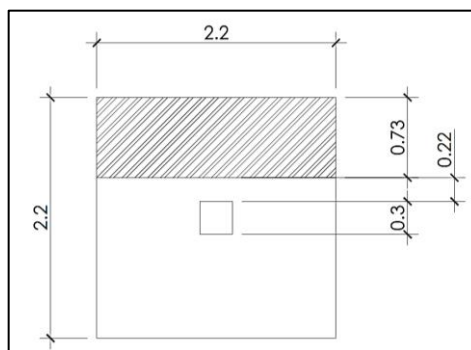
$$d = t - \text{rec.} - \varnothing \text{var}/2$$

$$d = 30 - 7,5 - 1,59/2$$

$$d = 21,80 \text{ cm}$$

Corte simple

Figura 94. **Corte simple en zapata**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

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

$$x = 2,20/2 - 0,30/2 - 0,2180 = 0,732 \text{ m}$$

Corte actuante

$$V_{act} = \text{Área} \cdot q_u = 2,20 \text{ m} \cdot 0,732 \text{ m} \cdot 18,07 \text{ Ton/m}^2 = 29,09 \text{ Ton.}$$

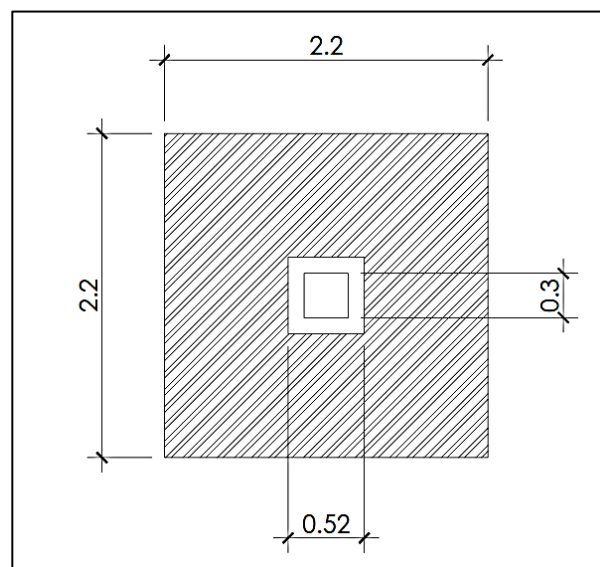
Corte resistente

$$V_{res} = 0,53 \cdot \phi \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f'c} = 0,53 \cdot 0,85 \cdot 21,8 \cdot 220 \cdot \sqrt{281} = 36\,547,47 \text{ kg} \approx 36,55 \text{ Ton}$$

$V_{res} > V_{act}$, el espesor resiste el corte simple.

Corte punzonante

Figura 95. **Corte punzonante en zapata**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Corte actuante por punzonamiento

$$V_{act\ punz} = \text{Área} * q_u$$

$$V_{act\ punz} = [(2,20\text{ m} * 2,20\text{ m}) - ((0,30\text{ m} + 0,2180\text{ m}) * (0,30\text{ m} + 0,2180\text{ m}))] \\ * 18,07\text{ton/m}^2 = 45,91\text{ton}$$

$$V_{act\ punz} = 82,57\text{ Ton}$$

Corte resistente a punzonamiento

$$V_r\ punz = 1,06 * \phi * b_o * d * \sqrt{f'c}$$

b_o = perímetro de sección crítica de punzonamiento

$$b_o = 4(30+21,80) = 207,20\text{ cm}$$

$$V_r\ punz = 1,06 * 0,85 * 207,20 * 21,80 * \sqrt{281} = 68\ 221,96\text{ kg} \approx 68,22\text{ Ton}$$

$V_{res} < V_{act}$, el espesor no resiste el corte punzonante; las dimensiones no son adecuadas, se debe aumentar el peralte propuesto.

Segundo peralte efectivo

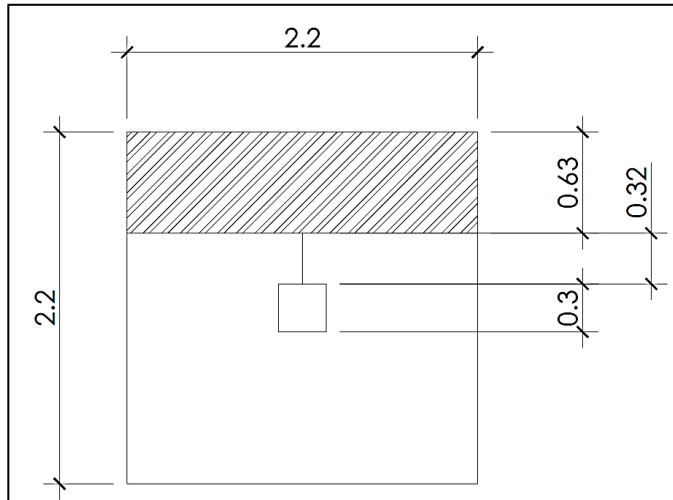
$$d = t - \text{rec.} - \phi_{var}/2, \text{ con un } t \text{ asumido} = 40\text{ cm}$$

$$d = 40 - 7,5 - 1,59/2$$

$$d = 31,71\text{ cm}$$

Corte simple

Figura 96. Corte simple en zapata



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

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

$$x = 2,20/2 - 0,30/2 - 0,317 = 0,63 \text{ m}$$

Corte actuante

$$V_{act} = \text{Área} \cdot q_u = 2,20 \text{ m} \cdot 0,632 \text{ m} \cdot 18,07 \text{ Ton/m}^2 = 25,11 \text{ Ton.}$$

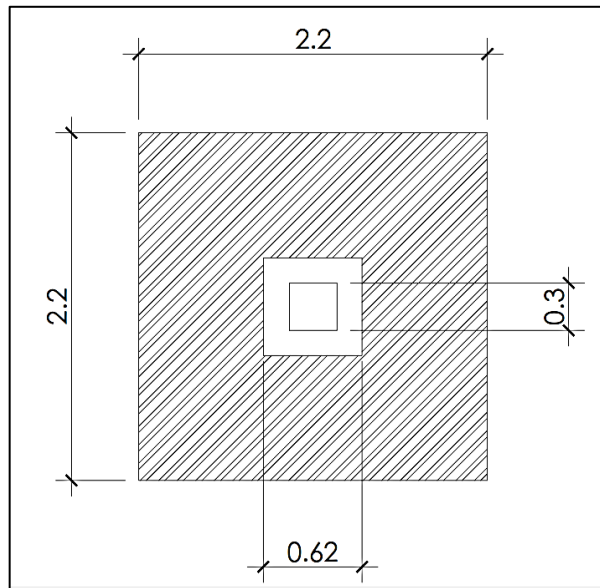
Corte resistente

$$V_{res} = 0,53 \cdot \phi \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f'_c} = 0,53 \cdot 0,85 \cdot 31,8 \cdot 220 \cdot \sqrt{281} = 52 \ 832,08 \text{ kg} \approx 52,83 \text{ Ton}$$

$V_{res} > V_{act}$, el espesor resiste el corte simple.

Corte punzonante

Figura 97. **Corte punzonante en zapata**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Corte actuante por punzonamiento

$$V_{act\ punz} = \text{Área} * q_u$$

$$V_{act\ punz} = [(2,20\text{ m} * 2,20\text{ m}) - ((0,30\text{ m} + 0,3170\text{ m}) * (0,30\text{ m} + 0,3170\text{ m}))] * 18,07\text{ ton/m}^2 = 45,91\text{ ton}$$

$$V_{act\ punz} = 80,41\text{ Ton.}$$

Corte resistente a punzonamiento

$$V_r\ punz = 1,06 * \phi * b_o * d * \sqrt{f'c}$$

b_o = perímetro de sección crítica de punzonamiento

$$b_o = 4(30 + 31,70) = 246,80 \text{ cm}$$

$$V_r \text{ punz} = 1,06 * 0,85 * 207,20 * 31,70 * \sqrt{281} = 99\ 203,49 \text{ kg} \approx 99,20 \text{ Ton}$$

$V_{res} > V_{act}$, el espesor resiste el corte punzonante, las dimensiones son adecuadas, se procede al diseño a flexión.

Diseño del refuerzo por flexión

$$M_u = \frac{q_u * L^2}{2}$$

Donde L = distancia medida del rostro de la columna al final de la zapata.

$$M_u = \frac{18,070 * \left(\frac{2,20}{2} - \frac{0,30}{2} \right)^2}{2} = 8\ 154,08 \text{ kg-m}$$

El área de acero se define por la ecuación:

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

$$A_s = \frac{0,85 * 281}{2\ 810} \left[100 * 31,70 - \sqrt{(100 * 31,70)^2 - \frac{8\ 154,08 * 100}{0,003825 * 281}} \right] = 10,37 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 14,1 * b * \frac{d}{f_y}$$

$$A_{smin} = 14,1 * 100 * \frac{31,70}{2\ 810} = 15,91 \text{ cm}^2$$

Asmin = 15,91 cm²; como Asmin es mayor que As, se colocará Asmin.

Separación para Asmín con varillas núm. 5

$$15,91 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$1,97 \text{ cm}^2 \rightarrow S$$

Aplicando una regla de tres:

$$S = 1,97 * 100 / 15,91 = 12,38 \text{ cm}$$

Por facilidad de armado el espaciamiento será de 12 cm, por lo tanto, colocar varillas núm. 5 @ 12 cm en ambos sentidos de la zapata.

$$As \text{ temperatura} = 0,002 * b * t = 0,002 * 100 * 40 = 8 \text{ cm}^2,$$

Separación para Asmín con varillas núm. 4

$$6,0 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

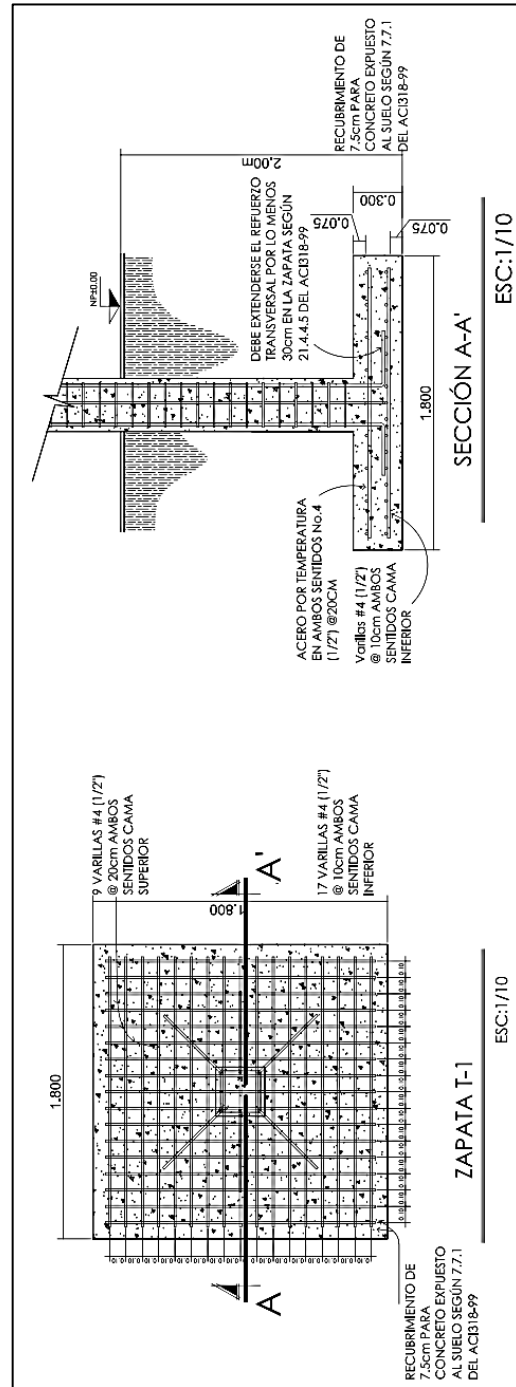
$$1,29 \text{ cm}^2 \rightarrow S$$

Aplicando una regla de tres

$$S = 1,29 * 100 / 6,0 = 16,12 \text{ cm}$$

Colocar varilla núm.4 @ 16 cm en ambos sentidos de la zapata, en cama superior.

Figura 98. Detalle de armado de zapatas concéntricas

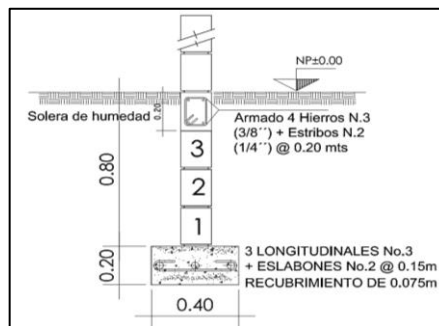


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Cimiento corrido

Las dimensiones mínimas para cimientos corridos tradicionales utilizados en las gradas se muestran en la figura 98.

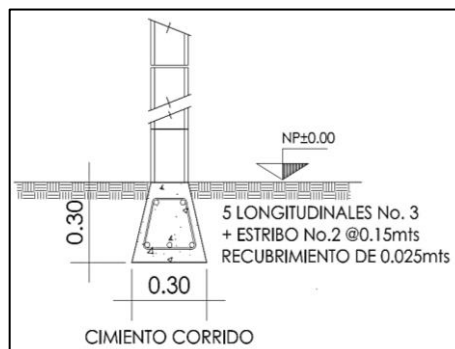
Figura 99. **Detalle de armado de cimiento tradicional**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Las dimensiones del cimiento trapezoidal utilizado en los muros tabiques para la separación de ambientes se muestran en la figura 99.

Figura 100. **Detalle de armado de cimiento trapezoidal**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.2.6.6. Diseño de instalaciones

A continuación se describe el diseño de las instalaciones.

- Agua potable: la edificación cuenta con las mismas especificaciones de la edificación anterior.
- Cálculo de subramales: utilizando la tabla, se le asigna un número (equivalencia) a cada subramal en función de su diámetro obtenido anteriormente, quedando de la siguiente manera:
 - Lavamanos 1/2"
 - Inodoro con tanque 1/2"
 - Lavadero de cocina 1/2"
 - Urinal con tanque 1/2"

Cálculo de ramales

- 1/2" = 1,0
- 3/4" = 2,9
- 1" = 6,2

Luego, empezando desde el punto más alejado respecto del alimentador principal, se analiza ramal por ramal y en función de los números anteriores, se concluye que el tipo de tubería a utilizar será de cloruro polivinilo PVC de 3/4" de diámetro para ramales principales y de 1/2" de diámetro para las conexiones a los artefactos sanitarios.

Cálculo de la línea principal: de acuerdo con la tabla siguiente se le asigna un número de unidades de gasto o unidades Hunter (UH) a cada uno de los artefactos sanitarios en función de su tipo, quedando de la siguiente manera:

Tabla XLVIII. **Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios**

Pieza	Tipo	Unidades de gasto
Tina	Llave normal	2
Lavadora	Eléctrica	3
Ducha	Llave normal	2
Inodoro	Con tanque	3
Inodoro	Conválvula semiautomática	6
Lavadero	Cocina	3
Lavadero	Repostero	3
Lavaplatos	Combinación	3
Lavamanos	Llave normal	1
Urinario	Con tanque	3

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*, p. 48.

De esta manera la cantidad de UH por nivel quedará como lo muestra la tabla XLIX.

Tabla XLIX. **Unidades Hunter de primer nivel**

	Cantidad	UH	CANTIDAD*UH
Lavamanos	7	1	7
Chorros de patio	1	1	1
Inodoros	8	3	24
Urinal	2	3	6
TOTAL			38

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. **Unidades Hunter de segundo nivel**

	Cantidad	UH	CANTIDAD*UH
Lavamanos	8	1	8
Inodoros	8	3	24
Urinal	2	3	6
TOTAL			38

Fuente: elaboración propia.

El número de UH totales será:

$$38 \text{ UH} + 38 \text{ UH} = 76 \text{ UH (60 UH con tanque y 16 UH con válvula)}$$

Con el número total de UH y utilizando la siguiente tabla se tiene un gasto probable de 2,47 l/s (1,22 unidades con tanque y 1,25 unidades con válvula).

Tabla LI. **Gasto probable para la aplicación del método de Hunter (litros por segundo)**

Núm. de	Gasto		Núm. de	Gasto	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
3	0,12	--	40	0,91	1,74
4	0,16	--	42	0,95	1,78
5	0,23	0,91	44	1,00	1,82
6	0,25	0,94	46	1,03	1,84
7	0,28	0,97	48	1,09	1,92
8	0,29	1,00	50	1,13	1,97
9	0,32	1,03	55	1,19	2,04
10	0,34	1,06	60	1,25	2,11
12	0,38	1,12	65	1,31	2,17
14	0,42	1,17	70	1,36	2,23
16	0,46	1,22	75	1,41	2,29
18	0,50	1,27	80	1,45	2,35
20	0,54	1,33	85	1,50	2,40

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 50.

Estimando una velocidad de 1 m/s, una altura de niveles de 2.80 m y tubería de PVC, se calcula el diámetro para cada tramo mediante la fórmula siguiente:

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1\,743,811 \times l \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times H_f}}$$

El diámetro a usar para la red de distribución que alimenta los diferentes niveles será de 1”.

Drenajes agua pluvial y servida.

Tabla LII. **Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones simples y sifones de descarga**

Tipo de mueble o aparato	Unidades de descarga			Diámetro mínimo del sifón y derivación		
	Clase			Clase		
	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra
Lavabo	1	2	2	1 1/4	1 1/4	1 1/4
Inodoro	4	5	6	3	3	3
Tina	3	4	4	1 1/4	2	2
Bidet	2	2	2	1 1/4	1 1/4	1 1/4
Cuarto de baño completo	7	--	--	3	3	3
Regadera	2	3	3	1 1/4	2	2
Urinario suspendido	2	2	2	1 1/4	1 1/4	1 1/4
Urinario vertical	--	4	4	--	2	2
Fregadero de viviendas	3	--	--	1 1/4	--	--
Fregadero de restaurante	--	8	8	--	3	3
Lavadero (ropa)	3	--	--	1 1/4	1 1/4	--
Vertedero	--	8	8	--	3	--
Bebedero	1	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/4
Lavaplatos de casa	2	--	--	1 1/2	--	--
Lavaplatos comercial	--	4	--	--	--	2

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 71.

Utilizando la tabla anterior, se le asigna un número de unidades mueble (UM) y un diámetro de tubería a cada aparato sanitario, dependiendo la clase de instalación; en este caso es una instalación de primera clase, y queda de la siguiente manera:

Tabla LIII. **Cálculo del diámetro de las derivaciones simples para drenaje**

Tipo de mueble o aparato	Número de unidades mueble (um)	Diámetro (pulgada)
Lavamanos	10	1 1/4
Inodoro con tanque	8	3
Lavadero de cocina	1	1 1/4
Drenaje de piso	8	3

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIV. **Caudales base de los artefactos sanitarios**

Designación de los Aparatos	Caudal base l/seg
Bidé, lavapies	0,50
Lavabo	0,75
Fregadero, lavadero	0,75
Ducha	0,50
Bañera	1,50
Urinario	1,00
Inodoro no sifónico	1,50
Inodoro sifónico	2

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 73.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se determina utilizar un diámetro de 3" para todas las derivaciones simples.

Tabla LV. Dimensiones para circuitos horizontales de ventilación

Diámetro del tubo de desagüe (plg)	Máximo núm. de unidades	Diámetro del circuito de ventilación				
		1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
		Máxima longitud horizontal en pies				
1 1/2	10	20				
2	12	15	40			
2	20	10	30			
3	10		20	40	100	
3	30			40	100	
3	60			16	80	
4	100	7		20	52	200
4	200	6		18	50	180
4	500			14	36	140

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 68.

Tabla LVI. **Diámetros y longitudes para circuitos verticales de ventilación**

Diámetro de desagüe vertical	Unidades de pesoconectadas	Diámetro de ventiladores requeridos									
		1 1/4"	1 1/2"	2"	2"	3"	4"	5"	6"	8"	
		Máxima longitud del ventilados en pies									
1 1/4	2	3									
1 1/2	8	5	15								
1 1/2	10	3	10								
2	12	3	75	20							
2	20	2	50	15							
2 1/2	42		30	10	30						
3	10		30	10	20	60					
3	30			60	20	50					
3	6			50	80	40					
4	100			35	10	26	100				
4	200			30	90	25	900				
4	500			20	70	18	700				
5	200				35	80	350	100			

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*.

p. 69.

De acuerdo con las tablas anteriores se tiene para la tubería vertical del segundo nivel, y para el primer un diámetro de 4".

Drenaje pluvial: se dispondrá de ocho bajadas de agua pluvial para drenar el techo del edificio, el diámetro de cada una de ellas se calcula de la siguiente manera:

Se calcula el caudal con la ecuación siguiente:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Donde

Q = caudal m³/s

C = coeficiente de escorrentía del concreto (0,90)

I = intensidad de lluvia (mm/h)

$$I = \frac{1300}{(t + 4)^{0,6688}}$$

t = tiempo de concentración, se asume un tiempo de 30 segundos

Obteniendo una I = 490 mm/hora

El área a drenar por cada bajada será de 15.48 m² o 0,001548 hectáreas, calculado en planta del área total de la azotea para la cual se calcula el caudal:

$$Q = \frac{0,9 * 490 * 0,001548}{360} = 0,00189 \text{ m}^3 = 1,89 \text{ l/s}$$

Luego, se calcula el diámetro de la tubería, por medio de la fórmula de Manning, de la siguiente manera:

$$D = \left(\frac{691\,000 * Q * n}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Como se utilizará tubería de PVC, se estima un coeficiente de rugosidad $n = 0,009$; se estimará una pendiente de 0,5 %, quedando:

Diámetro de 7,58 cm = 2,98"

Se recomienda utilizar tubería PVC de 3" de diámetro.

- Eléctricas
 - Circuitos: según la norma, los circuitos de iluminación y tomacorrientes se protegerán con un flipón de 15 a 20 amperios por cada 12 unidades como máximo, basándose principalmente en lo que determinen los cálculos.
 - Conductores: el calibre de los conductores será de acuerdo estrictamente al cálculo respectivo, pero en ningún momento podrá ser menor de 12 AWG, TW.

Para el cálculo del calibre de la iluminación, se debe determinar la corriente de los circuitos para cada nivel:

(1 circuito) 10 lámpara tipo industrial (2x40) * 80 watts = 800 watts

$$I_{\text{iluminación}} = \frac{P}{V} = \frac{800 \text{ watts}}{120 \text{ V}} = 6,67 \text{ A}$$

Tomando en cuenta que la longitud promedio entre cada bombilla es de 3,00 metros, se determina que el calibre del conductor requerido para cargas nominales de 120 V con un 5 % de caída de voltaje es

$$I_{\text{iluminacion circuito1}} = 6,75\text{A} * 1,05 = 7,08\text{A}$$

CONDUCTOR	#12	#10	#8
Al aire	<25A	<40A	<65A
En tubería	<20A	<30A	<45A

Entonces se usará calibre 12 AWG, TW.

Para el cálculo del calibre de fuerza, se debe determinar la corriente del circuito para cada nivel, tomando en cuenta el uso simultáneo de los tomacorrientes:

$$(1 \text{ circuito}) 8 \text{ tomacorrientes} * 300 \text{ watts} = 2\,400 \text{ watts}$$

$$I_{\text{fuerzacircuito1}} = \frac{P}{V} = \frac{2\,400 \text{ watt}}{120} = 20 \text{ A}$$

Entonces se usará calibre 12 AWG, TW.

Debido a que la corriente es de 7,08 A para iluminación y de 20 para fuerza, se colocará un flipon de 1X15 A por cada circuito de iluminación y 1X20 A por cada circuito de fuerza, dando como resultado el uso de 9 flipones de 15 A y 8 flipones de 20 A. Tomando en cuenta que pueda ocurrir una futura ampliación se le agregarán 5 espacios para flipones de 15 A y 4 espacios para flipones de 20 A.

Tubería y ductos: se utilizará tubería plástica (poliducto), en caso de quedar enterrada o bajo tierra, se deberá proteger con concreto pobre, las uniones deberán ser completamente impermeables.

Dependiendo del calibre y número de conductores que pasan por el tubo, así será el diámetro requerido.

2.2.7. Planos constructivos

En el apartado anterior se ha ejemplificado el proceso de diseño para los elementos estructurales, para los que se elaboraron planos (ver los planos siguientes):

- Planta amueblada
- Planta acotadas
- Planta de acabados
- Elevaciones y secciones
- Planta de cimentación y columnas
- Detalles estructurales
- Detalle de gradas
- Planta de losas y vigas
- Planta de instalación eléctrica iluminación
- Planta de instalación eléctrica fuerza
- Planta de drenaje sanitario
- Planta de drenaje pluvial
- Planta instalación hidráulica

2.2.8. Presupuesto del proyecto

Se presenta en el apéndice el resumen del presupuesto para el proyecto del centro de convergencia para la mujer, la niñez y la adolescencia, el cual se calculó por la integración de precios unitarios, dando como resultado el resumen de cada renglón con su respectiva unidad de medida y el total del proyecto.

3. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Es el procedimiento técnico-administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo.

3.1. Impactos ambientales de la construcción de edificaciones

Dentro de las actividades industriales, la construcción es la mayor consumidora, junto con la industria asociada, de recursos naturales y una de las principales causantes de la contaminación atmosférica. Por lo tanto, la aplicación de criterios de construcción sostenible de las edificaciones se hace imprescindible para el respeto del medio ambiente y el desarrollo de las sociedades actuales y futuras.

En el apartado del consumo energético, hay que señalar que la actividad de construcción como tal no consume mucha energía en comparación con otras actividades humanas. Sin embargo, la consecución y procesamiento de los materiales de construcción y la utilización diaria de edificios e infraestructuras constituye de manera indirecta una de las actividades humanas más intensivas en consumo energético.

En este sentido, el hecho de que las edificaciones sean las responsables de aproximadamente el 50 % de energía utilizada en el mundo, les convierte en uno de los principales causantes de las emisiones contaminantes a la atmósfera.

La energía directa e indirecta usada en las viviendas y edificios proviene principalmente de la generación por medio de hidroeléctricas y de la combustión de combustibles fósiles, que contribuyen de manera muy importante a la contaminación atmosférica, principalmente anhídrido carbónico, óxidos de azufre y de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles (COV), monóxido de carbono, óxido nitroso y partículas en suspensión.

Las emisiones directas de las edificaciones se centran sobre todo en la actividad de iluminación y operación, mientras que la producción de electricidad en las edificaciones es una de las grandes fuentes de contaminación indirecta. Asimismo, las obras públicas y la construcción de edificaciones se encuentran entre las causas de mayor contaminación acústica en las ciudades, junto con el transporte.

Además, el impacto de las actuales edificaciones, que ocupan cada vez más una mayor parte del territorio, crea un ambiente físico hostil para el desarrollo cotidiano de las actividades de los ciudadanos. En cuanto a los residuos sólidos urbanos, el mayor volumen no se genera en el período de construcción de las edificaciones, sino en su utilización diaria durante su vida útil.

3.2. Medidas de mitigación

Se establece una serie de factores a tomar en cuenta:

- Diseñar tratando de adecuarse al entorno existente.
- En el momento de iniciar la construcción, señalar el área.

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

CONCLUSIONES

1. Como resultado de la investigación diagnóstica practicado en el municipio de Salcajá, del departamento de Quetzaltenango, se identificaron las necesidades de infraestructura para uso público, con el fin de fortalecer la seguridad del municipio, evitar el hacinamiento de usuarios y contar con espacios físicos adecuados; por lo que se presenta la propuesta del diseño de dos edificaciones de dos niveles, uno para la subestación de la Policía Nacional Civil; y el otro para el desarrollo social, con el centro de convergencia, buscando fortalecer el municipio, específicamente la mujer, la niñez y la adolescencia.
2. El uso de normas y reglamentos es necesario para poder garantizar el buen funcionamiento de las edificaciones y no incurrir en gastos legales o de mitigación no contemplados.
3. En el desarrollo del análisis estructural, al comparar los resultados del software ETABS con el método numérico Kani, se obtuvo una variación del cinco por ciento y para efectos de diseño se tomaron los resultados del método numérico, por ser un método más conservador.
4. Para que la ejecución de los proyectos sea ambientalmente viable, se tiene que cumplir con las medidas de mitigación propuestas en este trabajo de graduación, así como las establecidas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, pues con ellas su realización será satisfactoria, sin afectar su entorno.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Salcajá:

1. Garantizar supervisión técnica en la ejecución de los dos proyectos, para que se cumpla con las especificaciones contenidas en los planos.
2. A través de la supervisión técnica hacer constar que en los proyectos se han utilizado materiales certificados de buena calidad, para evitar problemas posteriores relativos al mal funcionamiento o deterioro de los proyectos.
3. La administración de un proyecto como el centro de convergencia para la mujer, la niñez y la adolescencia, debe estar a cargo de personal calificado y que sea nombrado por la Municipalidad, para que se encargue de aspectos como seguridad, salubridad y mantenimiento en general; asimismo, un proyecto como la subestación policial debe estar a cargo de personal específicamente de la Policía Nacional Civil, que tenga entre sus atribuciones el mantenimiento en general.
4. Orientar a la población acerca del uso correcto de las instalaciones de las edificaciones, para prologar la vida útil de los proyectos y evitar el deterioro y mal funcionamiento de los mismos.
5. Actualizar los precios de los materiales y la mano de obra, al momento de que el proyecto sea aprobado, pues en el mercado actual estos están sujetos a cambios.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-99)*. Michigan, Estados Unidos de América: ACI, 99. 495 p.
2. CABRERA, Jadenón. *Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones 1*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1994. 178 p.
3. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill Interamericana, 2001. 722 p. ISBN 958-600-953X
4. PARKER, Harry; AMBROSE, James. *Diseño simplificado de concreto reforzado*. México: Limusa Wiley, 2003. 450 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Presupuesto del proyecto de la subestación de la Policía Nacional Civil

PRESUPUESTO DEL PROYECTO: SUBESTACIÓN DE LA POLICÍA NACIONAL CIVIL					
UBICACIÓN: SALCAJÁ, QUETZALTENANGO					
EPESISTA: FERNANDO RAFAEL SOTO BARRIOS					
FECHA: 2016					
No.	DESCRIPCIÓN	PU	UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1,1	TRAZO Y REPLANTEO	Q 5,01	M ²	122	Q 611,11
1,2	EXCAVACIÓN	Q 118,56	M ³	95	Q 11 263,20
Subtotal					Q 11 874,31
2	CIMENTACIONES				
2,1	ZAPATA CONCÉNTRICA	Q 3 939,35	UNIDAD	11	Q 43 332,83
2,2	ZAPATA EXCÉNTRICA	Q 3 209,14	UNIDAD	7	Q 22 464,00
2,3	ZAPATA COMBINADA	Q 4 591,41	UNIDAD	2	Q 9 182,83
2,4	CIMIENTO CORRIDO/SOLERA DE HUMEDAD	Q 273,43	ML	119	Q 32 537,80
Subtotal					Q 107 517,46
3	LEVANTADO DE MURO COLUMNAS Y SOLERAS				
3,1	LEVANTADO DE MURO	Q 271,61	M ²	379	Q 102 940,03
3,2	SOLERA INTERMEDIA	Q 191,07	ML	94	Q 17 960,52
3,3	SOLERA DE CORONA	Q 191,07	ML	102	Q 19 489,07
3,4	SOLERA DE SILLAR O DINTEL	Q 305,57	ML	60	Q 18 334,05
3,5	COLUMNA TIPO 1 "C-1" (30CMX30CM)	Q 637,91	ML	170	Q 108 444,90
3,6	COLUMNA TIPO 2 "C-2" (15CMX20CM)	Q 202,19	ML	165	Q 33 360,59
3,10	COLUMNA TIPO 3 "C-3"(15CMX15XM)	Q 137,01	ML	200	Q 27 402,24
3,11	COLUMNA TIPO 4 "C-4"	Q 86,57	ML	60	Q 5 193,99
Subtotal					Q 333 125,38
4	LOSAS VIGAS Y TECHOS				
4,1	VIGA TIPO 1 (25CMX35CM)	Q 398,60	ML	260	Q 103 637,14

Continuación del apéndice 1.

4,2	LOSA (t=10cm No,4@20cm BASTÓN INTERCALADO AMBOS SENTIDOS	Q 782,35	M ²	122,11	Q 95 533,24
4,3	LOSA (t=10cm No,4@20cm BAS TON INTERCALADO EN SENTIDO LARGO	Q 691,68	M ²	122,11	Q 84 460,91
4,4	TECHO DE LAMINA	Q 191,59	M ²	7,47	Q 1 431,16
Subtotal					Q 285 062,45
5	CIRCULACIÓN Y ACABADOS				
5,1	BORDILLO EN CAMINAMIENTO PEA TONAL EXTERIOR	Q 29,92	ML	18	Q 538,58
5,2	CAMINAMIENTO PEA TONAL EXTERIOR	Q 749,78	M ²	7	Q 5 248,44
5,3	PISO DE CONCRETO	Q 295,01	M ²	53	Q 15 635,38
5,4	RAMPAS PARA DISCAPACITADOS	Q 306,76	M ²	15	Q 4 601,39
5,5	REPELLO DE MUROS	Q 145,25	M ²	654	Q 94 991,63
5,6	PINTURA DE MUROS	Q 18,59	M ²	445	Q 8 274,62
5,7	AZULEJO EN BAÑOS (20X29,5CM)	Q 87,75	M ²	45	Q 3 948,75
5,8	IMPERMEABILIZACIÓN DE MURO INTERIOR	Q 61,22	M ²	16	Q 979,46
5,9	TOPES PARA VEHÍCULOS EN PARQ UEO	Q 94,02	UNIDAD	3	Q 282,05
5,10	SEÑALIZACIÓN CON PINTURA DE TRAFICO EN ÁREA DE PARQ UEO	Q 26,33	ML	1	Q 26,33
5,11	CERNIDO DE MUROS	Q 149,63	M ²	654	97861,05643
Subtotal					Q 232 387,68
6	PUERTAS Y VENTANAS				
6,1	PUERTA TIPO 1 (METÁLICA 1,5mtX2,45mt)	Q 1 069,37	UNIDAD	2	Q 2 138,73
6,2	PUERTA TIPO 2 (METÁLICA DE 0,80mtX2,50mt)	Q 992,41	UNIDAD	2	Q 1 984,82
6,3	PUERTA TIPO 3 (METÁLICA DE 0,90mtX2,30mt)	Q 1 050,91	UNIDAD	4	Q 4 203,64
6,4	PUERTA TIPO 4 (METÁLICA DE 1,0mtX2,30mt)	Q 1 111,50	UNIDAD	1	Q 1 111,50
6,5	PUERTA TIPO 5 (METÁLICA DE 0,90mtX2,50mt)	Q 1 111,50	UNIDAD	1	Q 1 111,50
6,6	VENTANA TIPO V-1 (UPVC + vidrio de 5mm) según planos	Q 574,55	UNIDAD	4	Q 2 298,21

Continuación del apéndice 1.

6,7	VENTANA TIPO V-2 (UPVC + vidrio de 5mm) según planos	Q 632,01	UNIDAD	4	Q 2 528,04
6,8	VENTANA TIPO V-3 (UPVC + vidrio de 5mm) según planos	Q 652,90	UNIDAD	1	Q 652,90
6,9	VENTANA TIPO V-4 (UPVC + vidrio de 5mm) según planos	Q 506,65	UNIDAD	1	Q 506,65
6,10	PORTÓN DE VEHÍCULOS (METÁLICO CON ANGULARES DE 3")	Q 12 807,32	UNIDAD	1	Q 12 807,32
Subtotal					Q 29 343,32
7	ARTEFACTOS SANITARIOS				
7,1	INSTALACIÓN DE LAVAMANOS	Q 495,16	UNIDAD	10	Q 4 951,61
7,2	SANITARIOS (INODORO TIPO HYDRA O SIMILAR)	Q 1 118,12	UNIDAD	7	Q 7 826,81
7,3	URINAL	Q 631,15	UNIDAD	2	Q 1 262,29
7,4	COLOCACIÓN DE LLAVE PARA DUCHA Y DUCHA CROMADA	Q 724,29	UNIDAD	8	Q 5 794,29
Subtotal					Q 19 835,00
8	INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS				
8,1	ACOMETIDA HIDRÁULICA PARA AGUA POTABLE	Q 585,00	UNIDAD	1	Q 585,00
8,2	TUBERÍA PVC 160PSI D=1" PARA AGUA POTABLE	Q 36,92	ML	80	Q 2 953,52
8,3	TUBERÍA PVC 160PSI D=1/2" PARA AGUA POTABLE	Q 37,20	ML	15	Q 557,94
8,4	TUBERÍA PVC 100PSI D=2" PARA DRENAJE SANITARIO	Q 108,05	ML	25	Q 2 701,23
8,5	TUBERÍA PVC 100PSI D=3" PARA DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL	Q 78,64	ML	117	Q 9 200,80
8,6	TUBERÍA PVC O 4" PARA DRENAJES	Q 79,66	ML	54	Q 4 301,42
8,7	CAJA DE REGISTRO	Q 497,88	UNIDAD	7	Q 3 485,14
8,8	PANUELOS DE CONCRETO CONFORME A PLANOS	Q 53,37	M ²	122	Q 6 511,24
Subtotal					Q 30 296,29
9	INSTALACIONES ELÉCTRICAS				
9,1	ACOMETIDA ELÉCTRICA MONOFASICA 120/240V 125A	Q 835,71	UNIDAD	1	Q 835,71
9,2	TOMACORRIENTE 110 V EN PARED	Q 85,66	UNIDAD	42	Q 3 597,75

Continuación del apéndice 1.

9,3	TABLERO DE FLIPONES	Q 626,79	UNIDAD	2	Q 1 253,57
9,4	LÁMPARA DE TUBO 20X40	Q 731,25	UNIDAD	12	Q 8 775,00
9,5	LÁMPARA DE CIELO (PLAFONERA)	Q 195,87	UNIDAD	19	Q 3 721,54
9,6	TUBERIA ELÉCTRICA DE O3/4"	Q 574,55	ROLLO	2	Q 1 149,11
9,7	CABLE CALIBRE 12	Q 5,43	ML	600	Q 3 259,29
Subtotal					Q 22 591,97
10	MÓDULO DE GRADAS				
10,1	LEVANTADO DE MURO	Q 411,32	M ²	59	Q 24 267,74
10,2	CIMIENTO CORRIDO	Q 249,41	ML	8,15	Q 2 032,71
10,3	SOLERA INTERMEDIA	Q 191,07	ML	40	Q 7 642,77
10,4	COLUMNA TIPO C(15X15CM)	Q 137,01	ML	34	Q 4 658,38
10,5	GRADA CON HUELLA DE 30CM Y CONTRAHUELLA DE 16CM	Q 662,89	UNIDAD	30	Q 19 886,58
Subtotal					Q 58 488,19
PRECIO TOTAL DEL PROYECTO					Q 1 130 522,05

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Presupuesto del proyecto del centro de convergencia para la mujer, la niñez y la adolescencia

PRESUPUESTO DEL PROYECTO: CENTRO DE CONVERGENCIA PARA LA MUJER LA NIÑEZ Y LA ADOLESCENCIA					
UBICACIÓN: SALCAJÁ QUETZALTENANGO					
EPESISTA: FERNANDO RAFAEL SOTO BARRIOS					
FECHA: 2016					
No.	DESCRIPCIÓN	PU	UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1,1	TRAZO Y REPLANTEO	Q 5,01	M2	206	Q 1 031,87
1,2	EXCAVACIÓN	Q 114,91	M3	77	Q 8 848,13
Subtotal					Q 9 879,99
2	CIMENTACIONES				
2,1	ZAPATA CONCÉNTRICA	Q 6 446,41	UNIDAD	12	Q 77 356,89
2,2	ZAPATA EXCÉNTRICA	Q 5 523,47	UNIDAD	7	Q 38 664,26
2,3	CIMIENTO CORRIDO/SOLERA DE HUMEDAD	Q 273,43	ML	140,65	Q 38 457,49
Subtotal					Q 154 478,64

Continuación del apéndice 2.

3	LEVANTADO DE MURO COLUMNAS Y SOLERAS				
3,1	LEVANTADO DE MURO	Q 271,61	M ²	672	Q 182 521,64
3,2	SOLERA INTERMEDIA	Q 191,07	ML	270	Q 51 588,73
3,3	SOLERA DE CORONA	Q 191,07	ML	292	Q 55 792,25
3,4	COLUMNA TIPO 1 "C-1" (30CMX30CM)	Q 637,91	ML	199	Q 126 944,32
3,5	COLUMNA TIPO 2 "C-2" (15CMX20CM)	Q 202,19	ML	26,4	Q 5 337,69
3,60	COLUMNA TIPO 3 "C-3"(15CMX15XM)	Q 137,01	ML	229	Q 31 375,56
3,70	COLUMNA TIPO 4 "C-4"	Q 86,57	ML	8,8	Q 761,78
Subtotal					Q 454 321,98
4	LOSAS VIGAS Y TECHOS				
4,1	VIGA TIPO 1 (30CMX45CM)	Q 548,64	ML	296	Q 162 396,25
4,2	LOSA (t=12cm No,4@16cm)	Q 849,25	M ²	309	Q 262 419,13
4,3	LOSA (t=12cm No,4@20cm)	Q 783,86	M ²	309	Q 242 212,19
Subtotal					Q 667 027,57
5	CIRCULACIÓN Y ACABADOS				
5,1	PISO DE CONCRETO	Q 295,01	M ²	35	Q 10 325,25
5,2	RAMPAS PARA DISCAPACITADOS	Q 306,76	M ²	10	Q 3 067,59
5,3	REPELLO DE MUROS	Q 145,25	M ²	900	Q 130 722,43
5,4	PINTURA DE MUROS	Q 18,59	M ²	900	Q 16 735,18
5,5	AZULEJO EN BAÑOS (20X29,5CM)	Q 87,75	M ²	45	Q 3 948,75
5,6	CERNIDO DE MUROS	Q 149,63	M ²	900	134671,1786
Subtotal					Q 299 470,38
6	PUERTAS Y VENTANAS				
6,1	PUERTA TIPO 1 (METÁLICA 1,0mtX2,45mt)	Q 1 069,37	UNIDAD	1	Q 1 069,37
6,2	PUERTA TIPO 2 (METÁLICA DE 0,90mtX2,45mt)	Q 992,41	UNIDAD	1	Q 992,41
6,3	PUERTA TIPO 3 (METÁLICA DE 1,60mtX2,50mt)	Q 2 043,32	UNIDAD	2	Q 4 086,64
6,4	PUERTA TIPO 4 (METÁLICA DE 0,70mtX2,00mt)	Q 850,34	UNIDAD	4	Q 3 401,36

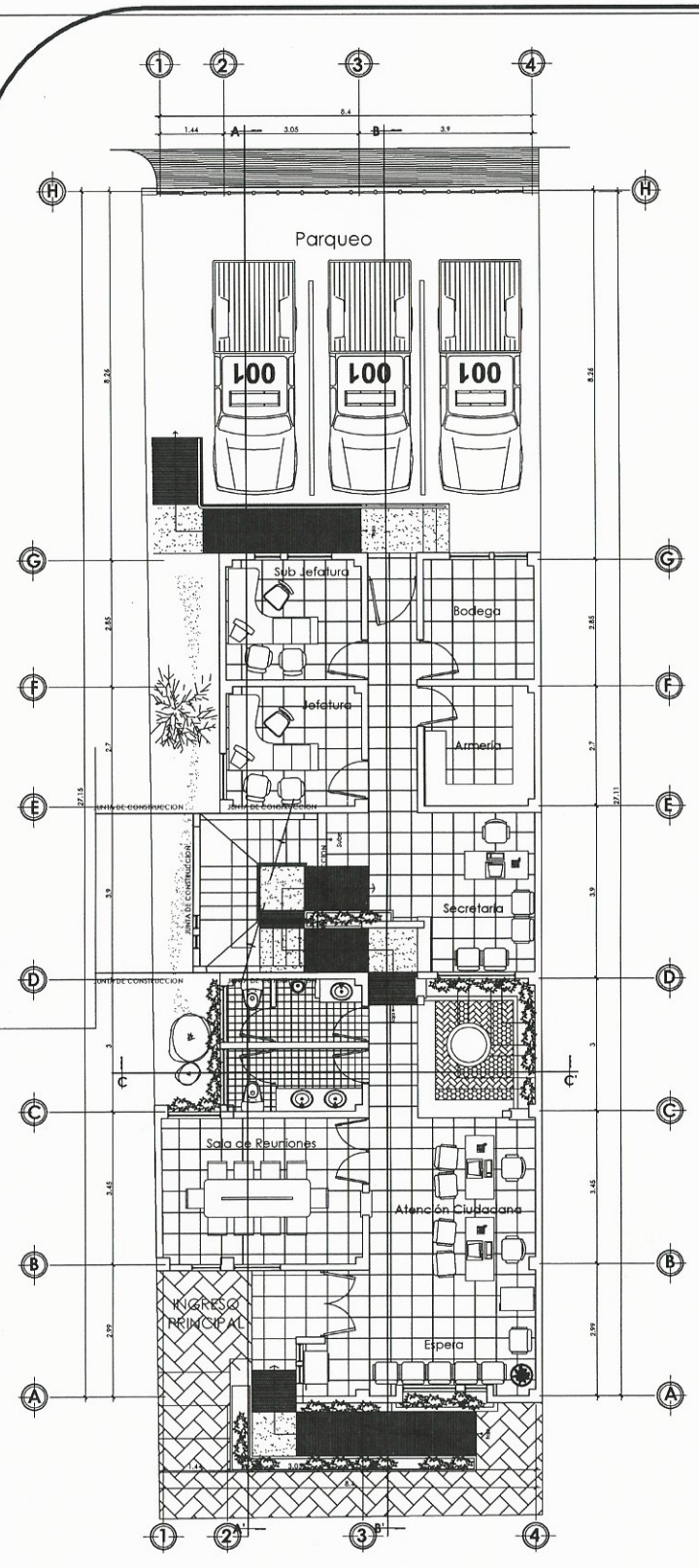
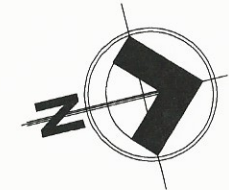
Continuación del apéndice 2.

6,5	PUERTA TIPO 5 (METÁLICA DE 0,85mtX2,45mt)	Q 913,02	UNIDAD	1	Q 913,02
6,6	VENTANA TIPO V-1 (UPVC + vidrio de 5mm) según planos	Q 574,55	UNIDAD	15	Q 8 618,30
6,7	VENTANA TIPO V-2 (UPVC + vidrio de 5mm) según planos	Q 632,01	UNIDAD	13	Q 8 216,12
6,8	VENTANA TIPO V-3 (UPVC + vidrio de 5mm) según planos	Q 652,90	UNIDAD	10	Q 6 529,02
6,9	VENTANA TIPO V-4 (UPVC + vidrio de 5mm) según planos	Q 506,65	UNIDAD	9	Q 4 559,87
Subtotal					Q 38 386,10
7	ARTEFACTOS SANITARIOS				
7,1	INSTALACIÓN DE LAVAMANOS	Q 495,16	UNIDAD	14	Q 6 932,25
7,2	SANITARIOS (INODORO TIPO HYDRA O SIMILAR)	Q 1 118,12	UNIDAD	16	Q 17 889,86
7,3	URINAL	Q 631,15	UNIDAD	4	Q 2 524,59
Subtotal					Q 27 346,70
8	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS				
8,1	ACOMETIDA HIDRAULICA PARA AGUA POTABLE	Q 585,00	UNIDAD	1	Q 585,00
8,2	TUBERÍA PVC 160PSI D=1" PARA AGUA POTABLE	Q 36,92	ML	45	Q 1 661,35
8,3	TUBERÍA PVC 160PSI D=1/2" PARA AGUA POTABLE	Q 37,20	ML	25	Q 929,91
8,4	TUBERÍA PVC 100PSI D=2" PARA DRENAJE SANITARIO	Q 108,05	ML	25	Q 2 701,23
8,5	TUBERÍA PVC 100PSI D=3" PARA DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL	Q 78,64	ML	117	Q 9 200,80
8,6	TUBERÍA PVC O 4" PARA DRENAJES	Q 79,66	ML	54	Q 4 301,42
8,7	CAJA DE REGISTRO	Q 497,88	UNIDAD	3	Q 1 493,63
8,8	PAÑUELOS DE CONCRETO CONFORME A PLANOS	Q 53,37	M ²	309	Q 16 491,58
Subtotal					Q 37 364,92
9	INSTALACIONES ELÉCTRICAS				
9,1	ACOMETIDA ELÉCTRICA MONOFASICA 120/240V 125A	Q 835,71	UNIDAD	1	Q 835,71
9,2	TOMACORRIENTE 110V EN PARED	Q 85,66	UNIDAD	64	Q 5 482,29
9,3	TABLERO DE FLIPONES	Q 626,79	UNIDAD	2	Q 1 253,57

Continuación del apéndice 2.

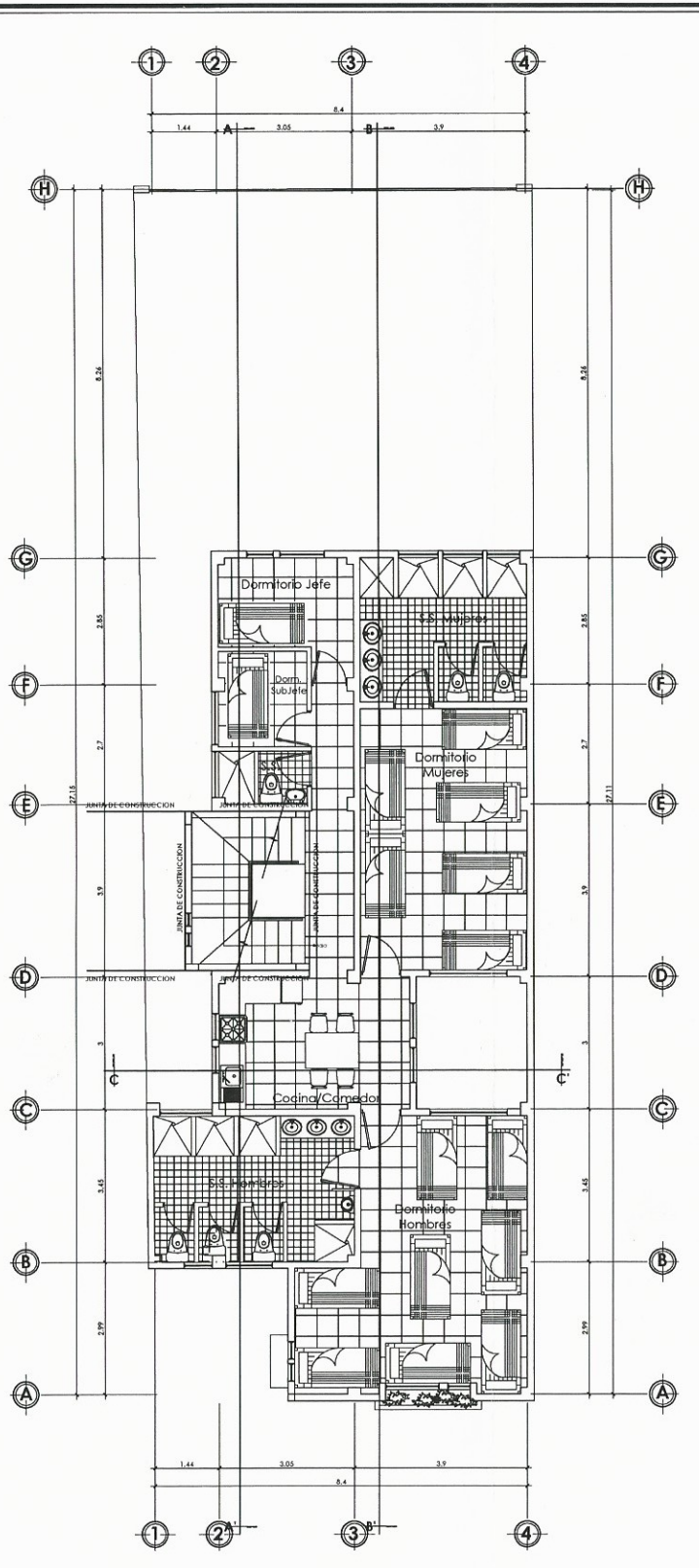
9,4	LÁMPARA DE TUBO 20X40	Q 731,25	UNIDAD	44	Q 32 175,00
9,5	LÁMPARA DE CIELO (PLAFONERA)	Q 195,87	UNIDAD	35	Q 6 855,47
9,6	TUBERÍA ELÉCTRICA DE O3/4"	Q 574,55	ROLLO	3	Q 1 723,66
9,7	CABLE CALIBRE 12	Q 5,43	ML	600	Q 3 259,29
Subtotal					Q 51 584,99
10	MÓDULO DE GRADAS				
10,1	LEVANTADO DE MURO	Q 411,32	M2	65	Q 26 735,65
10,2	CIMIENTO CORRIDO	Q 249,41	ML	12,54	Q 3 127,63
10,3	SOLERA INTERMEDIA	Q 191,07	ML	75	Q 14 330,20
10,4	COLUMNA TIPO C(15X15CM)	Q 137,01	ML	74	Q 10 138,83
10,5	GRADA CON HUELLA DE 28CM Y CONTRAHUELLA DE 18CM	Q 662,89	UNIDAD	18	Q 11 931,95
Subtotal					Q 66 264,26
PRECIO TOTAL DEL PROYECTO					Q 1 806 125,52

Fuente: elaboración propia.



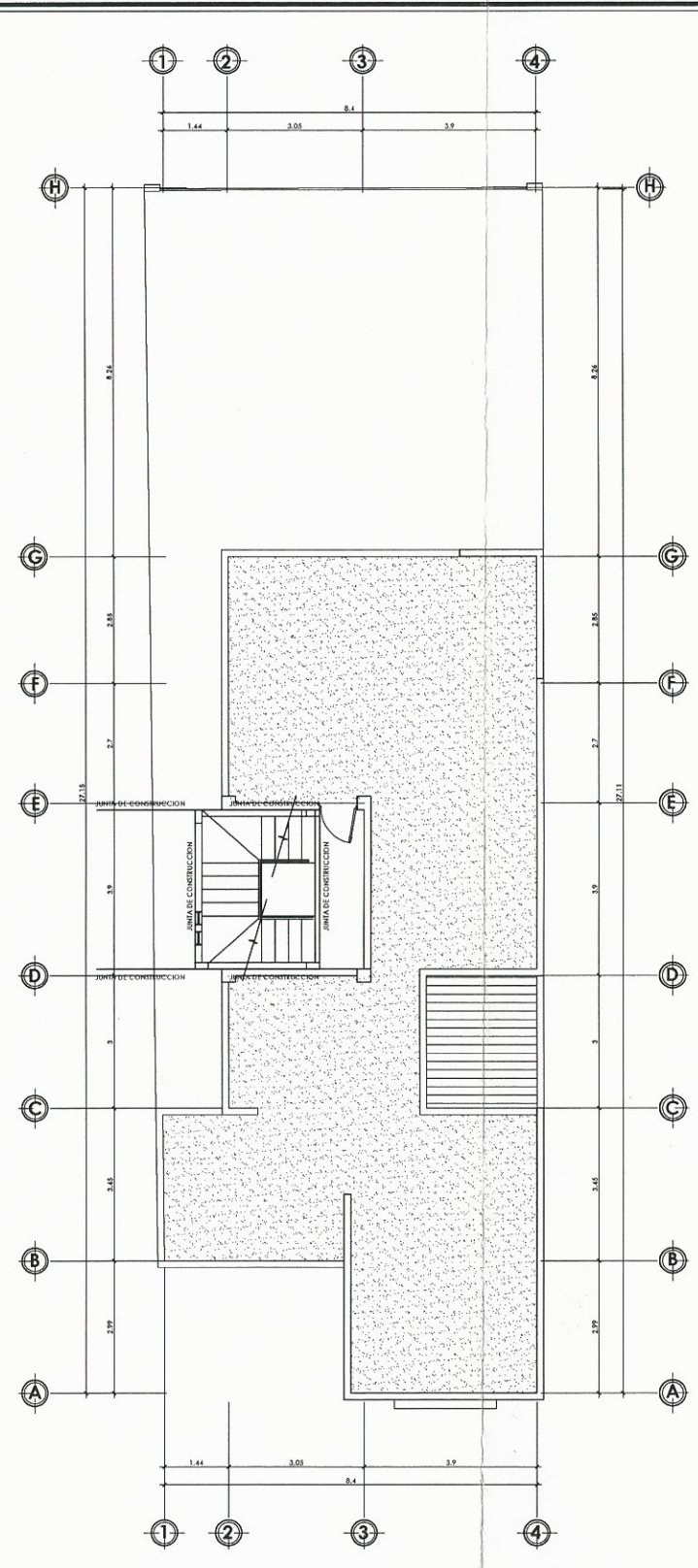
PRIMER NIVEL

ESC:1/75



SEGUNDO NIVEL

ESC:1/75



TERRAZA SEGUNDO NIVEL

ESC:1/75

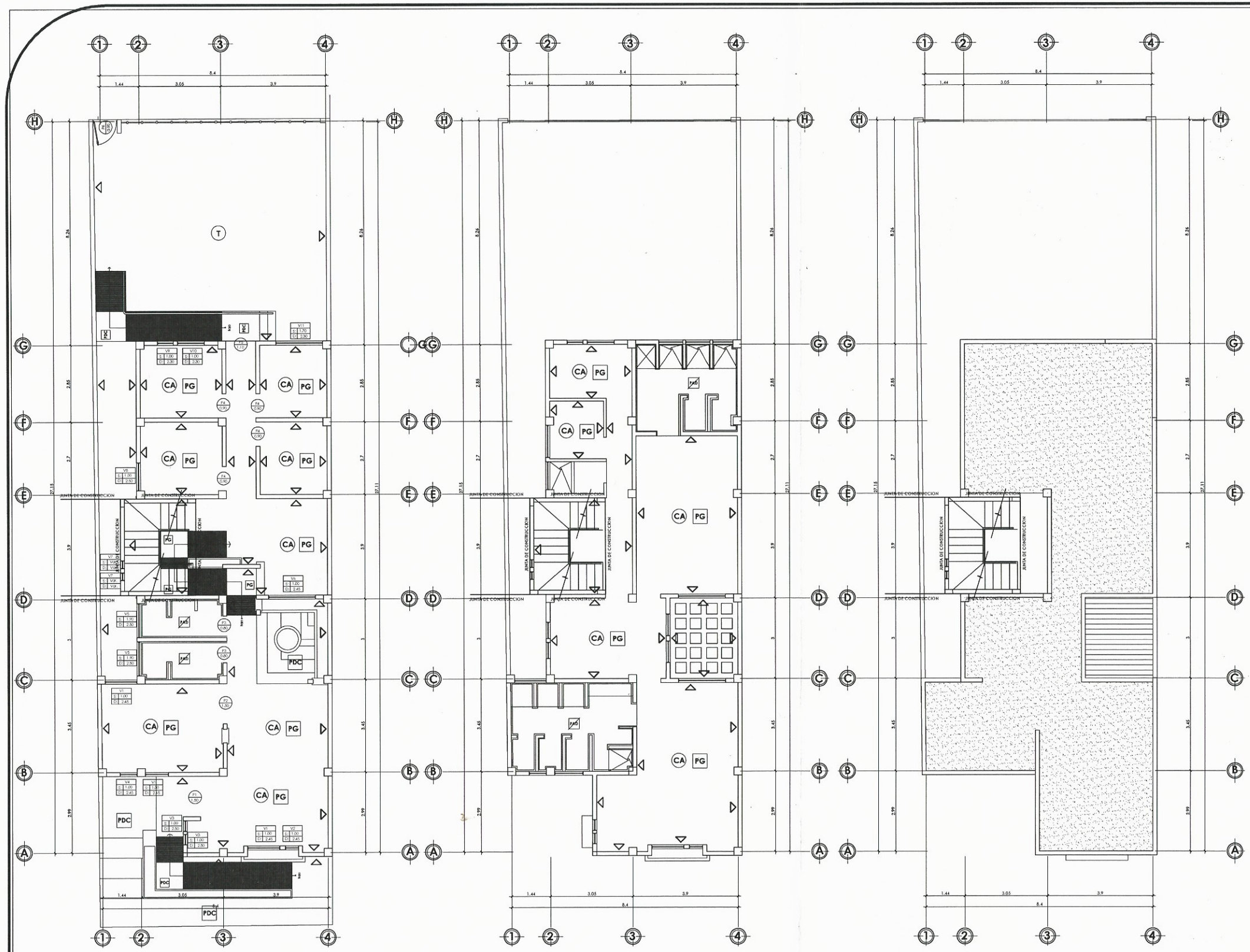
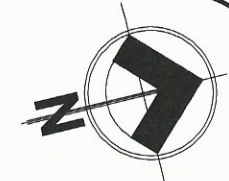
PLANTA ARQUITECTÓNICA

ESC. 1:75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO	EDIFICIO PARA SUBESTACION DE LA PNC		
DIRECCION	TERCERA AVENIDA ENTRE SEGUNDA Y TERCERA CALLE ZONA 4, SALCAJA, QUETZALTENANGO.		
PLANO DE	PLANTA ARQUITECTONICA	FeCaA: 2015	1
		ESCALA: INDICADA	17

Vs. Ing. Juan Merck
ASESOR SUPERVISOR DE E.P.S.

EFECTISTA FERNANDO
RAFAEL SOTO BARRIOS



PRIMER NIVEL

ESC:1/75

SEGUNDO NIVEL

ESC:1/75

TERRAZA SEGUNDO NIVEL

ESC:1/75

PLANTA DE ACABADOS

ESC. 1:50

PLANILLA DE VENTANAS

TIPO	SILLAR	DINTEL	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	MATERIAL
V-1	1.00	2.45	1.20	1.45	3 UNIDADES	UPVC + VIDRIO 8mm
V-2	1.00	2.45	0.50	1.45	1 UNIDAD	UPVC + VIDRIO 8mm
V-3	1.00	2.35	0.40	1.45	2 UNIDADES	UPVC + VIDRIO 8mm
V-4	1.00	2.45	0.40	1.45	1 UNIDAD	UPVC + VIDRIO 8mm
V-5	1.90	2.50	1.28	0.60	2 UNIDADES	UPVC + VIDRIO 5mm
V-6	1.00	2.45	1.75	1.45	1 UNIDAD	UPVC + VIDRIO 5mm
V-7	—	—	0.30	2.20	4 UNIDADES	UPVC + VIDRIO 5mm
V-8	1.00	2.45	1.05	1.40	1 UNIDAD	UPVC + VIDRIO 5mm
V-9	1.00	2.30	0.60	1.30	1 UNIDAD	UPVC + VIDRIO 5mm
V-10	1.00	2.30	1.00	1.30	1 UNIDAD	UPVC + VIDRIO 5mm
V-11	1.70	2.30	1.75	0.60	1 UNIDAD	UPVC + VIDRIO 5mm

Nota: Para detalles de V-7 ver cortes de muros, consultar con supervisor

SIMBOLOGÍA DE ACABADOS

PG	PISO: DE GRANITO
CA	CIELO: ALISADO MONOCAPA
PDC	PISO: DECORATIVO DE CEMENTO
△	PARED: REPELLO + CERNIDO VERTICAL
T	AZULEJO HASTA 1.20 MTS DE ALTURA
▨	FUNDICIÓN DE CONCRETO
▩	CONCRETO CON ACABADO ESTRIADO
▧	PISO: ANTIDESLEIZANTE

PLANILLA DE PUERTAS

TIPO	ANCHO	DINTEL	CANTIDAD	MATERIAL
P-1	1.50	2.45	1 UNIDAD	METAL
P-2	1.50	2.45	1 UNIDAD	MADERA
P-3	0.80	2.50	2 UNIDADES	MADERA
P-4	0.90	2.30	4 UNIDADES	MADERA
P-5	1.10	2.30	1 UNIDAD	MADERA
P-6	0.90	2.50	1 UNIDAD	METAL

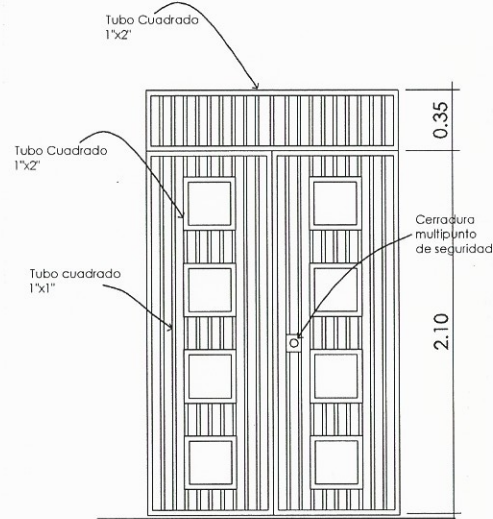
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO	EDIFICIO PARA SUBESTACION DE LA PNC
DIRECCION	TERCERA AVENIDA ENTRE SEGUNDA Y TERCERA CALLE ZONA 4, SALCAJA, QUETZALTENANGO.
PLANO DE	PLANTA DE ACABADOS

FeCaA: 2015 **2**
 ESCALA: INDICADA **17**

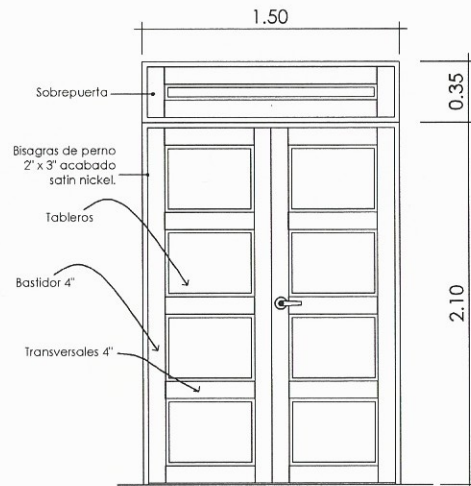
Vo. Bo. Ing. Juan Merck
 ASESOR - SUPERVISOR DE E.P.S.

EPESISTA FERNANDO
 RAFAEL SOTO BARRIOS



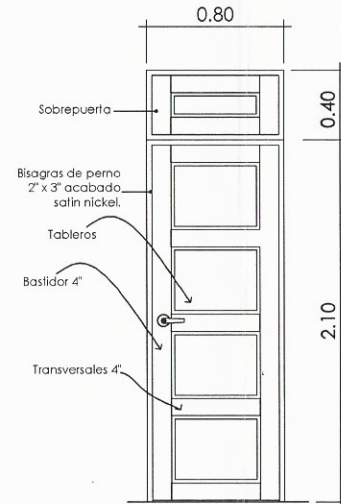
Puerta de metal 2 hojas, acabado pintura anticorrosiva a dos manos + pintura de aceite acabado mate.

Puerta Tipo 1
ESC:1/20



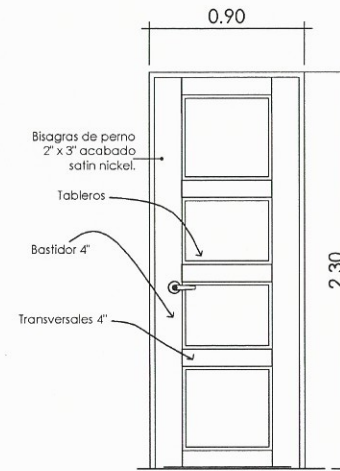
Puerta de madera maciza 2 hojas, tableros dobles, madera de palo blanco.

Puerta Tipo 2
ESC:1/20



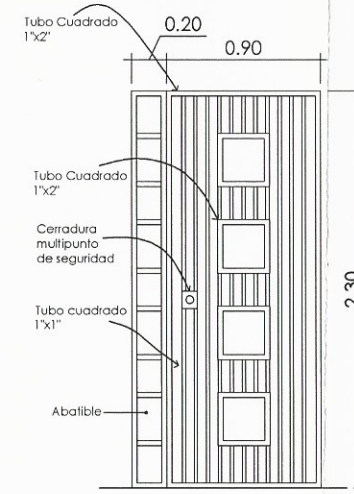
Puerta de madera maciza 1 Hoja, tableros dobles, madera de palo blanco.

Puerta Tipo 3
ESC:1/20



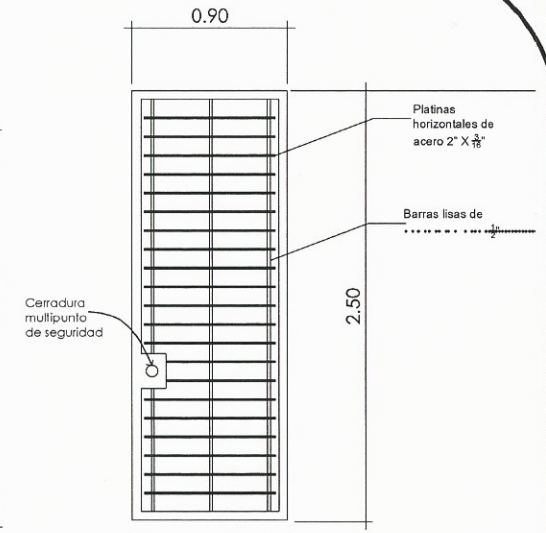
Puerta de madera maciza 1 Hoja, tableros dobles, madera de palo blanco.

Puerta Tipo 4
ESC:1/20



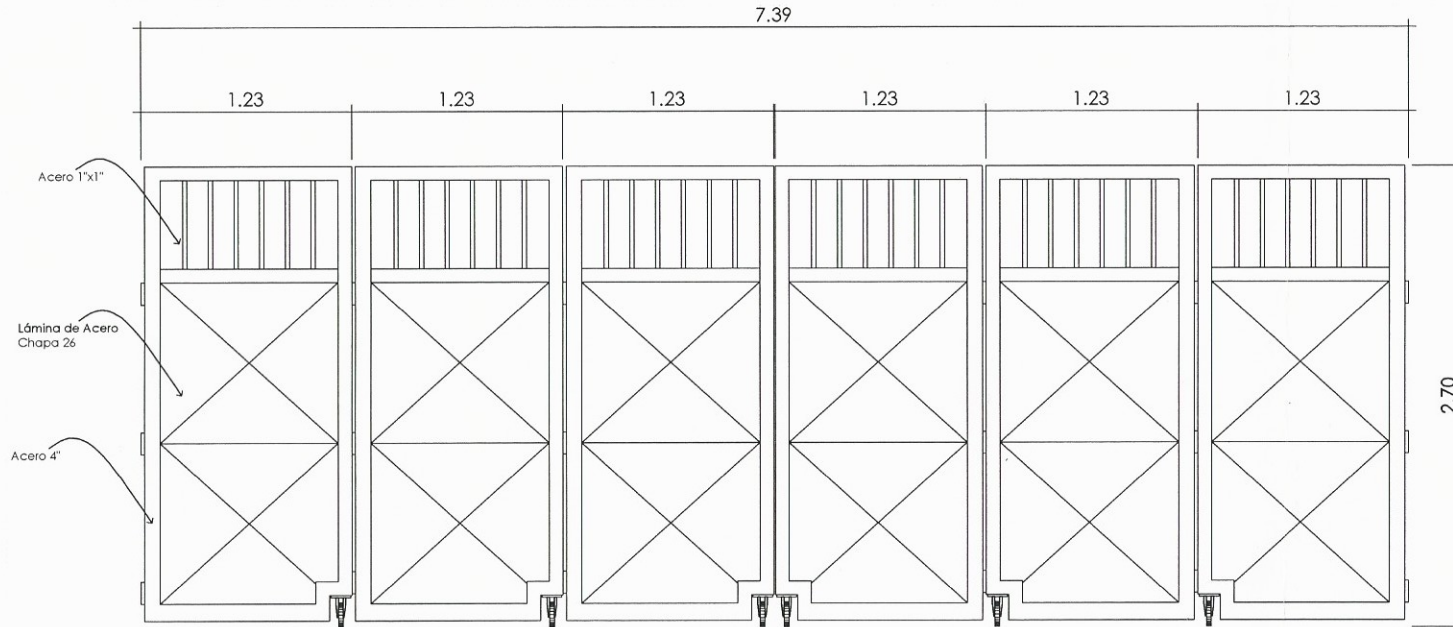
Puerta de metal 1 hoja + abalible, acabado pintura anticorrosiva a dos manos + pintura de aceite acabado mate.

Puerta Tipo 5
ESC:1/20



Puerta de metal 1 hoja, acabado pintura anticorrosiva a dos manos + pintura de aceite acabado mate.

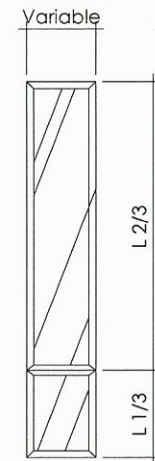
Puerta Tipo 6
ESC:1/20



Portón de Acceso de Vehículos
ESC:1/20

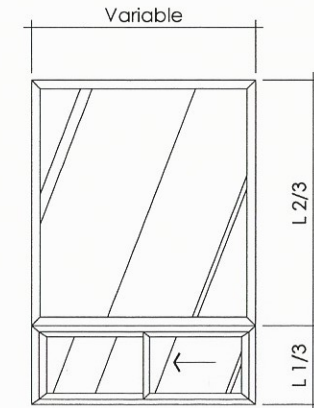


PLANTA Acceso de Vehículos
ESC:1/20



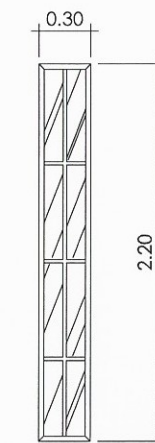
Ventana UPVC, Perfil 60, Secciones fijas, Vidrios Color Bronce 8mm.

Ventana Tipo 2,3,4,9
ESC:1/20



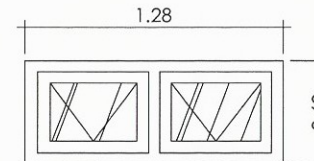
Ventana UPVC, Perfil 80, Seccion Color Bronce 8mm.

Ventana Tipo 1,1,10,11
ESC:1/20



Ventana UPVC, Perfil 60, Vidrios Color Bronce 8mm.

Ventana Tipo 7
ESC:1/20



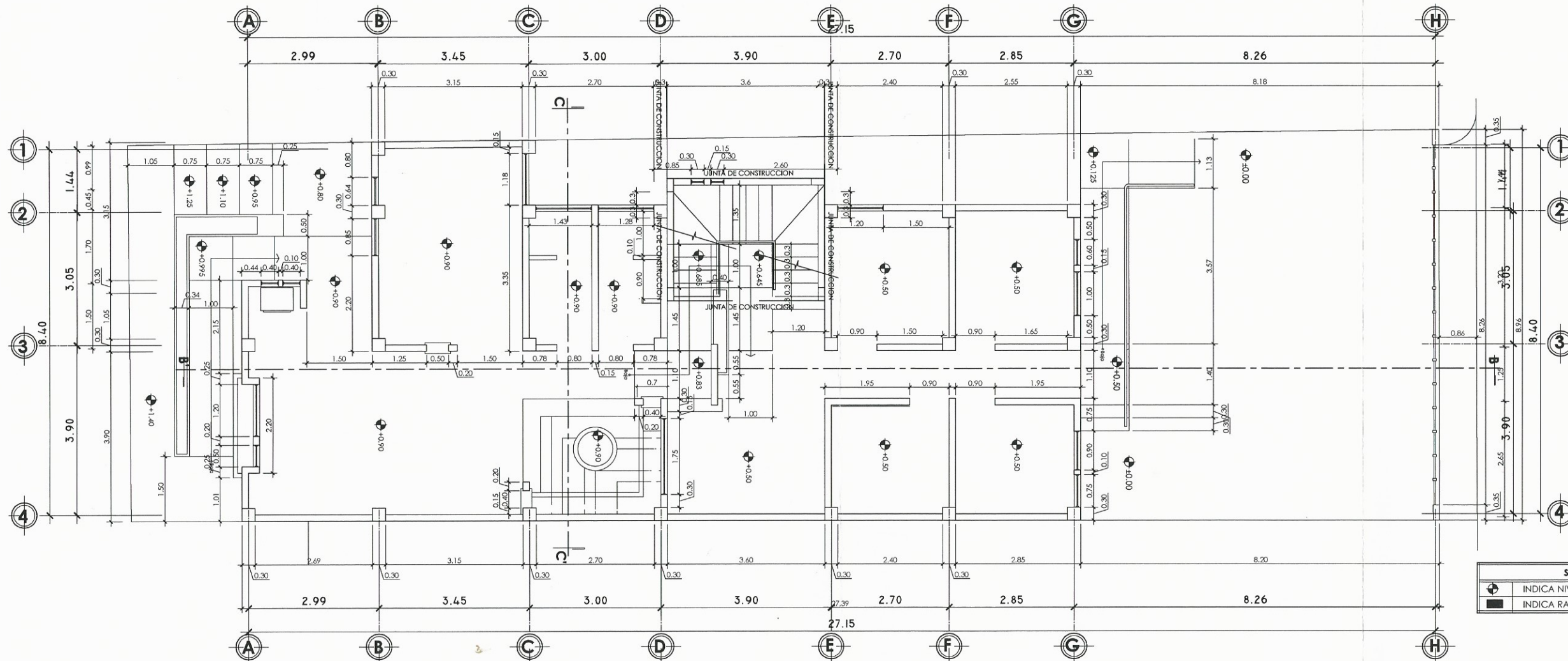
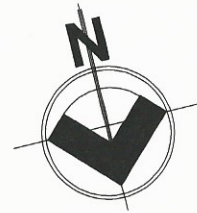
Ventana UPVC, Perfil 80, Secciones proyectables, Vidrios nevados color Bronce 5mm.

Ventana Tipo 5
ESC:1/20

DETALLES DE PUERTAS Y VENTANAS

ESC. 1:50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO	EDIFICIO PARA SUBESTACION DE LA PNC		
DIRECCION	TERCERA AVENIDA ENTRE SEGUNDA Y TERCERA CALLE ZONA 4, SALCAJA, QUETZALTENANGO.		
PLANO DE	DETALLE DE ACABADOS	FeCaA: 2015	3
		ESCALA: INDICADA	17
Ing. Juan Merch ASESOR SUPERVISOR DE E.P.S.		EPESISTA FERNANDO RAFAEL SOTO BARRIOS	



SIMBOLOGÍA COTAS	
	INDICA NIVEL DE PISO TERMINADO
	INDICA RAMPA

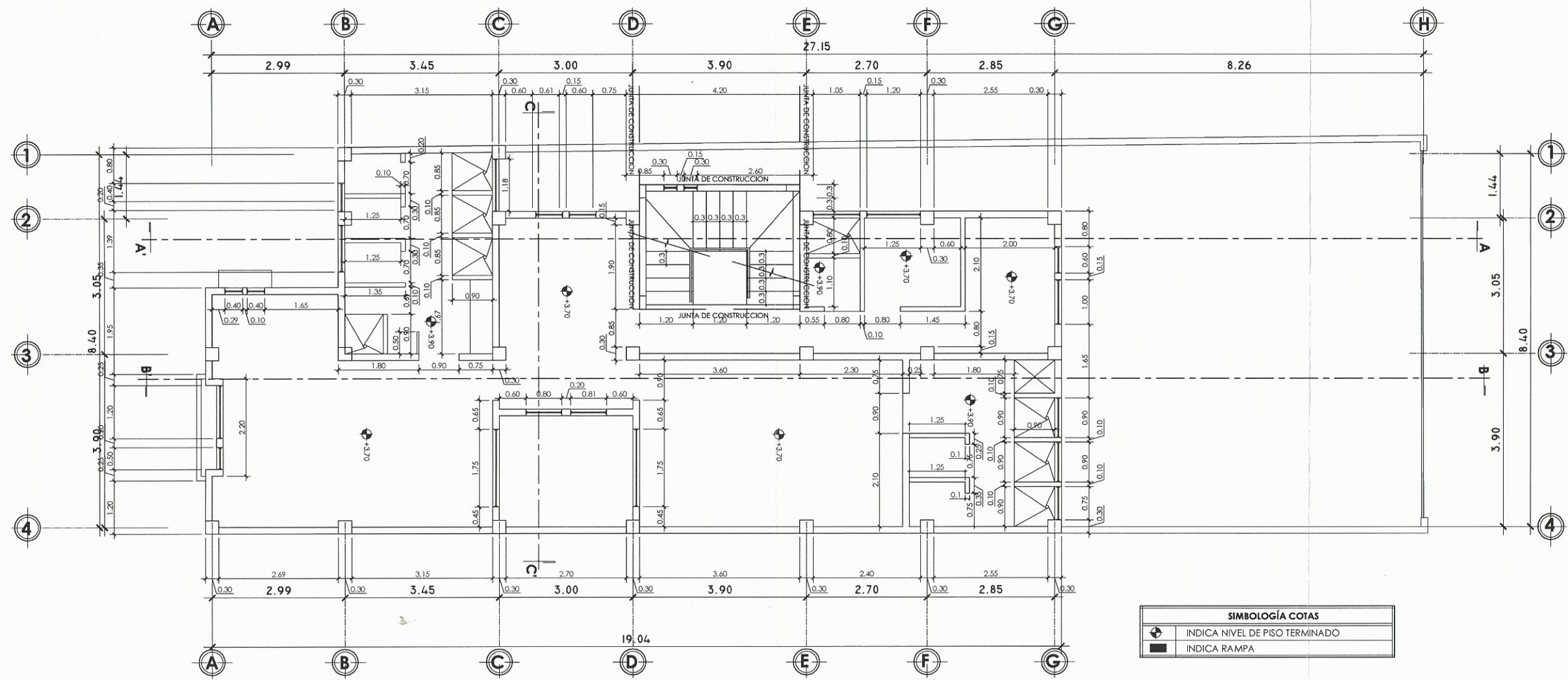
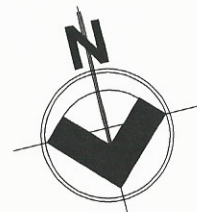
PRIMER NIVEL

ESC: 1/50

PLANTA DE COTAS

ESC. 1:50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO	EDIFICIO PARA SUBESTACION DE LA PNC		
DIRECCION	TERCERA AVENIDA ENTRE SEGUNDA Y TERCERA CALLE ZONA 4, SALCAJA, QUETZALTENANGO.		
PLANO DE	PLANTA ARQUITECTONICA	FeCaA: 2015	4
		ESCALA: INDICADA	17
Vo. Bo. Ing. Juan Merck ASESOR - SUPERVISOR DE E.P.S.		EPESISTA FERNANDO RAFAEL SOTO BARRIOS	



SIMBOLOGÍA COTAS	
	INDICA NIVEL DE PISO TERMINADO
	INDICA RAMPA

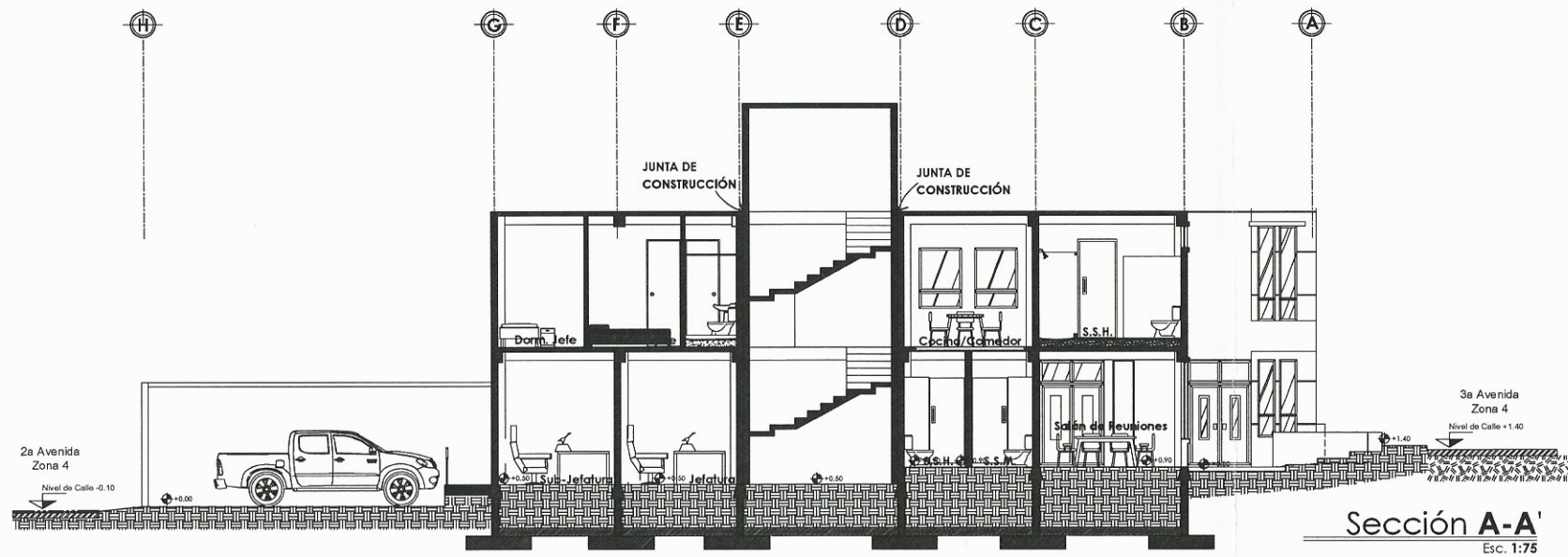
SEGUNDO NIVEL

ESC: 1/50

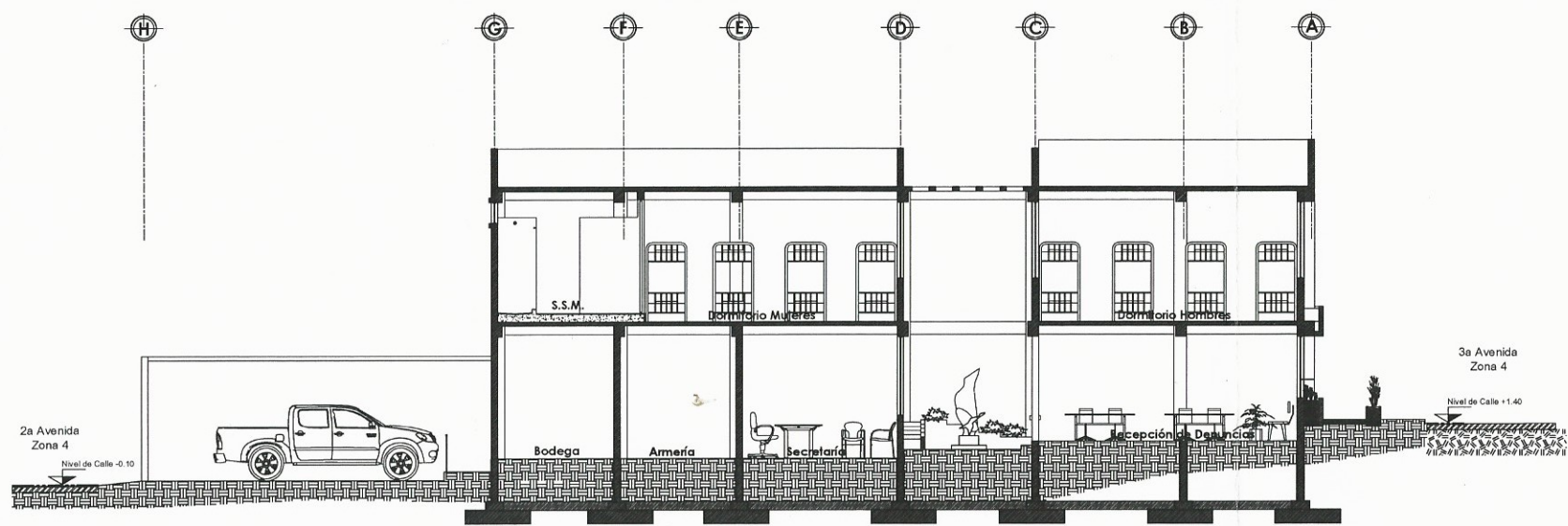
PLANTA DE COTAS

ESC. 1:50

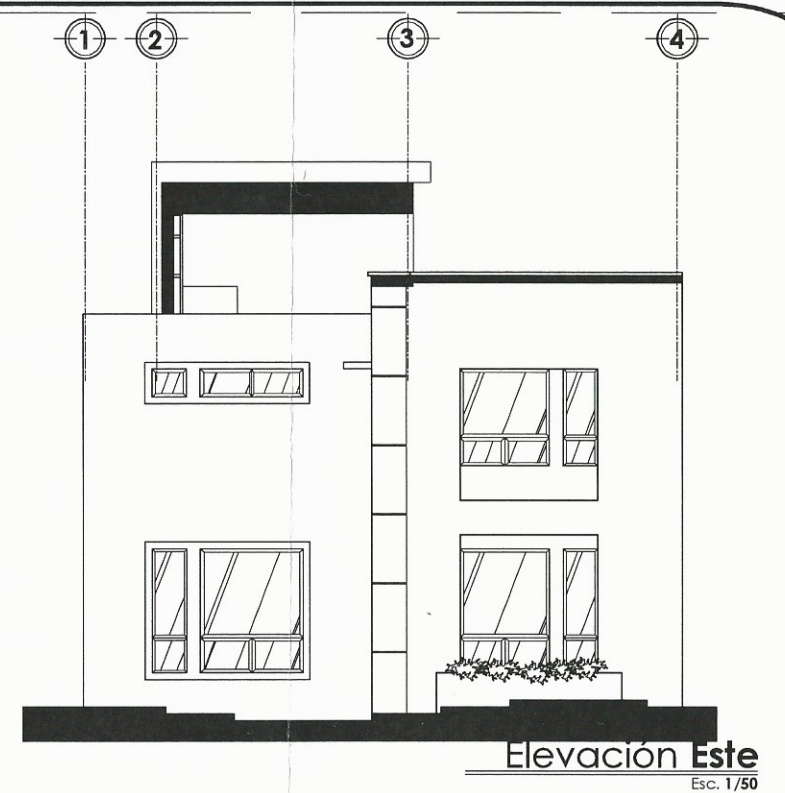
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO	EDIFICIO PARA SUBESTACION DE LA PNC		
DIRECCION	TERCERA AVENIDA ENTRE SEGUNDA Y TERCERA CALLE ZONA 4, SALCAJA, QUETZALTENANGO.		
PLANO DE	PLANTA ARQUITECTONICA	FeCaA: 2015	5
		ESCALA: INDICADA	17
		EFESISTA FERNANDO RAFAEL SOTO BARRIOS	
Vc. Bc. Ing. Juan Merch ASESOR - SUPERVISOR DE E.P.S.			



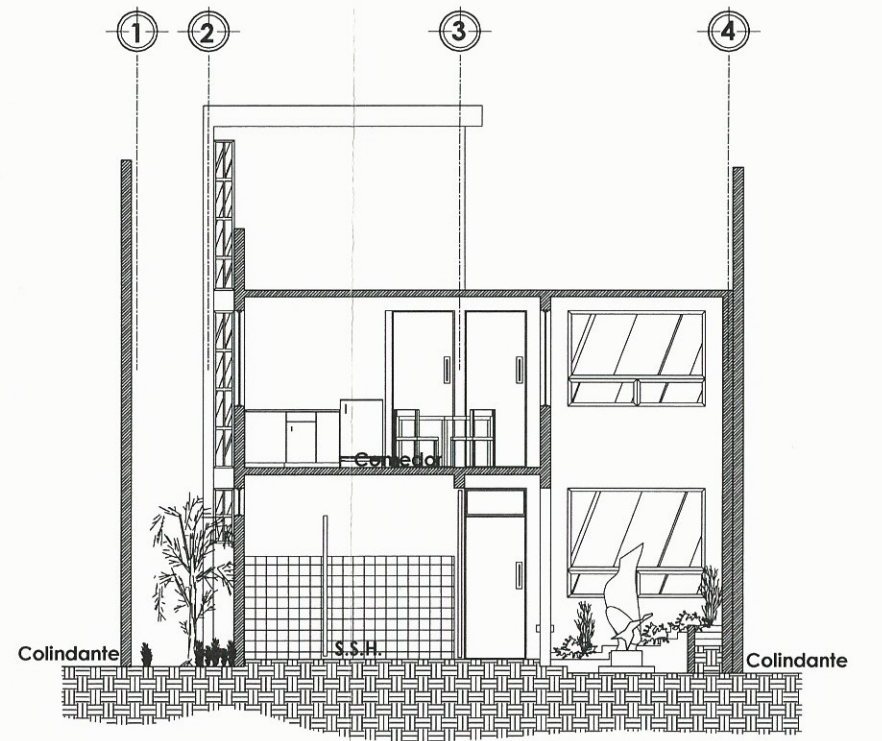
Sección A-A'
Esc. 1:75



Sección B-B'
Esc. 1:75



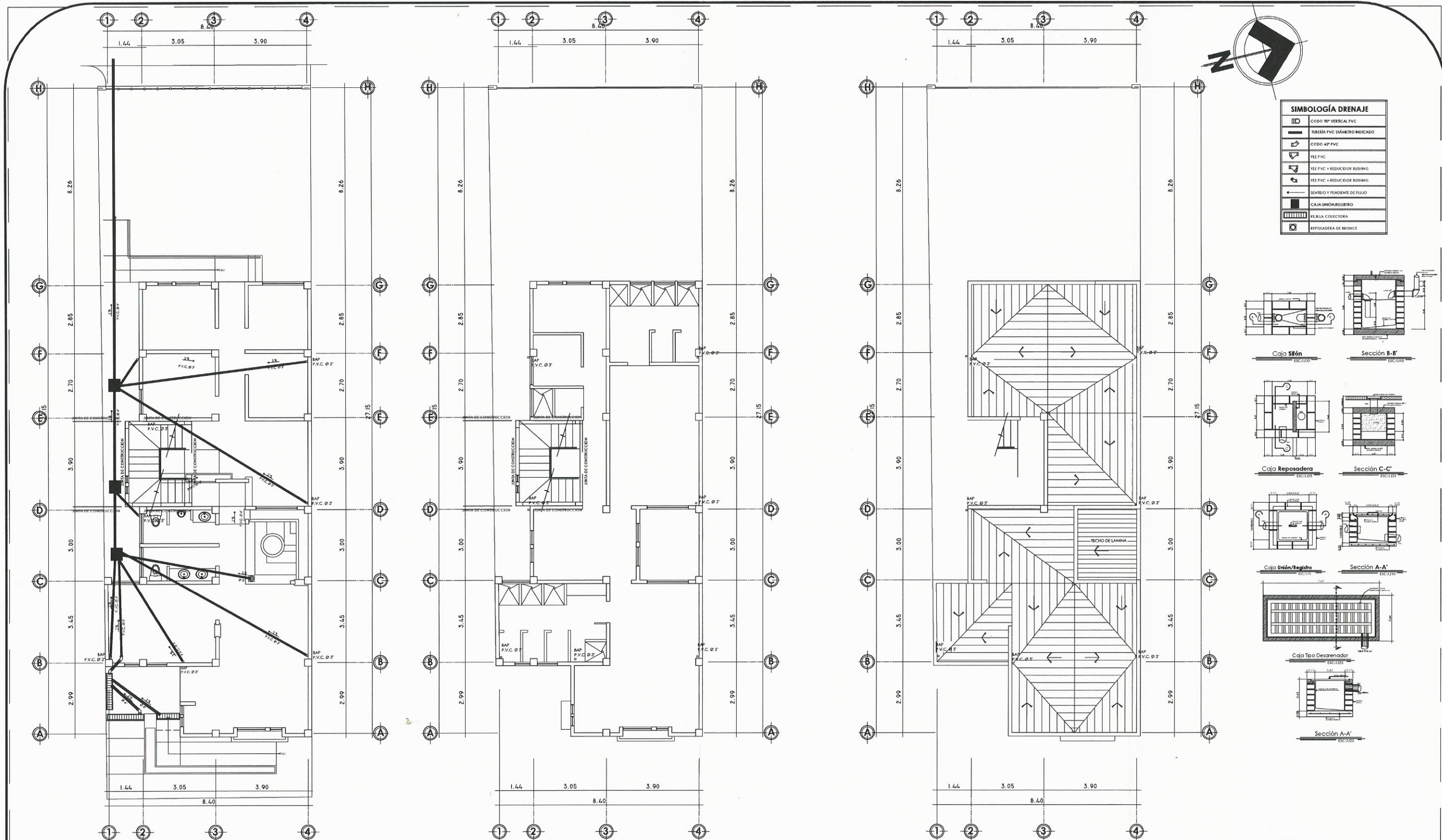
Elevación Este
Esc. 1/50



Sección C-C'
Esc. 1:50

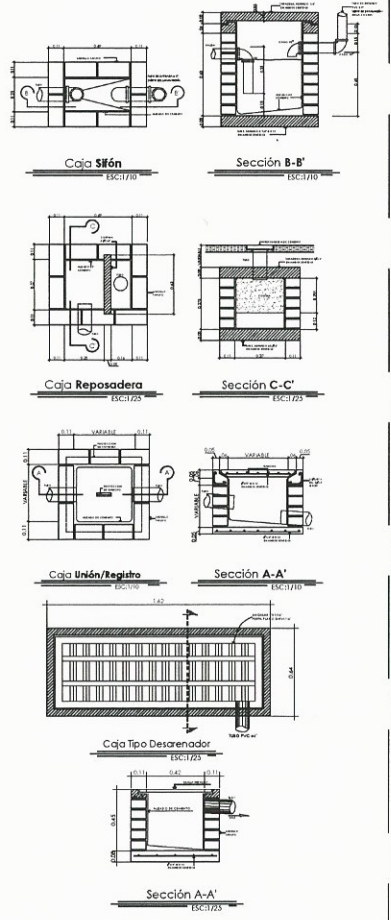
SECCIONES Y FACHADAS
Esc. 1:75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO	EDIFICIO PARA SUBSTITUCIÓN DE LA PNC		
DIRECCIÓN	TERRENO EN LA UNIDAD ENTRE SEGUNDA Y TERCERA CALLE, CALLE QUETZAL TENANGO.		
PLANO DE	SECCIONES Y FACHADAS	FeCaA:	6
ASESOR:	ING. JUAN CARLOS SOTO BARRIOS	ESCALA:	17
		INDICADA:	
V. B. SOTO BARRIOS		EPESISTA FERNANDO RAFAEL SOTO BARRIOS	



SIMBOLOGÍA DRENAJE

□	CODO 90° VERICAL PVC
—	TUBERÍA PVC DIÁMETRO INDICADO
⊙	CODO 45° PVC
⊙	TEE PVC
⊙	TEE PVC + REDUCTOR BUSHING
⊙	TEE PVC + REDUCTOR BUSHING
—	SENTIDO Y FRENDE DE FLEJO
▭	CAJA UNIÓN/REGISTRO
▨	REJILLA COLECTORA
⊙	REFUGADERA DE BRONCE



PRIMER NIVEL
ESC:1/75

SEGUNDO NIVEL
ESC:1/75

TERRAZA SEGUNDO NIVEL
ESC:1/75

PLANTA DE TECHOS

ESC. 1:75

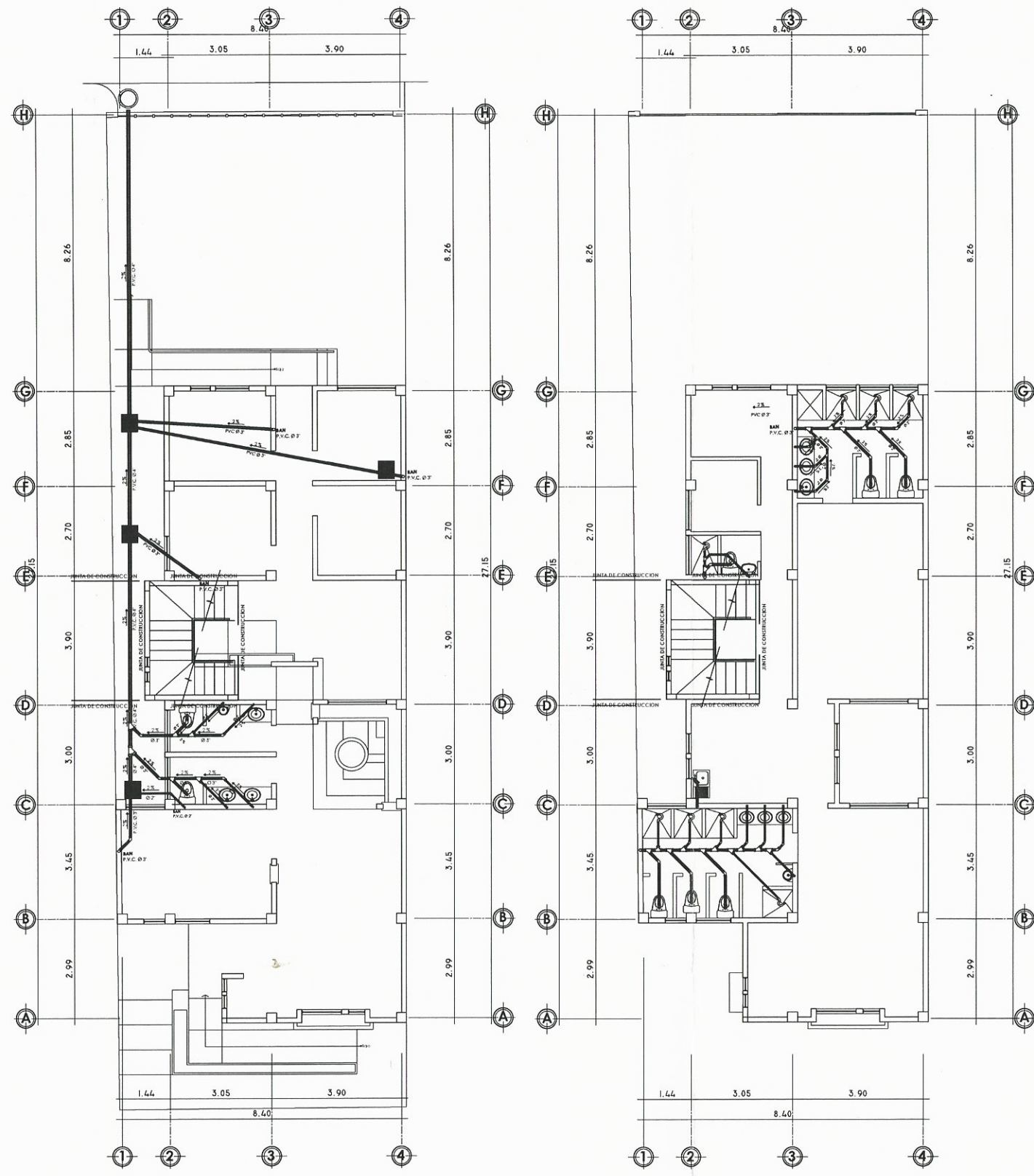
PLANTA DE DRENAJE PLUVIAL

ESC. 1:50

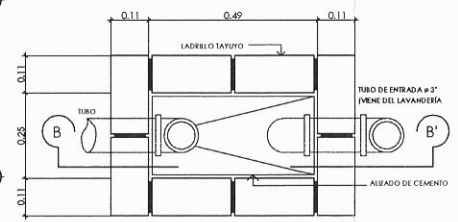
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 PROYECTO: EDIFICIO PARA SUBESTACION DE LA PNC
 DIRECCION: TERCERA AVENIDA Y TERCERA CALLE
 PLANTA DE DRENAJE PLUVIAL
 FeCa: 7
 ESCALA: 17
 INDICADA

Vo. Bo. Ing. Juan Merck
 ASESOR - SUPERVISOR DE E.P.S.

EPESISTA FERNANDO
 RAFAEL SOTO BARRIOS

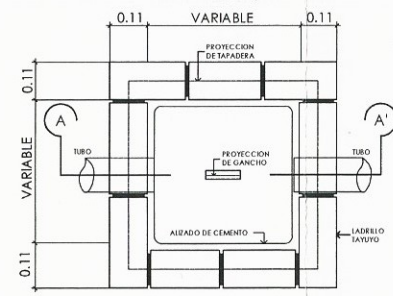


SIMBOLOGÍA DRENAJE	
	CODDO 90° VERTICAL PVC
	TUBERÍA PVC DIÁMETRO INDICADO
	CODDO 45° PVC
	YEE PVC
	YEE PVC + REDUCTOR BUSHING
	YEE PVC + REDUCTOR BUSHING
	TEE PVC
	SENTIDO Y FENDIENTE DE FLUJO
	CAJA UNIÓN/REGISTRO
	CAJA TRAMPA DE GRASAS
	CANDELA MUNICIPAL



Caja Sifón

ESC:1/10

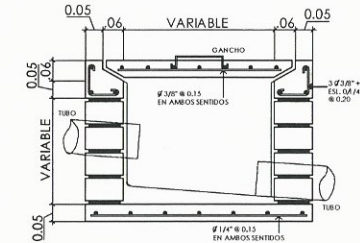


Sección B-B'

ESC:1/10

Caja Unión/Registro

ESC:1/10



Sección A-A'

ESC:1/10

PRIMER NIVEL

ESC:1/75

SEGUNDO NIVEL

ESC:1/75

PLANTA DE DRENAJE SANITARIO

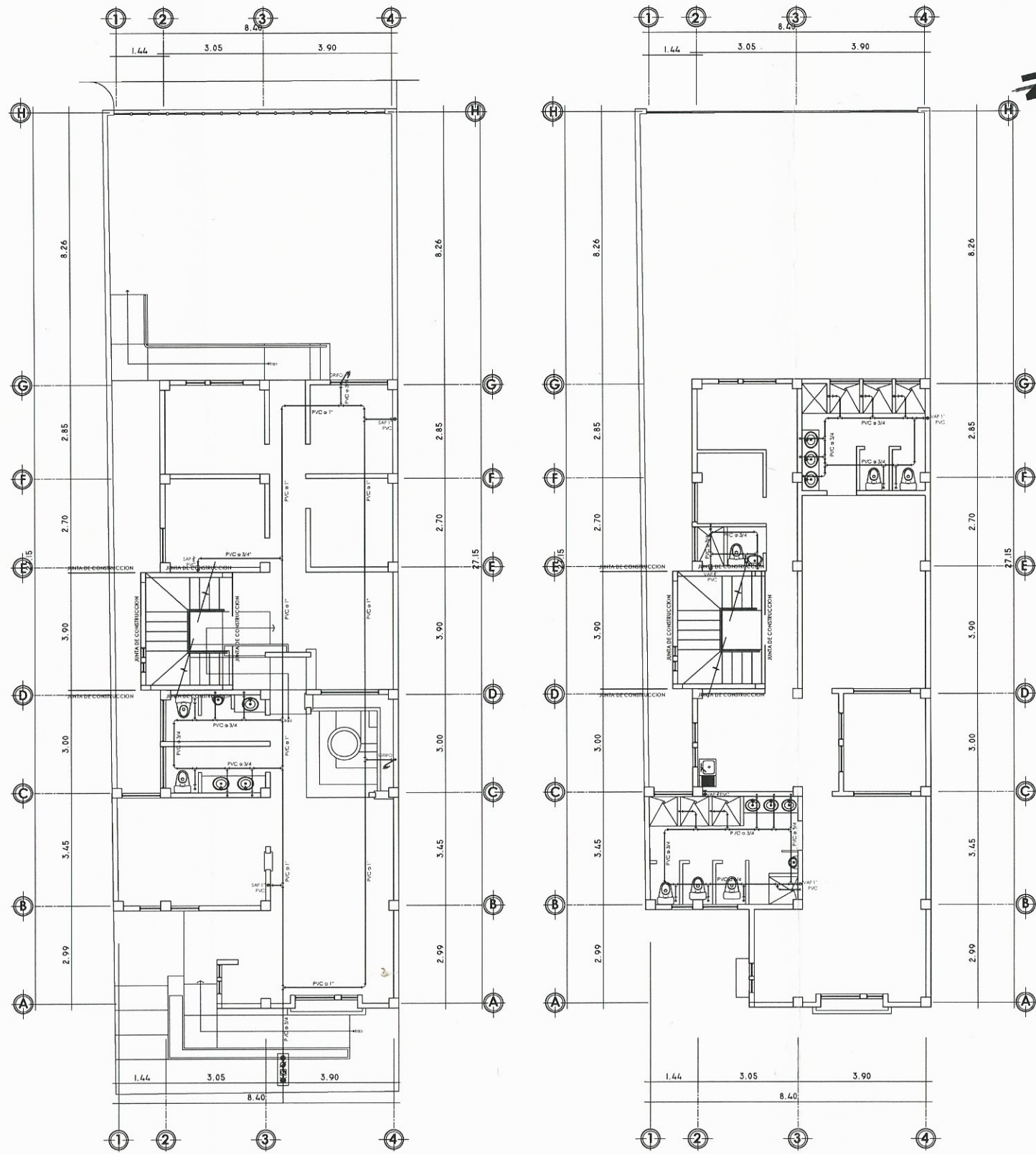
ESC. INDICADA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL DE SU RERVISADO
 PROYECTO: DISEÑO PARA SUBESTACIÓN DE LA PNC
 DIRECCIÓN: CARRETERA AVENIDA ENTRE SEGUNDA Y TERCERA CALLE ZONA SALCAJA, QUETZAL, QUENANGO.
 PLANO: PLANTA DE DRENAJE SANITARIO

FCnA: 8
 ESCALA: INDICADA 17

Vo. Bo. Ing. Juan Merck
 ASESOR - SUPERVISOR DE E.P.S.

EFESISTA FERNANDO RAFAEL SOTO BARRIOS

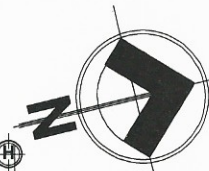


PRIMER NIVEL
ESC:1/75

SEGUNDO NIVEL
ESC:1/75

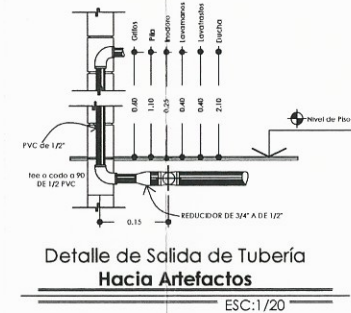
PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA

ESC. INDICADA

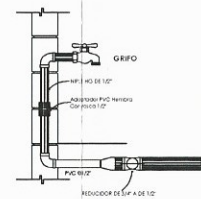


SIMBOLOGÍA HIDRÁULICA	
	TEE PVC HORIZONTAL
	CODO 90° PVC HORIZONTAL
	CODO 90° PVC VERTICAL
	TUBO PVC DIÁMETRO INDICADO
	LLAVE DE PASO
	CONTAJOR
	LLAVE DE COMPUERTA
	LLAVE DE CHEQUE
	GRFO
	SUBIDA DE AGUA POTABLE

Nota:
 - Los ramales principales se harán con tubo P.V.C. $\phi 3/4"$, los secundarios se harán con tubo P.V.C. $\phi 1/2"$.
 - A todas las subidas de agua potable -SAP- se les instalarán llaves de compuerta al nivel de piso de la planta baja.



Detalle de Salida de Tubería
Hacia Artefactos
ESC:1/20

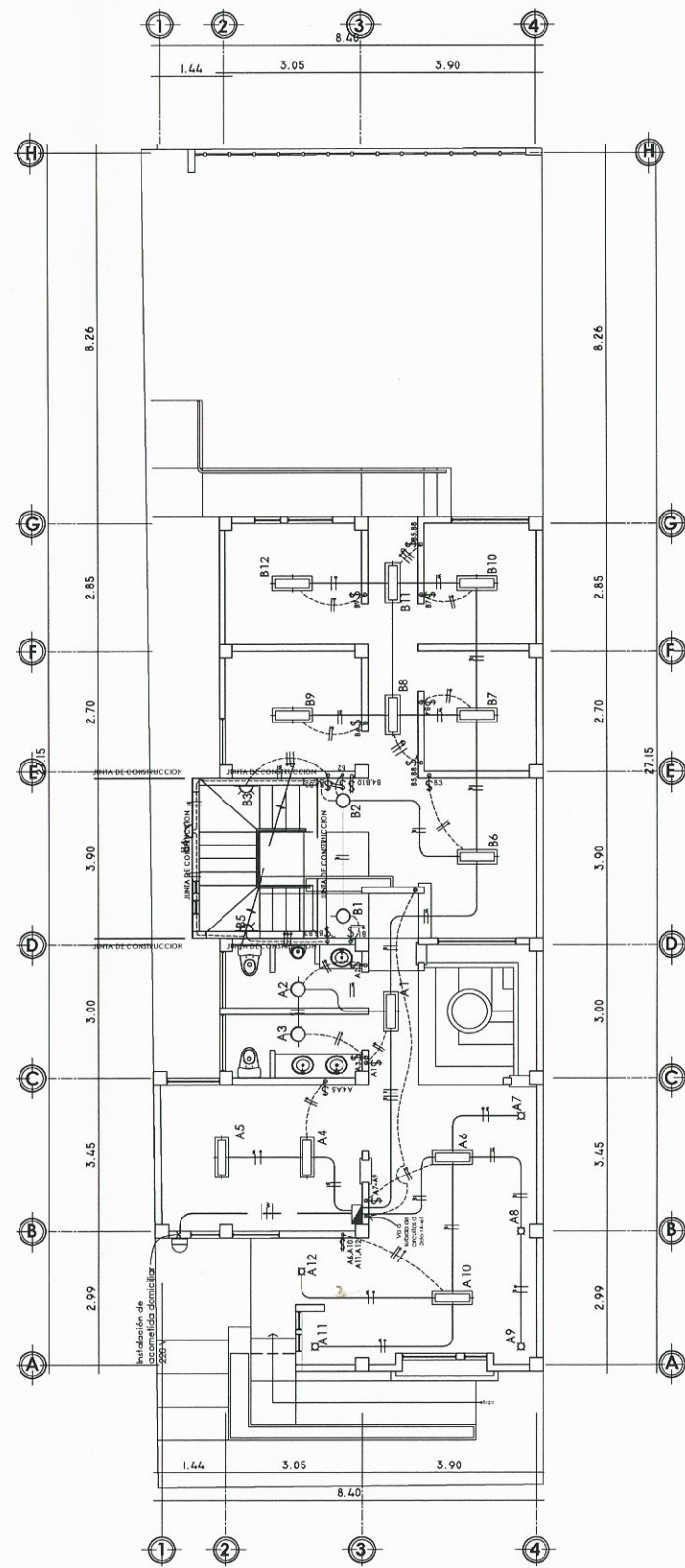


Detalle de Grifos
ESC:1/20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 PROYECTO: DISEÑO PARA SUBESTACION DE LA PNC
 DIRECCIÓN: PERCECAY AVENIDA EN LAS SEGUNDA Y TERCERA CALLE ZONA 1 SALCAJA QUEZALTENANGO.
 PLANO DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA

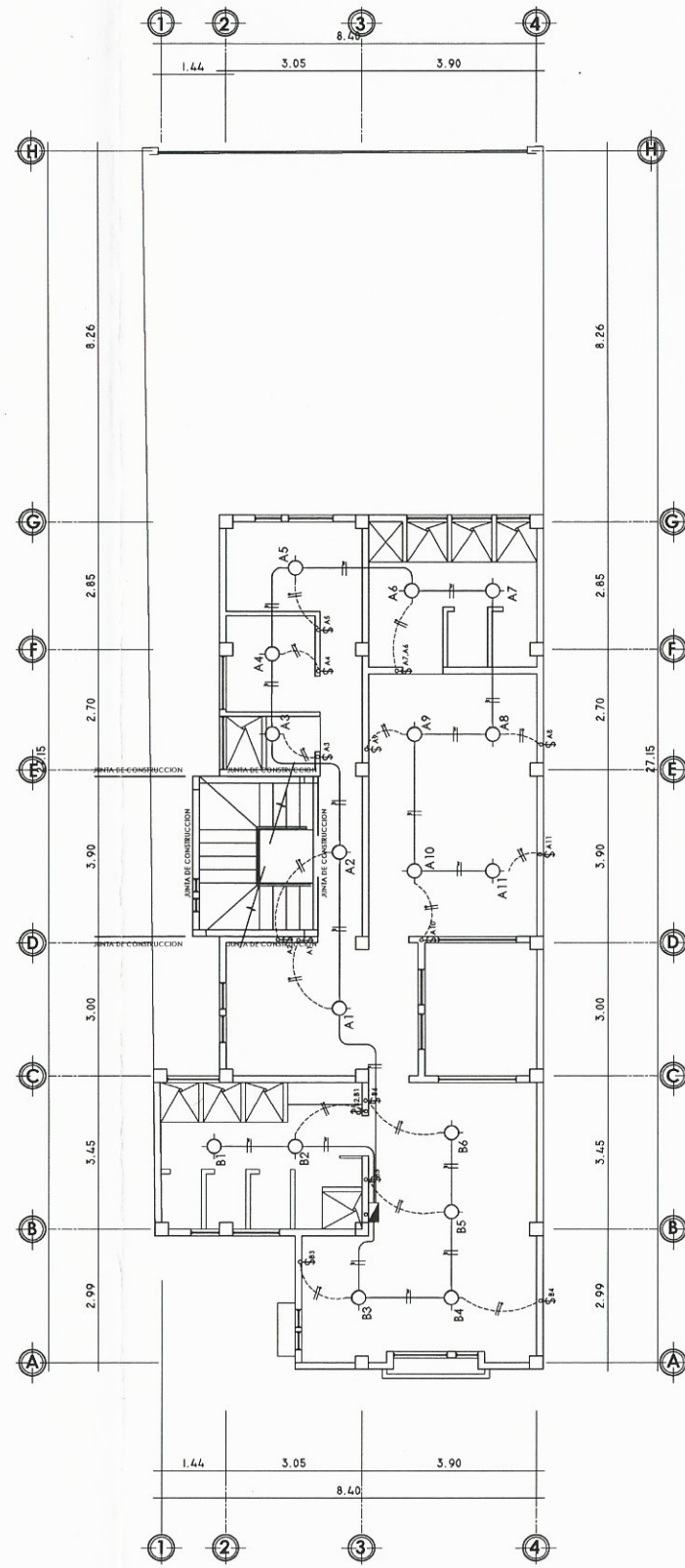
FeCaA:	9
2015	
ESCALA:	17
INDICADA	

Vs. Bto. Ing. Juan Merck
 ASESOR - SUPERVISOR DE E.P.S.
 EFESISTA FERNANDO RAFAEL SOTO BARRIOS



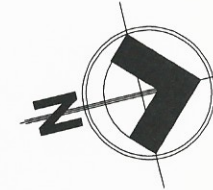
PRIMER NIVEL

ESC:1/75



SEGUNDO NIVEL

ESC:1/50



SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA	
	LAMPARA DE CIELO (PLAFONERA)
	CIELO DE BAY EN CIELO
	LAMPARA FLORESCENTE DE TUBOS ZONAL
	LAMPARA DE PARED
	REFLECTOR DOBLE
	CONEXION ELECTRICO
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	TUBERIA EN CIELO FOLETOCITO 3/4"
	TUBERIA EN PARED CIELO
	ACANESIA MINICANAL FOLETOCITO 1"
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR DOBLE 11/00
	INTERRUPTOR THREE WAY
	CONDUCTOR NEUTRO #12 AWG
	CONDUCTOR POSITIVO #12 AWG
	CONDUCTOR RETORNO #14 AWG
	INTERRUPTOR THREE WAY

PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA -ILUMINACIÓN-

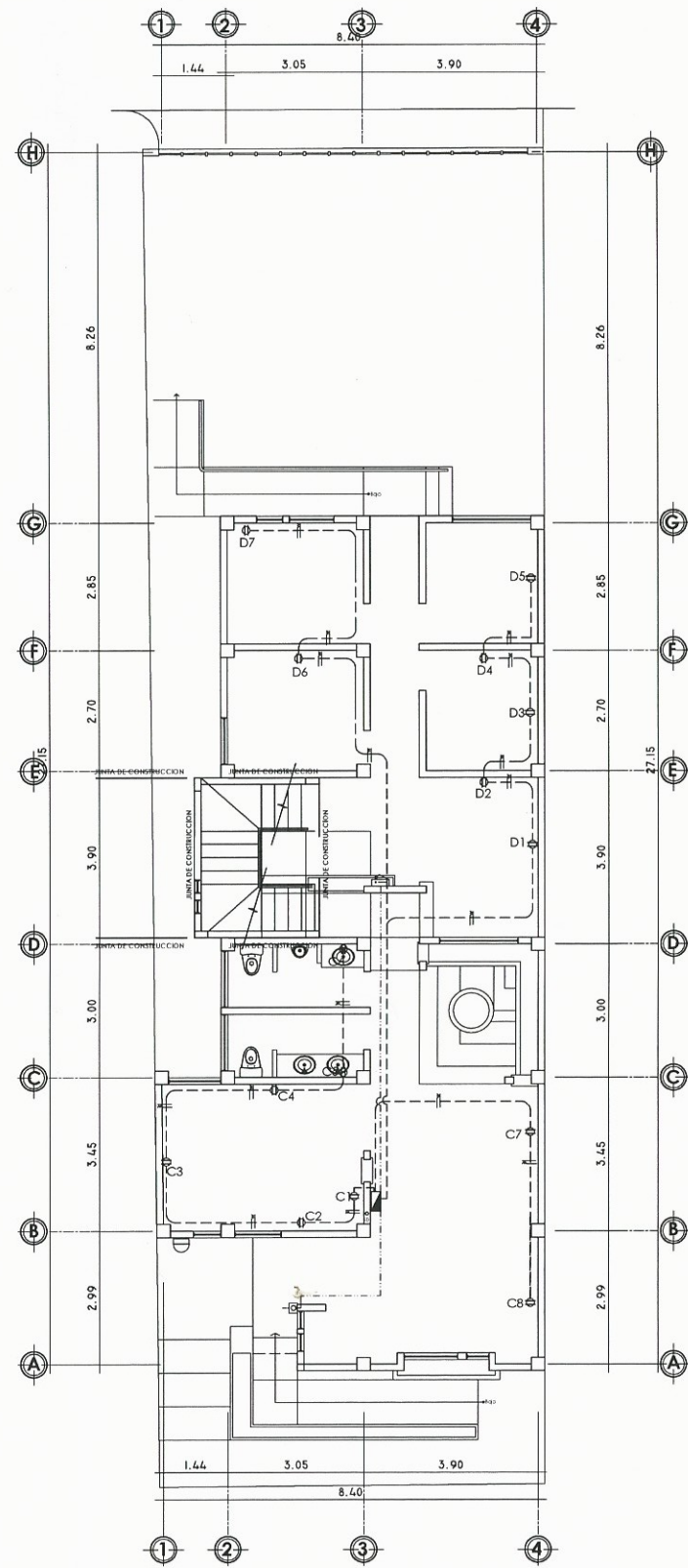
ESC. 1:50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 PROYECTO: PROYECTO PARA SUBESTACION DE LA PNC
 DIRECCION: TERCERA AVENIDA ENTRE SEGUNDA Y TERCERA CALLE
 ZONA 4, SALCAJUTEL, GUATEMALA.
 PLANO DE: PLANTA DE INSTALACION ELÉCTRICA -ILUMINACION

FeCaA: 2015
 ESCALA: INDICADA 17

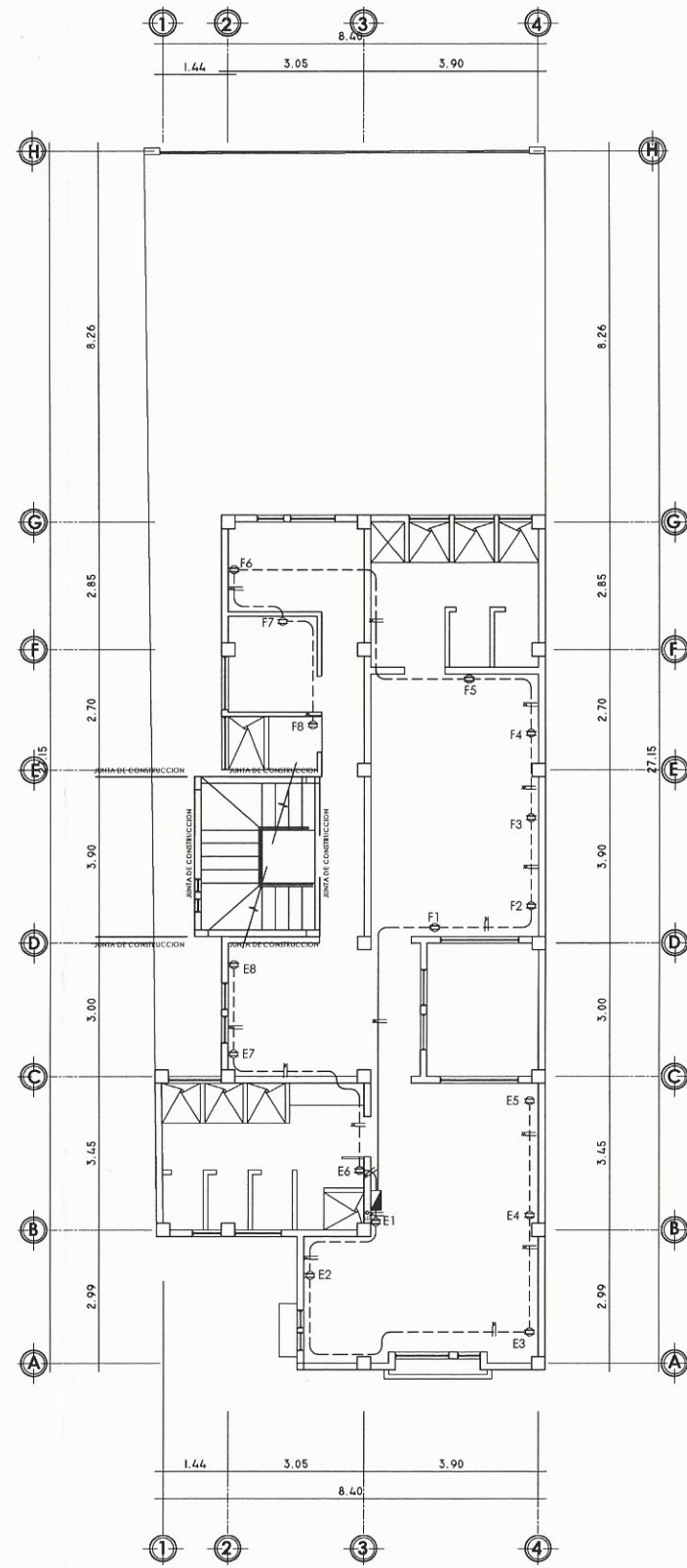
Vo. Bº Ing. Juan Merck
 ASESOR - SUPERVISOR DE E.P.S.

EPESISTA FERNANDO RAFAEL SOTO BARRIOS



PRIMER NIVEL

ESC:1/75

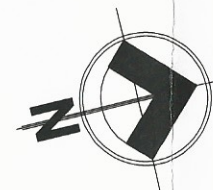


SEGUNDO NIVEL

ESC:1/75

PLANTA DE INSTALACIÓN ELECTRICA -FUERZA-

ESC. INDICADA

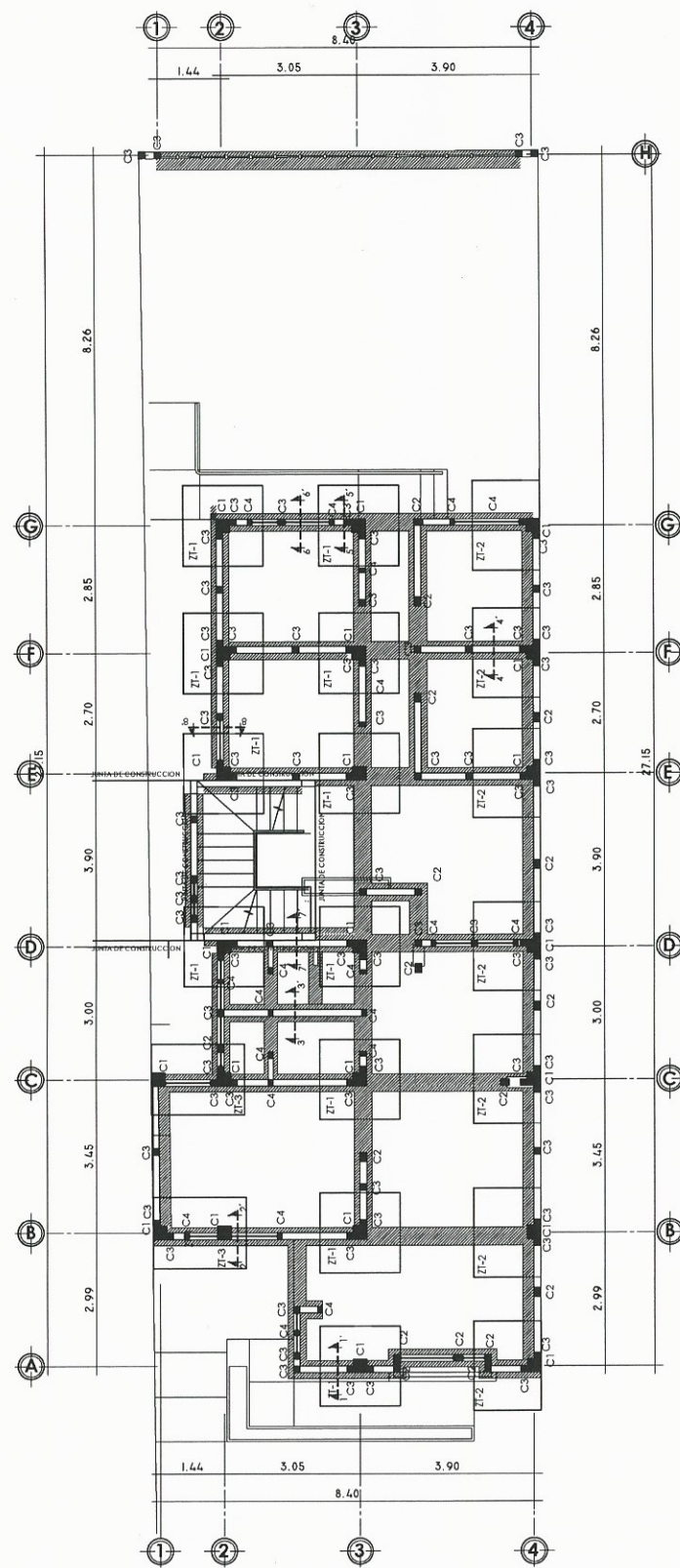


SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA	
	DOMACIO PENE DUBLE
	TUBERIA EN PISO
	TUBERIA EN PISO/PARED
	CONTADOR ELECTRICO
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	VENE DE ACOMETIDA
	CONDUCTO NEUTRO #12 AWG
	CONDUCTO POSITIVO #12 AWG
	CONDUCTO RETORNO #12 AWG
	SUBESTACION ELECTRICA A 240 NIVEL
	RECEPTOR DE VELOCIDAD
	PULSADOR/PORTEO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 PROYECTO: EDIFICIO PARA SUBESTACION DE LA PNC
 DIRECCION: TERCERA AVENIDA ENTRE SEGUNDA Y TERCERA CALLE
 ZONA 4, SALCAJAL DE CATALANENANGO.
 PLANO DE: PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA FUERZA

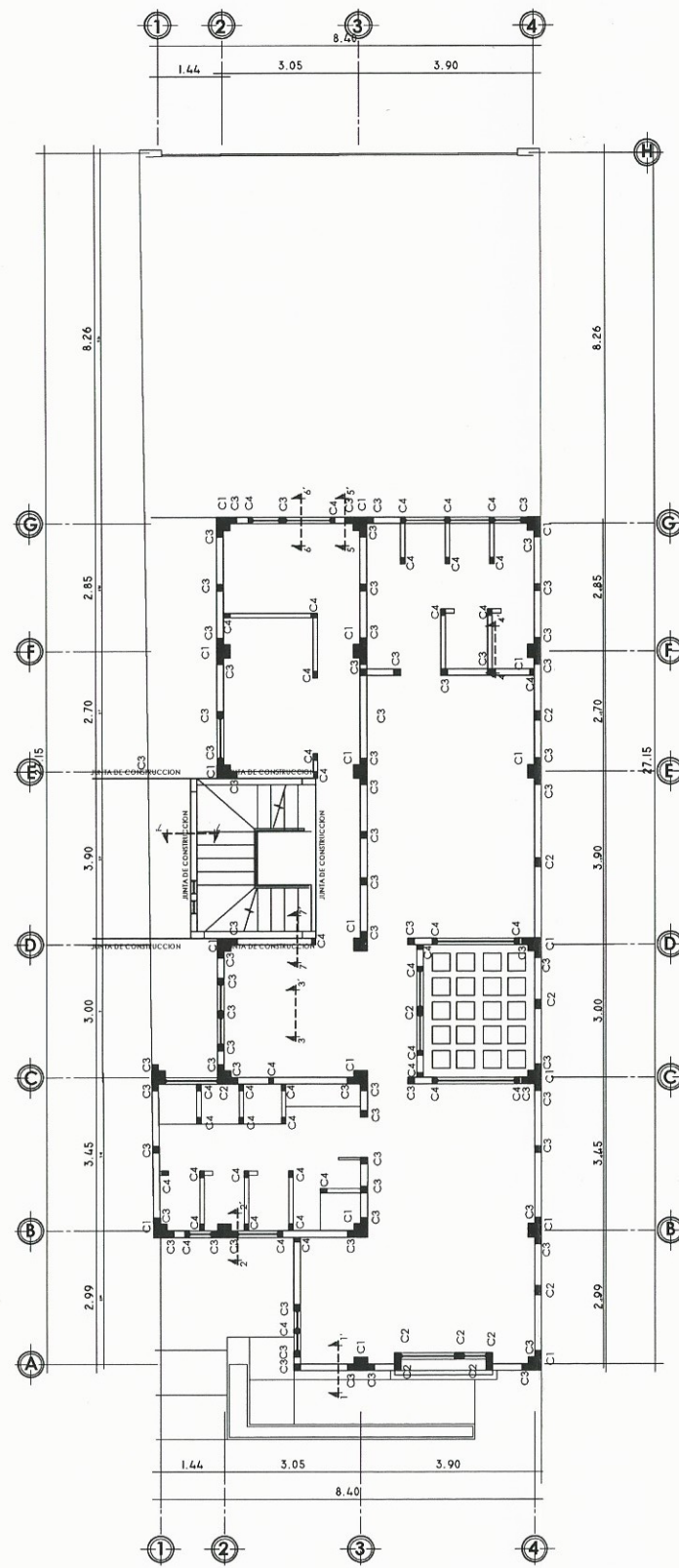
FeCaA: 11
 2015
 ESCALA: 17
 INDICADA

Vs. Msc. Juan Merch
 ASESOR - SUPERVISOR DE E.P.S.
 EFESISTA FERNANDO RAFAEL SOTO BARRIOS



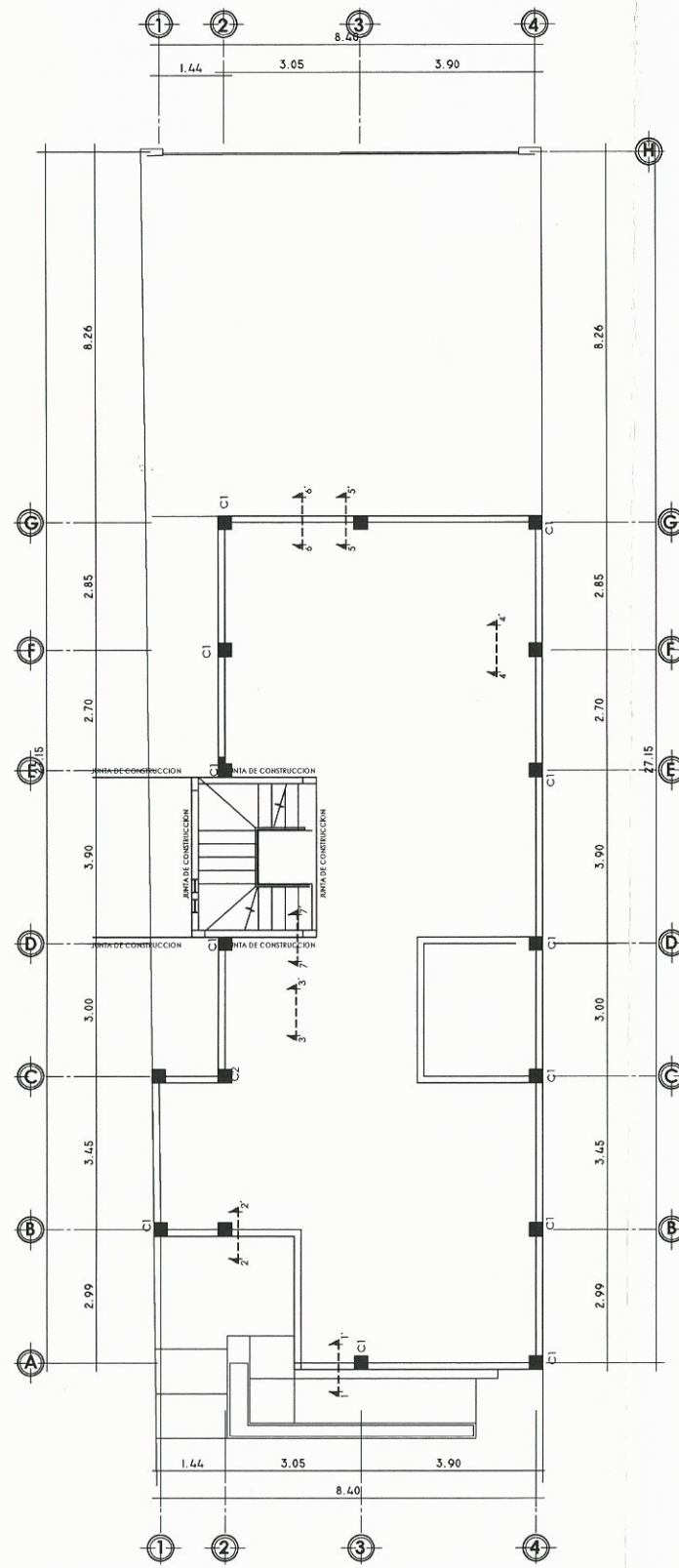
PRIMER NIVEL

ESC:1/75



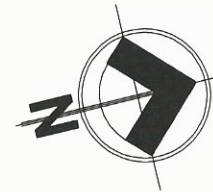
SEGUNDO NIVEL

ESC:1/75



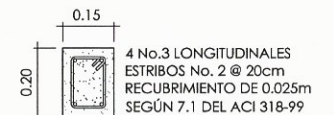
TERRAZA SEGUNDO NIVEL

ESC:1/75



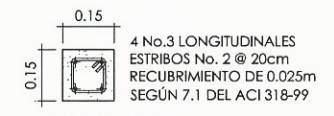
COLUMNA TIPO C1

ESC:1/75



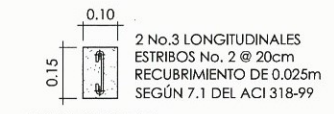
COLUMNA TIPO C2

ESC:1/75



COLUMNA TIPO C3

ESC:1/75



COLUMNA TIPO C4

ESC:1/75

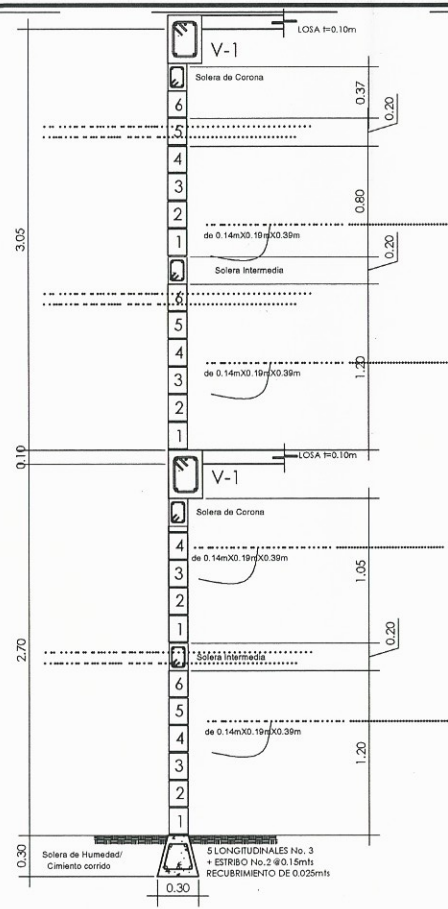
PLANTA DE CIMENTACIÓN Y COLUMNAS

ESC. INDICADA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 PROYECTO: EDIFICIO PARA SUBESTACION DE LA PNC
 TERCERA AVENIDA ENTRE SEGUNDA Y TERCERA CALLE
 ZONA 4, SALTO DE CAJUTZALTENANGO.
 PLANTA DE CIMENTACION Y COLUMNAS
 Unidad de Practicas Profesionales
 Facultad de Ingenieria

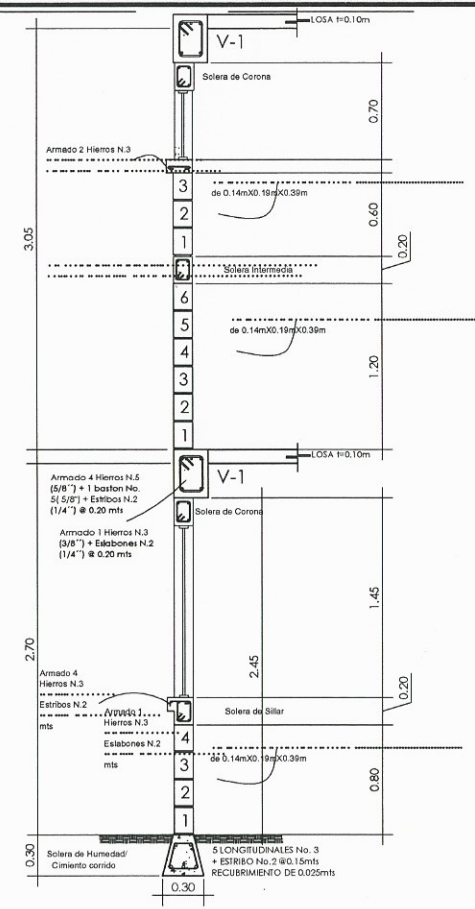
FeCnA:	12
2015	
ESCALA:	17
INDICADA	

Vs. Bto. Ing. Juan Merck
 ASesor - SUPERVISOR DE E.P.S.
 EFESISTA FERNANDO
 RAFAEL SOTO BARRIOS



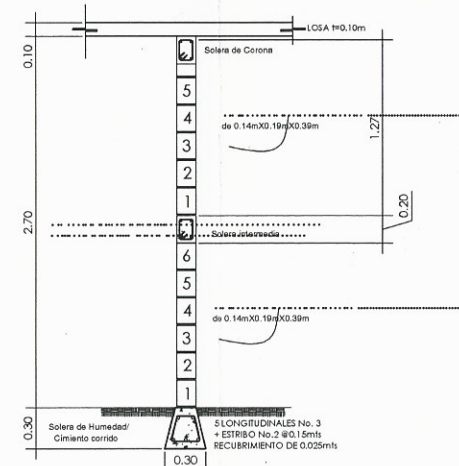
CORTE 1-1'

ESC: 1/25



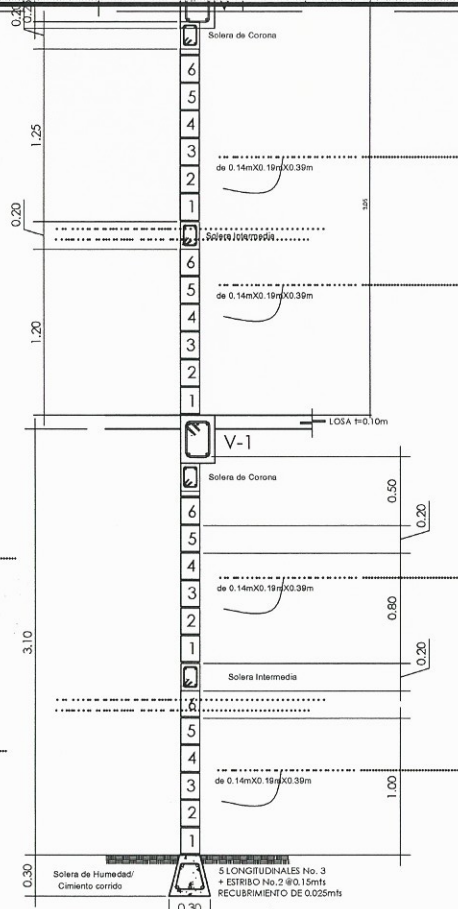
CORTE 2-2'

ESC: 1/25



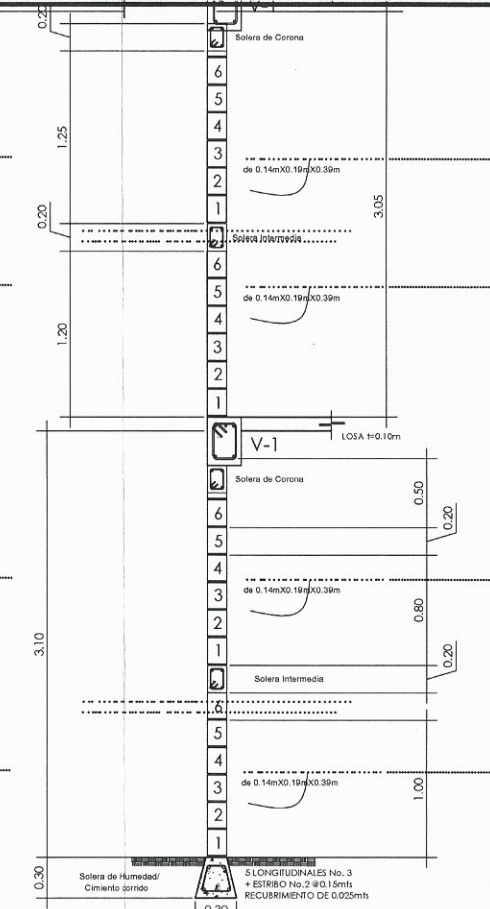
CORTE 3-3'

ESC: 1/25



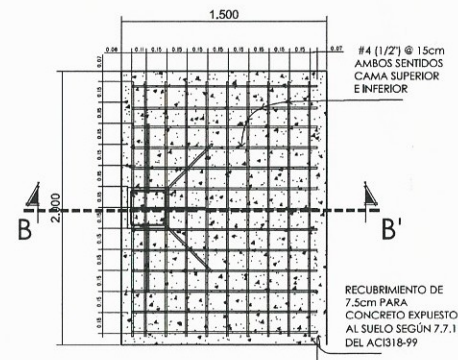
CORTE 4-4'

ESC: 1/25



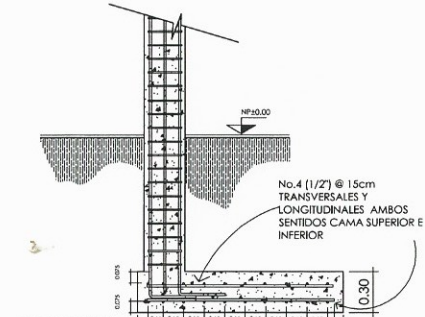
CORTE 5-5'

ESC: 1/25



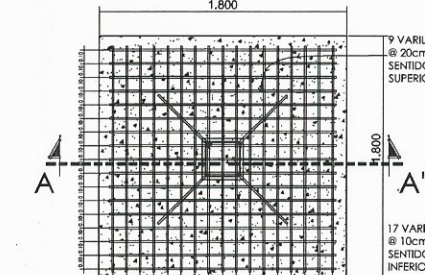
ZAPATA T-2 (Excéntrica)

ESC: 1/10



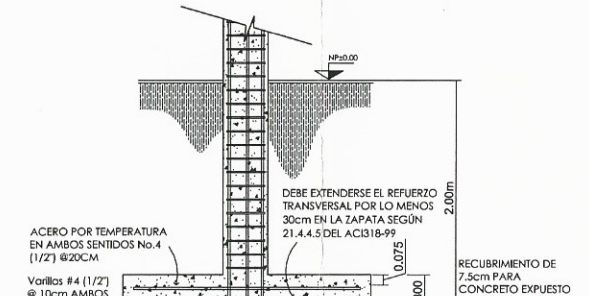
SECCIÓN B-B'

ESC: 1/10



ZAPATA T-1

ESC: 1/10



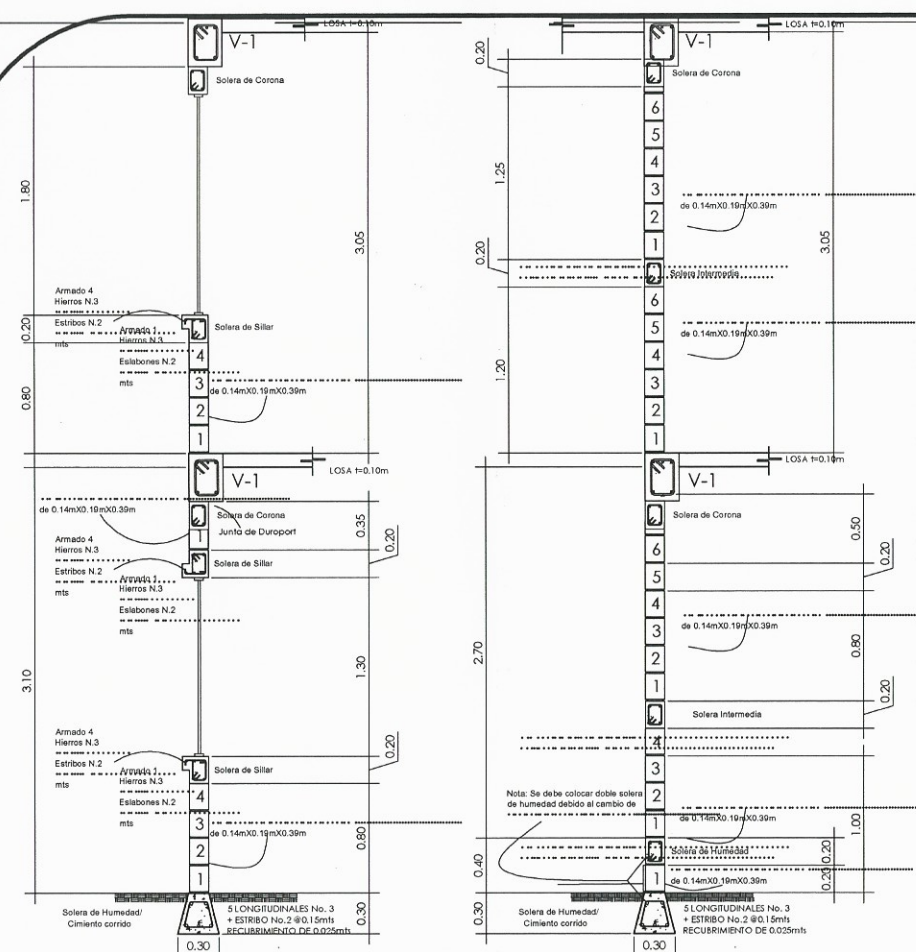
SECCIÓN A-A'

ESC: 1/10

CORTES TÍPICOS DE MUROS

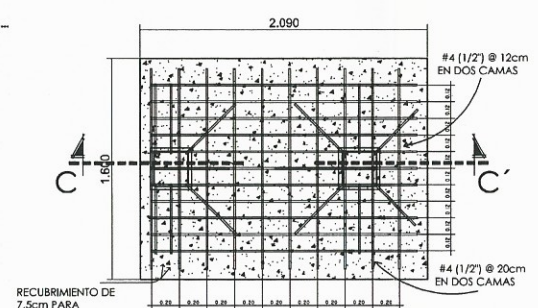
ESC: INDICADA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO	EDIFICIO PARA SU BENEFICENCIA DE LA PNC
DIRECCION	TERCERA AVENIDA ENTRE SEGUNDA Y TERCERA CALLE
PLANO	CORTES TÍPICOS DE MUROS
FECHA: 2015	13
ESCALA: INDICADA	17
ASESOR-SUPERVISOR DE E.P.S. INGENIERO FERNANDO RAFAEL SOTO BARRIOS	

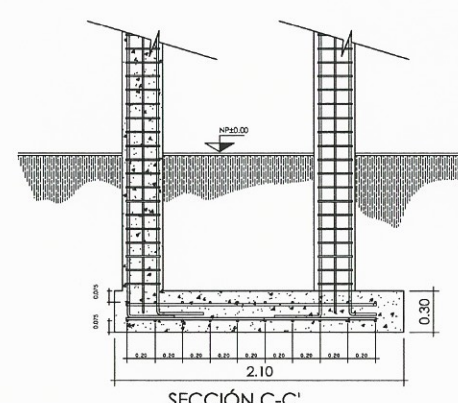


CORTE 6-6'
ESC: 1/25

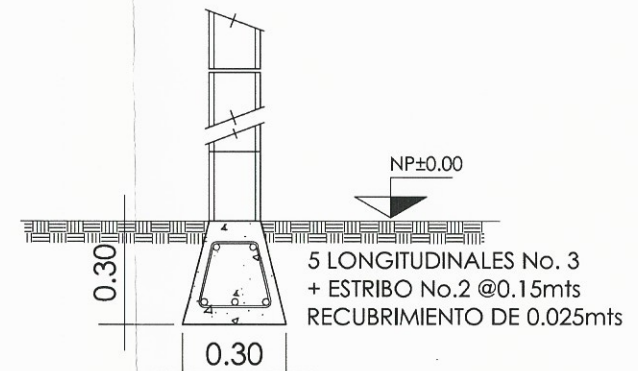
CORTE 7-7'
ESC: 1/25



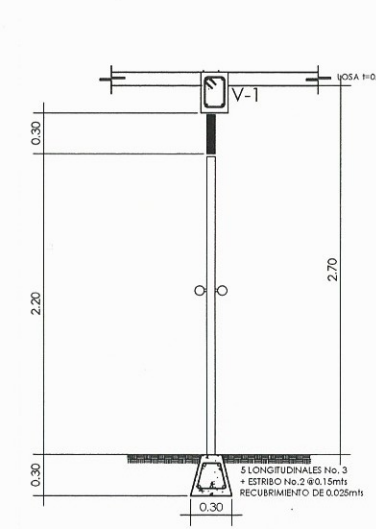
ZAPATA T-1
ESC: 1/10



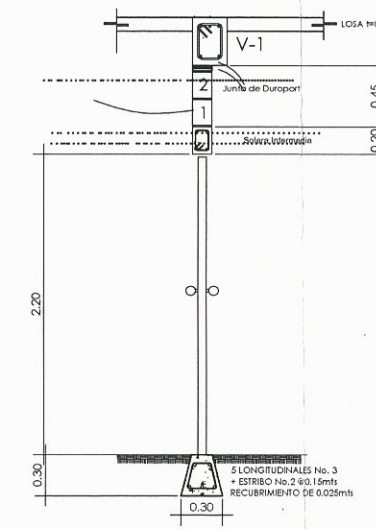
SECCIÓN C-C'
ESC: 1/10



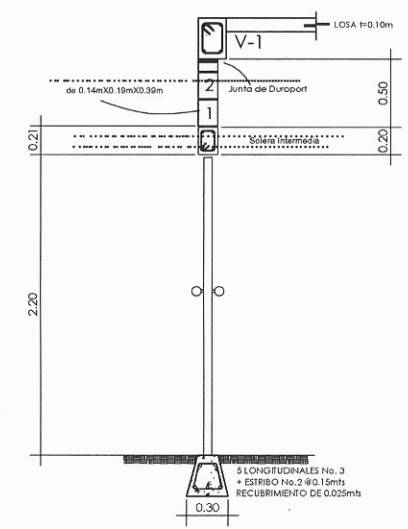
CIMENTO CORRIDO
ESC: 1/10



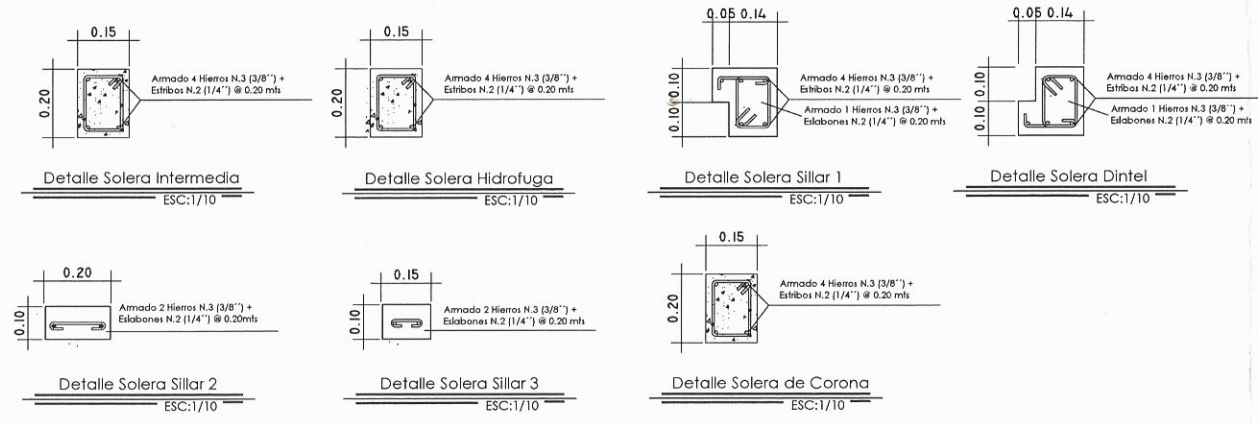
Sección Puerta 1
ESC: 1/25



Sección Puerta 2
ESC: 1/25



Sección Puerta 3
ESC: 1/25



CORTES TÍPICOS DE MUROS

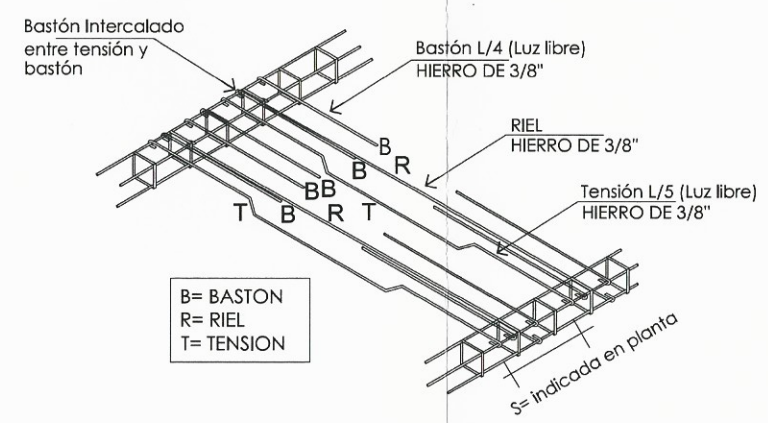
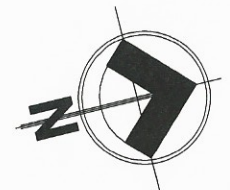
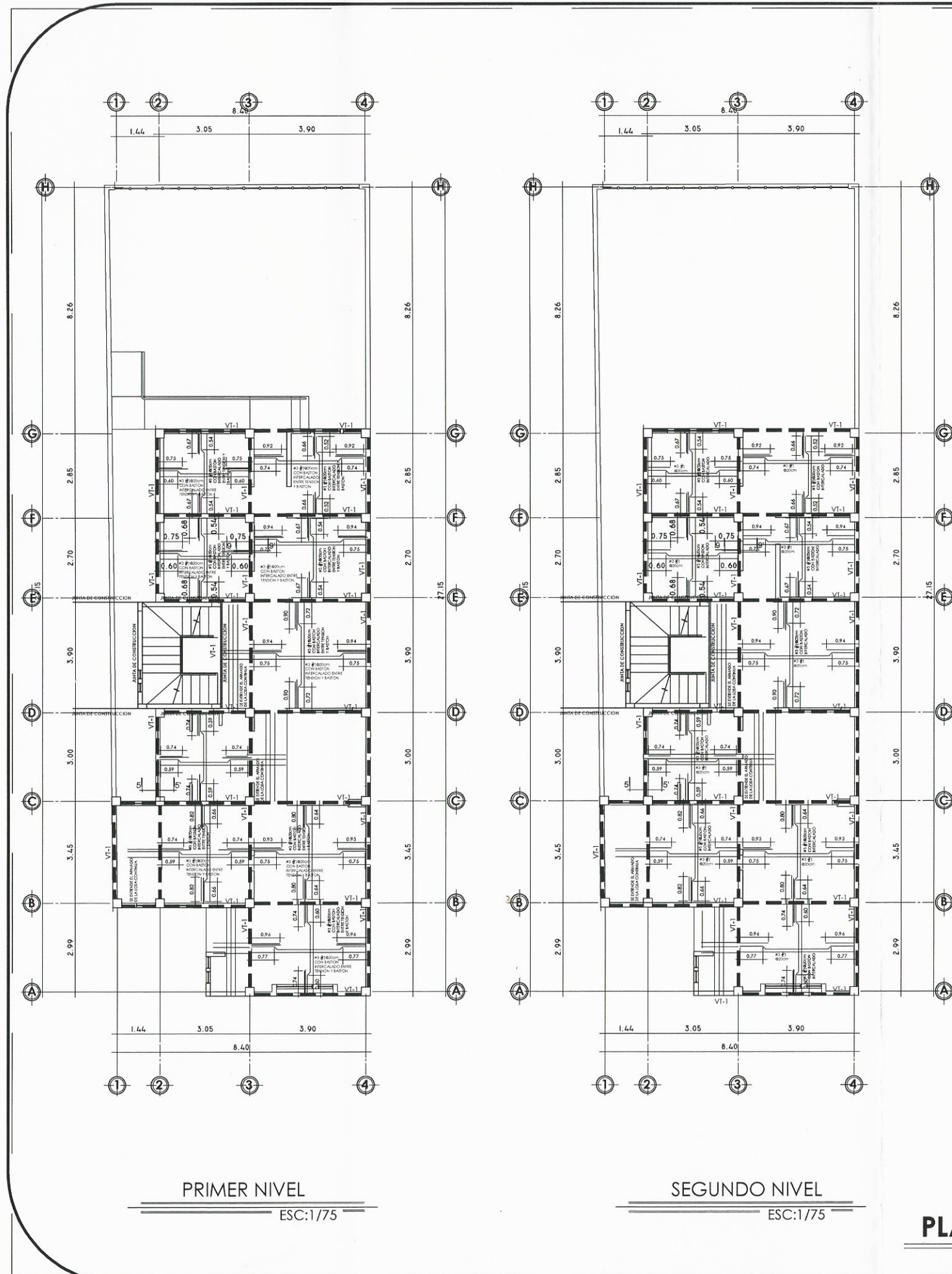
ESC: INDICADA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 PROYECTO: [Illegible]
 DIRECCION: [Illegible]
 PLANO DE: [Illegible]

FeCaA: 2015
 ESCALA: 17
 INDICADA

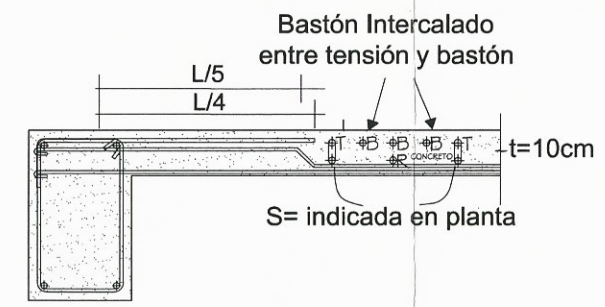
Va. Bo. [Illegible]
 ASESOR - SUPERVISOR DE E.P.S.

EPESISTA FERNANDO RAFAEL SOTO BARRIOS



B= BASTON
R= RIEL
T= TENSION

DETALLE ARMADO DE LOSA
ESC: Gráfica



SECCIÓN ARMADO DE LOSA
ESC: 1/10

SIMBOLOGÍA LOSAS	
	VIGA TIPO 1
	VARILLAS DE ACERO

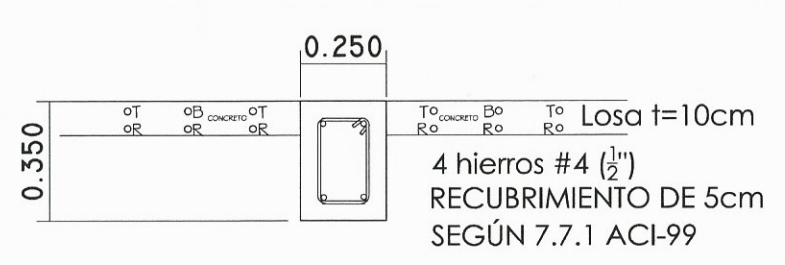
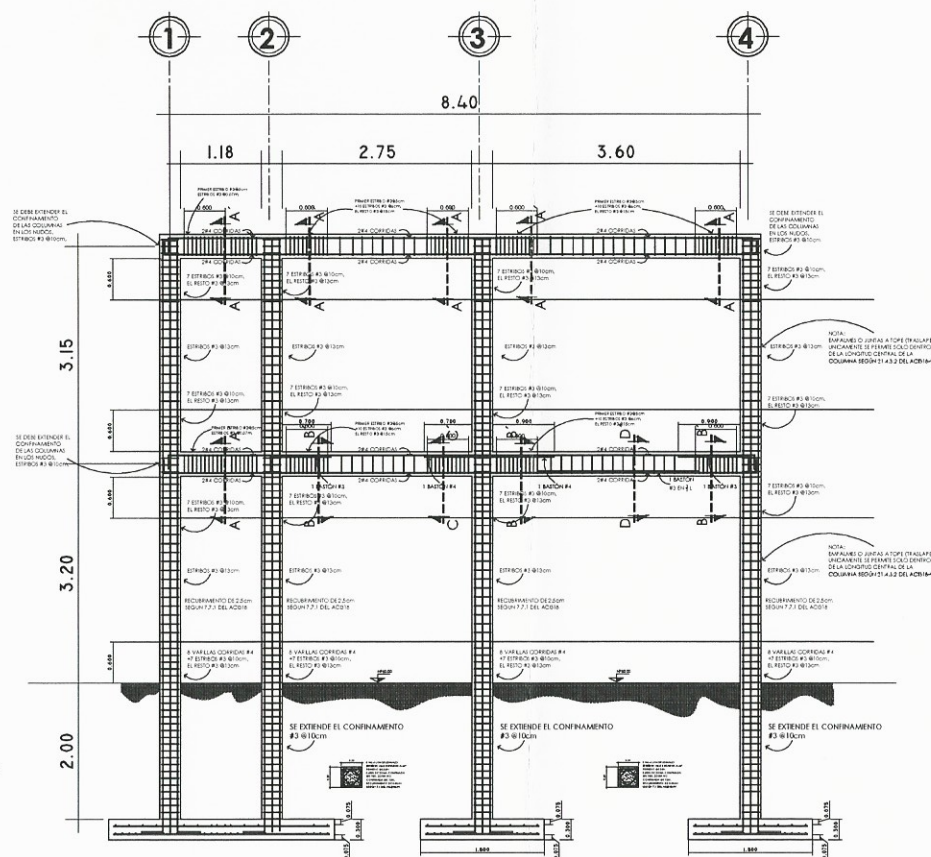
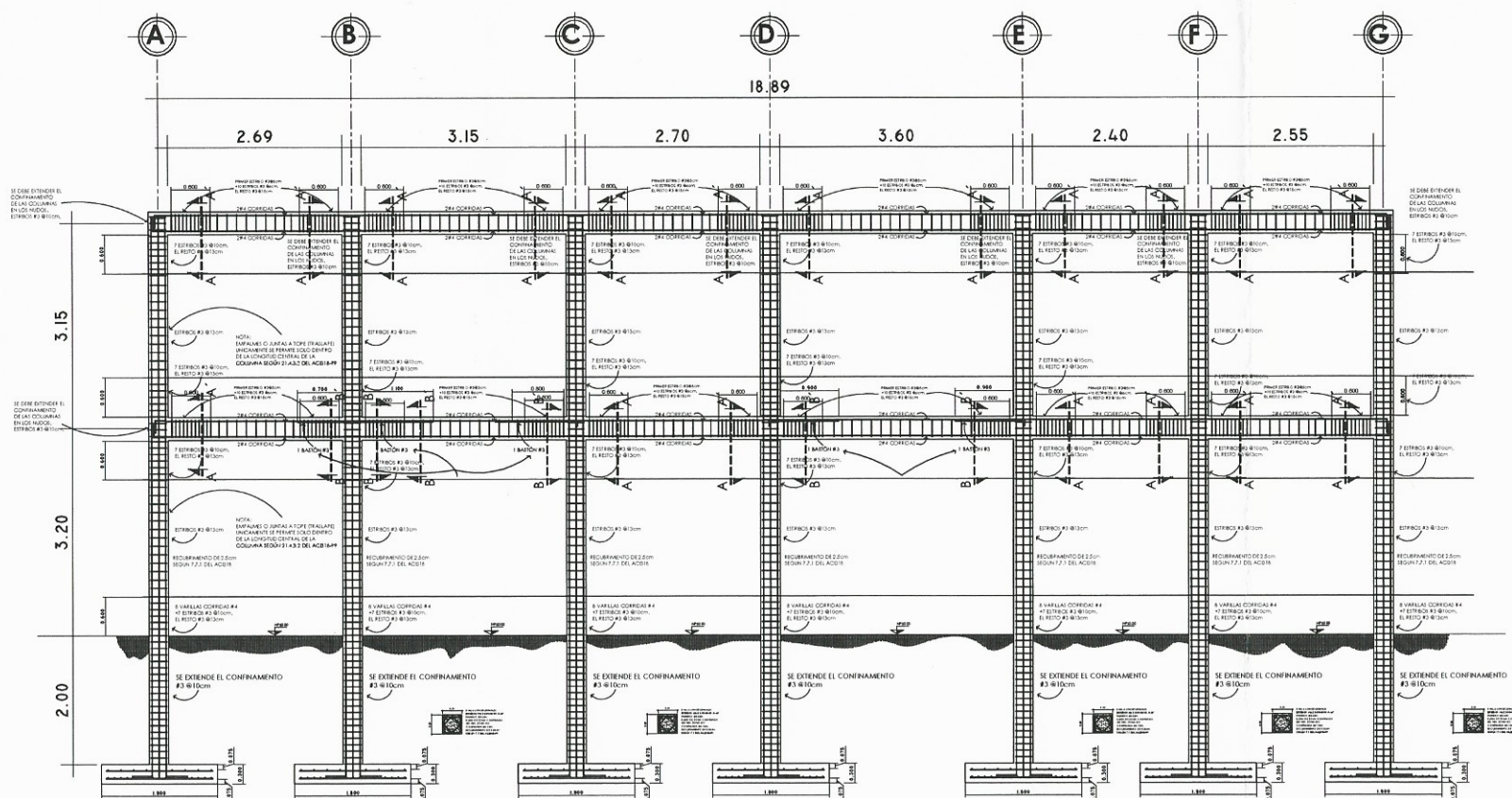
PLANTA DE LOSAS Y VIGAS
ESC. INDICADA

UNIVERSIDAD DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
PROYECTO: EDIFICIO PARA SUBSTACION DE LA PNC
DIRECCION: CUERPO AVENIDA ENTRE SEGUNDA Y TERCERA CALLE
CALLE 4, SALCAJAHUATZTENANGO.
PLANTA DE LOSAS Y VIGAS

FECA: 2015
ESCALA: INDICADA

15
17

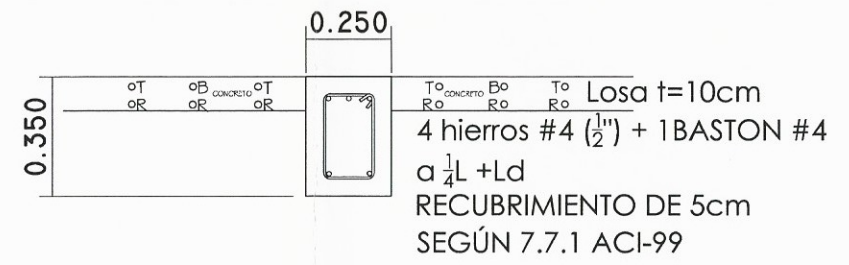
EPESISTA FERNANDO RAFAEL SOTO BARRIOS



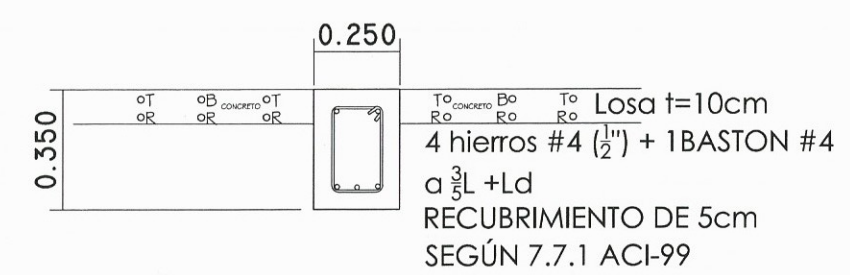
SECCIÓN A-A'
ESC:1/10



SECCIÓN B-B'
ESC:1/10



SECCIÓN C-C'
ESC:1/10

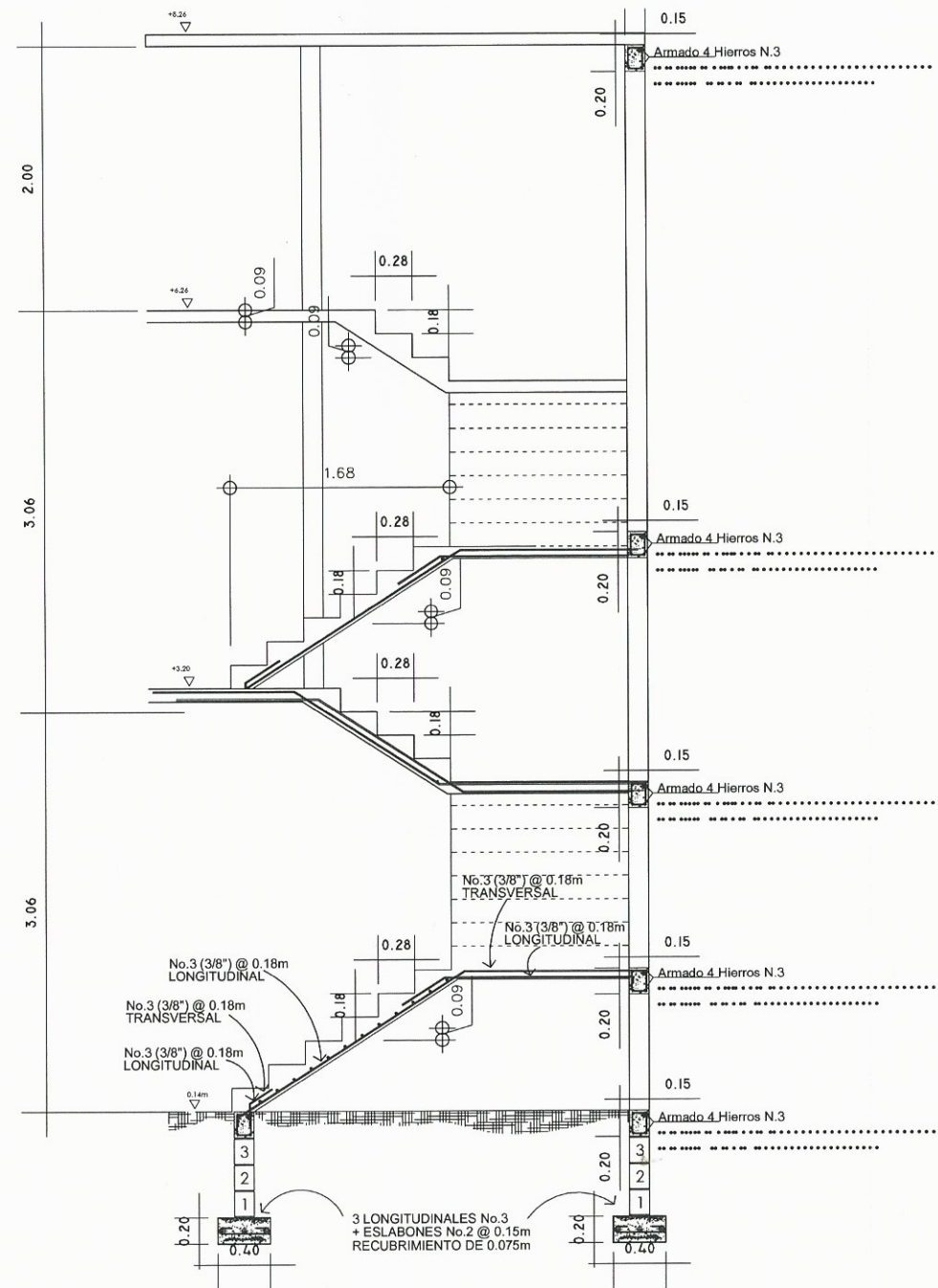


SECCIÓN D-D'
ESC:1/10

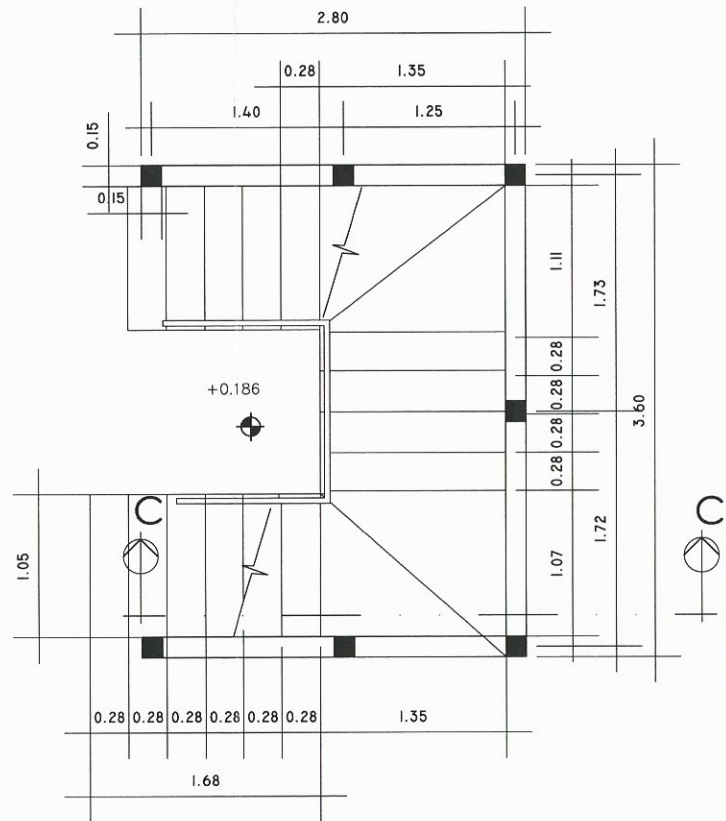
DETALLES DE MARCOS

ESC. 1:25

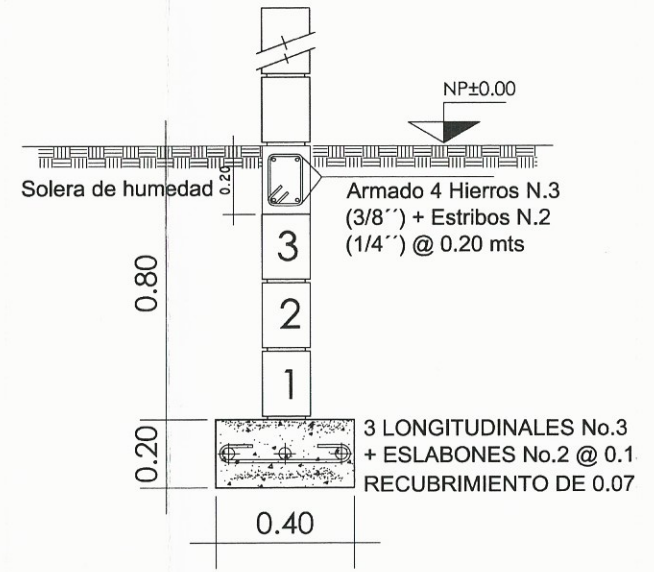
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
PROYECTO: EDIFICIO BARRIO BARRIO DE LA PNC
DIRECCION: TERCERA AVENIDA ENTRE SEGUNDA Y TERCERA CALLE
PLANO DE: MARCO DE MARCO
FeCaA: 16
2015
ESCALA: 17
INDICADA
Ing. Juan Merch
ASESOR - SUPERVISOR DE E.P.S.
EPESISTA FERNANDO
RAFAEL SOTO BARRIOS



SECCION C-C'
ESC:1/25



PLANTA PRIMER NIVEL
ESC:1/25

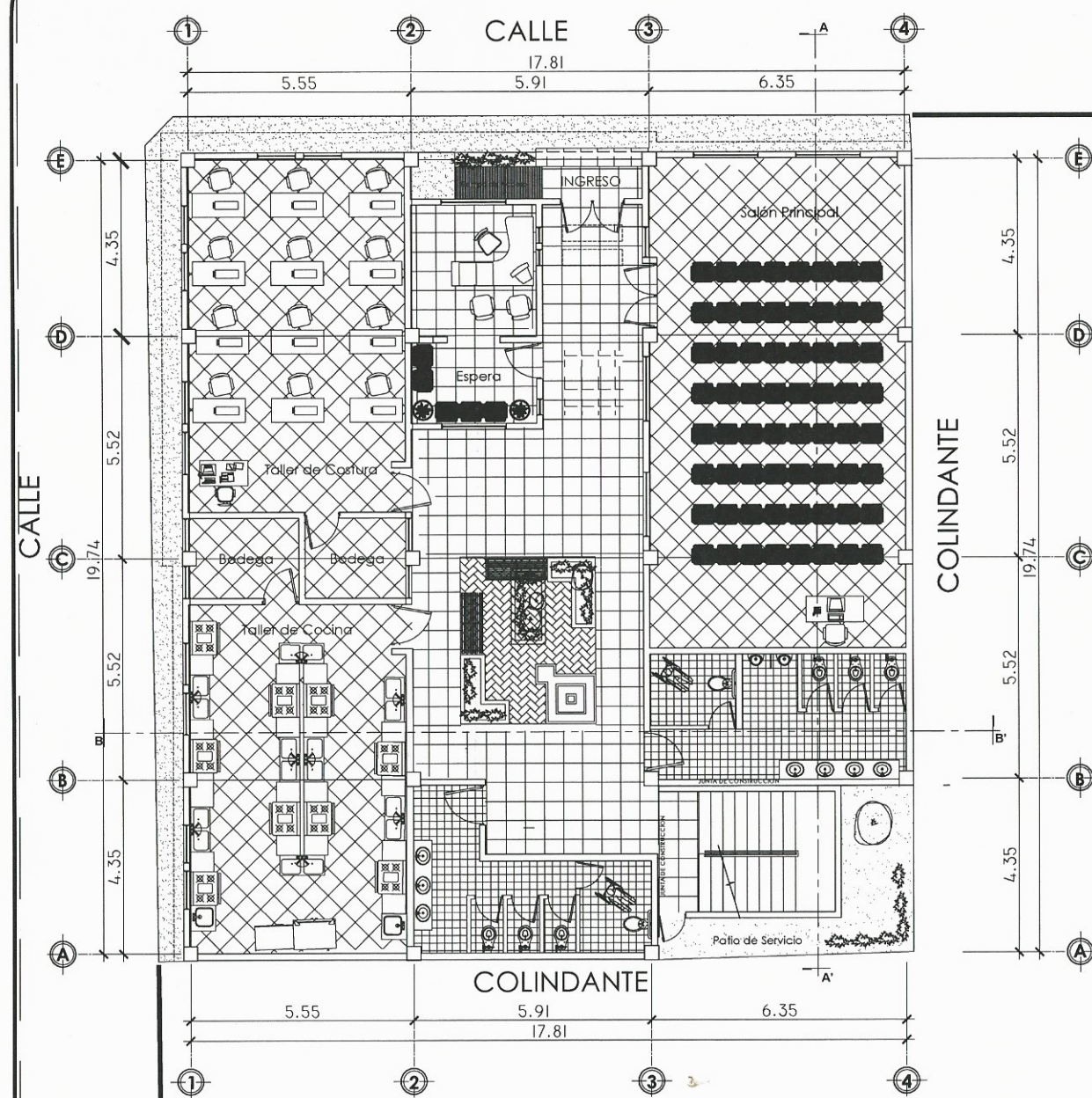
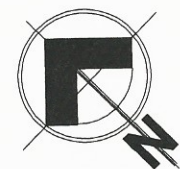


CIMIENTO CORRIDO
ESC:1/10

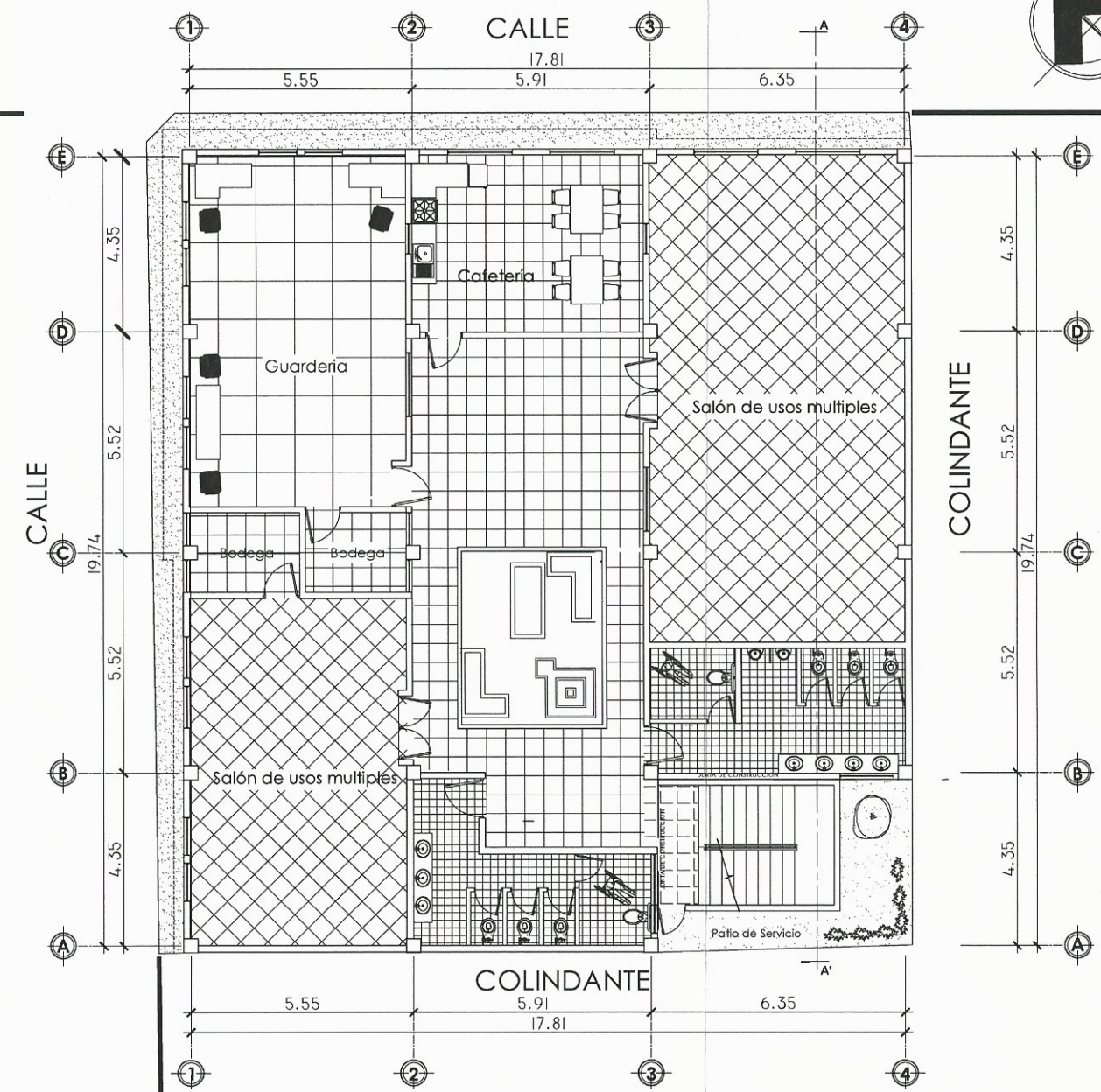
DETALLES DE CUBO DE GRADAS

ESC. 1:25

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCION PARA SUBESTACION DE LA PNC	
DIRECCION: TERCERA AVENIDA ENTRE SEGUNDA Y TERCERA CALLE	
ZONA 4, SALCAJAHUITZALTENANGO.	
PLANO DE PROYECTO: DETALLE DE CUBO DE GRADAS	FcCaA: 17
INDICADA	2015
ESCALA:	17
INDICADA	
Vo. Bo. Ing. Juan Merck ASESOR - SUPERVISOR DE E.P.S.	
EPESISTA FERNANDO RAFAEL SOTO BARRIOS	



PRIMER NIVEL
ESC: 1/75

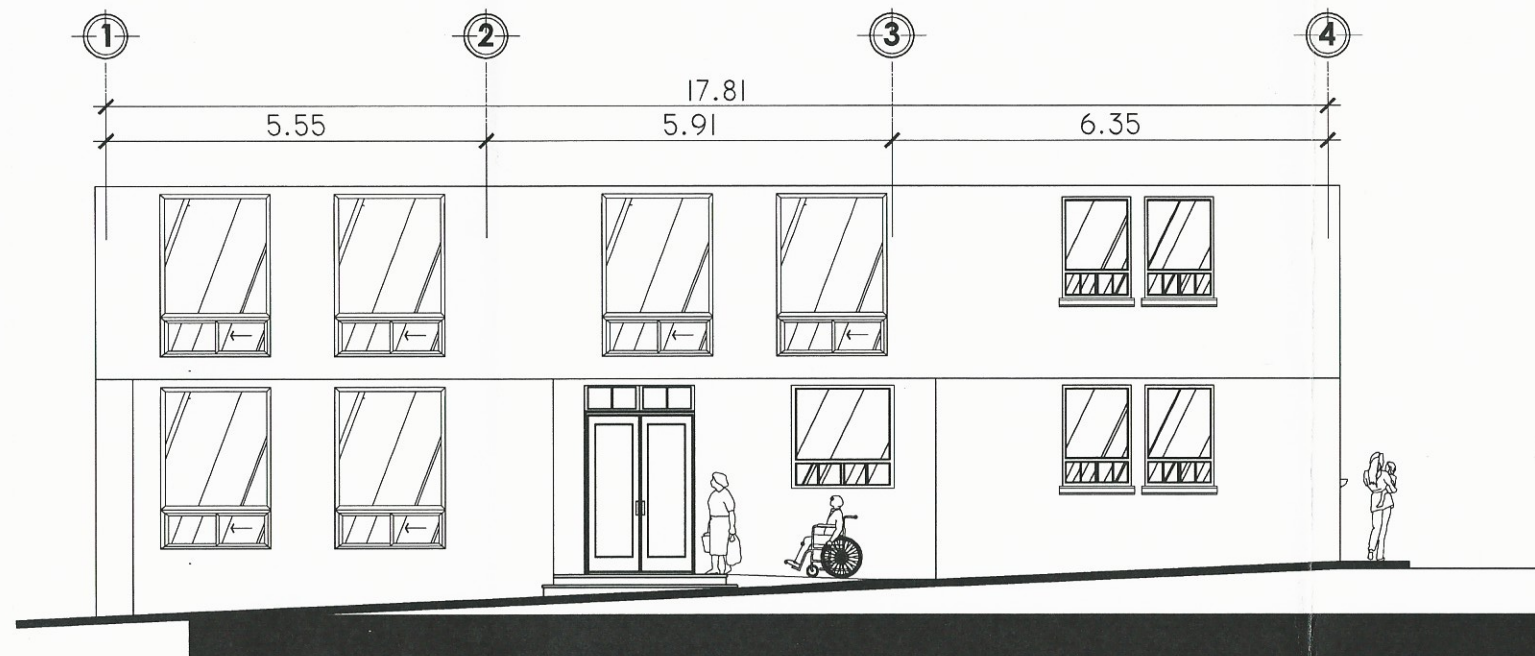


SEGUNDO NIVEL
ESC: 1/75

PLANTA ARQUITECTÓNICA

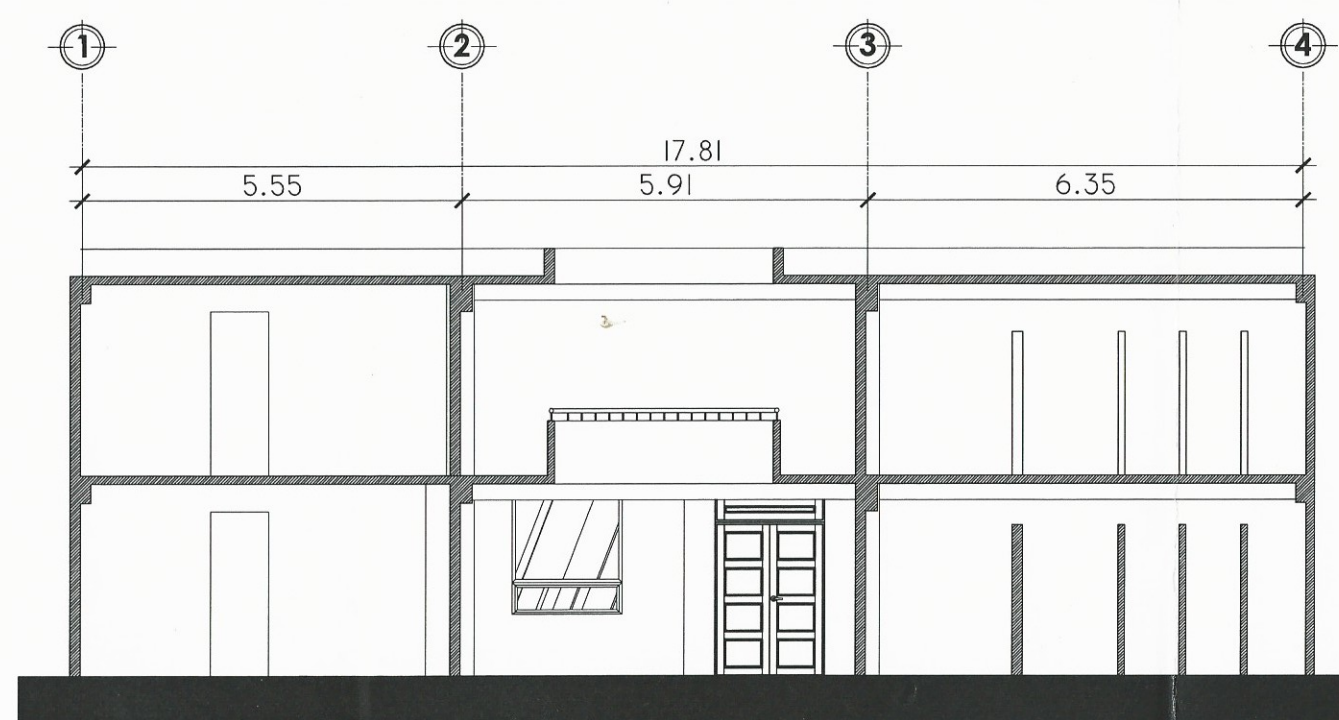
ESC. 1:75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		Facultad de Ingeniería	
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO	Centro de convivencia para la mujer, la niñez y la adolescencia.		
DIRECCION	BOVENA AVENIDA QUINTA CALLE ZONA DOS, SALCAJA, GUATEMALA		
PLANO DE	ASESOR	ARQUITECTONICA	
			FeCuA: 1
			2015
			ESCALA: 13
			INDICADA
Vo. B. [Signature]		EFESISTA FERNANDO RAFAEL SOTO BARRIOS	



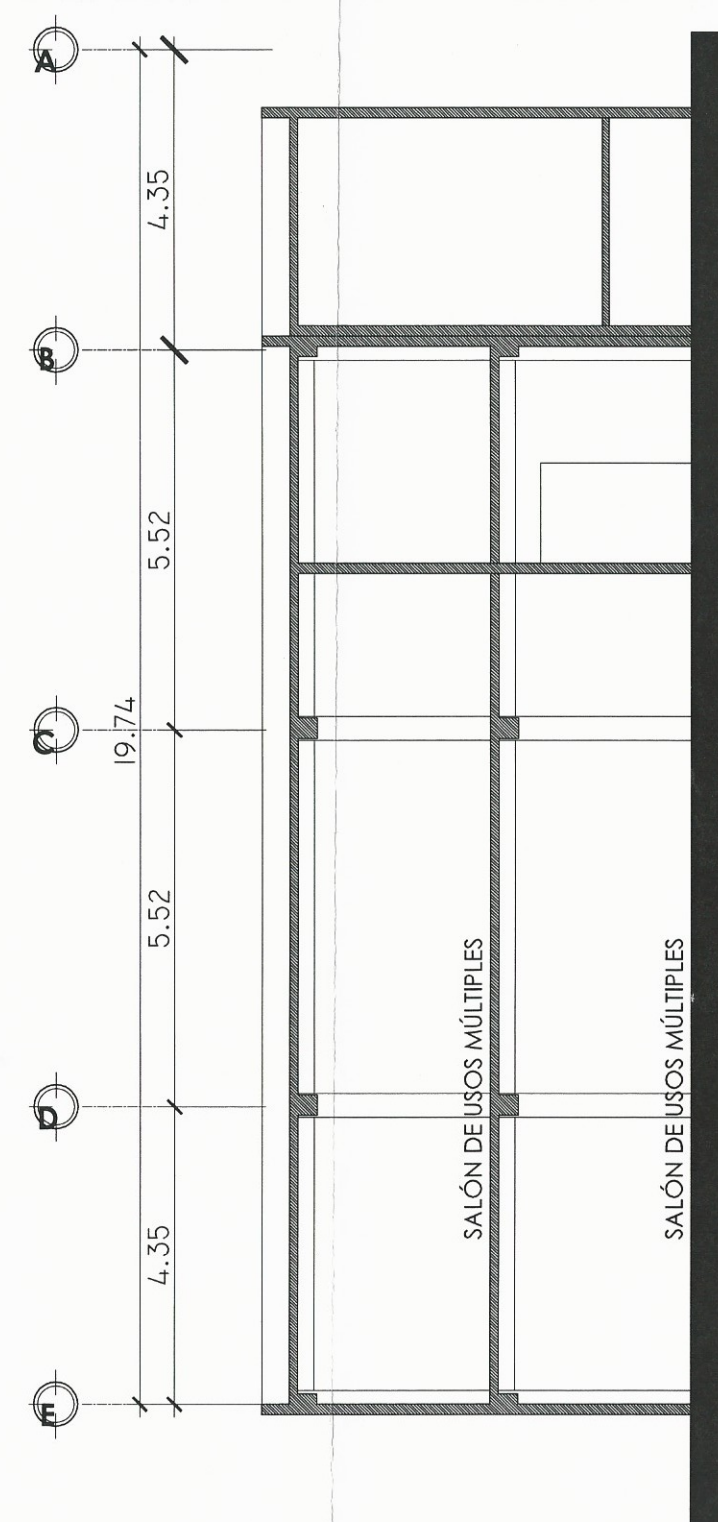
FACHADA PRINCIPAL

ESC:1/750



SECCIÓN TRANSVERSAL

ESC:1/750



SECCIÓN LONGITUDINAL

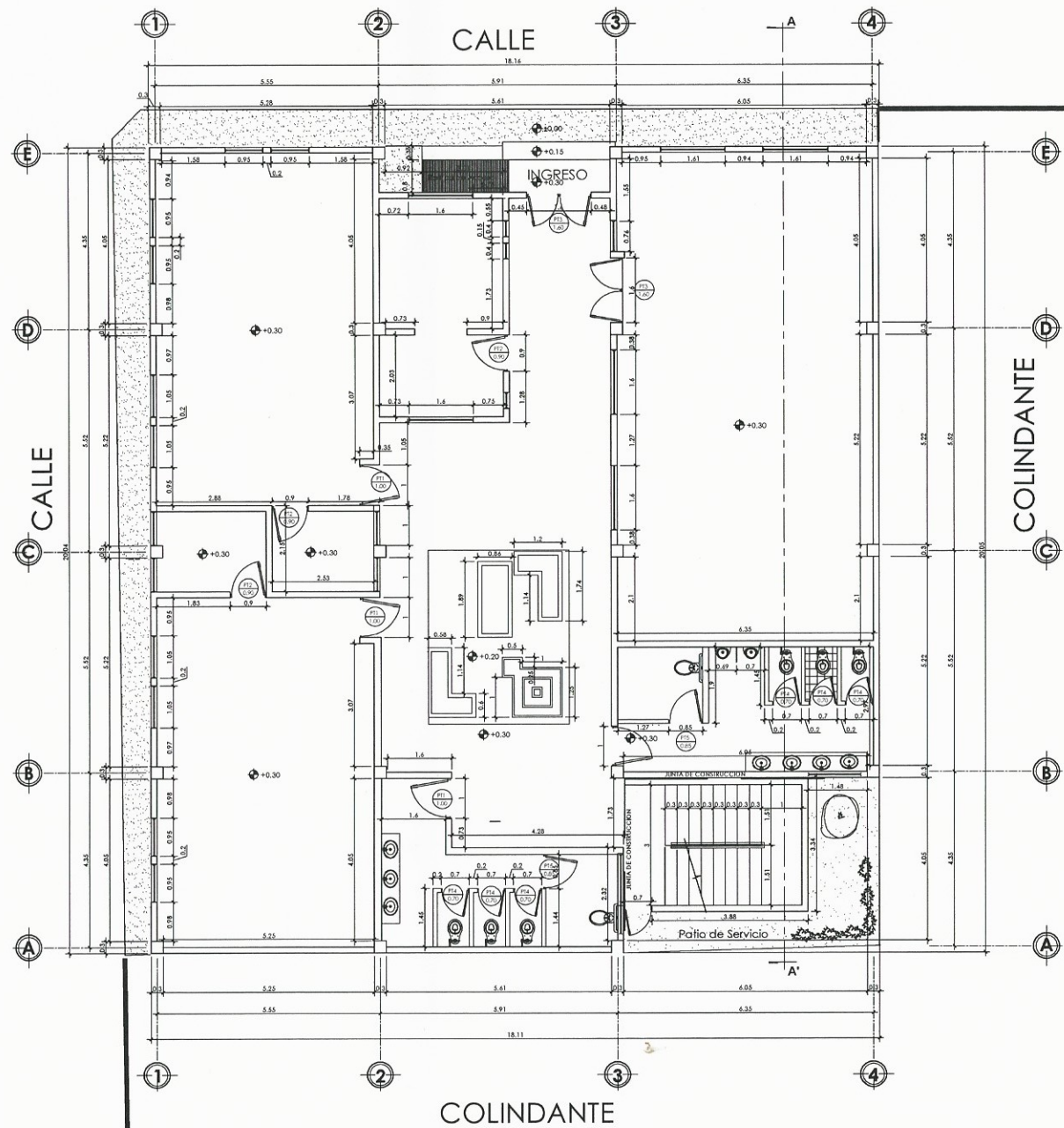
ESC:1/750

SECCIONES Y ELEVACIONES

ESC. 1:50

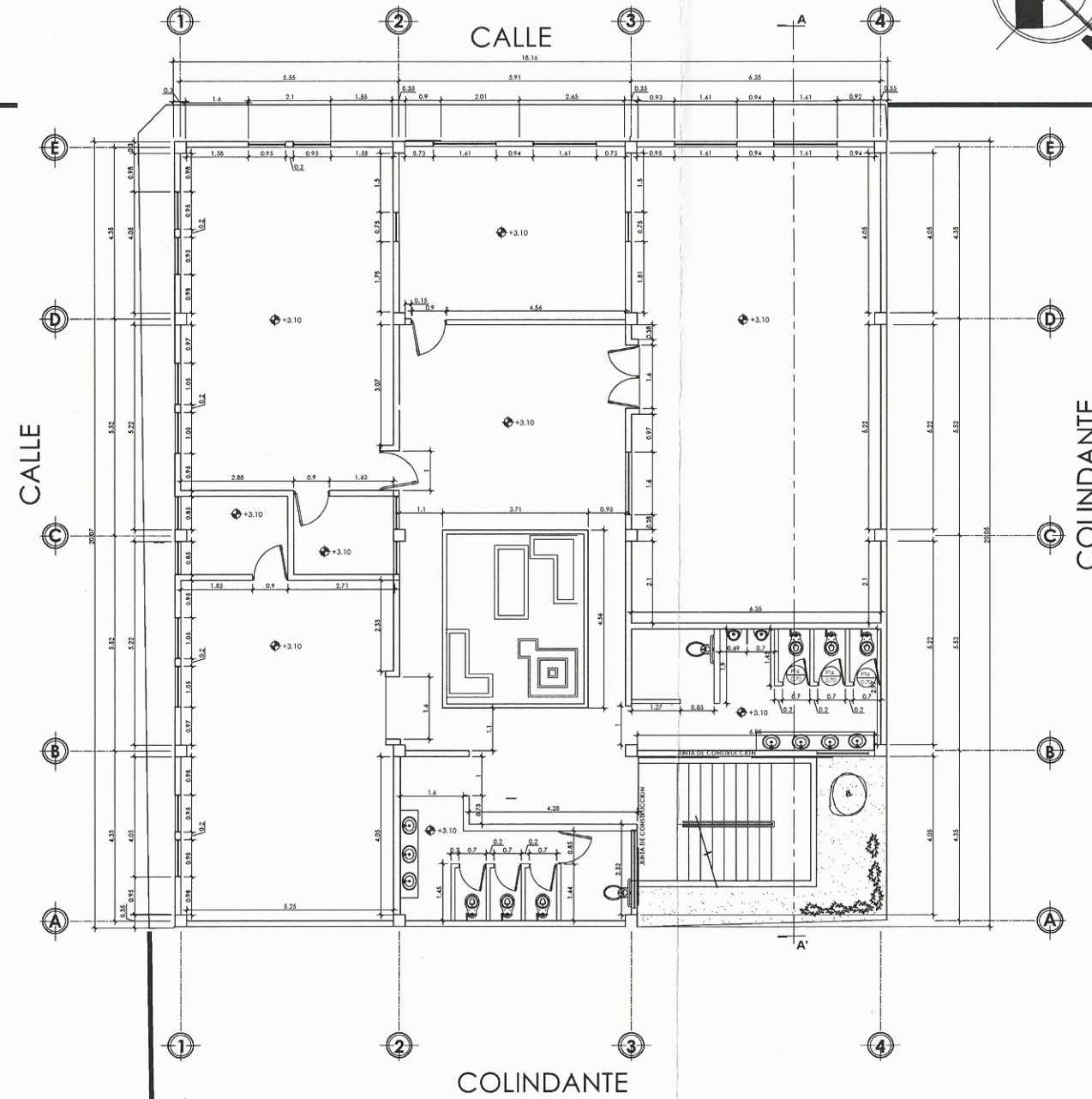
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO	Centro de atención para la niñez y la adolescencia.
DIRECCIÓN	NOVENA AVENIDA Y QUINTA CALLE ZONA DOS, SALCAJA.
PLANO DE	ASESOR - SUPERVISOR DE ELEVACIONES
FeCnA:	2
2015	
ESCALA:	13
INDICADA	

ASESOR - SUPERVISOR DE E.P.S. EPESISTA FERNANDO RAFAEL SOTO BARRIOS



PRIMER NIVEL

ESC:1/75



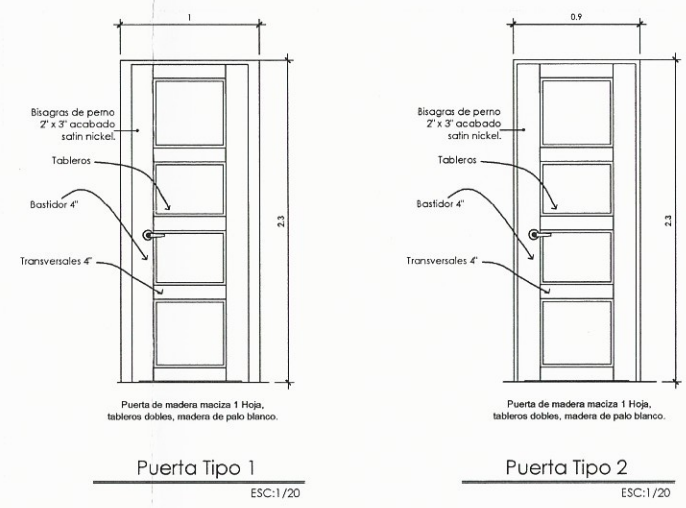
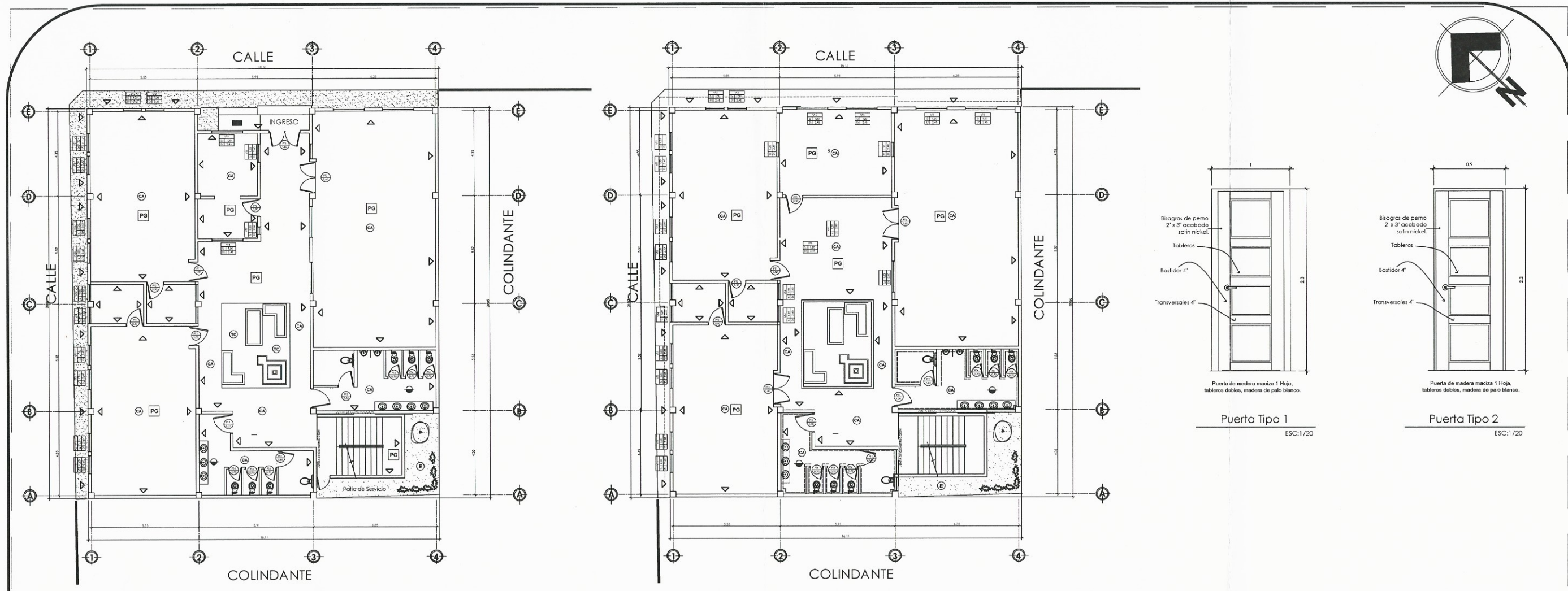
SEGUNDO NIVEL

ESC:1/75

PLANTA DE COTAS

ESC. 1:75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO 118 de apoyo comunitario para la infancia, la niñez y la adolescencia.	
DIRECCION ASISTENCIAL EN INFANCIA Y QUINCE AÑOS DE LA ZONA DOS, SALCAJA, GUATEMALA	
PLANO DE UNIDAD	PLANTA DE COTAS
FECA: 2015	3
ESCALA: INDICADA	13
Ing. Juan Merck ASesor - SUPERVISOR DE EPS.	
EFESISTA FERNANDO RAFAEL SOTO BARRIOS	



PLANILLA DE VENTANAS
ESC:1/75

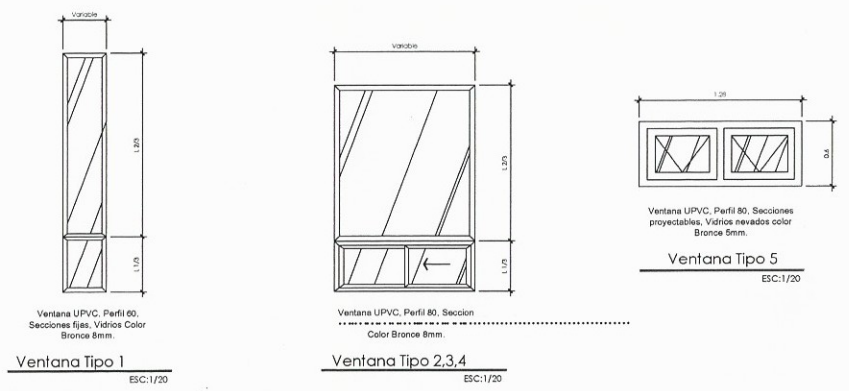
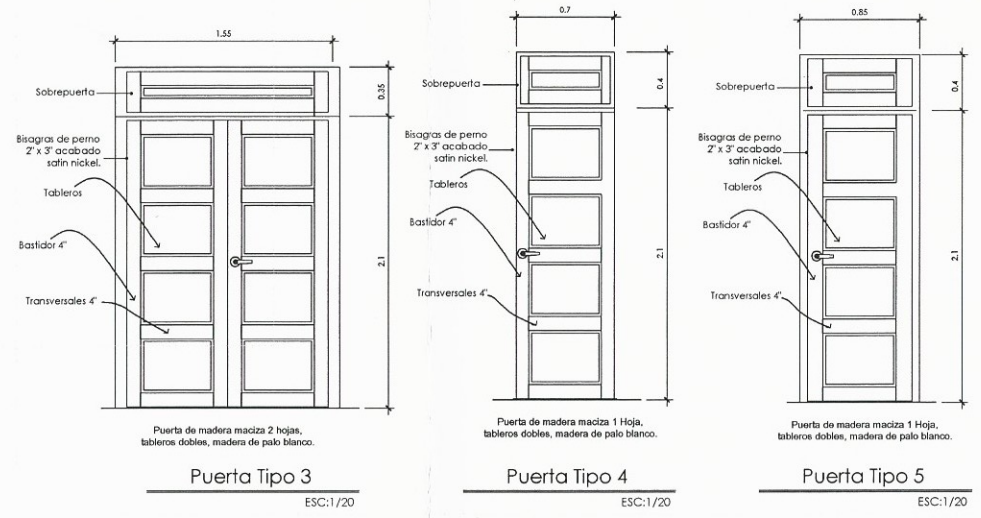
TIPO	SILLAR	DINTEL	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	MATERIAL
V-1	1.00	2.45	1.20	1.45	3 UNIDADES	UPVC + VIDRIO 8mm
V-2	1.00	2.45	0.50	1.45	1 UNIDAD	UPVC + VIDRIO 8mm
V-3	1.00	2.35	0.40	1.45	2 UNIDADES	UPVC + VIDRIO 8mm
V-4	1.00	2.45	0.40	1.45	1 UNIDAD	UPVC + VIDRIO 8mm

SIMBOLOGÍA DE ACABADOS

	PISO: DE GRANITO
	CIELO: ALISADO MONOCAPA
	TORTA DE CONCRETO
	PARED: REPELLO + CERNIDO VERTICAL
	AZULEJO HASTA 1.20 MTS DE ALTURA
	FUNDICIÓN DE CONCRETO
	CONCRETO CON ACABADO ESTRIADO
	PISO: ANTIDESLIZANTE

PLANILLA DE PUERTAS

TIPO	ANCHO	DINTEL	CANTIDAD	MATERIAL
P-1	1.00	2.45	1 UNIDAD	METAL
P-2	0.90	2.45	1 UNIDAD	METAL
P-3	1.60	2.50	2 UNIDADES	METAL
P-4	0.70	2.00	4 UNIDADES	METAL
P-5	0.85	2.45	1 UNIDAD	METAL



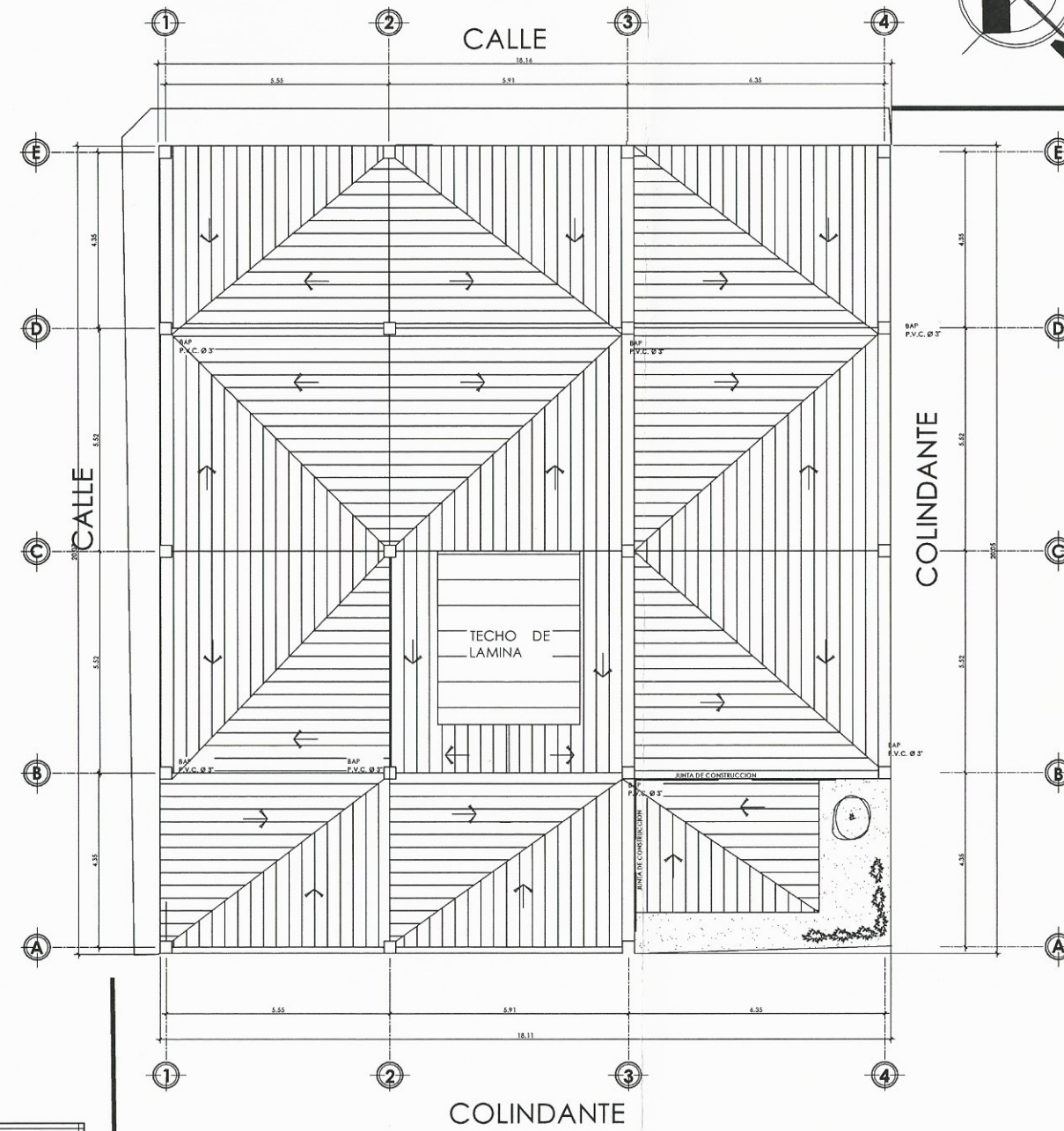
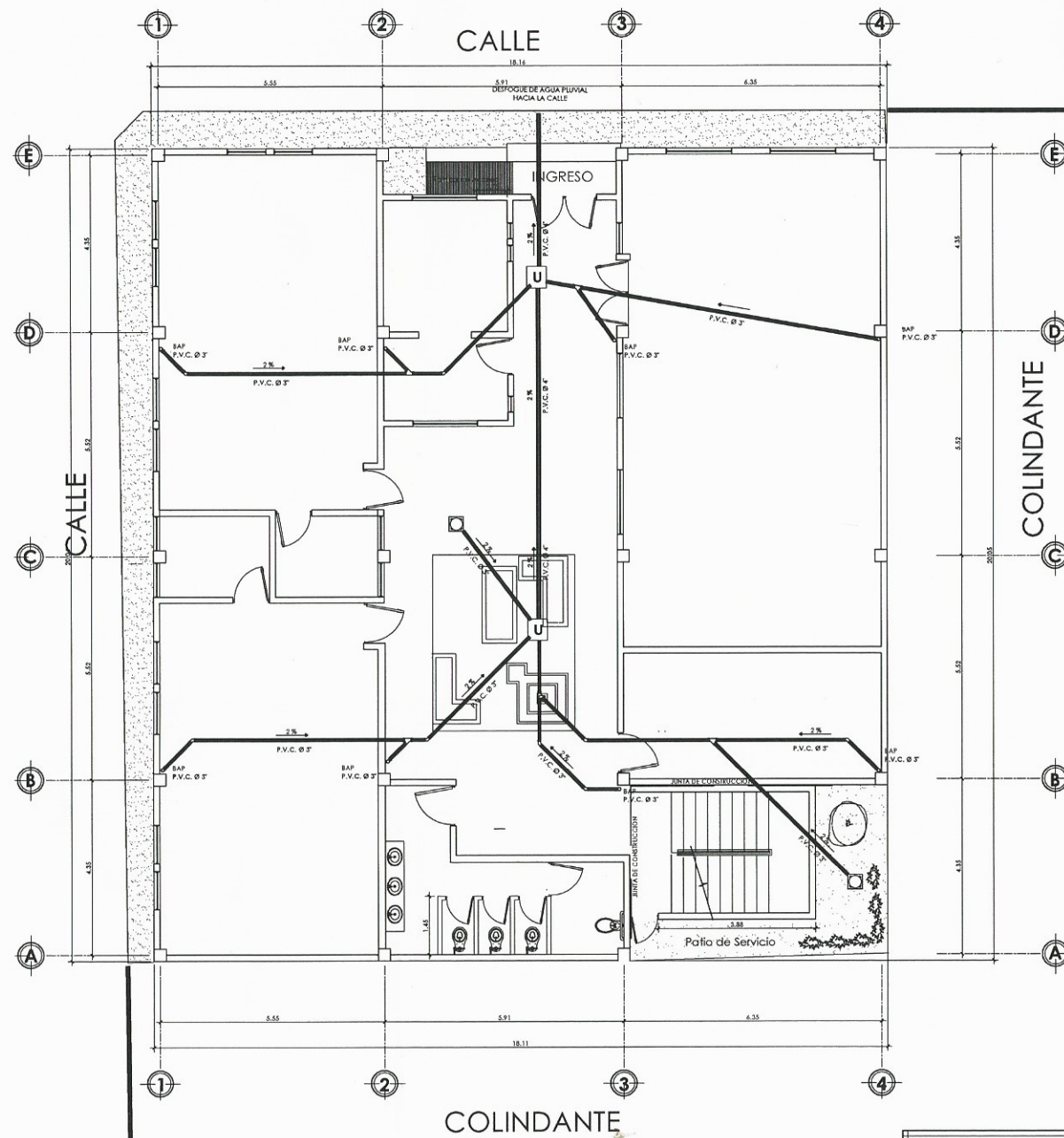
PLANTA DE ACABADOS

ESC. 1:50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
PROYECTO de Ingeniería para la mujer, la niñez y la adolescencia.
DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERIA
INGENIERA AVENIDA CUARENTA CALLE ZONA DOS, SALCAJA,
MUNICIPIO DE METZALTENANGO, GUATEMALA.
PLANO DE ACABADOS

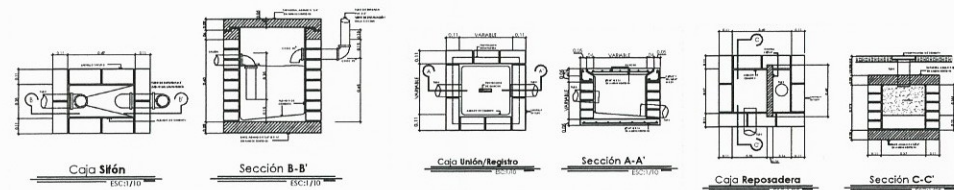
FeCa: 4
2015
ESCALA: 13
INDICADA

Ing. Juan Merrick
ASESOR - SUPERVISOR DE E.P.S.
EFESISTA FERNANDO
RAFAEL SOTO BARRIOS



PRIMER NIVEL

SEGUNDO NIVEL



SIMBOLOGÍA DRENAJE	
	CODO 90° VERTICAL PVC
	TUBERÍA PVC DIÁMETRO INDICADO
	CODO 45° PVC
	YEE PVC
	SENTIDO Y PENDIENTE DE FLUJO
	CAJA UNIÓN/REGISTRO
	CAJA REPOSADERA
	BAJADA DE AGUA PLUVIAL
	SENTIDO DE PENDIENTE 1%

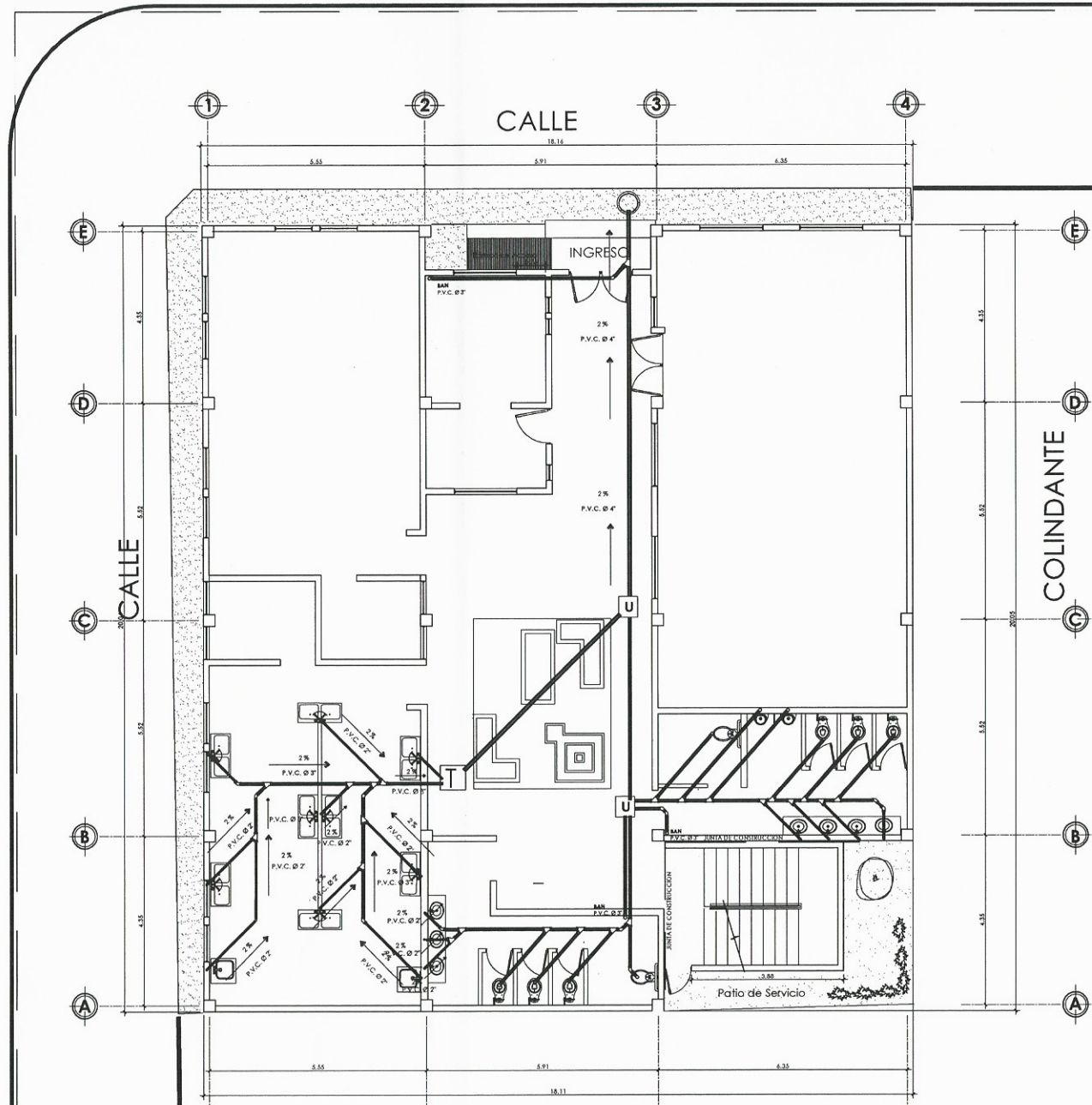
PLANTA DE DRENAJE PLUVIAL

ESC. 1:50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 PROYECTO: Centro de convergencia para la mujer, la niñez y la adolescencia.
 DIRECCIÓN: AV. JOVENA AVENIDA COLINDANTE CALLE ZONA DOS, SALCAJÁ, QUETZALTENÁNGO
 PLANO DE: PLANTA DE DRENAJE PLUVIAL

FECA: 2015 5
 ESCALA: INDICADA 13

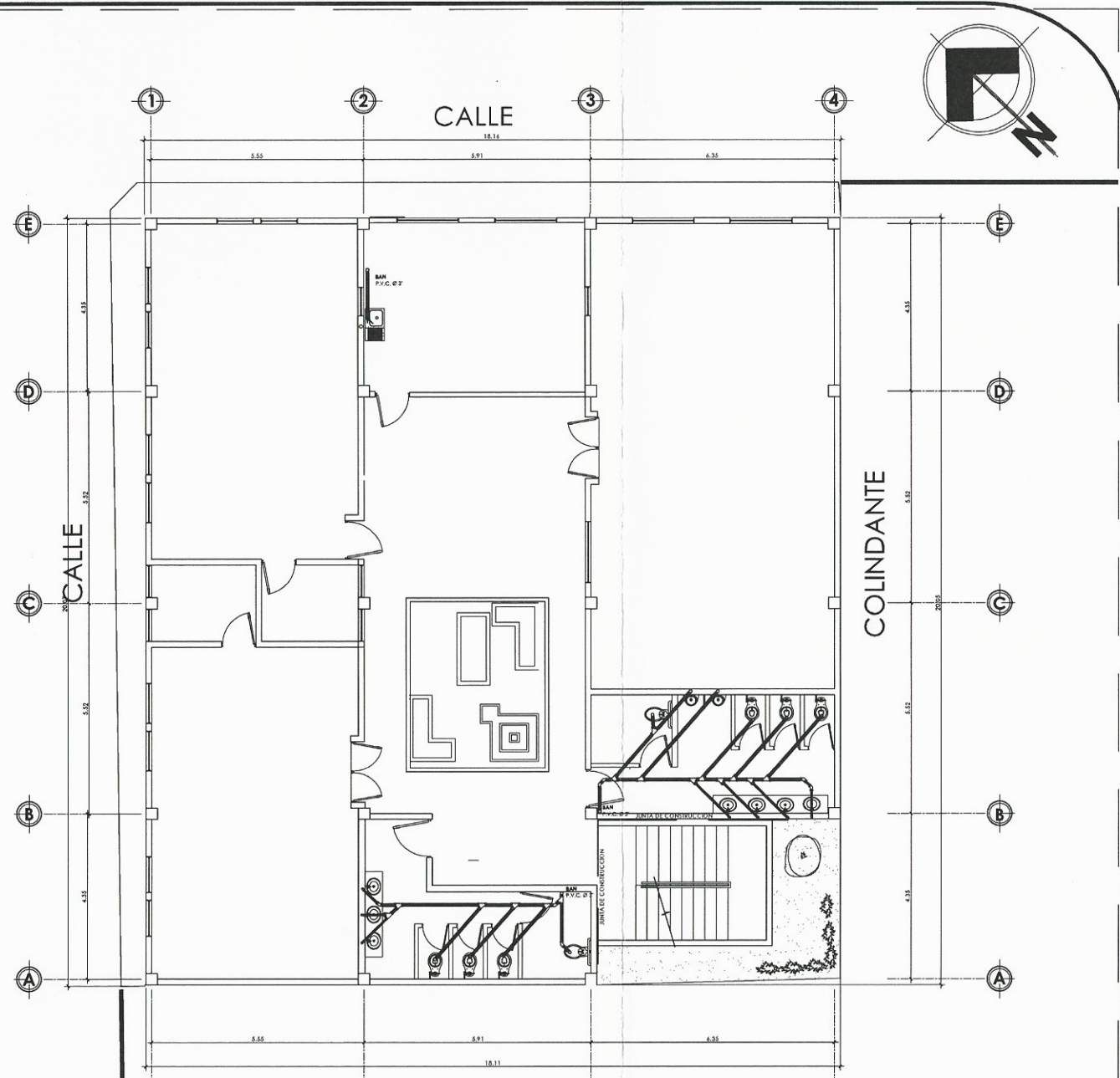
Vs. Bto. Ing. Juan Merré
 ASESOR - SUPERVISOR DE E.P.S.
 EFESISTA FERNANDO RAFAEL SOTO BARRIOS



COLINDANTE

PRIMER NIVEL

ESC:1/75



COLINDANTE

SEGUNDO NIVEL

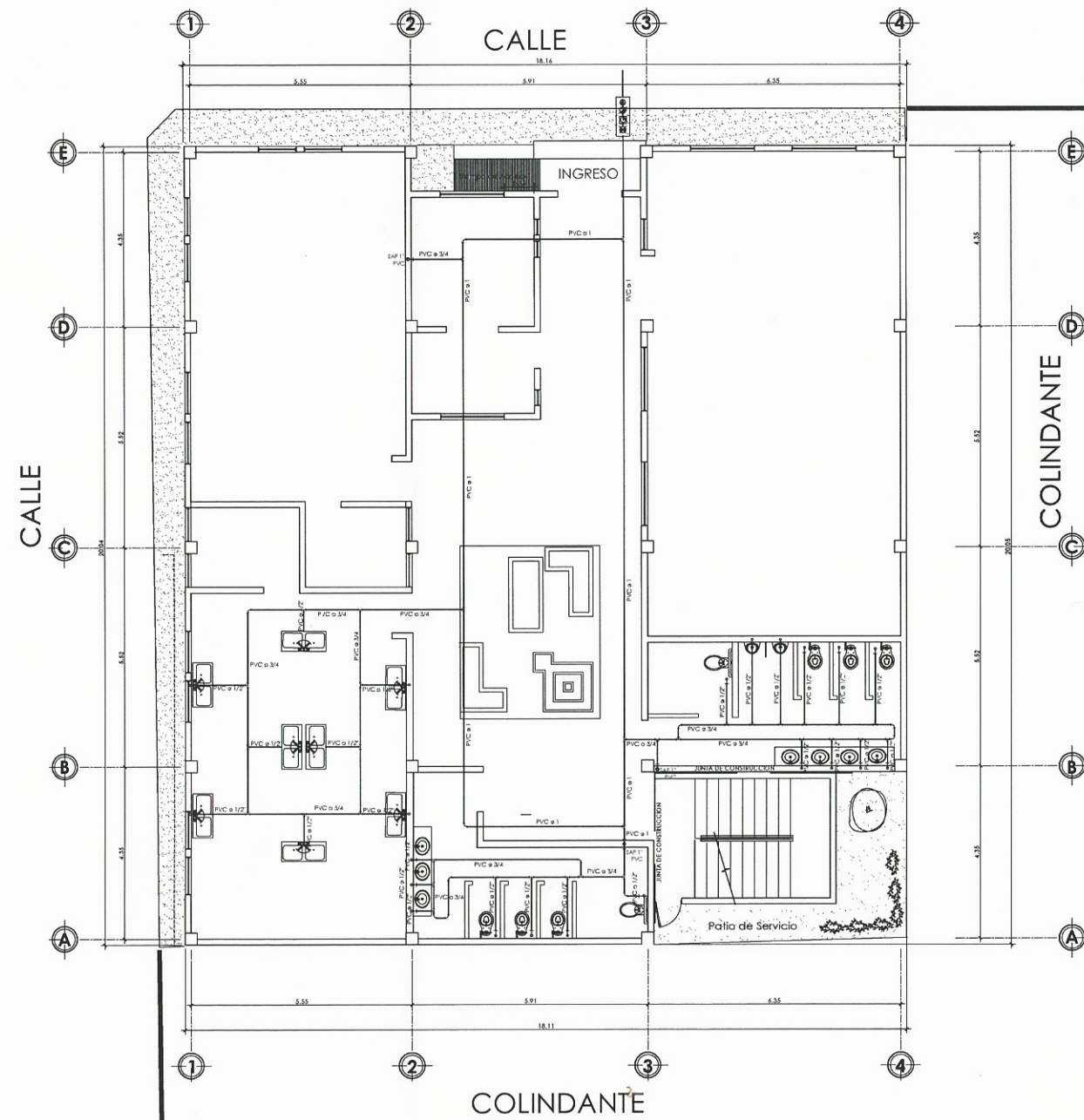
ESC:1/75

SIMBOLOGÍA DRENAJE	
	CODO 90° VERTICAL PVC
	TUBERÍA PVC DIÁMETRO INDICADO
	CODO 45° PVC
	YEE PVC
	YEE PVC + REDUCIDOR BUSHING
	YEE PVC + REDUCIDOR BUSHING
	SENTIDO Y PENDIENTE DE FLUJO
	CAJA UNIÓN/REGISTRO
	CAJA TRAMPA DE GRASAS
	CANDELA MUNICIPAL

PLANTA DE DRENAJE SANITARIO

ESC. 1:50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADOS
 PROYECTO: Centro de conversión de residuos sólidos orgánicos y bioadolecencia.
 DIRECCION: NOVENA AVENIDA QUINCE CALLE ZONA DOS SALCAJA, CAYUTZ'UN, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA
 PLANO DE: PLANTA DE DRENAJE SANITARIO
 V.C.A.: 6
 2015
 ESCALA: 13
 INDICADA
 V. Ing. Juan Merck
 ASESOR - SUPERVISOR DE E.P.S.
 E.F. SOTO BARRIOS
 RAFAEL SOTO BARRIOS



PRIMER NIVEL

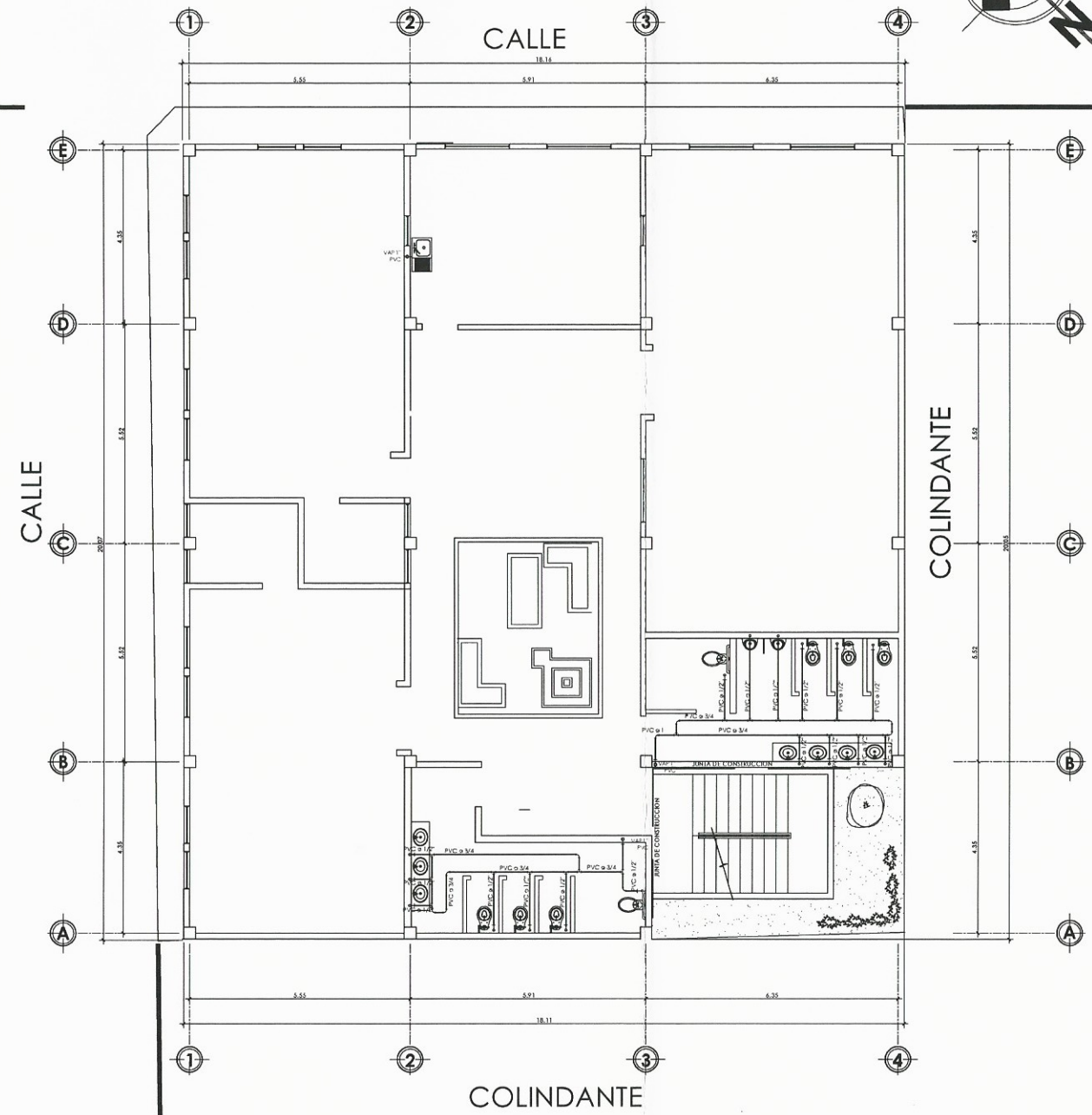
ESC:1/75

PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA

ESC. 1:50

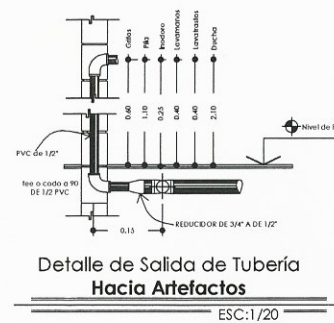
SIMBOLOGIA DE HIDRAULICA

SIMBOLO	SIGNIFICADO
∅	DIAMETRO
—	TUBERIA DE AGUA FRIA ∅ INDICADO
⊥	TEE A 90° VERTICAL
⊥	TEE HORIZONTAL
⌋	CODO A 90° HORIZONTAL
⌋	CODO A 90° VERTICAL
⊙	ACOMETIDA



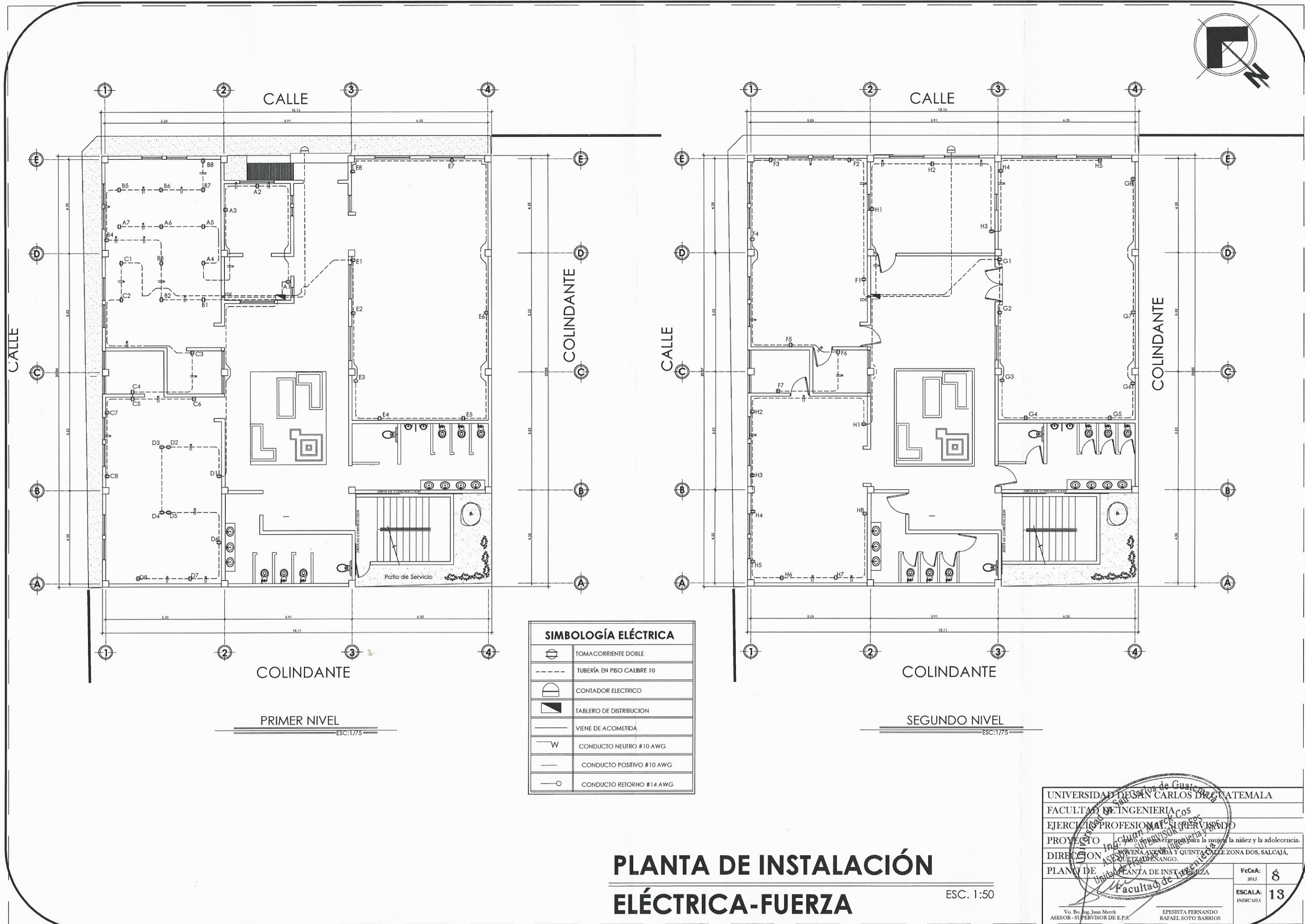
SEGUNDO NIVEL

ESC:1/75



ESC:1/20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
Proyecto de Centro de convergencia para la mujer, la niñez y la adolescencia.	
DIRECCION	NOVENA AVENIDA Y CUARTA CALLE ZONA DOS, SALCAJA, QUETZALENAN DE GUATEMALA
PLANTA DE	INGENIERIA DE INGENIERIA Y EPS
ASESOR	ASESORIA SUPERVISOR DE EPS
ASESOR SUPERVISOR DE EPS	ASESORIA SUPERVISOR DE EPS
FECHA:	2015
ESCALA:	INDICADA
7	13



SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA	
	TOMACORRIENTE DOBLE
	TUBERÍA EN PISO CALIBRE 10
	CONTADOR ELECTRICO
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	VIENE DE ACOMETIDA
	CONDUCTO NEUTRO #10 AWG
	CONDUCTO POSITIVO #10 AWG
	CONDUCTO RETORNO #14 AWG

PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA-FUERZA

ESC. 1:50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: Centro de desarrollo para la niñez y la adolescencia.

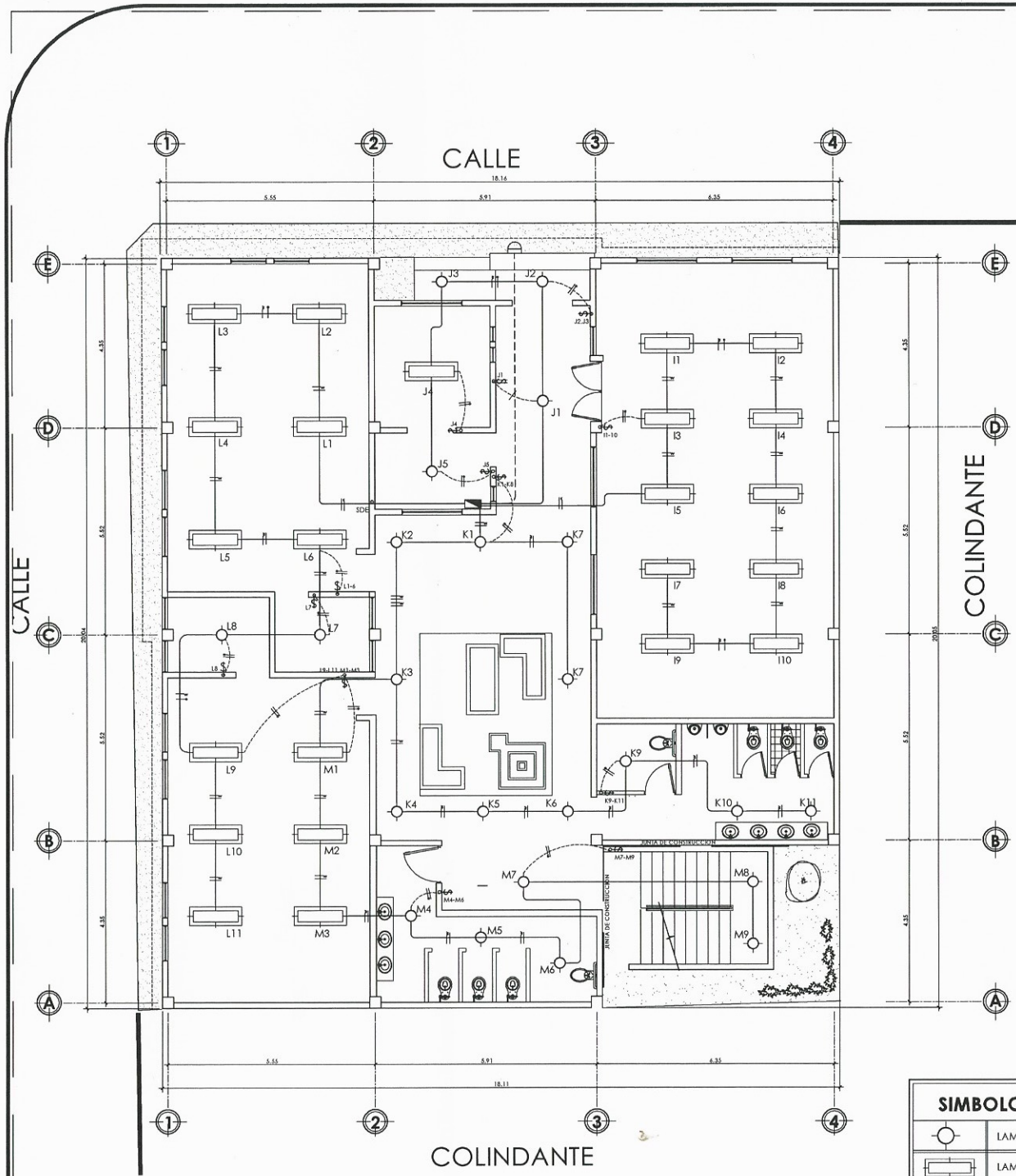
DIRECCION: SEPTIMA AVENIDA Y QUINTA CALLE ZONA DOS, SALCAJÁ, QUETZALENANGO.

PLANO DE: PLANTA DE INSTALACION

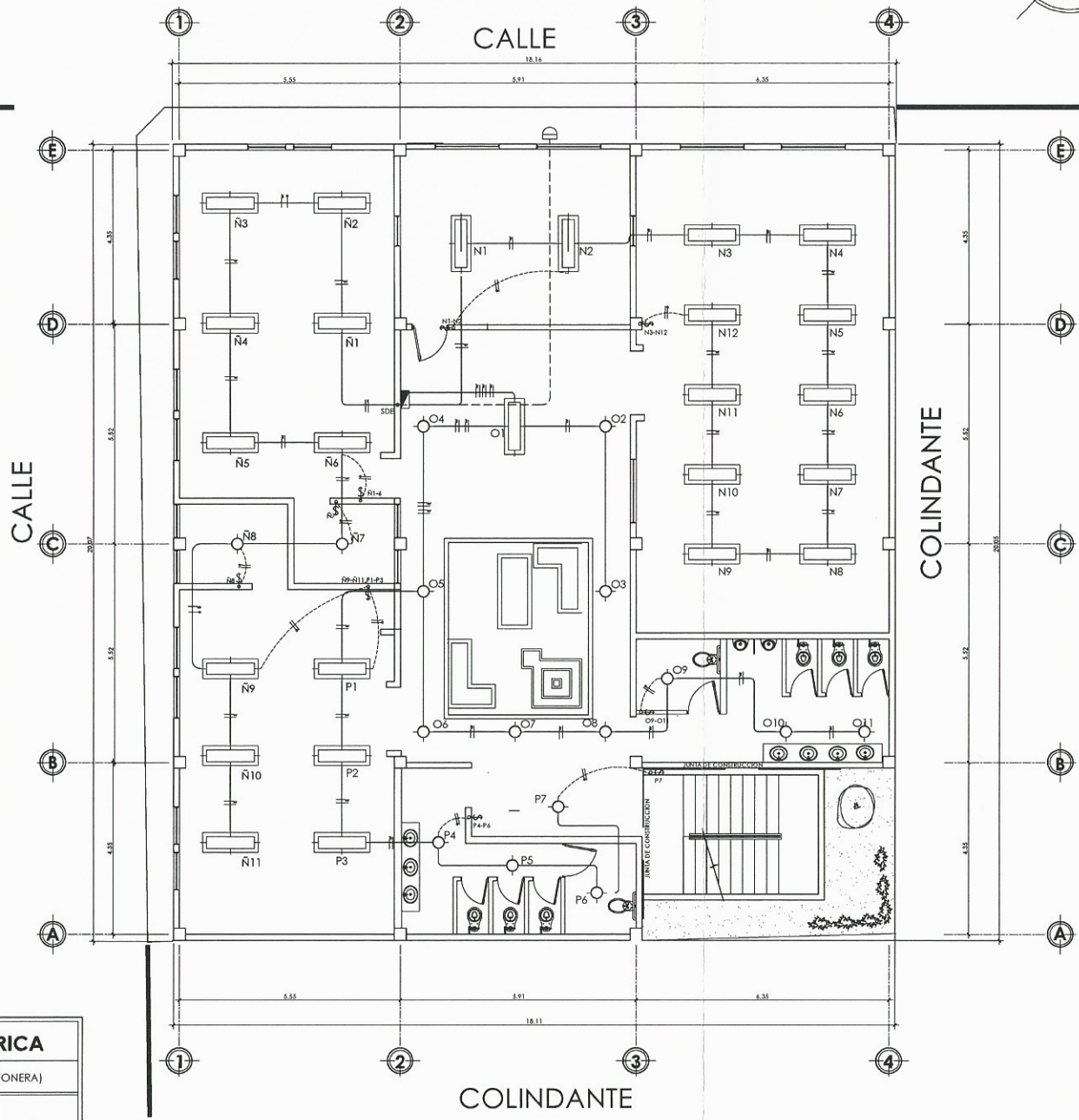
FeCaA: 8
2015
ESCALA: 13
INDICADA

Ing. Juan Merck
ASESOR - SUPERVISOR DE E.P.S.

EFESISTA FERNANDO
RAFAEL SOTO BARRIOS



PRIMER NIVEL
ESC:1/75



SEGUNDO NIVEL
ESC:1/75

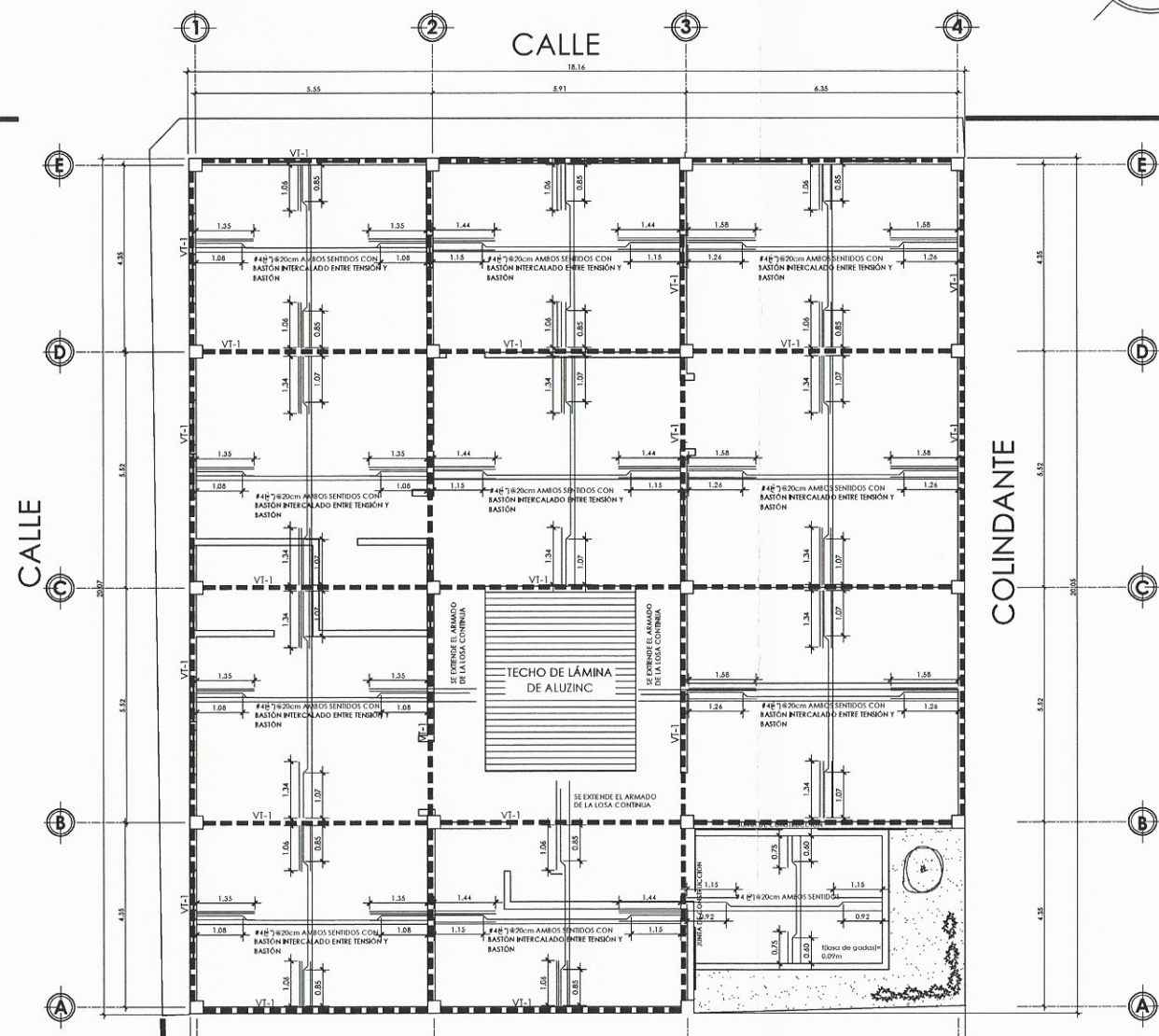
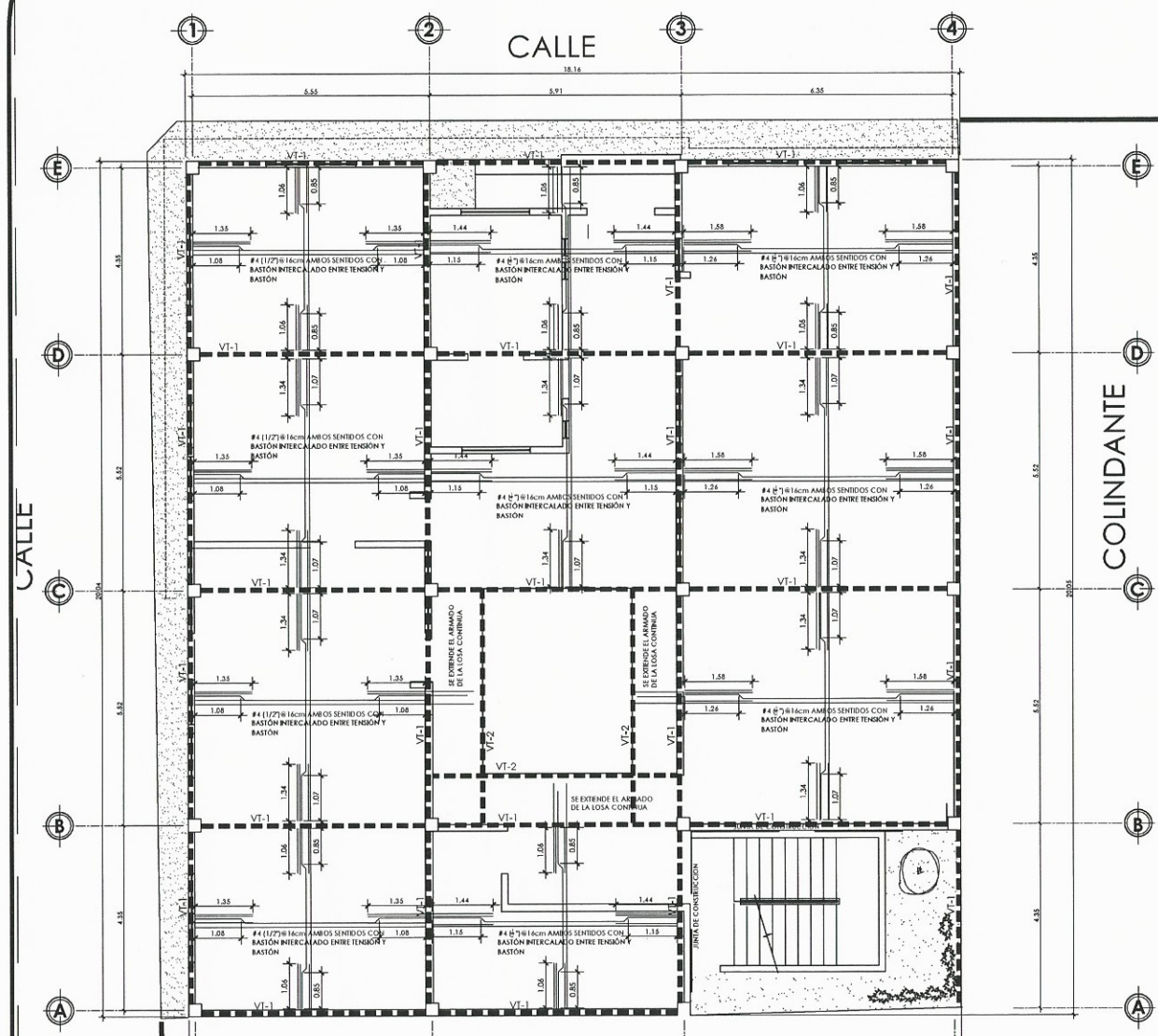
SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA	
	LAMPARA DE CIELO (PLAFONERA)
	LAMPARA DE TUBOS
	CONTADOR ELECTRICO
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	TUBERIA EN CIELO CALIBRE 12 AWG
	ACOMETIDA MUNICIPAL
	INTERRUPTOR SIMPLE h: 1.00m
	INTERRUPTOR DOBLE h: 1.00
	CONDUCTO NEUTRO #12AWG
	CONDUCTO POSITIVO #12AWG
	CONDUCTO RETORNO #12 AWG

PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA-ILUMINACIÓN

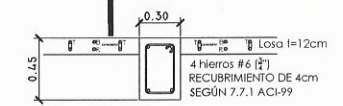
ESC. 1:50



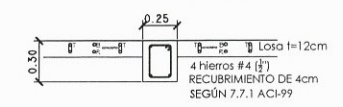
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 PROYECTO: Centro de consultoría para la mujer, la niñez y la adolescencia.
 DIRECCION: NOVENA AVENIDA Y CINTA CALLE ZONA DOS, SALCAJA, ASESORIA TECNICA Y ASISTENTE SOCIAL.
 PLANO DE: Unidad de Planta de INST. ILUMINACION
 FeCaA: 9
 ESCALA: 13
 INDICADA
 Vº. Pº. Ing. Juan Merch ASESOR SUPERVISOR DE E.P.S.
 EFESISTA FERNANDO RAFAEL SOTO BARRIOS



SIMBOLOGÍA LOSAS	
	VIGA TIPO 1
	VARILLAS DE ACERO

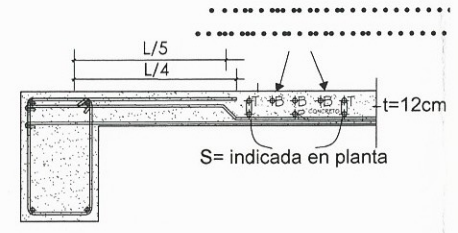


VIGA TIPO 1
ESC:1/10

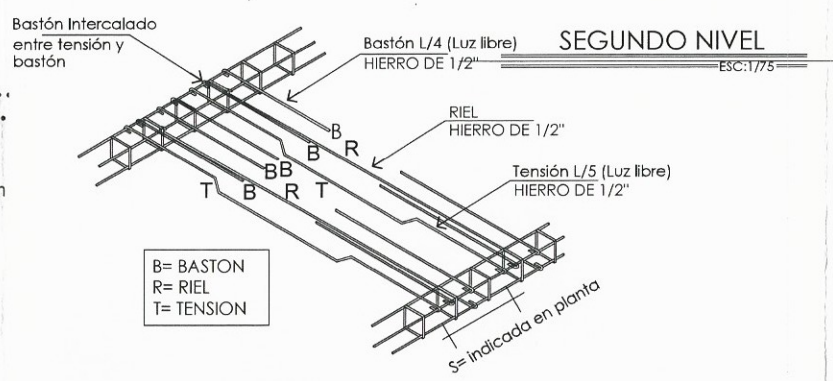


VIGA TIPO 2
ESC:1/10

PRIMER NIVEL
ESC:1/75



SECCIÓN ARMADO DE LOSA
ESC:1/10



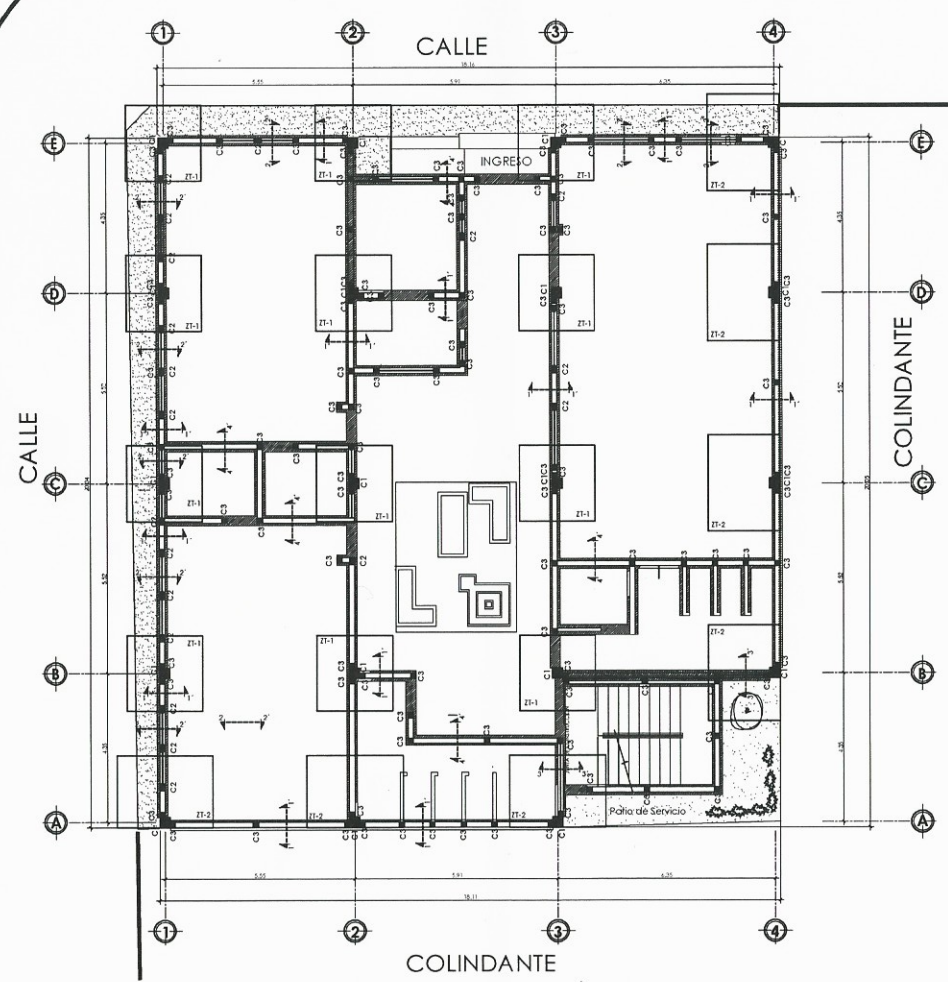
B= BASTON
R= RIEL
T= TENSION

DETALLE ARMADO DE LOSA
ESC:Gráfica

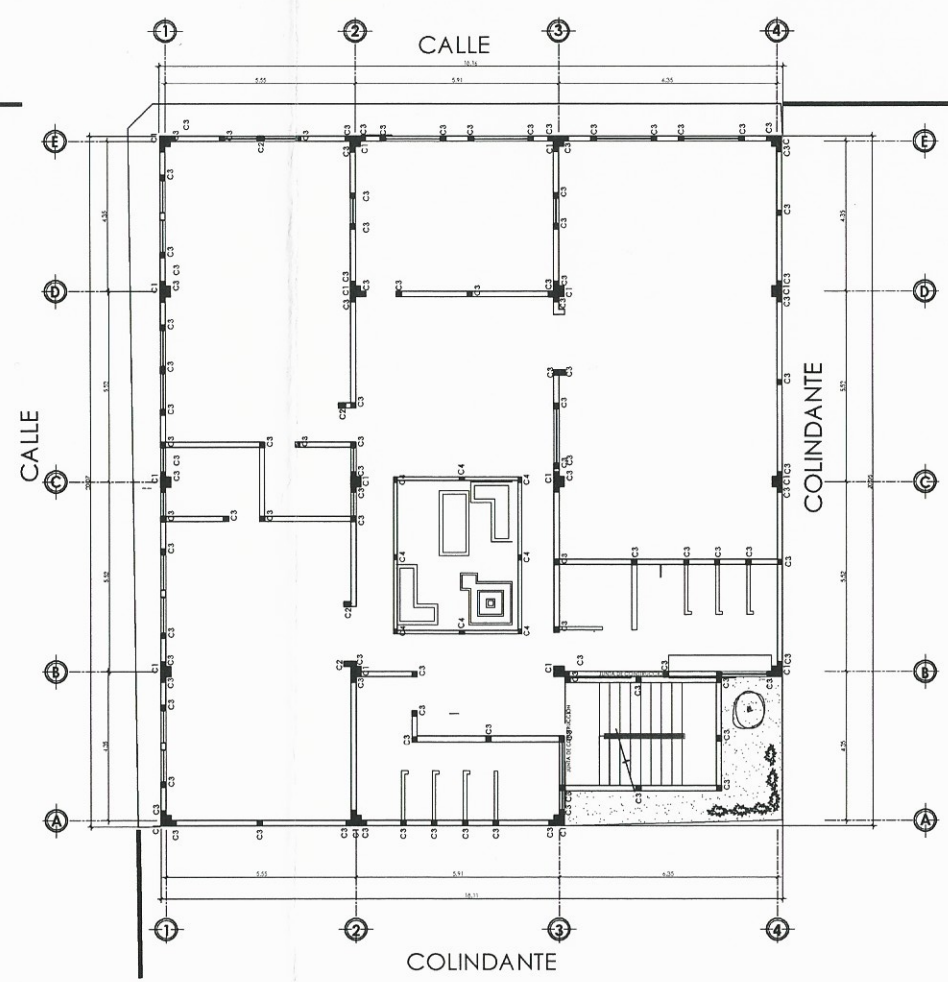
PLANTA DE VIGAS Y LOSAS

ESC. 1:50

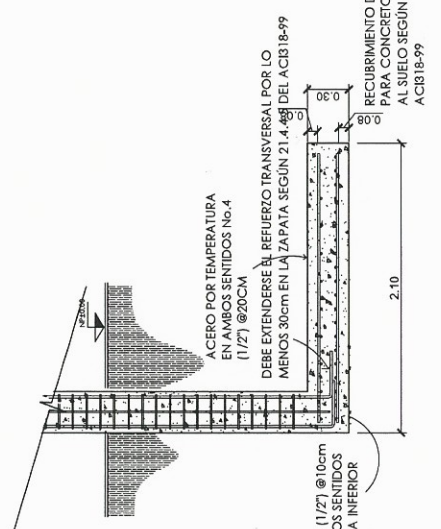
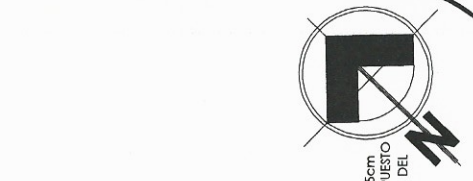
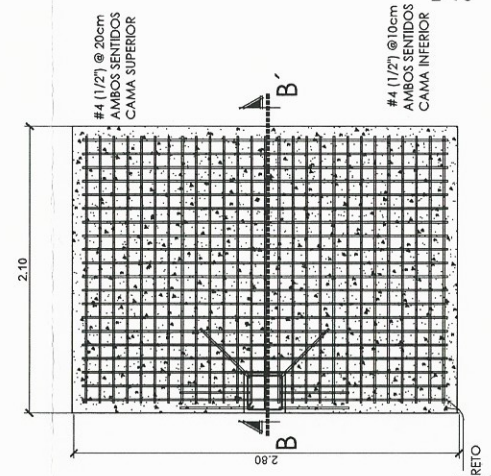
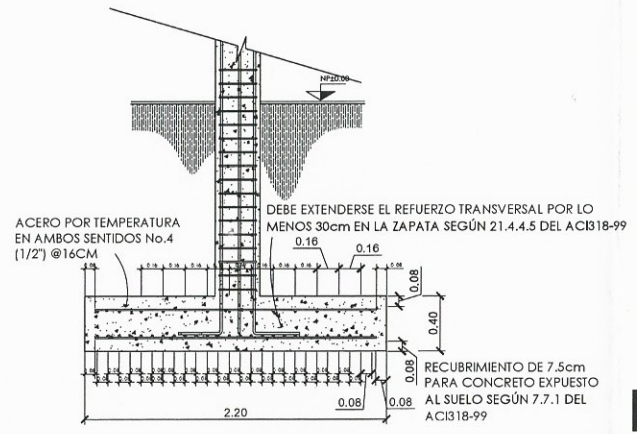
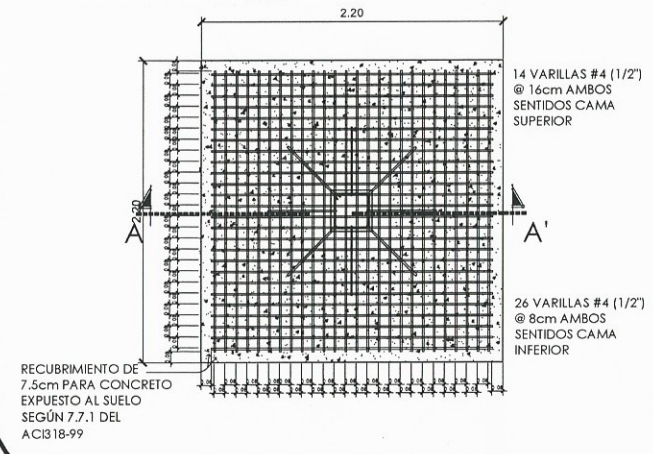
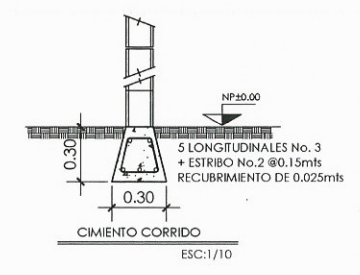
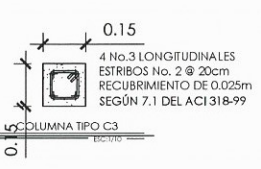
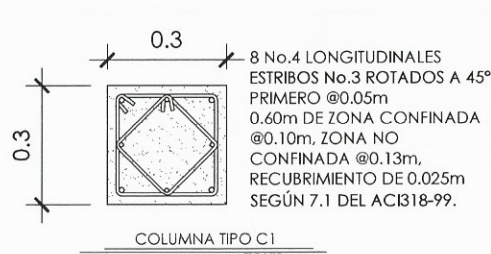
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 PROYECTO: Centro de comunitaria para niños, niñas y adolescentes.
 DIRECCION: NOVENO AVENIDA QUINTA CALLE ZONA DOS, SALCAJA, GUATEMALA
 PLANO DE: PLANTA DE VIGAS Y LOSAS
 ESCALA: 10
 INDICADA: 13
 ASesor: JUAN MERCK
 SUPERVISOR DE E.P.S.
 EJECUTIVA: FERNANDO RAFAEL SOTO BARRIOS



PRIMER NIVEL
ESC:1/75



SEGUNDO NIVEL
ESC:1/75



PLANTA DE CIMENTACIÓN Y COLUMNAS

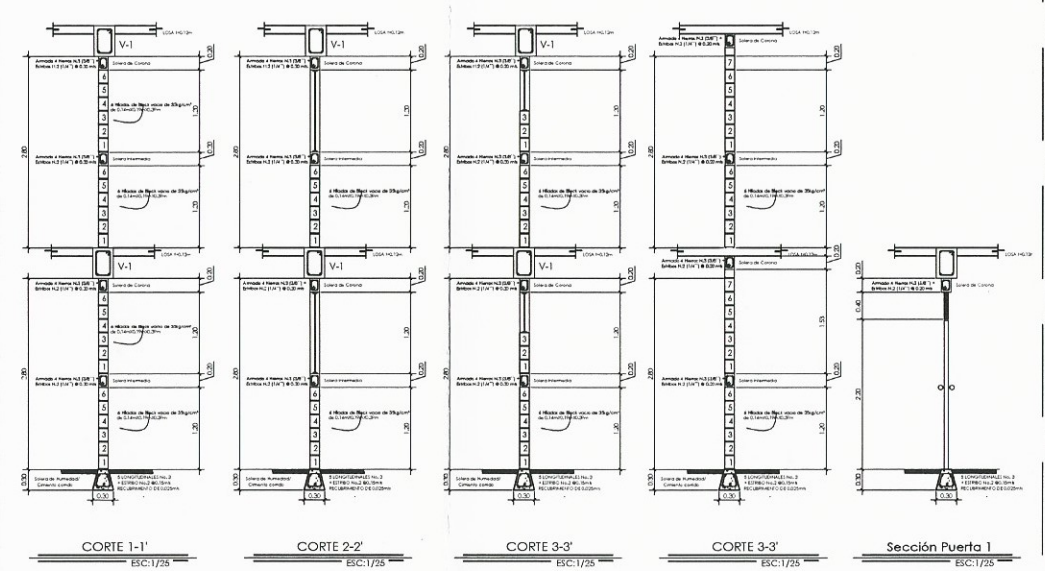
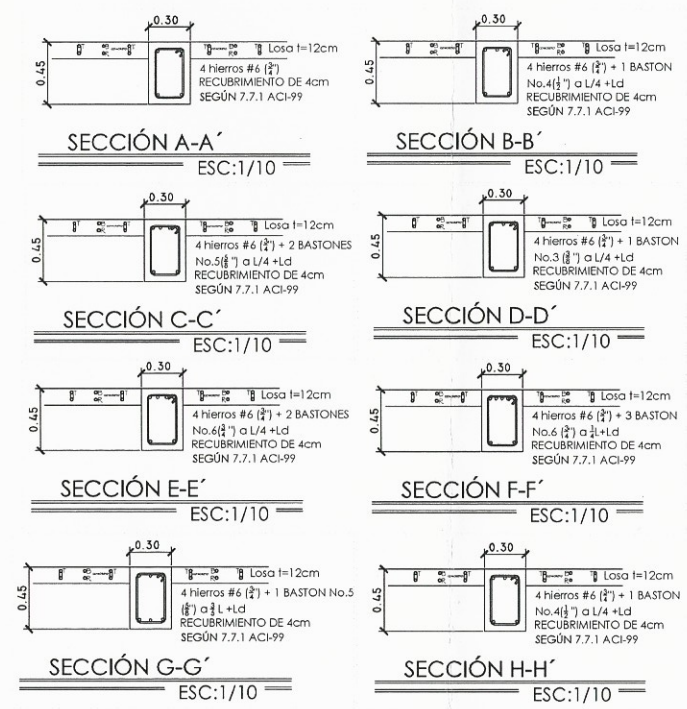
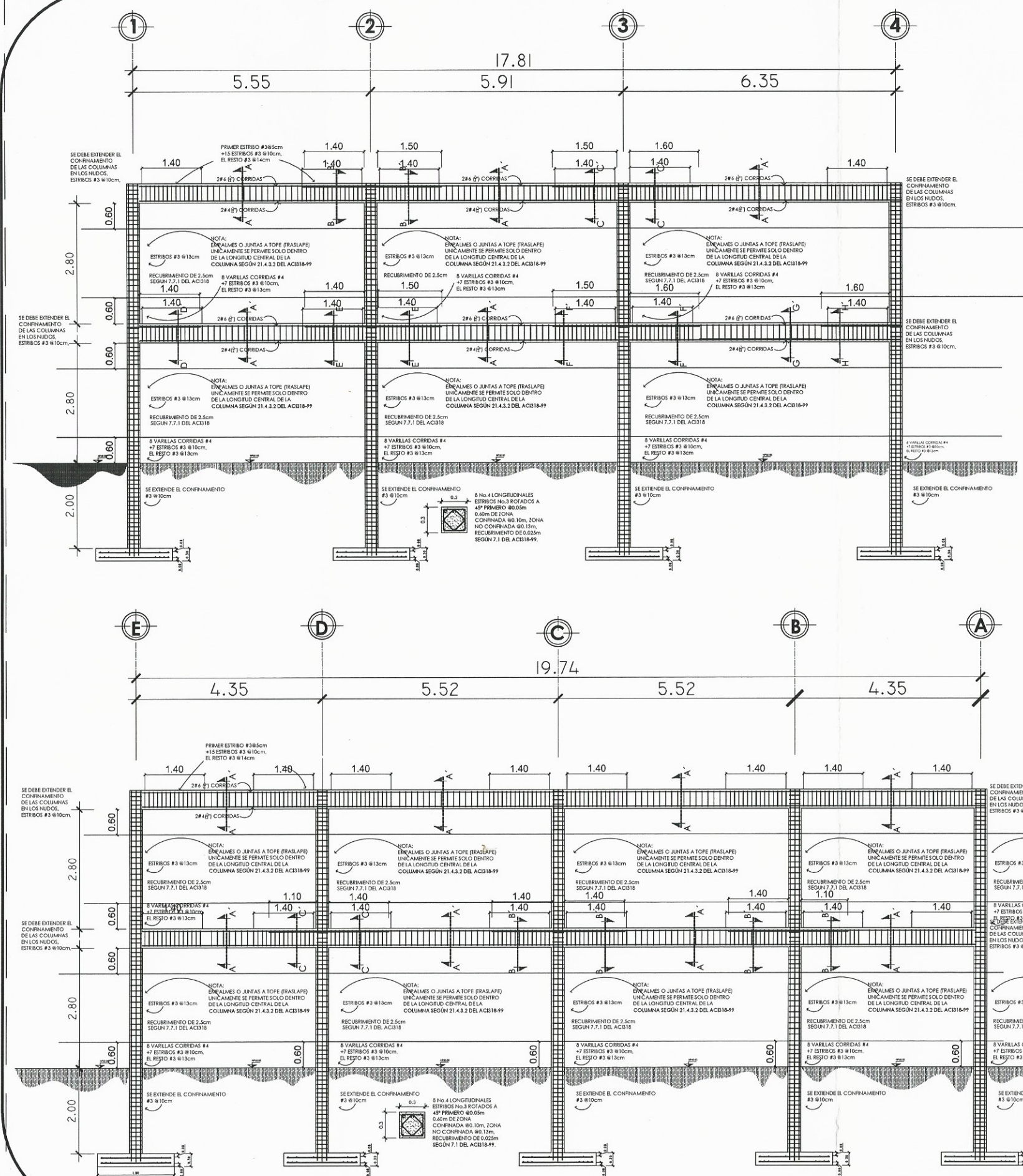
ESC. 1:50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
PROYECTO: Unidad de capacitación para la mujer, la niñez y la adolescencia.
DIRECCIÓN: NOVENA AVENIDA Y QUINTA CALLE ZONA DOS, SALCAJÁ,
PLANO DE: PLANTA DE CIMENTACIÓN Y COLUMNAS

FuCaA: 2015 11
ESCALA: 13
INDICADA

Vo. Bof. Ing. Juan Merck
ASESOR - SUPERVISOR DE E.P.S.

EFESISTA FERNANDO
RAFAEL SOTO BARRIOS



CORTES TÍPICOS Y DETALLE DE MARCOS

ESC. 1:50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA DE GUATEMALA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	Centro de convergencia de la mujer, la niñez y la adolescencia.
DIRECCIÓN:	NOVENA AVENIDA Y CALLE ZONA DOS, SALCAJÁ,
PLANO DE:	ASOSORCOS
FeCnA:	12
ESCALA:	13
INDICADA:	

ANEXOS

SERVICIOS DE INGENIERÍA "EL PILAR"

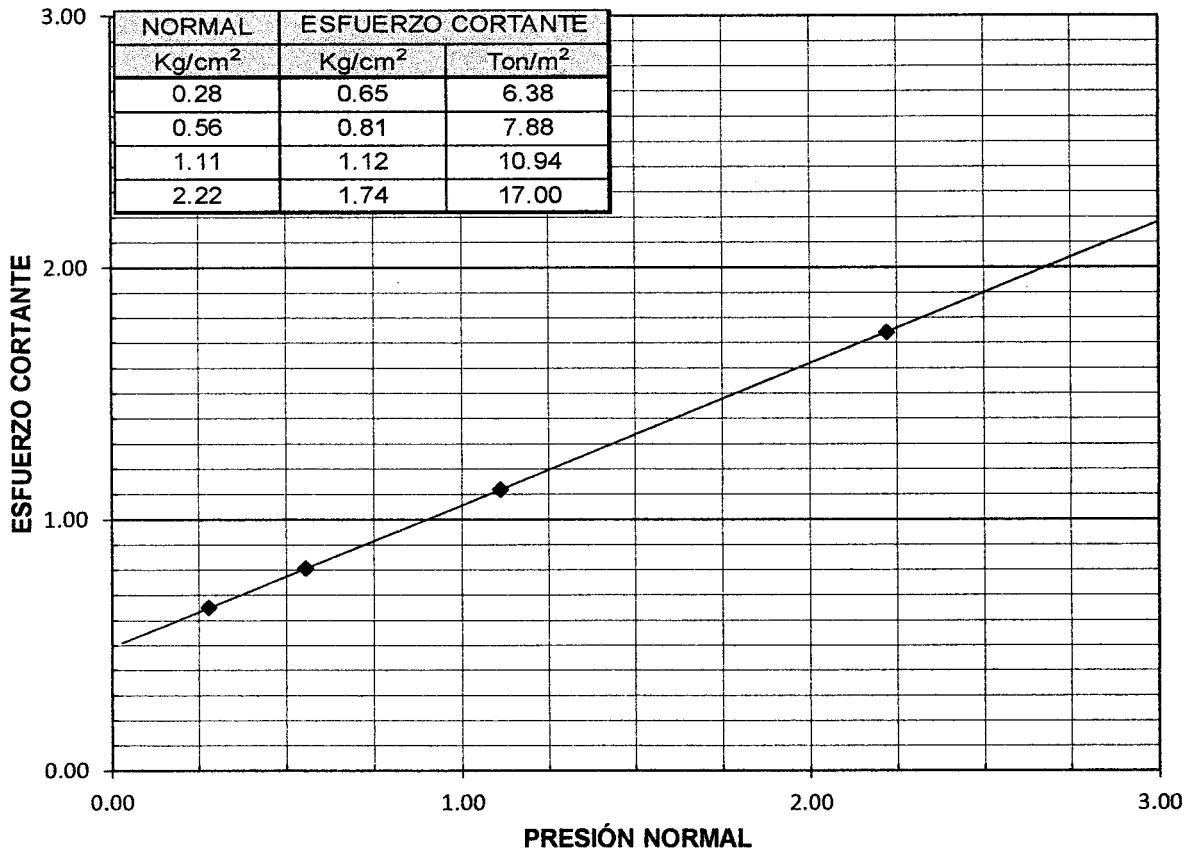
1a CALLE 1-45 ZONA 4, LA ESPERANZA. QUETZALTENANGO
TELÉFONOS: 5918-1682, 7772-0817, FAX 7772-0835

No. DE LABORATORIO: 277-14
 PROYECTO: CARACTERIZACION DE SUELOS APLICADO A COMPLEJOS HABITACIONALES EN LA ZONA 4, SALCAJA, QUETZALTENANGO.
 SOLICITADO POR: RUDY JACOBS
 PROCEDENCIA DEL MATERIAL: DEL PROYECTO POZO 2 MUESTRA 2
 MATERIAL DE: SUELO NATURAL

INFORME DE ESTUDIO DE CORTE DIRECTO NO DRENADO NO CONSOLIDADO

FECHA	PERFORACIÓN No.	MUESTRA No.	PROFUNDIDAD (m)	CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD HUMEDA (Kg/m ³)	COHESIÓN (Kg/cm ²)	φ(°)
17/11/2014	2	2	2.30	65.91	1,448.43	0.50	29.10°

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA LIMO INORGANICO COLOR GRIS
 ÚLTIMA RESISTENCIA DEL SUELO 28.65 TON/M²
 VALOR SOPORTE MÁXIMO DE DISEÑO 11.46 TON/M²



NOTA:
Z Tipo 2

ING. JOSÉ ENRIQUE BARRIOS MONTES
 GERENTE GENERAL
 SERVICIOS DE INGENIERÍA EL PILAR

PROVIDA



GEOTECHNICAL ENGINEERING

Estudios Geotécnicos
Estudios hidrogeológicos
Estudios de permeabilidad
Sondeos eléctricos verticales
Calicatas eléctricas
Sísmica de refracción

Ensayos Triaxiales
Ensayos de Corte Directo
Ensayo de Penetración Estándar (SPT)
Ensayo de Abrasión
Ensayo de Esclerometria
Ensayo de Resistencia a la Compresión
Ensayo de Consolidación Edometrica

Dr.-Ing. Dagoberto Alfredo Bautista
COLEGIADO 1.386
ESPECIALIDAD HIDROLOGIA,
HIDROGEOLOGO Y GEOTECNIA

Laboratorios

Control de Calidad De Suelos
Concreto, Asfalto y Materiales

INFORME GEOTÉCNICO



PROYECTO: Construcción de Edificio(s) Centro de Servicios sociales (guarderías) y de Convergencia para la mujer, la niñez y la juventud, salcaja, Quetzaltenango.

UBICACIÓN: Salcajá, departamento de Quetzaltenango.

CLIENTE: Municipalidad de Salcajá.

FECHA: Agosto de 2015

6 CALLE 14-26 ZONA 1 QUETZALTENANGO

Fax-tel: (502)77613411

provida_dago@yahoo.es

PROVIDA
GEOTECHNICAL ENGINEERING
LABORATORIOS CONTROL DE CALIDAD
DE SUELOS CONCRETO
ASFALTO Y MATERIALES

1.- INTRODUCCIÓN:

Se realiza el presente informe geotécnico a petición de la Municipalidad de Salcajá, para el Proyecto Construcción de Edificio(s) Centro de Servicios sociales (guarderías) y de Convergencia para la mujer, la niñez y la juventud, salcaja, Quetzaltenango. **Ubicación:** Salcajá, departamento de Quetzaltenango.

La parcela tiene su topografía podemos indicar que es plana.



Se pretende con el mismo analizar en el área a construir el proyecto con todos los aspectos que desde el punto de vista geotécnico afecten al proyecto, y más concretamente:

- Condiciones geológicas generales de la zona.
- Características geotécnicas del subsuelo, con obtención de los distintos parámetros geotécnicos de los materiales.
- Características químicas del terreno y el agua
- Condiciones de cimentación: tipo de cimiento, cargas admisibles.
- Otras recomendaciones

Ubicación geográfica

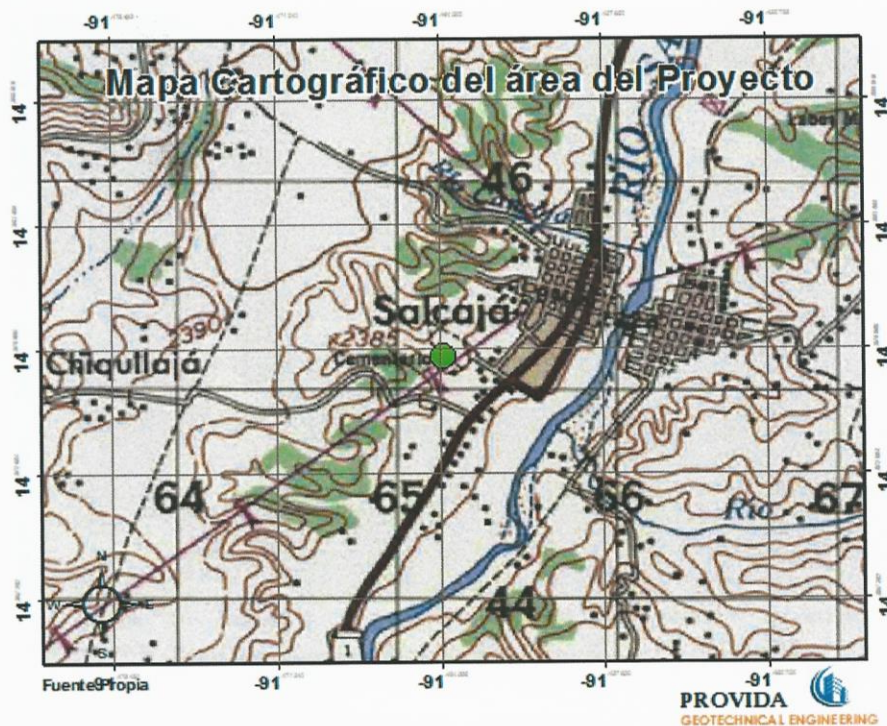
El terreno donde se desarrollara el proyecto Construcción de Edificio(s) Centro de Servicios sociales (guarderías) y de Convergencia para la mujer, la niñez y la juventud, salcajá, Quetzaltenango. **Ubicación:** Salcajá, departamento de Quetzaltenango.



Mapa No. 01 Construcción Centro de Convergencia.

**COORDENADAS DE UBICACIÓN DEL ÁREA DEL ESTUDIO
 COORDENADAS GEOGRÁFICAS Y UTM**

COORDENADAS GEOGRÁFICAS				
		GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
Latitud	N	14°	52´	39.18"
Longitud	W	91°	27´	52.05"
COORDENADAS UTM				
Latitud	1645351 N			
Longitud	15 0665193 E			



Mapa No. 02 Construcción Centro de Convergencia

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS

El Proyecto se localiza en un terreno con las siguientes características:

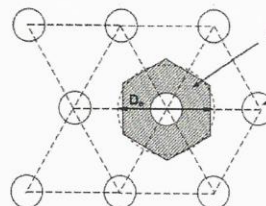
Qp: Rocas ígneas y metamórficas. CUATERNARIO. Rellenos y cubiertas gruesas de cenizas pómez de origen diverso.

Sobre la columna, una vez descabezada, siempre es conveniente una compactación secundaria. Si sobre las columnas se va a realizar un colchón de material granular (base de regularización), se comprobará que el espesor sea de al menos 0.60 m.

TRATAMIENTO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DEL SUELO:

Las columnas de grava:

DEBAJO DE LA CIMENTACIÓN PROYECTADA TIPO A



Diámetro de la columna (D): 1.25 m

Profundidad de las columnas:

Debajo de la cimentación: 1.50 m

Distancia entre columnas: 2.50-3.00

Esto es recomendable dejarlo bajo las cargas principales

Con ello tendremos una mejora de la capacidad portante y eliminamos el problema de licuefacción del suelo.

La capacidad portante de diseño es de 15 Ton/mts²

Se recomienda una cimentación por medio de zapatas continuas como mínimo, o en su caso una losa de cimentación.

***ING. DAGOBERTO ALFREDO BAUTISTA JUÁREZ**
 COLEGIADO ACTIVO 1,386

Dr. Ing. Dagoberto Alfredo Bautista
 COLEGIADO 1,386
 ESPECIALIDAD HIDROLOGÍA,
 HIDROGEOLOGO Y GEOTECNIA

PROVIDA
 GEOTECHNICAL ENGINEERING
 LABORATORIOS CONTROL DE CALIDAD
 DE SUELOS CONCRETO
 ASFALTO Y MATERIALES

*
 ESPECIALIDAD **HIDROLOGÍA APLICADA (ERIS, USAC)**
 ESPECIALIDAD **HIDROGEOLOGÍA** (UNIVERSIDAD DE SALAMANCA, ESPAÑA)
ING. AGRÓNOMO (CUNOC, USAC)
CIVIL ENGINEERING (INGENIERO CIVIL)(AIU, USA)
MÁSTER EN GEOLOGÍA (UNIVERSIDAD DE REDWOOD, USA)
MAESTRIA EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DEL RECURSO HIDRICO(CUNOC, USAC)
DOCTOR EN GEOFÍSICA (UNIVERSIDAD DE REDWOOD, USA)
DOCTOR EN CIENCIA EN INGENIERIA CIVIL(CORLLINS UNIVERSITY)
 PENDIENTE DE TESIS **DOCTOR EN INGENIERO GEOTECNIA (BIRCHAM INTERNATIONAL UNIVERSITY, ESPAÑA)**