



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

**DISEÑO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES PARA EL SINDICATO DE
TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Evi Salvador Oliva Muñoz

Asesorado por el Ing. Óscar Argueta Hernández

Guatemala, agosto de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES PARA EL SINDICATO DE
TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ

ASESORADO POR EL ING. ÓSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO 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	Ing. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Ing. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

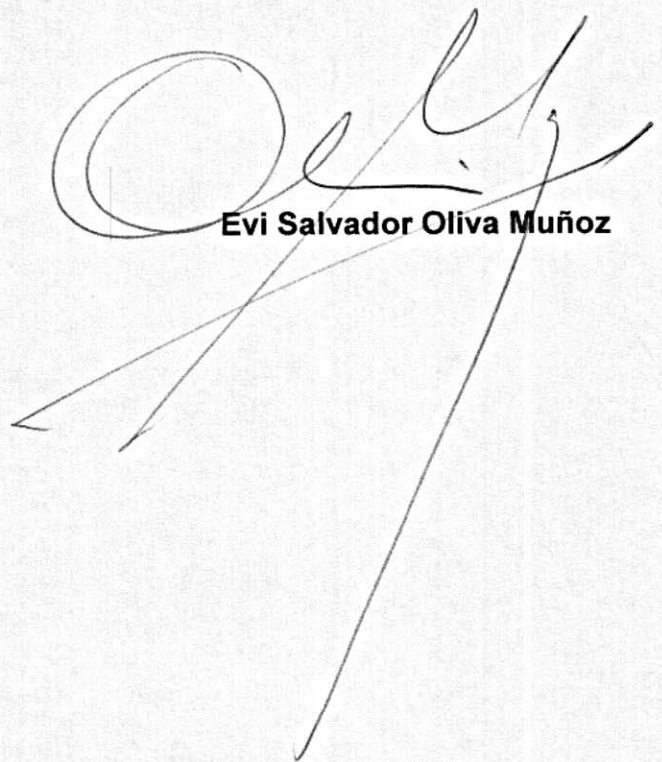
DECANO	Ing. Raúl Francisco Molina Mejía
EXAMINADOR	Ing. Adolfo Guillermo Chang Bonilla
EXAMINADOR	Ing. Alfredo Bonnati López
EXAMINADOR	Ing. Óscar Barrios Quan
SECRETARIO	Ing. Carlos Enrique Cabrera García

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES PARA EL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 17 de julio de 2012.



Evi Salvador Oliva Muñoz



Guatemala, 12 de agosto de 2015
Ref.EPS.DOC.112.08.2015

Ingeniero
Silvio José Rodríguez Serrano
Director
Unidad de EPS
Presente

Estimado Ing. Rodríguez Serrano.

Por este medio le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), del estudiante universitario **Evi Salvador Oliva Muñoz, carné 24129**, de la carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final titulado: **"DISEÑO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES PARA EL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA"**, el cual doy por aprobado.

Este tema fue aprobado por la escuela de Ingeniería Civil, el 18 de julio de 2012, pero por circunstancias de fuerza mayor el mismo tuvo una extensión de 2 años, sin embargo, el mismo aún tiene vigencia. Por lo anteriormente expuesto y ante el ruego del estudiante y argumentos que el estudiante Oliva Muñoz expresa en su nota dirigida al Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco, Director de la Escuela de Ingeniería Civil, le solicito darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Asesor-Supervisor de EPS



OAH/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,
11 de julio de 2016

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

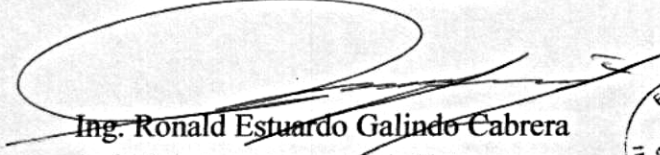
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES PARA EL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Evi Salvador Oliva Muñoz, con Carnet No.25129 , quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

/mrrm.

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





Guatemala, 20 de julio de 2016
Ref.EPS.D.266.07.16

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

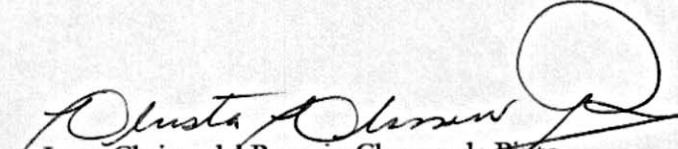
Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

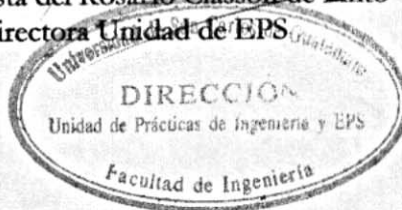
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES PARA EL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Evi Salvador Oliva Muñoz, carné 25129**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. 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 Ing. Oscar Argueta Hernández y Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Evi Salvador Oliva Muñoz, titulado **DISEÑO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES PARA EL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, agosto 2016.

/mrrm.

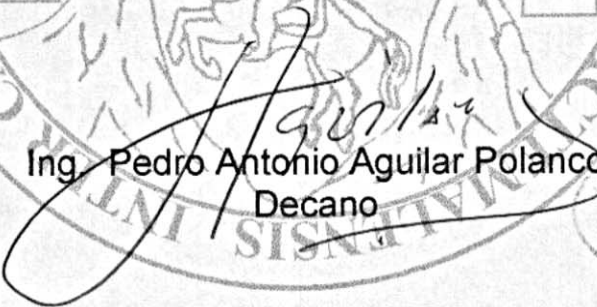
Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES PARA EL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Evi Salvador Oliva Muñoz**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, agosto de 2016

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Que todo lo es.
Mis padres	(q. e. p. d.).
Mi familia	A mis hermanos, cuñadas, sobrinos, sobrinas y a mis tíos y tías.
Mi esposa e hijos	Por su apoyo incondicional.
Mis amigos	A los que están presentes y a los que están ausentes, que se han adelantado en el viaje sin retorno (q. e. p. d.).
Mis maestros	Por sus enseñanzas.
Usted y a todos	Con respeto, afecto y consideración.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Que en la vida me dio una gran familia y padres maravillosos.
- Mi madre** María Mónica Muñoz Monzón de Oliva, quien con su inmenso amor protegió, orientó y fortaleció, a mis dos hermanos y a mí para ser hombres de bien. Descansa en paz madre, perdón por no haberte dado en vida la satisfacción de verme con título universitario.
- Mi padre** Salvador Oliva Aquil, quien, hasta sus 91 años, fue ejemplo de disciplina y buena administración y el mejor padre. Descansa en paz padre perdón por no haberte dado en vida la satisfacción de verme con título universitario.
- Mis hermanos** Pedro Alexander y Jaime Leonel Oliva Muñoz, por su apoyo moral, comprensión y ayuda en general, por su ejemplo de superación.
- Mis centros de estudio** Incluyendo la escuela de la vida.
- Mis amigos** A todos en general.

Mis centros de trabajo	Donde pude poner en práctica lo aprendido incluyendo oficinas y el campo.
Personas e instituciones	Que me han confiado planificaciones, diseño y construcción de sus proyectos.
Usted	Por los hechos y demás.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN	XXVII
1. EL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA USAC	1
1.1. Sindicalismo	1
1.2. Sindicalismo en Guatemala	2
1.3. El Sindicato de Trabajadores de la USAC de Guatemala.....	4
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
2.1. Diagnóstico.....	5
2.1.1. Antecedentes.....	5
2.1.2. Identificación de la problemática a resolver	5
2.2. Área de influencia.....	7
2.3. Descripción geográfica	7
2.4. Aspectos socioeconómicos	7
2.4.1. Servicios	8
2.5. Justificación	8
2.6. Formulación y delimitación del problema.....	9
2.7. Alcances y límites del proyecto	10
3. FUNDAMENTOS.....	11

3.1.	Marco teórico	11
3.2.	Fundamentación teórica.....	13
3.2.1.	Normas de diseño en general	13
3.2.2.	La estructura	14
3.2.3.	El diseño estructural.....	15
3.3.	Temas relacionados al diseño de edificios.....	15
3.4.	El proyecto	17
4.	DISEÑO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES PARA EL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA USAC	19
4.1.	Diagnóstico de la situación actual	19
4.2.	Metodología y técnicas aplicadas	26
4.3.	Propuesta de diseño	26
4.3.1.	Estudio topográfico.....	27
4.3.2.	Estudio de suelos	28
4.3.3.	Diseño arquitectónico.....	34
4.3.4.	Diseño estructural	37
4.3.4.1.	Análisis estructural	38
4.3.4.2.	Estructuración con marcos de concreto reforzado	40
4.3.4.3.	Dimensionamiento preliminar de losas, vigas y columnas.....	41
4.3.4.4.	Determinación de cargas.....	45
4.3.4.4.1.	Cargas verticales	50
4.3.4.4.2.	Fuerzas horizontales	55
4.3.4.5.	Análisis estructural con ETABS.....	67
4.3.4.6.	Datos de diseño del STUSC.....	75
4.3.4.6.1.	Diseño de miembros a flexión.....	77

4.3.4.7.	Diseño de losas	83
4.3.4.8.	Diseño de vigas	90
4.3.4.9.	Diseño de columnas	95
4.3.4.10.	Diseño de columnas 1	99
4.3.4.11.	Diseño de cimientos	126
4.3.4.12.	Diseño de la escalera	129
4.3.4.13.	Diseño de nudo.....	136
4.3.5.	Diseño de instalación de agua.....	139
4.3.5.1.	Determinación de la demanda de agua.....	140
4.3.5.2.	Fuente, almacenamiento y bombeo...	141
4.3.5.3.	Presión necesaria en los artefactos...	141
4.3.5.4.	Material, ruta y diámetros de la tubería	142
4.3.6.	Instalación de drenajes.....	144
4.3.6.1.	Precipitación y bajadas de agua pluvial	145
4.3.6.2.	Cantidad de agua servida.....	145
4.3.6.3.	Unidades de descarga.....	146
4.3.6.4.	Tubos de bajadas de agua sucia, colectores, acometida y ventilación ...	146
4.3.7.	Diseño de instalaciones eléctricas.....	147
4.3.7.1.	Intensidad y niveles de iluminación ...	148
4.3.7.2.	Cantidad y distribución de lámparas..	148
4.3.7.3.	Cantidad y distribución de tomas de corriente.....	149
4.3.7.4.	Estimación de la carga conectada	149
4.3.7.5.	Diseño de circuitos, alambrado y ductos	150

4.3.7.6.	Ductos para comunicación y señalización.....	150
4.4.	Presentación e interpretación de resultados del proyecto.....	151
4.4.1.	Planos constructivos	151
4.4.2.	Presupuesto	156
4.4.3.	Cronograma de ejecución	158
4.5.	Evaluación de impacto ambiental.....	159
CONCLUSIONES.....		163
RECOMENDACIONES		165
BIBLIOGRAFÍA.....		167
APÉNDICES.....		169
ANEXOS.....		183

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Árbol de problemas	6
2.	Árbol de objetivos.....	6
3.	Planta, bajo escalera.....	20
4.	Planta del primer nivel.....	20
5.	Planta del segundo nivel	21
6.	Planta de salida a la terraza.....	21
7.	Planta del tercer nivel.....	22
8.	Planta de techos	22
9.	Elevación principal	23
10.	Elevación oriente.....	23
11.	Elevación norte	24
12.	Elevación sur.....	24
13.	Sección A	25
14.	Sección B	25
15.	Qa, para zapatas cuadradas	33
16.	Qa, cimientos continuos	33
17.	Diagrama arquitectónico	36
18.	Planta de la estructura	47
19.	Sección Norte-Sur.....	48
20.	Sección W-E	48
21.	Diagramas de áreas tributarias para vigas.....	49
22.	Áreas tributarias para las vigas unidas al módulo de gradas	49
23.	Diagramas de áreas tributarias para columnas.....	50

24.	Diagramas de losa en dirección X	51
25.	Diagramas de losa en dirección X	52
26.	Cargas en marco 2 (X).....	54
27.	Cargas en marco B (Y)	55
28.	Distribución del corte sísmico en altura	61
29.	Distribución de fuerza sísmica en altura marco 2 (X).....	65
30.	Distribución de fuerza sísmica en altura marco B (Y)	66
31.	Diagrama de momentos por carga M, marco B, Ton-m.....	68
32.	Diagrama de momentos por carga V, marco B, Ton-m.....	68
33.	Diagrama de momentos por carga M, marco 2, Ton-m	69
34.	Diagrama de momentos por carga V, marco 2, Ton-m.....	69
35.	Diagrama de momentos por sismo (+), marco 2, Ton-m	70
36.	Diagrama de momentos por sismo (-), marco B, Ton-m	70
37.	Combinaciones de carga	71
38.	Diagrama envolvente de momentos T- m, marco 2	74
39.	Diagrama envolvente de momentos, T- m, marco B.....	74
40.	Momentos de diseño para la viga interior	78
41.	Anclaje del refuerzo	81
42.	Sección de losa.....	84
43.	Franjas en losas.....	86
44.	Losa nervurada.....	88
45.	Sección típica de losas	89
46.	Nervadura de franja de columna típica	89
47.	Nervadura de franja intermedia típica	89
48.	Detalle longitudinal típico de vigas.....	93
49.	Sección transversal típica de vigas.....	94
50.	Ejemplo del refuerzo longitudinal de vigas.....	94
51.	Ejemplos de refuerzo en secciones transversales de vigas.....	95
52.	Calculo de puntos del diagrama de interacción	97

53.	Diagrama de interacción	98
54.	Columna interior de marco exterior, segundo piso	99
55.	Superficie biaxial de interacción	101
56.	Notación para carga biaxial	101
57.	Gráfica de diseño, columnas de 60 x 60 cm	104
58.	Ejemplos de longitud libre l_u	105
59.	Longitud efectiva l_e , cuando la columna no oscila	106
60.	Radio de giro, r	106
61.	Longitud efectiva l_e , cuando la columna oscila	107
62.	Marco rígido que oscila	107
63.	Consideración de efectos de esbeltez	108
64.	Procedimiento para consideración de los efectos de esbeltez	109
65.	Resistencia de interacción para columnas esbeltas	109
66.	Carga de falla en función de la esbeltez de columna	110
67.	Diagramas de interacción, resistencia de columnas esbeltas	110
68.	Factor de l_e para columnas en marcos no oscilantes	111
69.	Factor de l_e para columnas en marcos oscilantes	111
70.	Detalles de refuerzos para la columna	126
71.	Diseño de cimientos	128
72.	Detalle de zapata	129
73.	Planta y apunte de la escalera	131
74.	Grada	132
75.	Espesor promedio horizontal e inclinado de grada	133
76.	Modelo matemático de la escalera	134
77.	Diagrama de M para diseñar esta escalera	134
78.	Dibujo de refuerzo de la escalera	135
79.	Análisis de corte, nudo exterior, dirección E-W	137
80.	Análisis de corte, nudo exterior, dirección N-S	138
81.	Detalles de refuerzo del nudo exterior	139

82.	Planos constructivos	151
83.	Presupuesto.....	156
84.	Cronograma de ejecución.....	158
85.	Evaluación de impacto ambiental	160

TABLAS

I.	Factores de capacidad de carga.....	31
II.	Factores de capacidad de carga de Terzaghi para suelos cohesivos ..	31
III.	Capacidad de carga para $\phi^\circ = 15^\circ$ y 20°	32
IV.	Requisitos para alturas de vigas	42
V.	Espesores de losas apoyadas en vigas	43
VI.	Repartición de cargas en losas, dirección X	51
VII.	Repartición de cargas verticales en la losa, dirección Y	52
VIII.	Cálculo de fuerza horizontal por nivel	61
IX.	Resumen de fuerzas horizontales por marco	62
X.	Tabla de cálculo de fuerzas de torsión en la base	64
XI.	Resumen de fuerzas horizontales por marco	64
XII.	Ecuaciones de factores de carga Agies NSE	75
XIII.	Columnas – cargas axiales de diseño, ton	75
XIV.	Columnas – momentos flectores, ton - M	76
XV.	Vigas – momentos flectores, ton – cm 1	76
XVI.	Vigas – momentos flectores, ton – cm 2	77
XVII.	As, para vigas de 40 x 60 y 40 x 70, f'c 280 y fy 4 200 kg/cm ²	82
XVIII.	As, para vigas de 35 x 50 y 35 x 60 f'c 280 y fy 4 200 kg/cm ²	83
XIX.	Momentos flectores en losas	87
XX.	Refuerzo de losas	87
XXI.	Resumen de momentos flectores en vigas	91
XXII.	Resumen de refuerzo	92

XXIII.	Planilla de estribos	95
XXIV.	Cargas axiales y momentos factorados para las columnas C5 del primer piso	117
XXV.	Demanda de agua del edificio del STUSC	140
XXVI.	Presión necesaria en los artefactos	141
XXVII.	Máximo consumo probable por grupos de artefactos.....	143
XXVIII.	Cálculo de diámetros de las tuberías	144
XXIX.	Unidades de descarga en el edificio del STUSC.....	146
XXX.	Determinación de diámetros de tubería de drenajes.....	147

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
b_w	Ancho del alma de vigas o nervaduras T
b	Ancho de la cara en compresión del elemento en mm
$A_{v, \min}$	Área mínima de refuerzo de cortante
$A_{s, \min}$	Área mínima de refuerzo de flexión, mm^2
A_v	Área de refuerzo de cortante con un espaciamiento s
A_s	Área de refuerzo, mm^2
A_{sh}	Área total de refuerzo transversal en el espaciamiento s , perpendicular a b_c .
A_b	Área de una barra individual, mm^2
H	Cargas debidas al peso y empuje del suelo, del agua en el suelo, u otros materiales, o momentos y fuerzas internas correspondientes.
N_u	Carga axial de diseño normal a la sección transversal, que ocurre simultáneamente con V_u o T_u ; positiva para compresión, negativa para tracción.
P_c	Carga crítica de pandeo
F	Cargas debidas al peso y presión de fluidos, o momentos y fuerzas internas correspondientes.
q_u	Carga de diseño por unidad de área
w_u	Carga de diseño por unidad de longitud de viga
W	Carga de viento y sus acciones internas
D	Cargas muertas, o momentos y fuerzas internas correspondientes.

L	Cargas vivas, o momentos y fuerzas internas correspondientes.
R	Cargas o acciones internas por lluvia
S	Cargas y acciones internas por nieve
d_b	Diámetro nominal de una barra
d	Distancia desde la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo longitudinal en tracción, mm.
δ_u	Desplazamiento de diseño, mm
Δ_o	Desplazamiento lateral relativo
E	Efectos de carga producidos por sismo o momentos y fuerzas internas correspondientes.
M_2	El mayor momento en uno de los extremos del elemento en compresión.
s	Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo
h	Espesor total o altura de un elemento, mm
δ	Factor de ampliación de momento por curvatura del elemento en compresión.
k	Factor de longitud efectiva para elementos en compresión.
ψ_s	Factor de modificación para longitud de desarrollo
ϕ	Factor de reducción de resistencia
γ_f	Factor que determina el momento no balanceado transmitido por flexión en conexión losa columna
P_u	Fuerza axial de diseño positiva para compresión
V_u	Fuerza cortante de diseño en la sección
ω	Índice del refuerzo a tracción
l_d	Longitud de desarrollo en tracción del refuerzo
l	Luz de la viga o losa en una dirección; proyección libre del voladizo, mm.

l_1	Luz en la dirección en que se determinan momentos, medida centro a centro de los apoyos, mm.
l_n	Luz libre medida entre caras de los apoyos, mm
l_2	Luz medida en dirección perpendicular a l_1
y	Mayor dimensión de una sección rectangular, mm
x	Menor dimensión de una sección rectangular, mm
M_1	Menor momento en un extremo del elemento en compresión, +, curvatura simple, -, curvatura doble.
m	Metro
mm	Milímetro
E_c	Módulo de elasticidad del concreto, MPa
E_s	Módulo de elasticidad del refuerzo, MPa
M_u	Momento de diseño en la sección, N-mm
I	Momento de inercia de la sección con respecto al eje que pasa por el centroide, mm^4 .
nm	Nanómetro
b_o	Perímetro de la sección crítica para cortante en losas y zapatas.
w_c	Peso unitario del concreto
ρ_b	Porcentaje balanceado de refuerzo según el tamaño del refuerzo.
ρ	Porcentaje de refuerzo
q_a	Presión admisible del suelo
c_c	Recubrimiento libre del refuerzo, mm
β	Relación de dimensiones, larga a corta, de las luces libres para losas en dos direcciones, o los lados de una columna o zapata, o área de carga o reacción.

α_f	Relación entre rigideces a flexión de una viga, a una franja de losa limitada por los ejes centrales de los paneles vecinos.
P_b	Resistencia axial nominal, balanceada
f'_c	Resistencia especificada a la compresión del concreto, MPa.
f_y	Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo
V_s	Resistencia nominal a cortante del refuerzo de corte
V_c	Resistencia nominal al cortante, del concreto
U	Resistencia requerida para los momentos y fuerzas correspondientes a las cargas de diseño.
EI	Rigidez a la flexión de un elemento en compresión

GLOSARIO

Acero de refuerzo	Varilla, malla o alambre, corrugados; de acero al carbono, diseñados para incluirse en concreto reforzado.
Análisis estructural	Procedimiento para establecer fuerzas internas en los componentes estructurales.
Anclaje	Dispositivo o longitud embebida en un miembro estructural para transmitirle fuerzas externas.
Andamio	Equipo para uso provisional en obra.
Apoyo	Lugar de conexión que recibe cargas a través de componentes estructurales.
Botagua	Dispositivo para evitar que el agua penetre por las juntas o grietas en intersecciones de superficies exteriores.
Capitel	Parte superior de una columna para ampliar su área de apoyo.
Cargas	Fuerzas gravitacionales y fuerzas laterales de fluidos, viento, lluvia, nieve, o sismo.

Cartela	Parte de sección variable en un elemento estructural.
Cimientos	Son las bases sobre las que se apoyan las estructuras de edificaciones.
Claro	Distancia entre apoyos.
Columnas	Elemento vertical cuya relación de altura y menor dimensión lateral es mayor que 3.
Concreto	Mezcla de cemento, agregados, agua y aditivos, que endurecido resiste compresión.
Condiciones de servicio	Escenario de los componentes en o circunstancias normales de funcionamiento.
Construcción	Tiempo de levantado de una obra. La edificación en sí.
Continuidad	Circunstancia de prolongación del componente estructural más allá de su apoyo.
Control de calidad	Forma de inspección para garantizar eficacia en los procesos y productos de la obra.
Corredor	Pieza larga con espacio suficiente para la circulación peatonal.

Cubierta	Es la parte totalmente exterior de un techo, visible e impermeable.
Curado	Procedimiento aplicado a concreto fresco para garantizar concreto endurecido sano.
Deflexiones	Desplazamientos de traslación o rotación de las estructuras, debido a las cargas.
Dintel	La parte superior del marco de una puerta o ventana.
Diseño estructural	Procedimiento para determinar forma y tamaño de los componentes estructurales. En concreto reforzado es además, la determinación del acero de refuerzo.
Ductos de servicio	Espacios diseñados para alojar tubos y uniones de las instalaciones.
Edificio	Inmueble para albergar personas y cosas para las funciones a que se haya destinado.
Especificaciones	Descripción de procedimientos, materiales, pruebas y resultados, esperados en la obra.
Estribos	Anillo cerrado para atar la armadura longitudinal de miembros estructurales.

Estructura sismo resistente	Armazón del edificio, diseñada para resistir las fuerzas generadas por temblores de tierra.
Ferretería	Palabra que designa las cerraduras y demás herrajes de puertas y ventanas.
Fundación	La parte del edificio que está debajo del terreno y sostiene la estructura.
Huella	Cara horizontal de un escalón y la distancia entre caras verticales.
Iluminación	Se refiere a la claridad natural o artificial que se pueda dar a los espacios.
Inspección	Observación y prueba de campo para avalar cumplimiento de especificaciones de obra.
Juntas sísmicas	Espacio libre entre construcciones contiguas.
Lavabo	Aparato sanitario para lavarse. Lavamanos.
Losas reticulares	Son losas nervuradas en dos direcciones (<i>waffle</i>). Pueden hacerse completamente armadas en obra o usar vigueta prefabricada en una de las direcciones.
Losas	Estructuras planas que forman pisos y techos de un edificio.

Luz	Claro o distancia libre entre apoyos de vigas o losas.
Malla soldada	Tipo de refuerzo formado por una red de alambres soldados entre sí.
Mampostería	Construcción colocada con la mano y pegada con mortero. Albañilería.
Marcos de vigas y columnas	Sistema estructural formado por un entramado de elementos verticales y horizontales.
Materiales	La materia prima de las construcciones: agua, agregados, cemento, acero, madera, piedra y otros.
Mezclado	Procedimiento para fusionar materiales formando otro nuevo.
Módulo de elasticidad	Relación entre esfuerzo y la deformación unitaria correspondiente.
Módulo	Medida de grupos o secciones que se repiten en un proyecto o construcción.
Momento	O eje del par, es el producto de una fuerza aplicada a un brazo de palanca.
Mortero	Mezcla de arena, agua, cemento y cal, usada en albañilería.

Muros	Son los elementos verticales utilizados para separar o encerrar espacios.
Pasamanos	Parte superior de la baranda para apoyarse.
Piso	Pavimento o suelo, superficie de apoyo para estar de pie o caminar.
Planos	Grupo de dibujos que conforman el proyecto de un edificio u otra obra.
Poste	Pieza vertical donde termina el barandal de una escalera en cada piso.
Proyecto	Plantas, alzados, secciones, memoria, presupuesto y cuanto sea necesario para preparar, sobre el papel, la construcción de un edificio.
Puerta	Abertura que atraviesa un muro y el tablero que la llena para controlar el paso.
Registro	Dispositivo en forma de caja que permite inspeccionar instalaciones ocultas.
Resistencia	Capacidad de soportar fuerzas sin romperse o deformarse en exceso.
Sala	Espacio destinado a la reunión o agrupamiento ordenado de personas.

Salón	Sala de gran tamaño.
Techo	Parte superior que cubre y cierra una parte o todo edificio.
Terraplén	Relleno de material apropiado y controlado para conformar un terreno.
Torsión	Acción que tiende a hacer girar un cuerpo sobre su eje longitudinal.
Traslape	Tramo en el que se sobreponen o juntan dos o más piezas para unirse o sea para formar una junta traslapada.
Tuberías	Tubos o conductos que forman la red de una instalación de fontanería, electricidad y otros.
Valor soporte del suelo	Es la presión que se permite aplicar al suelo sin que falle por resistencia.
Ventana	Abertura en un muro para permitir el paso de aire y luz.
Viga	Elemento estructural principal, largo y robusto, para sostener sistemas de pisos o techos.
Vigueta	Viga pequeña o secundaria.

Voladizo	Parte estructural saliente, con un solo apoyo.
Volteo	Pérdida de la estabilidad de una estructura, tendencia a volcar o caerse.
Vuelo	Distancia sin apoyo de un voladizo.
Zapatas	Cimiento de columnas; pueden ser aisladas, combinadas, o continuas.

RESUMEN

El Sindicato de Trabajadores de la Universidad de San Carlos de Guatemala, (Stusac) realiza gestiones para construir su edificio. Con ese fin obtuvo el terreno, elaboró un listado de necesidades y solicitó el diseño a la Facultad de Ingeniería. El objetivo de este trabajo es elaborar el proyecto de dicho edificio.

Estará ubicado en la orilla del periférico universitario, delante del Centro de Investigaciones de Ingeniería. Su diseño exterior, similar al de los edificios cercanos, armonizará con el entorno. La superficie de construcción, considerando sus tres niveles y la caseta de acceso a la terraza, es de 1 120 m². Contará con una entrada principal y vestíbulo, este último en cada piso. Un bloque de escaleras comunicará los pisos, la terraza y la central de acometidas. Dispondrá de espacios verticales para colocar tuberías de instalaciones, y un grupo de servicios sanitarios en cada piso. Su amplia estructura, de marcos rígidos de concreto reforzado, permitirá flexibilidad a la distribución interior de los espacios.

El proyecto propone para el primer nivel un salón de usos múltiples, una tienda de consumo popular, un centro de copias y un albergue de paso. Para el segundo nivel, las oficinas del sindicato, el comedor y la cocina. Para el tercer nivel, destinado a la formación, se proponen cuatro aulas, una sala de docentes, una biblioteca y oficinas.

Durante el transcurso del diseño se recurrió a la buena práctica de la ingeniería civil en sus ramas: topografía, suelos, hidráulica, sanitaria,

electricidad y estructuras, así como a la arquitectura, utilizando métodos actuales y también tradicionales.

Los productos del proyecto son los planos de construcción, el presupuesto y un documento de disposiciones especiales.

Se considera que la obra será un símbolo de respeto y aprecio al trabajador.

OBJETIVOS

General

Diseñar en base a especificaciones técnicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (Agies), el edificio de tres niveles para el Sindicato de Trabajadores de esta institución. Los productos de este trabajo permitirán continuar gestiones para construir el edificio. Con este se podrán mejorar los servicios que presta el sindicato, e implementar nuevos. Para beneficio de los trabajadores de la USAC en toda la República, conforme con los objetivos de desarrollo nacional.

Específicos

1. Obtener información documental y de campo, estudiando el terreno, sus características físicas, las del entorno próximo y los documentos que se relacionan.
2. Conseguir datos de apoyo para diseñar los sistemas que conformarán el proyecto.
3. Determinar situación de los servicios existentes.
4. Establecer parámetros de diseño en general y diseño de edificios, con todos los requerimientos de Agies y reglamento ACI-318-05, o ulterior aplicable.

5. Realizar tareas de gabinete, considerando el programa de necesidades, determinado y provisto por el sindicato.
6. Diseñar el sistema arquitectónico asignando espacios apropiados a las funciones de los recintos requeridos, organizando el diseño geométrico de forma segura y por nivel.
7. Realizar proyectos de instalaciones, elaborando planos constructivos, cuantificaciones, listas de materiales, cuadros de cantidades de trabajo, presupuesto y cronograma de ejecución.

INTRODUCCIÓN

En el presente documento se describe el proyecto Diseño del edificio de tres niveles para el Sindicato de Trabajadores de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El sindicato obtuvo un terreno de 361 m² en la ciudad universitaria, elaboró una lista de necesidades y logró el apoyo de la Facultad de Ingeniería, a través del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), para la preparación del diseño. Los productos de dicho proyecto son el presupuesto de construcción, los planos y un documento de disposiciones especiales.

Se dedica un capítulo al sindicato y sindicalismo, considerando que uno es el beneficiario del proyecto y el otro simboliza un movimiento de trascendencia histórica. En seguida se plantea la cuestión central del trabajo y, usando la metodología del árbol de problemas, se concluye que el edificio es necesario.

El proyecto del edificio determinó sus características, así:

- Tres niveles de 361 m² cada uno, salida a la terraza y salientes de protección.
- Área: 1 120 m² de construcción.
- Acceso principal frente a la calle, orientado al poniente.
- Vestíbulo de distribución en cada piso.
- Escaleras entre los pisos, terraza, y centro de acometidas.
- Espacios verticales disponibles para alojar tuberías de instalaciones.
- Bloque de servicios sanitarios en cada piso.
- Estructuración amplia con marcos rígidos de concreto reforzado.

- Primer nivel: salón multiusos, tienda de consumo, copias y hospedaje.
- Segundo nivel: oficinas del sindicato, sala de espera, comedor y cocina.
- Tercer nivel: cuatro aulas, sala de docentes y biblioteca.

La organización de espacios interiores se hace por el procedimiento estándar, y las vistas exteriores buscan armonizar con el conjunto acudiendo a la semejanza con edificios existentes. Por funcionalidad y beneficio al presupuesto, se sugiere una distribución interna con divisiones de material liviano, para aprovechar los espacios de mejor forma cuando sus usos cambien o estén mejor definidos. El diseño de instalaciones se basa en la flexibilidad de espacios interiores libres y en la ubicación de los elementos fijos como: vistas exteriores, ingreso, escaleras, bloques de sanitarios, cubículos, cocina y comedor, para prever las tomas y salidas necesarias al equipo de trabajo.

Las características generales del terreno se determinaron trazándolo en su ubicación actual, aprovechando también información disponible de la obra del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), como las de estudios de suelos completos, certificados por el CII, realizados en los años 2000 y 2009, en el terreno dentro del cual está situado el predio del sindicato. Por lo tanto, se tomaron los parámetros representativos de los mismos. En estos se hicieron pozos, pruebas de campo, sondeos de penetración normal (SPT) y ensayos triaxiales en muestras inalteradas de estratos específicos.

El análisis y diseño estructural se efectuó empleando software y métodos manuales como el directo de ACI 318-05. Los demás sistemas se diseñaron con técnicas usuales del diseño de instalaciones en edificios.

1. EL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA USAC

1.1. Sindicalismo

Es un sistema de organización social y del movimiento ideológico que lo apoya, que busca establecer grupos de trabajadores asalariados para procurar la defensa de sus intereses. "Se origina con las teorías de Marx y Bakunin. Sindicato es una institución de trabajadores organizada para defender y promover sus derechos, sociales, económicos y laborales".¹

El movimiento social obrerista de defensa económica y clase apareció en Europa y América en el siglo XIX, como resultado de la Revolución Industrial. En la década de 1840, en Inglaterra, Karl Marx y Friedrich Engels, dieron origen al marxismo, pensamiento obrero que se extendió por todo el mundo. La diversificación política del proletariado dio lugar a ideales: el anarcosindicalista (sustitución del Estado por los sindicatos); el comunista (el sindicato como instrumento en la lucha por la implantación de la dictadura del proletariado); el socialista (tendiente a la socialización de los medios productivos), y el evolutivo, puramente profesional (tipo estadounidense), que acepta el sistema capitalista.

En 1848 ocurren en Inglaterra y Francia una serie de movimientos revolucionarios, con exigencias de carácter social y político, por el derecho al trabajo y la protección de los trabajadores. El movimiento sindical se extiende luego por toda Europa. Años después, en 1864, se creó en Londres la primera central sindical mundial de obreros, Asociación Internacional de Trabajadores (AIT), y en 1866 celebra su primer congreso. Paralelamente, se funda el

¹ Editorial Larousse. *Diccionario Manual de la Lengua Española Vox*. p. 55.

Trades Union Congress (TUC), primera asociación de obreros que puede llamarse sindicato. Subsiste en la actualidad con más de seis millones de afiliados.

La Segunda Internacional se fundó en 1889, y durante su primer congreso, en París, aprueban reclamar la jornada de ocho horas. También declaran el 1 de mayo como Día Internacional de los Trabajadores, conmemorando a los 5 huelguistas ejecutados en Chicago en mayo de 1886. En 1899 se firmó en Suecia el primer pacto social entre empresarios y sindicatos.

En los inicios del siglo XX, la aplicación de los métodos propuestos por F. W. Taylor permitirá un cambio en el modelo productivo y en la organización del trabajo, dando lugar a la Segunda Revolución Industrial. En 1917 se produce la Revolución Rusa, que establece el primer estado proletario de la historia, y tiene poderoso impacto en el movimiento obrero.

1.2. Sindicalismo en Guatemala

El movimiento obrero en Guatemala registra cuatro fases. La etapa de las mutualidades, que ocupa 100 años (1821-1920), en que no hubo leyes protectoras de los trabajadores. Entonces solo surgieron asociaciones de ayuda mutua, o de estudio, sin fines de reclamación ni lucha de clases. Sus miembros eran artesanos que obraban por cuenta propia o en pequeños talleres. La asociación “El Porvenir de los Obreros”, creada en 1894, es una de ellas y aún existe. Durante la lucha popular contra Estrada Cabrera, dirigida por la oligarquía conservadora, el sector obrero participó de forma independiente. con el Comité Patriótico de Obreros y la Liga Obrera de Guatemala, cuyo jefe principal fue el sastre Silverio Ortiz. Esa participación obrera en el frente dio paso al movimiento sindical en el siguiente gobierno.

En la primera etapa del sindicalismo en Guatemala (1920-1930), aún prevalecen las organizaciones artesanales, pero ya superan el carácter mutualista. Aparecen los primeros sindicatos, incluidos los de los grandes monopolios: muelleros, bananeros y ferroviarios. El movimiento sindical guatemalteco hace contacto por primera vez con organizaciones internacionales.

En la segunda etapa, o período de la revolución (10/1944-1954), el sindicalismo guatemalteco alcanza el mayor auge de su historia. Incluye los gobiernos de la Junta Revolucionaria (1944-45), Juan José Arévalo (1946-50) y Jacobo Arbenz Guzmán (1951-54). Las organizaciones obreras funcionaron con mayor libertad, amparadas por los criterios del Código de Trabajo.

La tercera etapa, la Contrarrevolución, inicia en 1954, cuando la represión aplicada por los gobiernos obliga a las organizaciones sindicales a tomar otras características. El decreto 21, del 16 de julio de 1954, cancela inscripciones y declara disueltas las organizaciones de trabajadores, acusándolas de servir a la causa comunista, o ser de inspiración arévalo-arbencista. Hubo muchos muertos, asilados políticos y presos, sobre todo dirigentes campesinos.

El sindicalismo desde entonces ha tenido que crecer en condiciones adversas. Los nuevos sindicatos se dan principalmente en la capital. En 1973 se juntan algunas organizaciones para formar el Consejo Nacional de Consulta Sindical (CNCS), que, sin estructura orgánica ni personalidad jurídica, reúne a las principales organizaciones laborales independientes al oficialismo. El sindicato de Trabajadores de la Universidad de San Carlos (STUSC), entonces recién organizado, se agrega a la CNCS.

1.3. El Sindicato de Trabajadores de la USAC de Guatemala

El Sindicato de Trabajadores de la Universidad de San Carlos de Guatemala (STUSC), es una organización de trabajadores, afiliados por la defensa de sus derechos, sociales, económicos y culturales, para superación personal y de sus familias. Fundado el 29 de octubre de 1952, es un sindicato legalmente constituido, con 63 años de existencia. Miembro activo de la Federación de Sindicatos de Trabajadores de las Universidades de Centro América, México y del Caribe (Fesitraucamc), y de la Confederación de Trabajadores y Trabajadoras de las Universidades de América (CONTUA).

Estos son sus datos actualmente (2016):

- Sede está en la Universidad de Ciudad San Carlos de Guatemala, Ciudad Universitaria, zona 12, 01001- Ciudad de Guatemala, Guatemala, Centroamérica. Telefax (502) 2443-9720, correo electrónico: stusc11@yahoo.es, página web: www.usac.gt/sindicato.php, <http://es-es.facebook.com/stusc.org.gt>, edificio M-3, segundo nivel oficina 256.

Es una organización de estructura vertical, con presencia en los 22 departamentos del país, conformado con secciones en centros regionales, centros universitarios, fincas, biotopos y demás dependencias universitarias existentes en cada región. Su junta directiva está conformada por ocho secretarías y un concejo de consulta formado por tres miembros de base, electos en asamblea general en cada centro o regional de la universidad.

Su misión es velar por que se respeten los derechos laborales de los afiliados y su progreso económico, social, cultural y educativo.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Diagnóstico

A continuación se explica el diagnóstico del problema.

2.1.1. Antecedentes

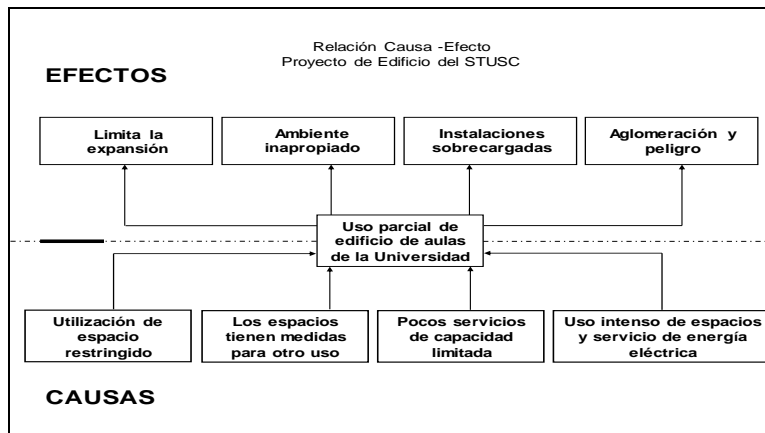
Antes de 2007, el STUSC contaba con instalaciones propias en la ciudad universitaria. Por razones ajenas tuvo que dejarlas. Su deseo es siempre mejorar las condiciones y ampliar los servicios que presta a los trabajadores. Para ello gestionó un terreno de 361 m² y solicitó a la Facultad de Ingeniería el diseño de su edificio de tres niveles. Determinó una lista de necesidades con base a sus metas de expansión. En apoyo a su gestión, puede decirse que se sabe de experiencias similares con resultados positivos en otras latitudes, y se espera recibir cooperación de las facultades y sindicatos internacionales.

2.1.2. Identificación de la problemática a resolver

Hoy las oficinas del sindicato funcionan en el edificio M-3. Allí se observa que el espacio asignado es insuficiente; tiene poca iluminación, escasas tomas de corriente eléctrica, hacinamiento y molestias de movimiento con los usuarios. Esto afecta al 100 % de los beneficiarios. El edificio no cubre las necesidades de espacio que el sindicato requiere, no sólo aulas, sino otros servicios: tienda de consumo, salón de usos múltiples, albergue, oficinas, biblioteca, clínica y otros. Implementar estos servicios requiere más espacio. Con el que se tiene el resultado son lugares inapropiados, limitación de los servicios, aglomeración,

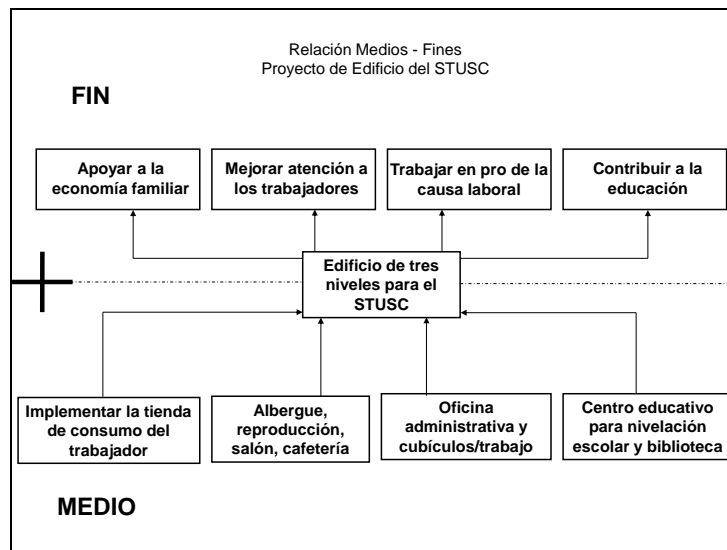
sobrecarga de instalación eléctrica con riesgo de siniestro por calor, desperdicio de los recursos asignados.

Figura 1. **Árbol de problemas**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

Figura 2. **Árbol de objetivos**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

Los efectos son importantes y el problema necesita solución. El objetivo es extender los servicios necesarios. Se requiere un edificio para habilitar lugares definidos en el programa de requerimientos, con tamaños e instalaciones adecuados (ver figuras 1 y 2).

2.2. Área de influencia

El área de influencia será toda la República de Guatemala, ya que la Universidad de San Carlos de Guatemala tiene cobertura en todo el país, y donde hay instalaciones habrá trabajadores a quienes corresponde que los beneficios lleguen.

2.3. Descripción geográfica

La de los 22 departamentos del país, más el próximo centro universitario metropolitano.

2.4. Aspectos socioeconómicos

La población objetivo del proyecto es el conjunto de trabajadores de la USAC, sin distinción de sexo, raza, estructura o tarea. Es la población afectada por el problema que limita la extensión de servicios y les veda el acceso. Hoy son 1 200 afiliados, pero pronto serán 2 400, según expectativas del sindicato, y más al contar con el edificio y los servicios que éste permitirá implementar.

El ingreso familiar y *per cápita* se estima en Q 6 000,00 y Q 3 000,00, respectivamente. Su educación es de nivel primario y secundario. La salud de la población es baja, con propensión a adquirir toda clase de enfermedades, debido a bajos niveles de nutrición. Sus tradiciones religiosas son en su

mayoría católicas. Es una población organizada con vocación sindical y buen nivel de liderazgo y participación.

2.4.1. Servicios

Los servicios de agua potable, drenajes, electricidad, teléfono, internet y otros, están disponibles en áreas aledañas al terreno del sindicato, en la ciudad universitaria.

2.5. Justificación

El STUSC solicitó a la Facultad de Ingeniería la elaboración del diseño, planos y costo del edificio, sede del mismo. La facultad se comprometió a dar dicho apoyo y más. Esto ya justifica elaborar el proyecto Diseño del edificio de tres niveles para el sindicato de trabajadores de la Universidad de San Carlos de Guatemala. No obstante, al analizar la situación del proyecto se puede determinar su rendimiento y los beneficios netos.

Sin el diseño del edificio no se podrá gestionar su construcción, ni llevar al trabajador los beneficios planeados. Con el proyecto se gestionará y construirá el edificio del STUSC, y se dará lugar al gozo de los recursos que generarán los servicios, en la ciudad universitaria y los 22 departamentos de la república.

El diseño permitirá una construcción fuerte con estructura de marcos de concreto reforzado, que tendrá flexibilidad en el diseño interior; distribución interior con particiones de material liviano, adecuado para necesidades actuales y futuras; además el diseño armoniza con el entorno. Para el proyecto se tomarán en cuenta documentos básicos para gestionar financiamiento y realizar los trámites que lleven a la construcción del edificio.

2.6. Formulación y delimitación del problema

El trabajo de diseño se realizó teniendo como objetivo exclusivo el sindicato de trabajadores de la USAC. Bajo criterios de buenas prácticas de ingeniería, en el programa EPS, con asesoría y supervisión de docentes de la Facultad de Ingeniería, se estimó desarrollarlo en 6 semanas, considerando que se cuenta con toda la información pertinente. Hubo que revisar y pulir toda esa información y completar el diseño de la geometría funcional del edificio y demás sistemas: estructural e instalaciones.

Posteriormente, se planificó el desarrollo y trazado de esquemas y dibujos. Habilitando la digitalización con detalles principales de los planos, proceso que tardó 15 días. En seguida se procedió a la cuantificación de materiales y a la determinación de las cantidades de obra, para luego pasar a investigar precios y a la consolidación del presupuesto, considerando por supuesto las especificaciones técnicas incluidas en los planos. En este punto se analizó la vía de ejecución para elaborar los documentos de contratación necesarios.

Con planos, presupuesto y los documentos referidos, se proyectó gestionar financiamiento, pensando en un proceso de inversión que se estima en un año.

El proyecto trató el concepto de estructura abierta, para permitir una distribución interna flexible, apta para soluciones actuales y futuras. Dirigido al STUSC, no pretende solucionar el problema de casos similares, sino servir como referencia. La metodología, el árbol de problema y el árbol de objetivos, permitieron identificar las necesidades de los usuarios para enunciarlas.

2.7. Alcances y límites del proyecto

En el proyecto se hizo la interpretación y estudio del programa de necesidades y las propuestas de soluciones sucesivas, hasta llegar al consenso esperado y obtener la aprobación de los interesados.

Después de la investigación, análisis y síntesis de información (de las fuentes de campo, gabinete, bibliografía y otros), se establecieron los detalles del edificio, según su tipología, para obtener el diseño del mismo, con tres niveles con el siguiente programa: primer nivel, con un salón de usos múltiples, una tienda de consumo, una bodega, un centro de copias, un albergue temporal con servicio sanitario, una cafetería y servicios sanitarios. Segundo nivel, donde se proyectan las oficinas del STUSC, 16 cubículos, una secretaría, una sala de espera, un comedor, una cocina y servicios sanitarios. Tercer nivel, donde estarán el Instituto Amado López Ortiz y el instituto de Formación Sindical Mario López Larrave, con cuatro salones de clases, una secretaría, la dirección, la biblioteca Víctor Manuel Gutiérrez, el salón para docentes y servicios sanitarios.

3. FUNDAMENTOS

3.1. Marco teórico

El diseño del edificio de tres niveles para el Sindicato de Trabajadores de la Universidad de San Carlos de Guatemala, enmarca teóricamente en las áreas de edificación y estructuras del amplio campo de aplicación de la ingeniería civil. Las teorías que fundamentan estas áreas serán la base, así como la buena práctica de la ingeniería, con asesoría y supervisión de docentes del programa de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Ingeniería.

La ingeniería civil es la rama de la ingeniería que, aplicando conocimientos de matemáticas, ciencias naturales, física, química, cálculo, geografía y geología, “se ocupa de la planeación, diseño, y construcción de proyectos para evitar la contaminación ambiental, proveer el desarrollo de recursos naturales, servicios de transporte, túneles, edificios, puentes y otras estructuras, con el fin de satisfacer necesidades de la sociedad. La denominación "civil" se debe a su origen, diferenciado de la ingeniería militar.”² Nótese que existe una teoría completamente desarrollada con abundante evidencia empírica aplicable a este estudio.

Ejemplo del uso de la física y las matemáticas es el trabajo de Arquímedes, quien en el siglo III a. C., enunció el principio que lleva su nombre: “todo cuerpo sumergido recibe un empuje igual al peso de fluido desalojado”, y dio solución al bombeo de agua, gracias al tornillo sin fin que inventó.

² MERRIT, Frederick S. *Manual del ingeniero civil*. p. 185.

Al ejercer su función, los ingenieros civiles aceptan reglas como: atender especialmente la seguridad, la salud y el bienestar público; preservar los energéticos, mejorar el ambiente y la calidad de vida, ser leal administrador y así evitar conflicto de intereses, aplicar al máximo sus conocimientos y experiencia en todo proyecto; por último, promover sus servicios solo en las áreas de su competencia, integrando equipos si el proyecto involucra otras disciplinas.

Asimismo, cumplen criterios como: servir a los propósitos expresos del interesado, construir mediante técnicas conocidas, utilizando la mano de obra y equipo disponibles, todo en un plazo admisible; y que sus construcciones sean resistentes a las cargas y al uso al que se someterán durante un período razonable. Concluido el proyecto, este deberá ser óptimo; sobre todo bajo en costos, tal como lo solicita el usuario.

Los proyectos deben diseñarse y construirse con base en requisitos legales, conforme a normas de ingeniería aceptadas regularmente, evitando poner en peligro la salud y seguridad de los trabajadores de la construcción, operadores del proyecto y público en general. No deben afectar negativamente el ambiente o bienestar de la sociedad, siendo frugales en consumo de energía y agradables.

El objetivo último del diseño es suministrar en forma precisa, breve y de fácil comprensión, el material informativo necesario para realizar el proyecto. Se utilizan dibujos que muestran lo que va a construirse, con especificaciones que describen los materiales y equipos que se incorporarán al proyecto. Por lo general, los diseñadores también preparan asesoría legal, un contrato de construcción entre el cliente y el contratista general o dos o más contratistas principales. Además, observan o inspeccionan el proyecto, con el fin de ayudar

a garantizar al cliente que se construye de acuerdo con los planos y especificaciones señaladas, y para obtener información utilizable en el diseño de proyectos futuros.

Un edificio es un sistema que se construye para servir a propósitos específicos tales como espacio y techo para las actividades humanas, o recinto para almacenar material. Se encuentra sujeto a restricciones, como las indicadas en reglamentos de construcción respecto a su altura y área de piso. Las restricciones incluyen también la capacidad de soportar cargas producidas por las actividades humanas y por fuerzas naturales como vientos y terremotos. El conjunto en general, consta de techos, pisos, muros, puertas, ventanas, marcos estructurales que soportan los otros componentes, y sistemas para agua potable, drenajes, electricidad, calefacción, ventilación y enfriamiento de interiores.

3.2. Fundamentación teórica

A continuación se explican los fundamentos teóricos del trabajo.

3.2.1. Normas de diseño en general

Las normas que se utilizaron son:

- Norma de construcción UBC
- Norma de concreto reforzado ACI
- Norma de Agies. Aspectos y parámetros técnicos y económicos
- Estructuración o configuración estructural
- Evaluación de cargas
- Análisis estructural

- Diseño y cálculo estructural basado en ACI
- Diseño estructural de edificios

3.2.2. La estructura

Es el sistema material que transmite el peso propio, cargas de servicio y accidentales, de las distintas partes de la construcción, hasta su cimentación, asegurando su estabilidad, resistencia, y rigidez.

Resistencia es la capacidad estructural de oponerse a la rotura, mientras que rigidez es la capacidad de dicha estructura para oponerse a la deformación. Estabilidad define la capacidad de la estructura para mantener su condición original de equilibrio. Estos tres aspectos constituyen los pilares del diseño estructural, pues la pérdida de cualquiera de ellos puede llevarla al colapso.

En las edificaciones comunes de porte bajo, los elementos estructurales con los que habitualmente se diseña, marcos y muros, no acusan deformaciones que puedan poner en riesgo ningún elemento secundario de la construcción, razón por la cual es frecuente ocuparse casi exclusivamente del problema resistente, ya que son acciones gravitatorias las que generan solicitaciones dominantes que definirán la forma y proporción estructural, sin que las demás acciones, inclusive las horizontales, provoquen una interferencia capaz de influir, mayormente, en el diseño. El tipo estructural de edificios bajos tiende al modelo sólido de compresión, el cual goza de excelentes características de estabilidad.

3.2.3. El diseño estructural

Los elementos estructurales básicos con los que se puede conformar una estructura son: marco dúctil, marco rígido, muros, estructuras mixtas, núcleo y tubo.

La elasticidad es la propiedad que poseen los materiales de recuperar su forma inicial una vez que son suprimidas las causas que provocaron una deformación. La experiencia americana recomienda que la flecha o cabeceo en la cima no pase de $h/500$ donde h es la altura total del edificio, y en principio sin contar con la colaboración que al respecto realicen muros o tabiques interiores.

El esquema de deformación del suelo, como es de esperar, será función de la ley de distribución de las tensiones de contacto, y la diferencia de cota entre los diferentes puntos del "horizonte" de deformación genera asentamientos diferenciales, situación que se minimiza cuando se cimenta en roca y crece cuando se cimenta en arcillas, donde dicho fenómeno adquiere importancia aun en edificios bajos.

3.3. Temas relacionados al diseño de edificios

En general, las obras de ingeniería civil implican el trabajo de varias personas, por períodos que pueden desde pocas semanas hasta años. Los trabajos en buena parte son para el Estado, o compañías que intentan la explotación a largo plazo de una infraestructura, por lo general de gran tamaño. Pero sus técnicas también se aplican a obras semejantes, pero de menor escala, como es la ejecución de la estructura de un edificio común, entre otros.

El trabajo de un ingeniero civil comienza al advertirse una determinada necesidad e involucrarse en la planificación, formando equipo con otros profesionales y autoridades responsables de la gestión. Luego entra al trabajo de recopilación de datos topográficos, hidrológicos, estadísticos y otros, necesarios para el diseño de una solución a dicha necesidad.

Cumple un papel importante en el diseño y construcción de edificios de diversos usos. A veces es sólo uno de los profesionales que participan en el proyecto, y sus decisiones deben considerar las necesidades de otras disciplinas. Por tal, debe estar bien informado sobre áreas como: arquitectura, proyecto de edificios, alumbrado, sistemas eléctricos, elevadores, plomería, calefacción, acondicionamiento de aire, diseño estructural, y más específicamente:

- Códigos de diseño y construcción
- Protección contra incendios
- Medidas modulares
- Circulación vertical
- Sistemas estructurales, cargas de diseño y arriostramiento para fuerzas laterales
- Método del portal y método del cantiléver
- Muros de mampostería
- Pisos y techos
- Cubiertas para pisos, techos y botaguas
- Impermeabilización
- Ventanas y puertas
- Flujo del calor y aislamiento térmico; prevención de condensación
- Calefacción, acondicionamiento de aire y ventilación
- Energía e iluminación eléctrica para edificios

- Instalaciones sanitarias
- Sistema de rociadores contra incendio
- Tuberías para agua caliente y fría
- Acústica

3.4. El proyecto

El objeto de formular este marco teórico es el diseño del edificio para el STUSC, y con este se enmarca en los campos de aplicación de las ingenierías: estructural y de edificaciones.

4. DISEÑO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES PARA EL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA USAC

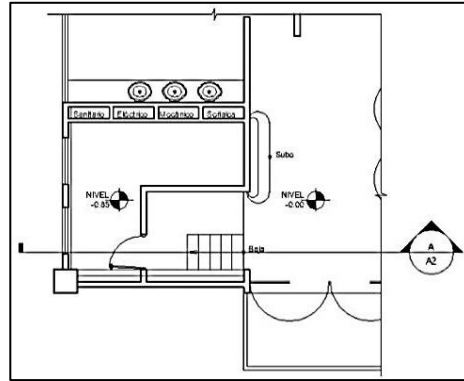
4.1. Diagnóstico de la situación actual

Hoy el sindicato funciona en el edificio M-3 de la Universidad, el cual comparte con la Facultad de Odontología. Las condiciones de funcionamiento en este lugar son inadecuadas y se presentan los problemas que se explican en el capítulo 2, y se resumen en el párrafo siguiente.

Las instalaciones en uso no llenan los requisitos para un funcionamiento adecuado, como tampoco para la extensión de servicios que se pretende establecer en beneficio de los trabajadores, lo cual obliga a construir un edificio nuevo para uso especial del sindicato. Este se puede hacer en el terreno situado en la Ciudad Universitaria, zona 12 de la capital, que ya está asignado para ese propósito.

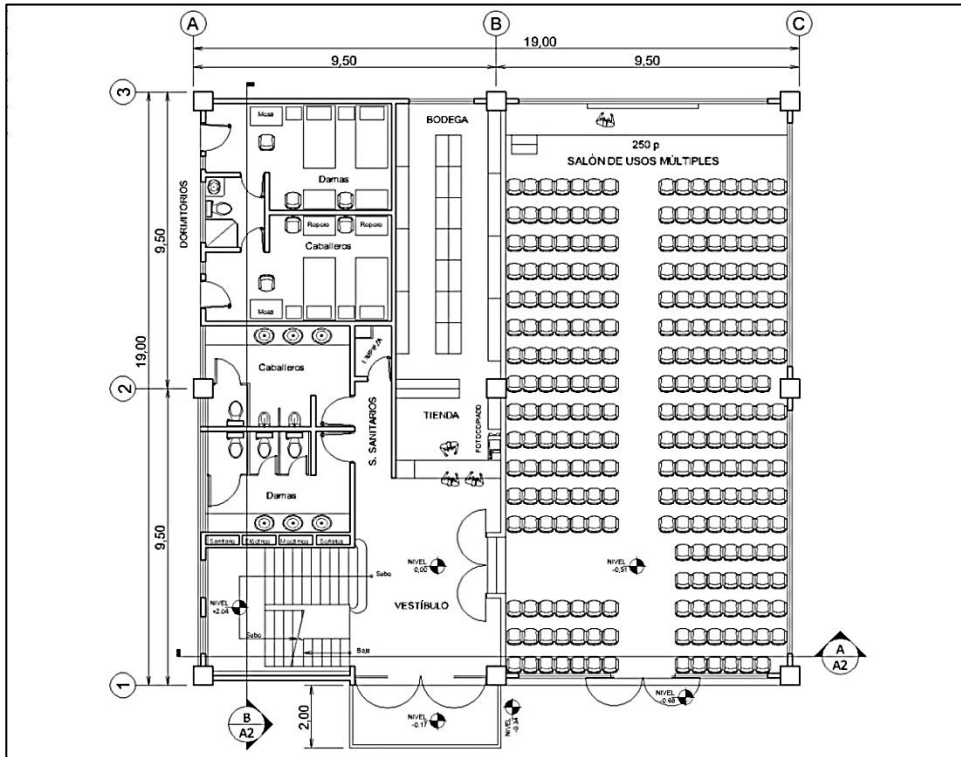
El edificio cumplirá el programa arquitectónico siguiente: en el primer nivel un salón de usos múltiples, una tienda de consumo, una bodega, un centro de copias, un albergue con servicio sanitario y cafetería. En el segundo nivel, las oficinas del STUSC, 16 cubículos, una secretaría, una sala de espera, un comedor, una cocina y servicios sanitarios. En el tercer nivel estarán el Instituto Amado López Ortiz y el Instituto de Formación Sindical Mario López Larrave, con cuatro salones de clases, una secretaría, la dirección, la biblioteca Víctor Manuel Gutiérrez, un salón para docentes y servicios sanitarios. Además debe contar con equipo e instalaciones internas y externas, necesarias para el funcionamiento correcto de los lugares habilitados.

Figura 3. **Planta, bajo escalera**



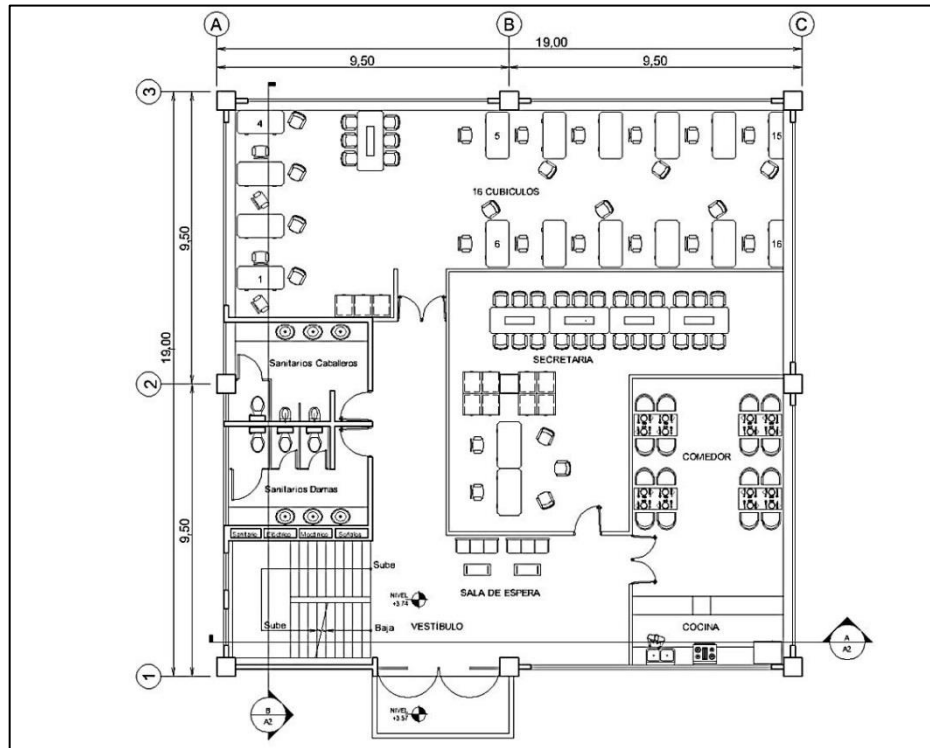
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 4. **Planta del primer nivel**



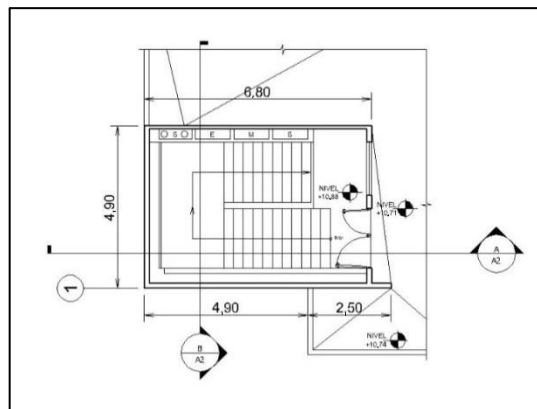
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 5. **Planta del segundo nivel**



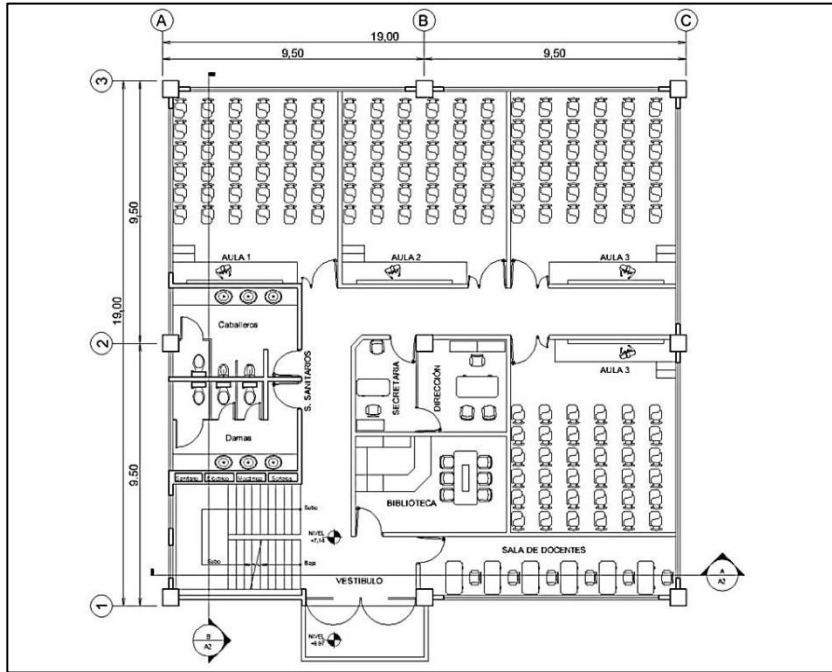
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 6. **Planta de salida a la terraza**



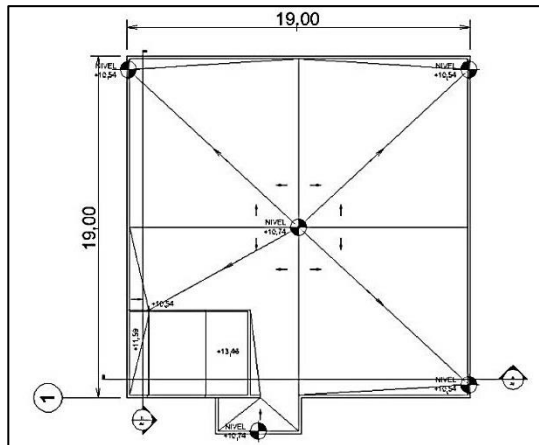
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 7. **Planta del tercer nivel**



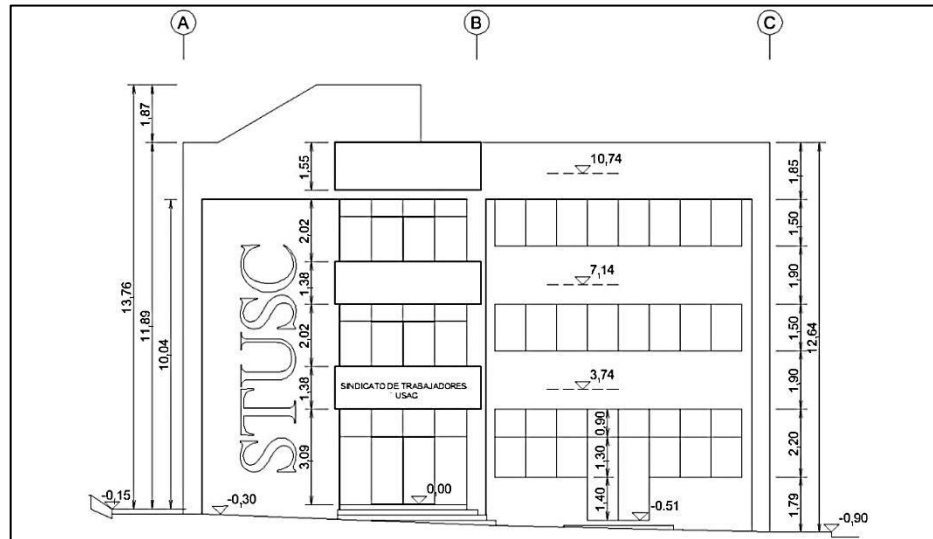
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 8. **Planta de techos**



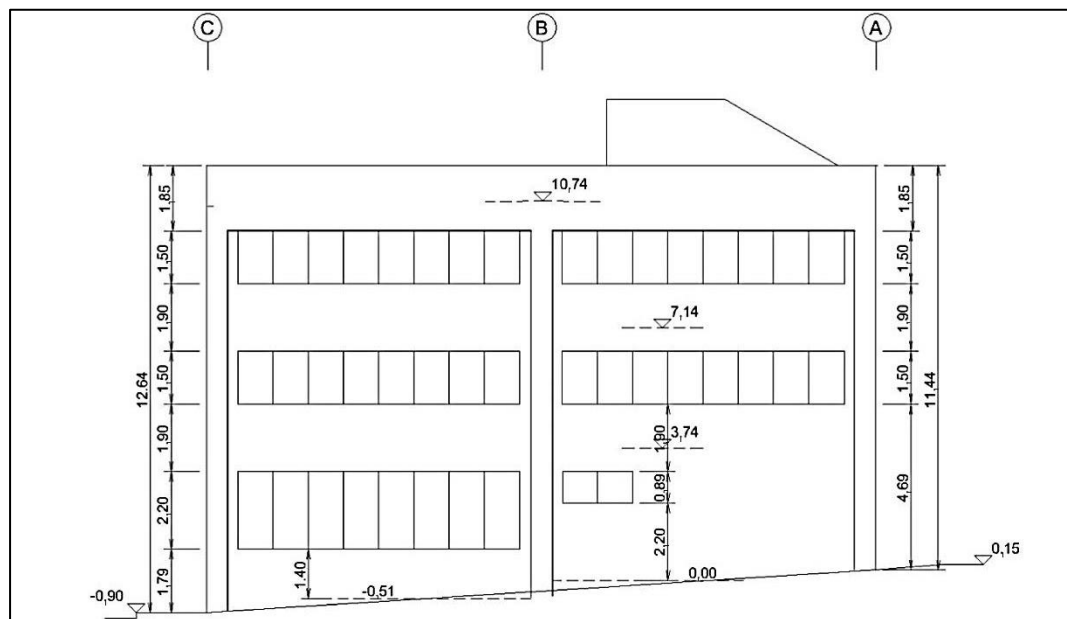
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 9. Elevación principal



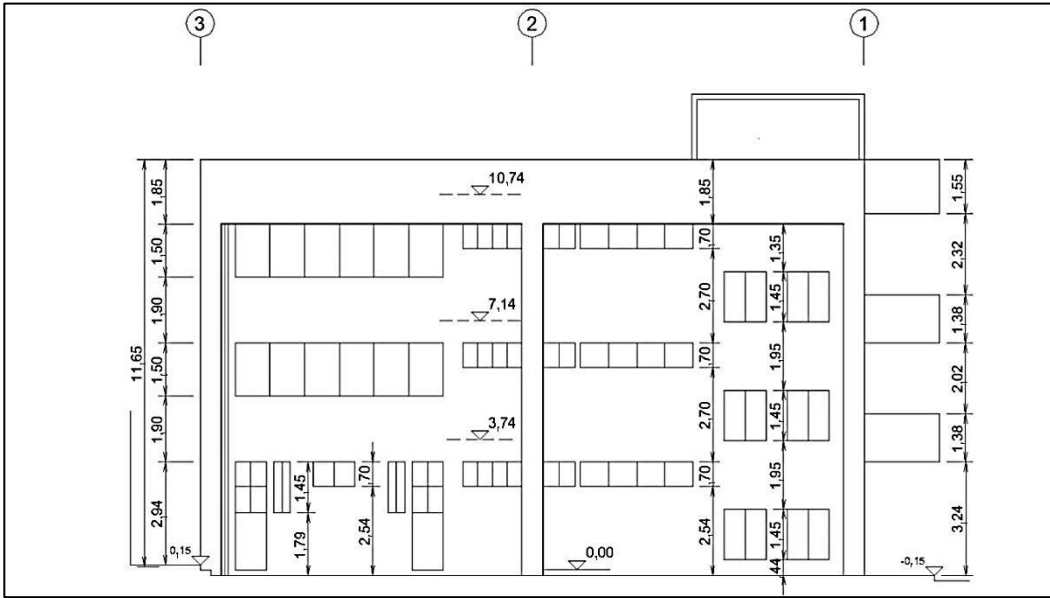
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 10. Elevación oriente



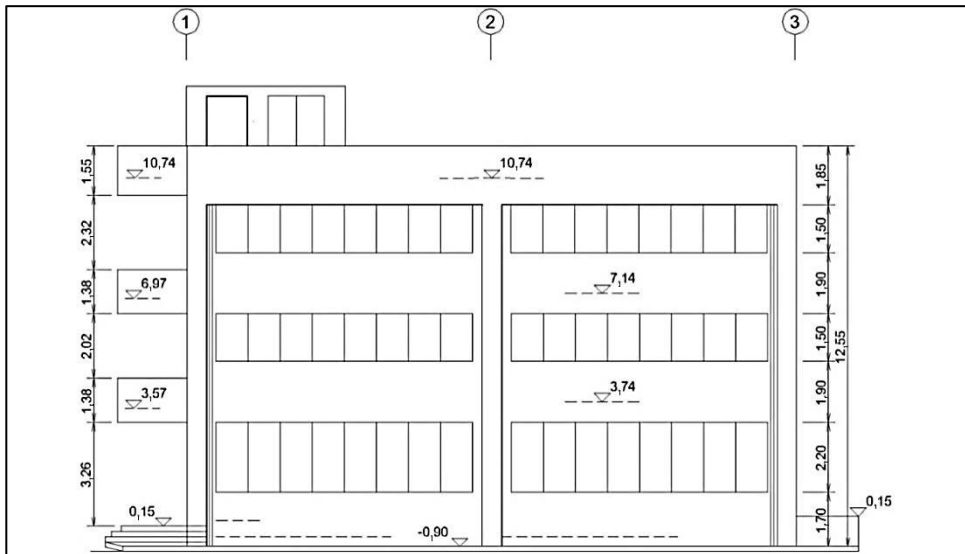
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 11. Elevación norte



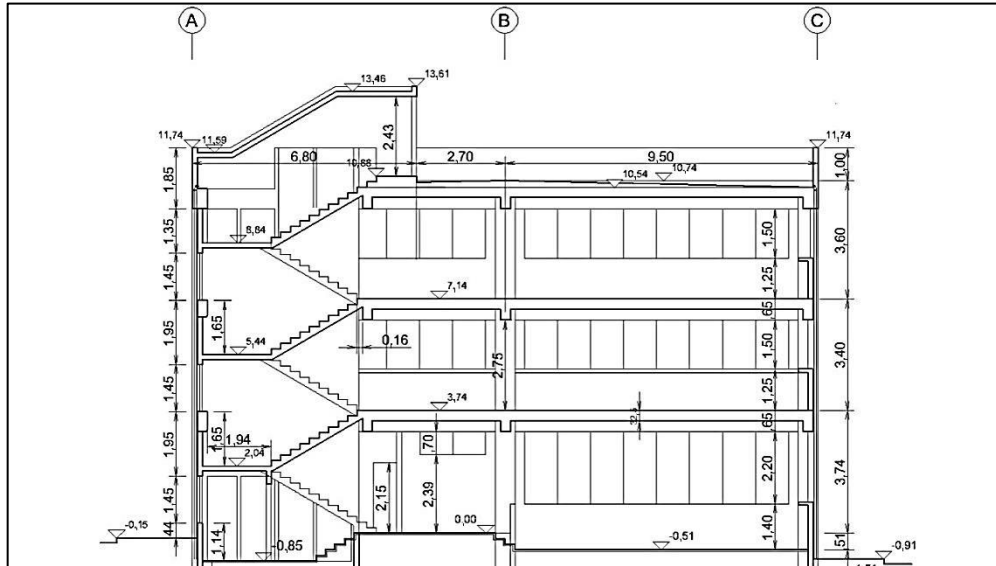
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 12. Elevación sur



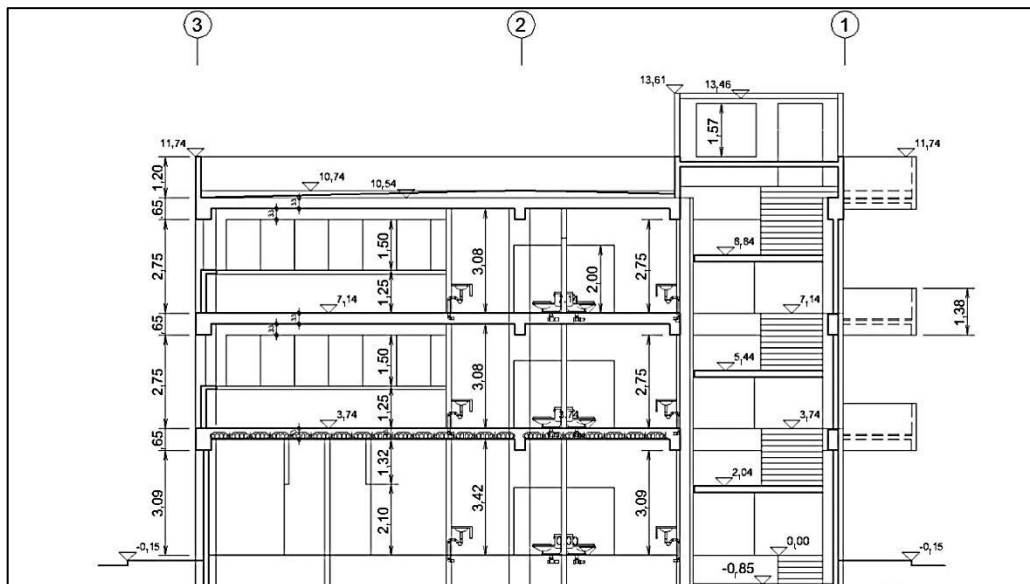
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 13. Sección A



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 14. Sección B



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

4.2. Metodología y técnicas aplicadas

Entendiendo por metodología el conjunto de métodos aplicados, y técnicas el grupo de procedimientos de cada método, se aplicaron: investigación documental, entrevistas, diseño de edificios, normas fundamentales, ordenación de medidas y proporciones, proyectos, situación, física de la construcción, protección de las obras.

En diseño de estructuras: edificios de poca altura, estabilidad, rigidez, resistencia, análisis, diseño, diseño sísmico, esfuerzos últimos, sistemas de losas, zapatas, detalles de refuerzo, análisis tridimensional por computadora, marco equivalente y diseño de cimentaciones.

Diseño de instalaciones en edificios: instalaciones eléctricas, estimación de la carga eléctrica, instalaciones hidráulicas, unidades de consumo, máximo consumo probable, diseño de instalaciones sanitarias, circuitos de ventilación, 100 mm/hora de precipitación, bajadas de agua pluvial, unidades de descarga, bajadas de aguas servidas y tuberías.

Por último se utilizaron métodos y técnicas para elaboración de presupuestos, redacción de especificaciones y dibujo por computadora.

4.3. Propuesta de diseño

Se plantea un edificio bajo, de forma cuasi cúbica y arquitectura armónica con el entorno; con tres pisos útiles completos, de usos diversos, y acceso a la terraza; con un salón apto para reuniones de hasta 200 personas, una tienda con su respectiva bodega, un albergue temporal, oficinas y aulas, e instalaciones apropiadas para su correcto funcionamiento. Además, con

marquesinas de protección de accesos y balcones, columnas resaltadas, ventanas perimetrales corridas, de vidrio. Junto a la calle principal y al frente, un jardín. Se ubica adelante del edificio del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII).

4.3.1. Estudio topográfico

Primeramente, se obtuvo copia del plano³ de ubicación existente, elaborado en junio de 2009. Este dibujo fue la base para trazar el terreno en el campo. Para ello se recurrió a la topografía y se ubicaron los puntos esquineros en el campo, donde se dejaron, fijos, trompos de madera. También se revisaron las condiciones aledañas: cerco, edificio, calles, estacionamientos, árboles, aceras, bordillos y otros, y se relacionaron con el predio trazado, para representarlas en un nuevo plano. Los puntos replanteados tienen valor tridimensional pues se determinó su ubicación en el plano horizontal y en altura. Las alturas están referidas a las marcas de nivel utilizadas en la construcción del CII.

Lo anterior se dibujó en el plano topográfico, tercer dibujo del proyecto, luego de los planos de localización y ubicación, que la Municipalidad de Guatemala requiere para tramitar la licencia de construcción respectiva (ver apéndices). Este dibujo permite identificar la situación del predio, sus dimensiones, la topografía, orientación, luz, soleamiento, vistas, y ubicar los medios que se utilizan para suministrar agua potable, drenaje, electricidad y otros servicios, necesarios durante la construcción, y posteriormente para funcionamiento del inmueble. Esta información también habilita para iniciar apropiadamente la etapa de diseño arquitectónico.

³“Ubicación de área para: sede de sindicato, tienda de consumo y oficinas”, que elaboró la Unidad Ejecutora del programa de inversión en infraestructura, proyecto del Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC/BCIE.

4.3.2. Estudio de suelos

Para diseñar las bases del edificio se requiere contar con información del suelo, elemento estructural existente que finalmente debe soportar todo lo que se construya sobre él.

Los cimientos se sitúan a una profundidad que los libere de daños. Deben ser seguros contra la falla del suelo, y no deben asentarse tanto como para que se deforme o perjudique la estructura. Establecer la profundidad incluye considerar muchas posibilidades, a veces fuera del dominio de la ingeniería. Los otros dos aspectos pueden disponerse con razonable exactitud, por los métodos de la mecánica de suelos. No obstante, estas dos condiciones son independientes una de otra. El proyecto de cimentación requiere conocer la presión máxima que se puede aplicar al suelo, sin exceder ninguno de estos límites.

La presión admisible en el suelo, q_a , se puede establecer de varias formas. La forma más antigua es confiar en experiencias anteriores en suelos similares. Los códigos de construcción de ciudades grandes incluyen registros de esas observaciones, que plasman en tablas como presuntas cargas unitarias admisibles, típicas. Usar las tablas no siempre es económico y seguro, pues no reflejan el tamaño y peso de la estructura. Otra forma es utilizar el método de pruebas de carga. Este se desarrolló cuando hubo fallas en el uso de tablas. Tampoco es la respuesta sobre la presión admisible, ya que entrega solo una parte de los datos en una experiencia sobre un modelo a escala de la estructura propuesta.

El procedimiento racional para determinar la presión admisible es similar al que se sigue para el proyecto de las otras partes de la estructura. Primero se

supone una presión basándose en la experiencia. Segundo, se comprueba por el análisis de capacidad de carga, la seguridad de la presión supuesta contra la falla del suelo. Tercero, si la presión supuesta es segura, se hace un análisis para determinar el asentamiento y comprobar si es o no excesivo. Cuarto, se revisa la presión supuesta para, de acuerdo con los resultados de los análisis, aumentar la seguridad, reducir el asentamiento o mejorar la economía.

El análisis requiere conocer la profundidad y espesor de los estratos, el nivel de agua subterránea y las propiedades físicas y mecánicas, resistencia y compresibilidad de cada suelo. Si hay uniformidad en cada estrato, se usarán las propiedades promedio de cada material y si no, el análisis se basará en la peor combinación de las propiedades determinadas en los ensayos.

De la estructura se necesitan sus características fundamentales: uso, elevación del piso más bajo, armazón estructural, susceptibilidad a la deformación, y posibilidad de ampliaciones.

Con lo expuesto en los párrafos anteriores se justifica la decisión de utilizar información de los estudios de suelos realizados por el CII, en marzo de 2002 y marzo de 2010, en el predio que ocupa parcialmente el terreno de este proyecto, con motivo de la nueva edificación de este centro, ya construida y vecina a la de este proyecto. Son las gráficas de capacidad de soporte del suelo, para cimientos corridos y para zapatas cuadradas, calculadas con las ecuaciones de Terzaghi, determinadas con los valores:

- cohesión, $c = 7,80 \text{ Ton/m}^2$
- ángulo de fricción interna $\phi = 23,67^\circ$
- densidad del suelo $\gamma_s = 1,6 \text{ Ton/m}^2$

Así pues estas se usaron para la determinación de la capacidad de soporte del suelo de cimentación del edificio Stusc, utilizando las fórmulas de Terzaghi para capacidad de carga.

$$\text{Cimientos continuos: } Q_u = c N_c + \gamma D N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

$$\text{Zapatas cuadradas: } Q_u = 1,3c N_c + \gamma D N_q + 0,4\gamma B N_\gamma$$

$$\text{Zapatas circulares: } Q_u = 1,3c N_c + \gamma D N_q + 0,3\gamma B N_\gamma$$

Donde:

c = cohesión del suelo

γ = peso unitario del suelo

D = profundidad de cimentación

B = ancho del cimiento

N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga de Terzaghi y dependen del ángulo de fricción interna φ

Dichos factores de capacidad de carga se determinan con las ecuaciones:

$$N_q = \frac{e^{2(3\pi/4 - \varphi/2) \tan \varphi}}{2 \cos^2(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2})} \quad N_c = \cot \varphi (N_q - 1) \quad N_\gamma = \frac{1}{2} \left[\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2 \varphi} - 1 \right] \tan \varphi$$

Sustituyendo los valores en las ecuaciones correspondientes, los factores resultan ser:

$$N_q = 8,66$$

$$N_c = 18,05$$

$$N_\gamma = 8,20$$

Otra forma de obtener estos valores es recurrir a tablas como las siguientes, que agrupan valores de los factores de la fórmula, para ángulos múltiples de 5.

Tabla I. Factores de capacidad de carga

Ángulo fricción interna suelo	$N_q = \frac{e^{2(3\pi/4 - \varphi/2) \tan \varphi}}{2 \cos^2(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2})}$	$N_c = \cot \square (N_q - 1)^*$	$\square \square \square$	$N_\gamma = \frac{1}{2} \left[\frac{K_{py}}{\cos^2 \varphi} - 1 \right] \tan \varphi$
0	1,0	5,7	10,8	0,0
5	1,6	7,3	12,2	0,5
10	2,7	9,6	14,7	1,2
15	4,4	12,9	18,6	2,5
20	7,4	17,7	25	5,0
23	10,2	21,7	30	7,3
25	12,7	25,1	35	9,7
30	22,5	37,2	52	19,7
34	36,5	52,6	74	36,0
35	41,4	57,8	82	42,4
40	81,3	95,7	141	100,4
44	147,7	151,9	280	260,8
45	173,3	172,3	298	297,5
48	287,9	258,3	630	780,8
50	415,1	347,5	800	1153,2

* Para $\square = 0$, $N_c = 1.5 \square + 1$. [Ver Terzaghi (1943), p. 127.]

Fuente: ALVA HURTADO, Jorge E. *Cimentaciones superficiales*. p. 36.

Tabla II. Factores de capacidad de carga de Terzaghi para suelos cohesivos

Φ	N_c	N_q	N_γ
0	5,7	1	0
5	7,3	1,6	0,5
10	9,6	2,7	1,2
15	12,9	4,4	2,5
20	17,7	7,4	5
23	18,05	8,66	8,20
25	25,1	12,7	9,7
30	37,2	22,5	19,7
35	57,8	41,4	42,4
40	95,7	81,3	100,4

Fuente: ALVA HURTADO, Jorge E. *Cimentaciones superficiales*. p. 36.

Tabla III. **Capacidad de carga para $\phi^\circ = 15^\circ$ y 20°**

Para cimientos corridos, $Q_u = c N_c + \gamma D N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma$, $Q_a = Q_u / F_s$, F_s . min = 3, F_s . moderado = 6									
c, Ton/m ²	ϕ°	Nc	Nq	Ng	g	D	B	Qu	Qa máx. = Qu/Fs.
5,51	15	12,9	4,4	2,5	1,6	1,2	1,2	81,9	27,3
7,8	20	17,7	4,4	5,0	1,6	1,5	4,0	164,6	54,9

Fuente: elaboración propia.

El valor mínimo que se obtiene para:

$B = 1,20$ m, $D = 1,20$ m, $\gamma = 1,6$ Ton/m³: $\phi = 15^\circ$ y $c = 5,51$ Ton/m², es:

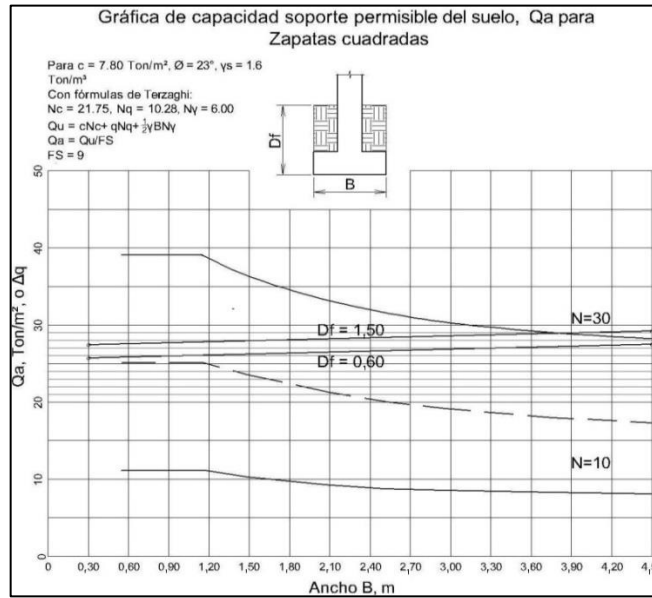
$$\begin{aligned} Q_u &= c N_c + \gamma D N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma \\ &= 5,5 \times 12,9 + 1,6 \times 1,20 \times 4,4 + 0,8 \times 1,20 \times 2,5 \\ &= 83,5 \text{ Ton/m}^2 \end{aligned}$$

$$Q_a = Q_u / F_s = 83,5 / 3 = 27,8 \text{ Ton/m}^2 \text{ y si}$$

$$Q_a = 12,5 \text{ Ton/m}^2, \text{ el factor } F_s, \text{ es } = 83,5 / 12,5 = 6,7.$$

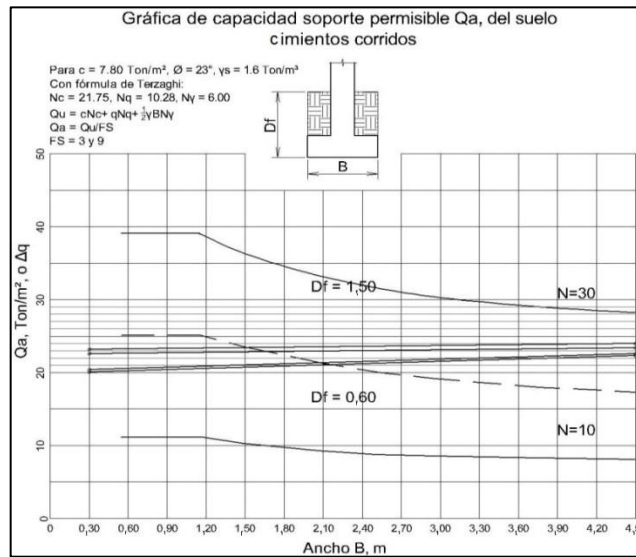
El último valor se menciona porque lo usan unos proyectos como supuesto valor soporte del suelo. Se recuerda que en el procedimiento racional primero se supone una presión basándose en la experiencia, segundo se comprueba esta contra la falla, tercero, si es segura se determina si el asentamiento es admisible, y cuarto, se revisa la presión con los resultados de los análisis para aumentar la seguridad, reducir el asentamiento o mejorar la economía.

Figura 15. **Qa, para zapatas cuadradas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 16. **Qa, cimientos continuos**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

4.3.3. Diseño arquitectónico

Los aspectos que son importantes al diseño y que proporciona la topografía del terreno, son la situación, la orientación de la luz, el soleamiento y la dirección del viento dominante. Estos auxilian finalmente en la organización interna de los locales y en detalles externos.

El diseño arquitectónico implica estudiar y determinar la necesidad de lugares y precisar sus tamaños. También definir sus usos y que se relacionen por medio de áreas comunes y de circulación, para que juntos funcionen correctamente. Las formas, dimensiones, alturas, iluminación, alumbrado, ventilación, ubicación, entre otros, integrados en un esquema o dibujo, componen la opción preliminar de diseño, que se conoce también como partido arquitectónico.

Antes se debe establecer el programa arquitectónico, producto de una investigación previa y guía de las tareas, desde el requerimiento del servicio, obtener información del terreno, estudiar las necesidades, la fuente de financiamiento, el tiempo de ejecución y otras condiciones del solicitante. Después, se interpreta el programa de necesidades y se establecen los temas a investigar para hacer una primera propuesta, sujeta a modificaciones según avanza el proceso.

Las etapas anteriores permiten definir una nueva investigación para los detalles, acorde a la tipología del edificio. Luego se elabora la lista de componentes del sistema y sus requerimientos particulares. Para este proyecto, el programa de diseño arquitectónico, es el siguiente:

- Un edificio de tres niveles, con 361 m² por piso
- Caseta de salida a la terraza
- Salientes de protección
- Como mínimo 1 120 m² de construcción
- Acceso central, orientado al poniente
- Vestíbulo de distribución en cada piso
- Un bloque de tres tramos y medio de escaleras, que comuniquen los pisos, la terraza, y la central de acometidas, abajo.
- Espacios verticales disponibles para tuberías de instalaciones
- Bloque de servicios sanitarios en cada piso
- Estructurado con marcos de concreto reforzado
- En el primer nivel: un salón de usos múltiples para más de 200 personas, tienda de consumo tipo popular con bodega, centro de reproducción, y hospedaje de paso con servicio sanitario independiente.
- El segundo nivel con oficinas del sindicato 16 cubículos, secretaría, sala de espera, comedor y cocina.
- En el tercer nivel, los Institutos Amado López Ortiz y de Formación Sindical Mario López Larrave, que funcionarán en cuatro aulas, secretaría, dirección, sala de docentes, y la biblioteca “Víctor Manuel Gutiérrez”.

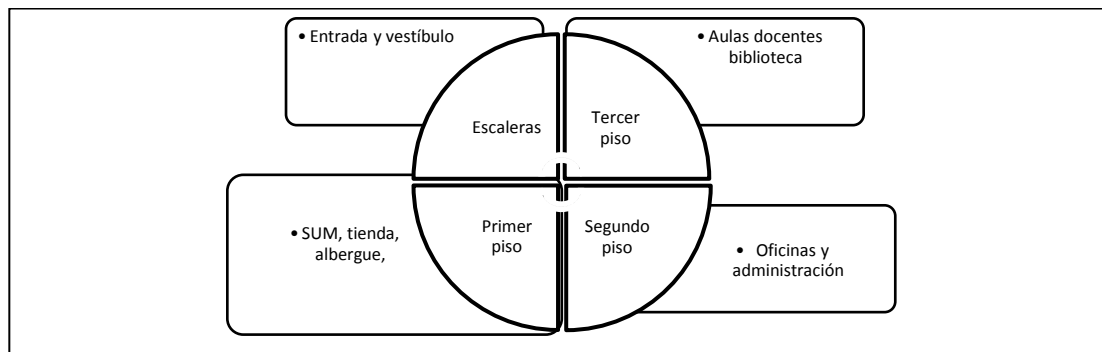
Partiendo de estos requerimientos, se elaboró un esquema descriptivo similar a un organigrama, donde se representan los elementos del programa y se les conecta con líneas de acuerdo a sus relaciones. Es el diagrama de relaciones o diagrama arquitectónico. Para un ejemplo, ver figura 3.

Como fase de realización de un proyecto, el diseño es el proceso de traducir en formas útiles (esquema arquitectónico), resultados de los pasos previos, que luego serán representadas gráficamente. Es un proceso creativo

en el que hay un acercamiento conceptual con el objeto a diseñar, o sea una hipótesis de diseño, luego sujeta a modificaciones. Toma en cuenta aspectos de arquitectura, criterios estructurales, forma, función y costo.

A continuación se procede a ordenar los componentes del programa arquitectónico con base en relaciones lógicas y funcionales entre ellos, proceso también conocido como zonificación. Se realiza un esquema o estructuración tridimensional del diagrama arquitectónico, aplicada en espacios específicos con énfasis en las cualidades del sistema y sus componentes. Luego, en la solución al diseño, denominada partido, se da forma a los espacios planteados para que cumplan su función. El diseñador elabora dos o tres partidos (opciones preliminares de diseño) antes de decidirse por uno que se convertirá en el anteproyecto.

Figura 17. **Diagrama arquitectónico**



Fuente: elaboración propia.

Producto del diseño arquitectónico es la serie de dibujos y textos explicativos, plasmados en papel, que definen el edificio en sus formas interiores, exteriores y funciones, representados en las plantas de distribución

de ambientes, elevaciones, secciones y apuntes, que inicialmente conforman el anteproyecto.

El resultado del diseño, luego de atender las indicaciones referidas en los párrafos anteriores, es un inmueble de tres pisos, situado en la ciudad universitaria, zona 12 de la ciudad de Guatemala, con estructura de marcos de concreto reforzado con amplios espacios libres, que permite una distribución interior flexible con divisiones de madera, tabla yeso, u otros materiales livianos, apta para las funciones actuales y facilitar otras en el futuro. Su presentación exterior es conforme con los edificios inmediatos, armonizando con el entorno próximo. Al frente, un pequeño jardín y árboles igualmente pequeños.

El espacio obtenido en el edificio es suficiente para albergar los locales requeridos. Para mostrar que se ha cumplido con el programa, y dar mayor facilidad de lectura a los rótulos de los dibujos, (ver apéndices 5 y 6). El diseño permite que la distribución interior propuesta se haga de forma diferente, pues los componentes fijos solo son: la estructura, las escaleras, los sillares y los muros de los módulos de servicios sanitarios en los tres niveles.

4.3.4. Diseño estructural

Las construcciones están sujetas a su propio peso, el de personas y objetos que contiene y, además, a empujes y otras acciones externas como los sismos y el viento. La función de la estructura es soportar esas acciones manteniendo su posición, forma y contenido. Es necesario entonces, en primer lugar, asegurarse que la estructura sea capaz de mantenerse en equilibrio estable, o volver a dicho estado tras sufrir una perturbación. Esto se consigue dándole la forma, tamaño y proporciones adecuadas a la naturaleza de dichas fuerzas. Sus componentes reciben esfuerzos de tracción, compresión, flexión,

corte y torsión, que deben soportar sin romperse ni deformarse en exceso. El camino hacia establecer forma, tamaño, material y proporciones de la estructura, para que funcione razonablemente durante su vida útil, en equilibrio estable, sin deformarse excesivamente o romperse, es lo que se conoce como diseño estructural.

Cuando se utiliza concreto reforzado, el diseño estructural también incluye: determinar la cantidad, forma, tamaño, espaciamiento, posición, uniones, dobleces, anclajes, resistencia y otros detalles del refuerzo. Estos últimos son especialmente importantes para la respuesta que la estructura tendrá ante acciones repentinas como las de los sismos. Vale recordar que al uso combinado de ambos materiales, concreto y refuerzo, que aprovecha la buena capacidad resistente a compresión del concreto y a tracción del refuerzo, también se le conoce como concreto armado.

4.3.4.1. Análisis estructural

El análisis es la etapa inicial y más importante del diseño estructural, pues en parte es subjetiva. Aquí sobresalen la experiencia, buen juicio e intuición del ingeniero. Consiste en la idealización del sistema a construir, como un modelo matemático manejable, y es la base del diseño.

Al efectuar un diseño estructural, primero se requiere conocer las acciones internas a las que se someterá el sistema, y para ello se debe recurrir a los procedimientos de análisis. Esto con el fin de conocer los momentos flectores y de torsión, fuerzas cortantes, tensiones axiales de compresión o tracción y combinaciones que se dan en cimientos, columnas, vigas, viguetas, losas, muros, y otros, y que deben resistir sin deformarse en exceso.

Métodos tradicionales de análisis estructural son: área momento, doble integración, trabajo real, trabajo virtual y viga conjugada. Además: pendiente deflexión, que permite conocer momentos extremos, resolviendo un sistema de ecuaciones que considera los desplazamientos y rotaciones de los nodos. Fue de uso popular hasta que se conoció el método de Cross.

Cross es un procedimiento de aproximaciones sucesivas que puede ser tan preciso como lo decida el calculista. Fue ideado para resolver estructuras reticulares, sin integraciones ni sistemas de ecuaciones complejas. Una vez comprendido, se reduce a sumar, restar, multiplicar y dividir. Otro método de aproximaciones sucesivas es el método de Kani, que resulta apropiado para usarse en algunos casos de estructuras reticulares.

Los métodos tradicionales son el apoyo teórico del comportamiento de las estructuras y junto con la experiencia de cálculo, contribuyen a formar al buen ingeniero, que diseñará estructuras confiables.

Actualmente, se cuenta con programas de computadora que calculan estructuras complicadas de manera exacta y ágil. No obstante, el discernimiento teórico ayuda a desarrollar la capacidad analítica, lógica y racional, así como a cultivar la apreciación, tacto e intuición respecto de las estructuras, sin desatender los aspectos relevantes. En este proyecto se usó Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems (ETABS).

La buena concepción del sistema estructural hará que se alcancen resultados de diseño óptimos y seguros. El proceso de verificación será tan correcto como lo fue la idealización. A veces se idealiza mecánicamente estructuras convencionales, dando más importancia a los procesos de diseño

de las piezas estructurales, sin analizar previamente el comportamiento esperado del sistema conjunto.

El proceso de análisis y diseño estructural finaliza con la obtención de planos constructivos, los cuales deben ser el reflejo exacto del diseño. Ahora bien, aun cuando el modelo idealice exactamente el comportamiento de una estructura, si esta no se construye como se indica en los planos, la estructura podrá tener un comportamiento diferente al idealizado. Las estructuras se comportan como se construyen y no como se idealizan.

Finalmente, las comparaciones ya hechas entre los resultados de métodos tradicionales con los de programas como SAP, ETABS y otros muy parecidos, hace a los mismos confiables y, por consiguiente, muy utilizados.

4.3.4.2. Estructuración con marcos de concreto reforzado

Por forma y material de las construcciones se reconocen tres tipos de estructuras: masivas, de carcasa y de armazón. Las estructuras de armazón pueden ser: colgadas, trianguladas o entramadas. Las colgadas usan cables, las barras de las trianguladas forman triángulos y son resistentes y ligeras. Las entramadas forman una malla de piezas verticales y horizontales. Las colgadas soportan la construcción mediante cables o barras unidos a soportes muy resistentes.

La estructura que se propuso aquí es del tipo entramada, formada por una malla de columnas y vigas, más los tableros de pisos o losas. Se reconoce como una estructura de marcos de concreto reforzado o, estrictamente, marcos dúctiles con nudos rígidos.

Inicialmente se consideraron zapatas individuales conectadas con vigas sísmicas, columnas cuadradas, vigas rectangulares y losa reticular celular, nervurada en dos sentidos (*waffle*). Para mejor comprensión (ver apéndices 9 y 10).

4.3.4.3. Dimensionamiento preliminar de losas, vigas y columnas

La experiencia del diseñador es vital para el proyecto, ya que acertar al inicio las dimensiones de los componentes evitará repeticiones engorrosas, aun utilizando programas de computadora. Para obtener las medidas preliminares, primero se definen los materiales a utilizar, y son: concreto de peso normal, $2\,400\text{ kg/m}^3$, $F'c$, 280 kg/cm^2 , tamaño máximo de agregado, $\frac{3}{4}$ " y Fy , $4\,200\text{ kg/cm}^2$. Resistencias con las que se espera obtener secciones estructurales y porcentajes de refuerzo moderados, y que el control de calidad de los materiales sea más riguroso en la obra.

Luego deben definirse las cargas. Pero para establecer el peso propio de la estructura ya se requiere conocer las dimensiones de sus elementos. Entonces, se necesita estimar las secciones, y para ello se recurre a los criterios de no verificar deflexiones y obtener cantidades moderadas de refuerzo.

- Columnas 1: inicialmente se estima la menor dimensión de la columna, h , de (ACI 318-05 Sección 10.12.2), y debe ser mayor que $l/12$, $5,24/12 = 0,44$. Usar 60 cm , $12h = 12 \times 60 = 7,20\text{ m} > 5,24\text{ m}$. Bien. Disponer columnas de $60 \times 60\text{ cm}$. $Pp_{\text{columna}} = ,60^* ,60^* 2,4 = 0,864\text{ T/m}$. Posteriormente se confirma predimensionando para la mayor carga axial aplicada a la columna crítica.

- Vigas: de ACI 318-05 tabla 9,5 (a), $h_{\text{viga}} \geq l/18,5$. Como $l = 9,20 \text{ m}$ y $920/18,5 = 50$, se asigna $h = 70 \text{ cm}$, holgada para optimizar refuerzo y presentación. El ancho, se estima como: $b_{\text{viga}} \geq l/37$, o $b_{\text{viga}} \geq 0,5h$, se asigna $b_{\text{viga}} = 40 \text{ cm}$. Usar inicialmente vigas de 40×70 . $Pp_{\text{viga}} = ,40 * ,70 * 2,4 = 0,672 \text{ T/m}$.

Tabla IV. **Requisitos para alturas de vigas**

ALTURAS MÍNIMAS DE VIGAS PARA NO CALCULAR DEFLEXIONES				
Elementos	Espesor mínimo, h			
	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones de otro tipo de elementos, susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Losas macizas en una dirección	$\frac{l}{20}$	$\frac{l}{24}$	$\frac{l}{28}$	$\frac{l}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{l}{16}$	$\frac{l}{18,5}$	$\frac{l}{21}$	$\frac{l}{8}$

Fuente: ACI 318-08, *Tabla 9.5 (a)*. p. 11.

Para efectos de estimación y obtener porcentajes moderados de refuerzo se puede considerar $h = 9,50 / 16 = 0,59$ a $0,60$ y ancho $b = 0,5 h = 0,30$, pero cálculos anteriores indican es mejor usar sección de $40 \times 70 \text{ cm}$.

- Losas: se plantean losas reticulares, aligeradas, con nervaduras de 15 cm de ancho espaciadas 75 cm entre sí; apoyadas en vigas en sus cuatro lados, y espesor mínimo para no considerar deflexiones: "ACI 318-08, ec.9.12, pp. 131-32".⁴

$$h = \frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{14000} \right)}{36 + 5\beta(\alpha_{tm} - 0,2)}$$

⁴ American Concrete Institute. *Requisitos de reglamento para concreto estructural ACI 318.08*. p. 131-32.

- Con f_y , 4 200 kg/cm², $l_n = 9,20 - 0,40 = 8,80$ y conservadoramente, 5β ($\alpha_{tm} - 0,2$) = 0, $h = 1,10 l_n / 36 = 1,10 \times 8,80/36 = 0,27$ m. O, de ACI 318-05 tabla 9,5 (c), $l_n/33 = 26,7$ cm. Por tanto; usar 27,5 cm, de espesor total.
- $Pp_{\text{losa}} = ((,75^* ,75^* ,275 - 60^* ,60^* ,20) \times 2.4 + 0,02) / (,75 \times ,75) = 0,39$ T/m².

Tabla V. **Espesores de losas apoyadas en vigas**

Espesores mínimos, cuando $\alpha_{tm} < 0,2$			
f_y Kg/cm ²	Paneles exteriores		Paneles interiores
	Sin vigas de borde	Con vigas de borde	
2800	$\frac{l_n}{33}$	$\frac{l_n}{36}$	$\frac{l_n}{36}$
4200	$\frac{l_n}{30}$	$\frac{l_n}{33}$	$\frac{l_n}{33}$

Fuente: elaboración propia.

- Columnas 2: ahora se confirma la sección estimada en columnas 1 (donde se dijo que la menor dimensión de la columna debe ser mayor que $l/12$ y se dispuso usar columnas de 60 x 60 cm), predimensionando para que la mayor carga axial aplicada a la columna crítica, sea menor a la servida por la sección calculada con la ecuación de resistencia axial de diseño con 1 % de refuerzo.
 - $\phi P_{n(max)} = 0,80\phi [0,85f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$, (10-2), ACI 318-08, Sea menor que $P_u = (1,2 M + 1,6 V) A_t$, (84,64 m², área tributaria), carga axial actuante.

Donde

P_u = carga última sobre la columna

M = carga muerta

V = carga viva

A_t = área tributaria

P_n (máx.) = carga axial pura

ϕ = factor de reducción de capacidad

f'_c = resistencia del concreto a compresión

A_g = área de la sección gruesa de la columna

A_{st} = área de acero longitudinal, donde $1 \% A_g \leq A_{st} \leq 6 \% A_g$, f_y : resistencia del acero

Datos:

- $f'_c = 0,28 \text{ ton/cm}^2$, $f_y = 0,42 \text{ ton/cm}^2$, $M = 0,645 \text{ ton/m}^2$, $V = 0,3 \text{ ton/m}^2$
- $P_p \text{ columna} = .60 \cdot .60 \cdot 2,4 = 0,864 \text{ T/m}$. $L \text{ columna} = 12,04$, $P_p \text{ columna} = 10,4 \text{ T}$
- $P_p \text{ viga} = 0,672 \text{ Ton/m}$.
- $P_u = 1,2 ((0,645) \times 84,64 + 0,672 \times 19)) + 1,6 (0,300 \times 84,64) = 80,83 + 40,63$
 $P_u = 1,2 (67,36) + 1,6 (25,39) = 80,83 + 40,63 = 121,46 \text{ ton}$, por piso
- $P_u = 121,46 \text{ ton/piso} \times 3 \text{ pisos} = 364,38 \text{ ton} + 1,2 \times 10,2 = 376,62$
 $376,62 = 0,80 \times 0,70 [0,85 \times 0,280 (A_g - 0,01A_g) + (0,420 \times 0,01A_g)]$
- $376,62 = 0,56 [0,23562A_g + 0,0042A_g] = 0,56 \times 0,180915 = 0,1342992 A_g = 364,38 / 0,1342992 = 2\,713 \text{ cm}^2$ y $\sqrt{2\,804} = 53 \text{ cm}$.

Entonces se confirma que es adecuado usar columnas de 60 cm x 60 cm.

4.3.4.4. Determinación de cargas

Las cargas adecuadas de la NSE-2-10 tabla 3-1 y UBC tabla No. 23C (ver anexos 3 y 4), son: carga viva de techos con acceso, es de 200 kg/m². Y de UBC tabla No. 23A, la carga viva de entrepisos que corresponde, por los usos diversos del edificio, es de 300 kg/m², que se usa para cuartos de lectura en bibliotecas, cornisas y balcones residenciales, y es mayor que la designada para asientos fijos de lugares de reunión, garaje para carros y oficinas (250 Kg/m²), y la de cuartos de hospital, residencias y salones de clase (200 Kg/m²). Los usos que tendrá el edificio comprenden salones de reunión, aulas, oficinas y biblioteca.

- Carga viva
 - Carga viva de pisos = 300 kg/m²
 - Carga viva de techos = 200 kg/m²

- Carga muerta

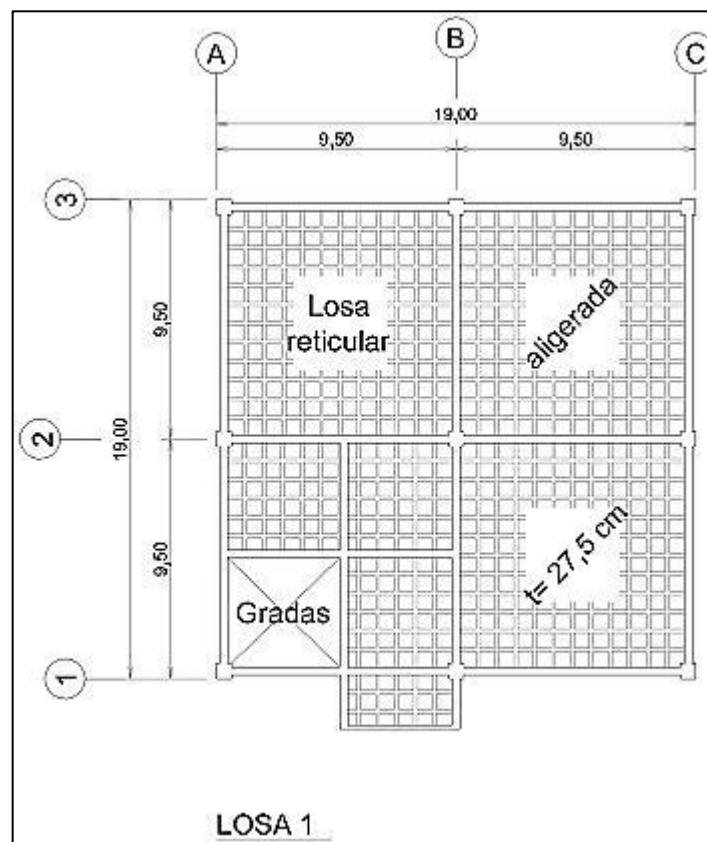
La carga del relleno para declive del drenaje superficial y el piso de revestimiento en el techo, es de 250 kg/m². Los acabados de cielos pesan 30 kg/m² y los de pisos, 60 kg/m². Se ponen además 40 kg/m² por variaciones en relleno, peso unitario y otros. En total la carga de acabados es 130 kg/m². La sobrecarga de divisiones o tabiques sobre los pisos, se evalúa en 80 kg/m².

$$\text{El } Pp_{\text{losa}} = ((,75*,75*,275 - 60*,60*,20) \times 2,4 + 0,02) / (,75 \times ,75) = 0,39 \text{ T/m}^2.$$

- Peso propio de losa reticular aligerada 390 kg/m²
 - Carga superpuesta por acabados en pisos 60 kg/m²
 - Carga superpuesta por acabados en cielos 30 kg/m²
 - Carga superpuesta por cielos suspendidos y otros 40 kg/m²
 - Sobrecarga impuesta por divisiones o tabiques 80 kg/m²
 - Carga superpuesta por desniveles en techo 220 kg/m²
 - Carga de fachada en la losa 3 o terraza 500 kg/m
 - Carga de fachada en losas 1 y 2 1000 kg/m
 - Peso propio de muros de *block* de 15 cm 140 kg/m²
 - Peso propio de muros de *block* de 20 cm 150 kg/m²
- Entrepisos
 - Losa reticular 390 kg/m²
 - Acabados en cielos 30 kg/m²
 - Otros suspendidos 40 kg/m²
 - Pisos 60 kg/m²
 - Tabiques 80 kg/m²
 - Total de carga muerta en pisos 600 kg/ m²
- Techo
 - Losa reticular 390 kg/m²
 - Acabados en cielos 30 kg/m²
 - Desniveles 220 kg/m²
 - Total de carga muerta en techo 640 kg/m²

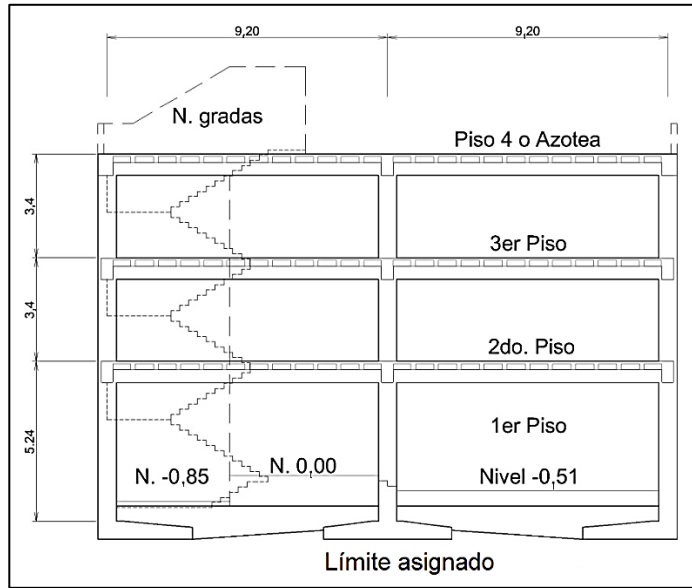
- Geometría de la estructura
 - Dimensiones de los módulos, a ejes 9,20 m x 9,20 m
 - Número de pisos 3
 - Altura de piso a piso, pisos típicos 3,40 m
 - Altura del piso inferior 5,24 m

Figura 18. **Planta de la estructura**



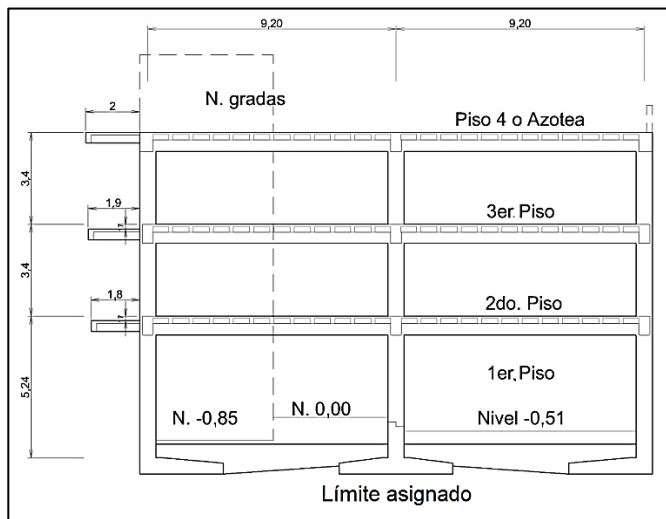
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 19. **Sección Norte-Sur**



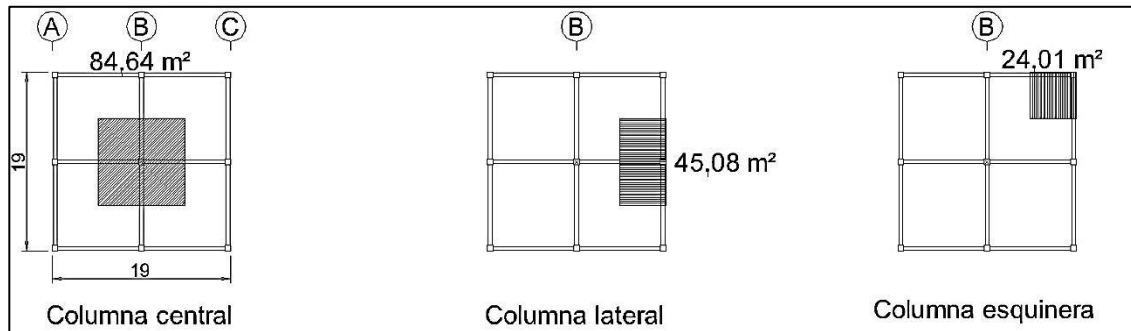
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 20. **Sección W-E**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 23. Diagramas de áreas tributarias para columnas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

4.3.4.4.1. Cargas verticales

Se reparte cargas a losas utilizando las tablas del método 3, ACI 318-63 y para asignar cargas a los marcos, el procedimiento de áreas tributarias.

- Composición de cargas verticales en las losas de entrepisos
 - $M = W_{\text{losa}} + W_{\text{acabados}} + W_{\text{muros}}, \text{ kg/m}^2 = 360 + 130 + 155, \text{ kg/m}^2$
 - $M = 645 \text{ kg/m}^2$
 - $V = 300 \text{ kg/m}^2$ (UBC 97)

- Composición de cargas verticales en las losas de techos
 - $M = W_{\text{losa}} + W_{\text{acabados}} + W_{\text{muros}}, \text{ kg/m}^2 = 360 + 230, \text{ kg/m}^2$
 - $M = 590 \text{ kg/m}^2$
 - $V = 200 \text{ kg/m}^2$ (UBC 97)

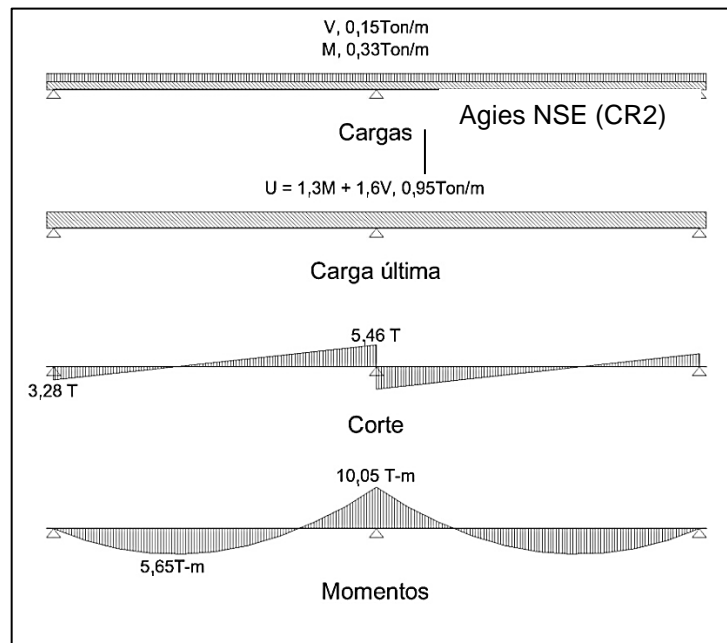
Resumen en tablas VI y VII. Diagramas de fuerzas en figuras 10 y 11, obtenidos al aplicar las cargas al modelo matemático presentado.

Tabla VI. **Repartición de cargas en losas, dirección X**

Viga	Tramo	Nivel	a	b	C _a	C _b	W _{cm}	W _{cv}
S3oA	saliente	3	2,30	4,75	1,00	0,00	323	150
S3AB	A-B	3	9,20	9,20	0,50	0,50	323	150
S3BC	B-C	3	9,20	9,20	0,50	0,50	323	150
S2oA	saliente	2	9,20	9,20	0,50	0,50	323	150
S2AB	A-B	2	9,20	9,20	0,50	0,50	323	150
S2BC	B-C	2	9,20	9,20	0,50	0,50	323	150
S1oA	saliente	1	9,20	9,20	0,50	0,50	323	150
S1AB	A-B	1	9,20	9,20	0,50	0,50 <td>323</td> <td>150</td>	323	150
S1BC	B-C	1	9,20	9,20	0,50	0,50	323	150

Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Diagramas de losa en dirección X**



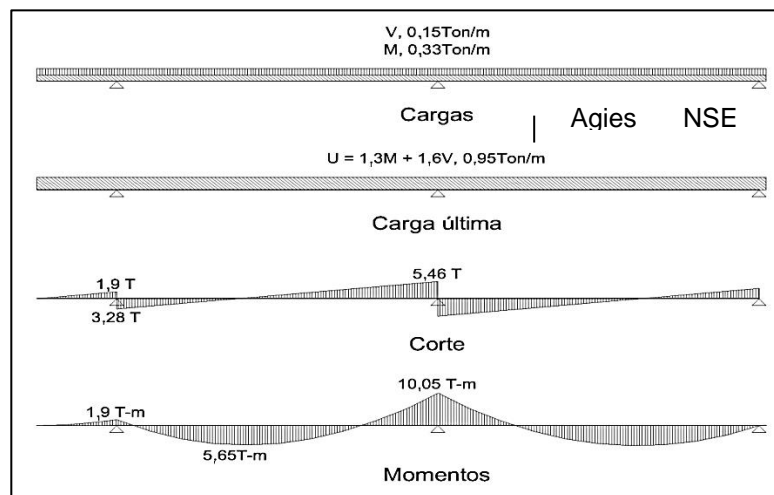
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla VII. **Repartición de cargas verticales en la losa, dirección Y**

Losa	Tramo	Nivel	a	b	C_a	C_b	W_{cm}	W_{cv}
S332	3-2	3	9,20	9,20	0,50	0,50	323	150
S321	2-1	3	9,20	9,20	0,50	0,50	323	150
S232	3-2	2	9,20	9,20	0,50	0,50	323	150
S221	2-1	2	9,20	9,20	0,50	0,50	323	150
S132	3-2	1	9,20	9,20	0,50	0,50	323	150
S121	2-1	1	9,20	9,20	0,50	0,50	323	150

Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Diagramas de losa en dirección X**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Integración de cargas verticales en marcos críticos

En este procedimiento que utiliza áreas tributarias para asignar cargas uniformes a las vigas, se les va a multiplicar por 1,33, para tomar en cuenta el efecto de forma de la carga triangular en los momentos flectores, e igualar al resultado de fórmulas del método 3 de ACI 318-63, $W_s/3$ y $W_s/3*((3-m^2)/2)$, para carga de forma trapezoidal; s es el lado menor de la losa, que hace las

cargas triangulares y trapezoidales equivalentes a cargas uniformemente distribuidas.

- Dirección X

- Techo, viga de, l = 9,20

$$M = W_{\text{losa}} + W_{\text{acabados}}, \text{ kg/m}^2, + W_{\text{viga}} \text{ kg/m}$$

$$M = 360 \text{ kg/m}^2 + 230 \text{ kg/m}^2, \text{ kg/m}^2, + 672 \text{ kg/m}$$

$$M = ((590) \times 42,32 / 9,20) \times 1,33 + 672 = 4\,291 \text{ kg/m}, \text{ ó } 4,29 \text{ Ton/m}$$

$$V = 300 \times 42,32 / 9,20 \times 1,33333 = 1227 \text{ kg/m}, 1,23 \text{ Ton/m}$$

- Entrepisos, vigas de, l = 9,20

$$M = W_{\text{losa}} + W_{\text{acabados}} + W_{\text{muros}}, \text{ kg/m}^2, + W_{\text{viga}} \text{ kg/m}$$

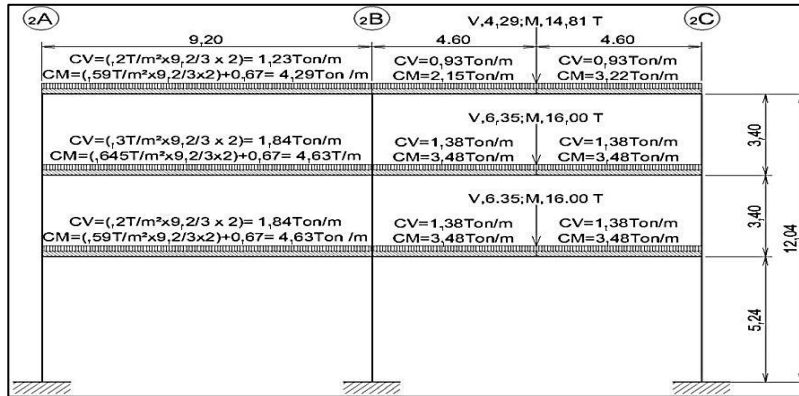
$$M = 390 \text{ kg/m}^2 + 130 \text{ kg/m}^2 + 175, \text{ kg/m}^2, + 672 \text{ kg/m}$$

$$M = ((645) \times 42,32 / 9,20) \times 1,33 + 672 = 4628 \text{ kg/m}, 4,63 \text{ Ton/m}$$

$$V = 300 \times 42,32 / 9,20 \times 1,33333 = 1840 \text{ kg/m}, 1,84 \text{ Ton/m}$$

También hay cargas puntuales de las reacciones de las vigas que forman el cubo de escaleras.

Figura 26. Cargas en marco 2 (X)



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Dirección Y

- Techo, vigas de, l = 9,20

$$M = W_{\text{losa}} + W_{\text{acabados}}, \text{ kg/m}^2, + W_{\text{viga}} \text{ kg/m}$$

$$M = 360 \text{ kg/m}^2 + 230 \text{ kg/m}^2, \text{ kg/m}^2, + 672 \text{ kg/m}$$

$$M = ((590) \times 42,32 / 9,20) \times 1,33 + 672 = 4\,291 \text{ kg/m}, \text{ ó } 4,29 \text{ Ton/m}$$

$$V = 300 \times 42,32 / 9,20 \times 1,33333 = 1\,227 \text{ kg/m}, 1,23 \text{ Ton/m}$$

- Entrepisos, vigas de, l = 9,20

$$M = W_{\text{losa}} + W_{\text{acabados}} + W_{\text{muros}}, \text{ kg/m}^2, + W_{\text{viga}} \text{ kg/m}$$

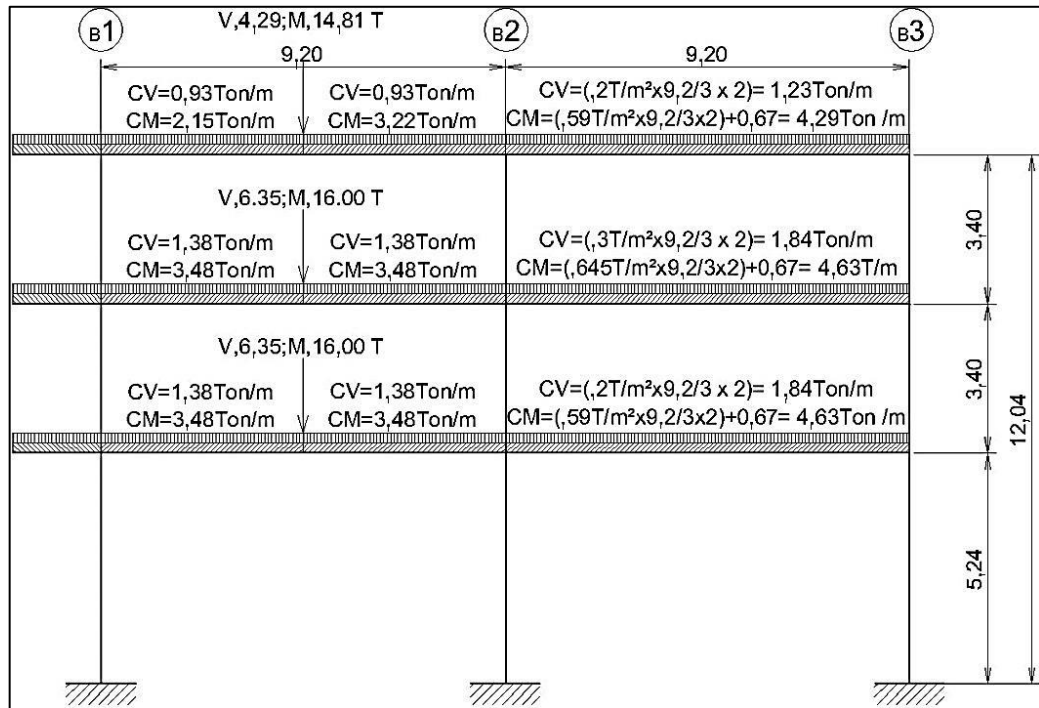
$$M = 390 \text{ kg/m}^2 + 130 \text{ kg/m}^2 + 175, \text{ kg/m}^2, + 672 \text{ kg/m}$$

$$M = ((645) \times 42,32 / 9,20) \times 1,33 + 672 = 4\,628 \text{ kg/m}, 4,63 \text{ Ton/m}$$

$$V = 300 \times 42,32 / 9,20 \times 1,33333 = 1\,840 \text{ kg/m}, 1,84 \text{ Ton/m}$$

También hay cargas puntuales de las vigas del cubo de escaleras.

Figura 27. Cargas en marco B (Y)



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

4.3.4.4.2. Fuerzas horizontales

En zonas de frecuente actividad sísmica, tectónica y volcánica, como en nuestro país, es necesario tomar en cuenta de manera especial los efectos que las cargas sísmicas provocan en las estructuras. Las fuerzas horizontales, dinámicas, no son provocadas sólo por sismos, sino por viento, empujes de suelo, fluidos y otros, y es poco probable que actúen simultáneamente. Por lo tanto, se deben considerar las fuerzas horizontales que provoquen los efectos más importantes según el tipo de estructura que se trate.

- Fuerzas sísmicas

Internamente la tierra no está fija, sino sujeta a continua transferencia de calor en el núcleo líquido, y dilataciones o contracciones radiales en el manto, que agrietan la roca. La presión de dilataciones posteriores a la falla produce roce en las caras de la grieta, lo cual evita un corrimiento gradual y almacena energía, que se libera repentinamente. Este desprendimiento de energía perturba la corteza terrestre hasta la superficie causando un sismo.

Los sismos inducen en la superficie de la tierra movimientos horizontales y verticales que son aleatorios, y así se transmiten a las edificaciones. Las estructuras de estas, que son de naturaleza estática, tienden a mantenerse en su sitio, dando lugar a desplazamientos relativos en sus piezas, generando fuerzas que pueden llegar a exceder sus capacidades causándoles daños. De tal manera, estas fuerzas son proporcionales al peso de la estructura. Por eso en diseño sismo resistente es notable considerar las características geométricas de la estructura, de las que la altura es muy importante.

Debido a que el lugar de aplicación de la fuerza sísmica es el suelo donde la estructura se encuentra encajada, la base, a esta carga se le conoce como cortante basal (V_b). Para efectos de análisis, la magnitud de la carga se distribuye a cada nivel de la estructura y posteriormente a los marcos en proporción a su rigidez. De los varios métodos de análisis sísmico: fuerza estática equivalente, análisis modal dinámico, análisis dinámico paso a paso lineal o no lineal y estático no lineal, de empujes incrementales (*pushover*); corresponde en este caso utilizar el primero.

El método de análisis sísmico de fuerza estática equivalente está normado en los códigos y reglamentos de las distintas ciudades y para Guatemala aplica

lo establecido en la norma Agies. La aplicación de la norma tiene entre sus objetivos: proteger la vida de las personas, la calidad de las edificaciones y su conservación. Para ello establece distintos niveles de protección y demandas estructurales clasificándolas de menor a mayor en tipos A, B, C, D y E. Asimismo, clasifica las obras por su función en categorías I, II, III, IV y V como: obras utilitarias, ordinarias, importantes y esenciales, regulando para las dos últimas la obligatoriedad de la supervisión estructural. Sistema: E1.

- Parámetros de respuesta sísmica
 - R = factor genérico de reducción de respuesta sísmica.
 - Ω_r = factor de sobre resistencia.
 - C_d = factor de amplificación de desplazamiento post elástico, se utiliza para estimar la máxima deriva post elástica admisible por especificación.
 - ρ = factor de redundancia que castiga la carencia de redundancia estructural o la presencia de aspectos irregulares en la edificación que se proyecta.

- Reporte de parámetros.

$R: 5,5$ $\Omega_r: 2,5$ $C_d: 3,5$ $\rho: 1,0$

Diafragma es el grueso de losa aplicado; cumple el criterio que permite puntualizarlo como diafragma infinitamente rígido.

Peso sísmico efectivo (W_s), la carga muerta (M), total + 25 % de la viva (V), no deducible.

El procedimiento que corresponde a este caso, por ser una estructura con nivel de protección B, es el de análisis sísmico estático equivalente, en caso contrario se debiera usar análisis de respuesta modal espectral; y se puede siempre utilizar como referencia y para identificar puntos de problema, el análisis estático no lineal de carga incremental (*pushover*).

- Cálculo de corte basal

$$V_s = C_s W_s \quad \text{y} \quad C_s \leq 0,044 S_{cd} \quad \text{o} \quad C_s \leq 0,5 S_{1r}/R$$

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

$$S_{cs} = S_{cr} \times F_a, \text{ con } S_{cr} = 1,65 \text{ g, de mapa de zonas sísmicas para zona Z4.}$$

$$S_{1s} = S_{1r} \times F_v, \text{ con } S_{1r} = 0,60 \text{ g}$$

$$F_a = 0,9 \quad \text{para sitio clase E, suelo suave}$$

$$F_v = 2,4$$

$$S_{cs} = 1,65 \times 0,9 = 1,485$$

$$S_{1s} = 0,60 \times 2,4 = 1,44, \text{ entonces, } T_s = S_{1s}/S_{cs} = T_s = 0,96969$$

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

- Aspectos sísmicos
 - Índice de sismicidad $l_o = 4$, para la ciudad de Guatemala
 - $S_{cr} = 1,50\text{g}$ $S_{1r} = 0,55$
 - Nivel de protección sísmica para $l_o = 4$, y categoría III, le corresponde D.
- Sismo para diseño estructural

Para un sistema de marcos tipo C de concreto reforzado, E1-C, corresponden para diseño sismo resistente: R: 3, Ω_r : 3, Cd: 3,0 ρ : no aplica por ser de protección nivel B.

- Periodo de vibración empírico T_a , de sección 2.1.4 Agies NSE 3-10 $T_a = K_T(h_n)^x$, período fundamental de vibración de la estructura, empírico y genérico, estimado, donde h_n , es la altura total del edificio desde la base, en m.

Por ser de sistema estructural E1, corresponde $K_T = 0,049$ y $x = 0,75$, entonces:

$$T_a = 0,049 (11,04)^{0,75} \approx 0,3,$$

$$T_a = 0,049 (11,04)^{0,75} \text{ aproximadamente} = 0,3$$

$$\text{Y como si } T = 0,30 \text{ } \circ \text{ } T_s = 0,97, \text{ luego } S_a(T) = S_{cd}$$

Y al determinar el nivel de diseño, para un sismo ordinario con la probabilidad del 10 % de ser excedido en 50 años, el factor de escala que le corresponde es:

$K_d = 0,66$, sección 4.3.4 de Agies NSE 2-10. Por lo tanto:

$$S_{cd} = K_d S_{cs} = 0,66 \times 1,485 = 0,981, \text{ y}$$

$$C_s = S_a(T)/R = S_{cd}/R \text{ y } R = 3 \text{ } C_s = 0,981/3 = 0,3267$$

$$V_s = C_s W_s = 0,3267 W_s$$

Pero, $C_s \geq 0,044 S_{cd}$ o $C_s \leq 0,5 S_{1r}/R$

$$0,044 S_{cd} = 0,044 \times 0,981 = 0,043 \text{ y } 0,5 S_{1r}/R = 0,5 \times 0,60/3 = 0,10$$

- Cálculo de corte basal

$$V_s = C_s W_s = 0,0430 W_s$$

$$V_s = C_s W_s = 0,3267 W_s$$

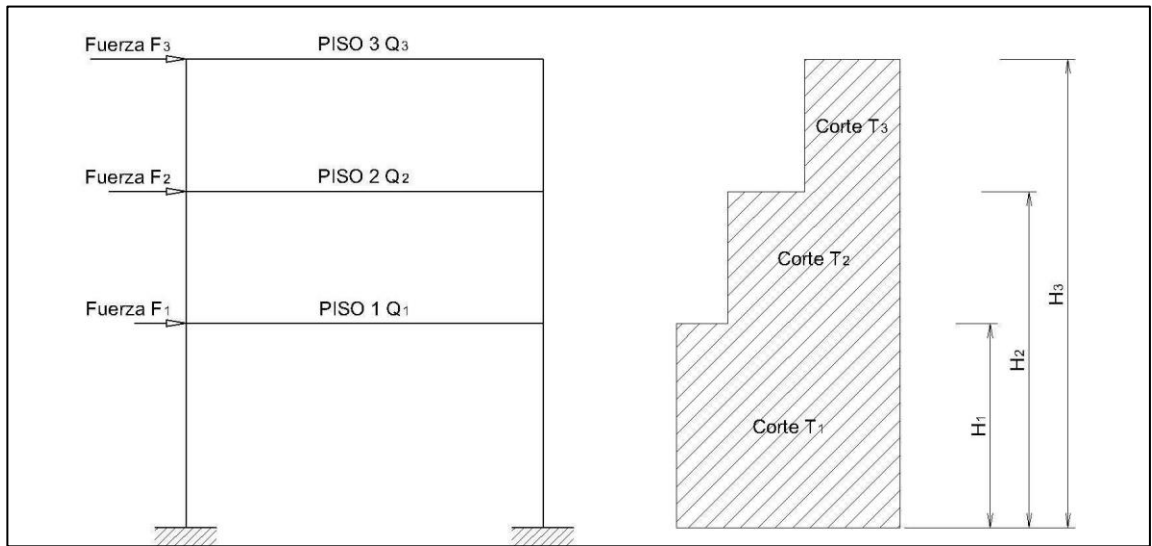
$$V_s = C_s W_s = 0,10 W_s$$

Se toma la igualdad que da un valor de 0,10, que cumple el rango no menor a 0,04 ni mayor a 0,10.

- Cálculo de peso de la estructura
 - Primer nivel:
 - Peso de las vigas = $(8,6 \times 9 \times 0,672) + (8,8 \times 2 \times 0,320) = 52,0$ Ton
 - De las columnas = $5,24 \times 12 \times 0,864 = 54,33$ Ton
 - De losa = $360 (4 \times 8,8 \times 8,8) = 111,5$ Ton
 - $W_{n1} = 217,9$ Ton
 - Segundo nivel
 - Peso de las vigas = 52 Ton
 - De las columnas = $3,40 \times 12 \times 0,864 = 35,3$ Ton
 - Losa = 111,5 Ton
 - $W_{n2} = 198,8$ Ton
 - Tercer nivel
 - Peso de las vigas = 52 Ton

- De las columnas = $3,40 \times 12 \times 0,864 = 35,3$ Ton
- Losa = 111,5 Ton
- $W_{n3} = 198,8$ Ton
- $W_{total} = 217,9 + 198,8 + 198,8 = 615,4$ Ton
- $V = 0,10 (615,4) = 61,54$ Ton

Figura 28. Distribución del corte sísmico en altura



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla VIII. Cálculo de fuerza horizontal por nivel

Nivel	h, m	W, ton	Wh	Fs, ton	Corte, ton
3	12,04	199	2 395,96	28,07	28,07
2	8,64	199	1 719,36	20,14	48,22
1	5,24	218	1 142,32	13,38	61,60
		616	5 257,64	61,60	

Fuente: elaboración propia.

Estas fuerzas horizontales se reparten en tres marcos en cada dirección.

Tabla IX. **Resumen de fuerzas horizontales por marco**

Ejes X e Y		
	Nivel	Fuerza horizontal
3 marcos en cada dirección	3	9,36
	2	6,71
	1	4,46

Fuente: elaboración propia.

- Incremento de corte por torsión

Además del corte por traslación, se debe calcular el corte por torsión. Este corte se origina por la variación entre el centro de masa (CM) y el centro de rigidez (CR). La distancia entre ambos centros se denomina excentricidad, (e), la cual multiplicada por el cortante sísmico que actúa en el nivel produce el momento torsional, que debe ser resistido por los elementos verticales, que forman el sistema resistente a las cargas sísmicas, juntamente con los cortantes directos debidos a estas cargas. La torsión no es más que un giro alrededor de un eje vertical, que coincide con el centro de rigidez. Siempre se busca eliminar la torsión de una estructura, por medio de un diseño simétrico con excentricidad cero o casi cero.

Además de las excentricidades reales hay que tomar en cuenta las accidentales. Las causas principales que generan las excentricidades accidentales incluyen la componente rotacional del movimiento del terreno alrededor de un eje vertical, las diferencias entre los valores asumidos de rigideces y masas, y el patrón asimétrico de las relaciones no lineales de fuerza deformación.

Debido a lo complejo de determinar los efectos dinámicos sobre la torsión, estudios realizados indican que se debe considerar un factor de magnificación dinámica que incremente la excentricidad calculada, multiplicándola por 1,5. Además, se debe considerar la excentricidad accidental debido a posibles errores en la determinación de la excentricidad a partir de los teóricos considerados. Dando como resultado una excentricidad de diseño igual a:

$$e_d = 1,5 e + \% b, \quad e_d = e + \% b$$

Donde b = es la dimensión del edificio medida paralelamente a la dirección considerada. El valor que indica A_g es del 5 %.

- Cálculo del centro de masa (Cm) y centro de rigidez (CR)

- Centro de masa: $X_{CM} = \frac{\sum Ax}{\sum A}$ y $Y_{CM} = \frac{\sum Ay}{\sum A}$,

Donde: X_{CM} y Y_{CM} son las posiciones de los centros de masa en X y Y, respectivamente, con relación al origen 0,0, y A: área de la sección transversal de cada componente estructural considerado.

Para este caso el centro de masa, CM, es el punto (9,5, 9,5), o sea $X_{CM} = 9,5$ y $Y_{CM} = 9,5$.

- Centro de rigidez: $X_{CR} = \frac{\sum kyx_i}{\sum ky}$ y $Y_{CR} = \frac{\sum kxy_i}{\sum kx}$,

Donde: X_{CR} y Y_{CR}

Son las ordenadas del centro de rigidez respecto al punto (0, 0) u origen. Y , k_y y k_x son las rigideces de los elementos verticales en sentido Y y X, respectivamente. X_i y Y_i son las posiciones del elemento vertical respecto a 0 en dirección X y Y respectivamente.

Para este caso el centro de rigidez es el punto (9,5, 9,5), $X = 9,5$ $Y = 9,5$

- Excentricidad: La excentricidad real o distancia entre centro de masa y centro de rigidez es: $e_x = 0,00$, $e_y = 0,00$.

Para excentricidad de diseño se usa la siguiente expresión:

- $e = 1,5 (e_{\text{real}}) + 5 \%(B)$
 - $e_x = 1,5 (0) + 5 \%(19) = 0,95 \text{ m}$
 - $e_y = 1,5 (0) + 5 \%(19) = 0,95 \text{ m}$
- Cálculo de los efectos de la torsión en la base

Tabla X. **Tabla de cálculo de fuerzas de torsión en la base**

Marcos	Km	Di	Kmdi	(Kmdi) ²	Ei	Fm'	Fm''	Fm
1 y A	1,00	8,25	8,25	68,06	20,85	20,53	2,81	23,34
2 y B	1,00	-0,95	-0,95	0,90	-181,04	20,53	-0,32	20,21
3 y C	1,00	-10,15	-10,15	103,02	-16,94	20,53	-3,45	17,08
	3,00			171,99				

Fuente: elaboración propia.

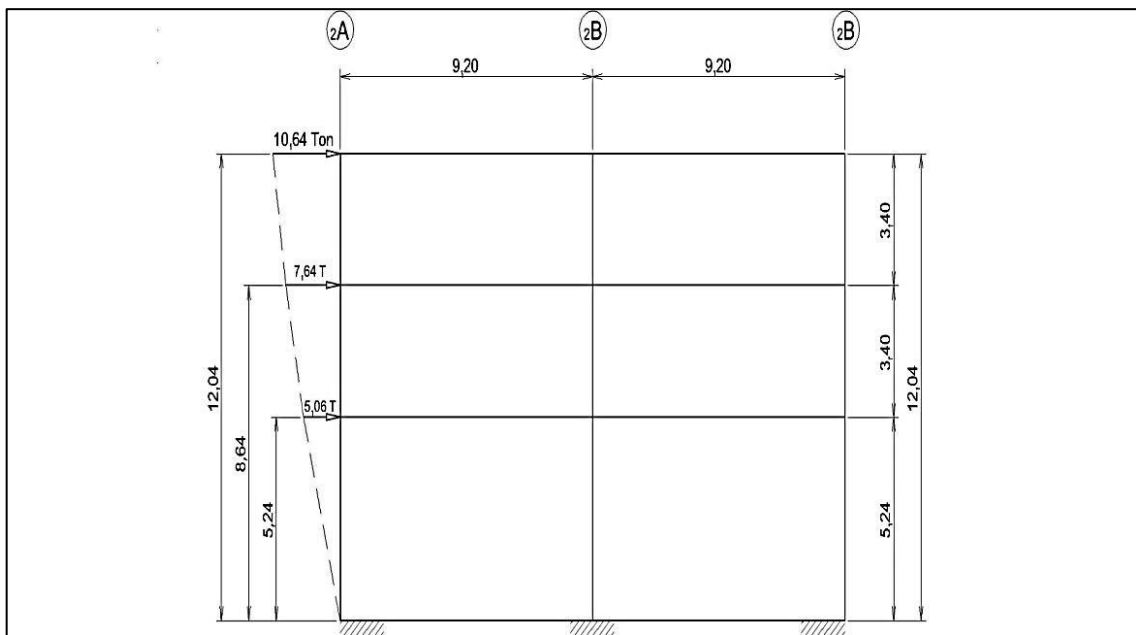
Tabla XI. **Resumen de fuerzas horizontales por marco**

Ejes X, y, Y	
Nivel	Fuerza horizontal
3	10,64
2	7,64
1	5,06

Fuente: elaboración propia.

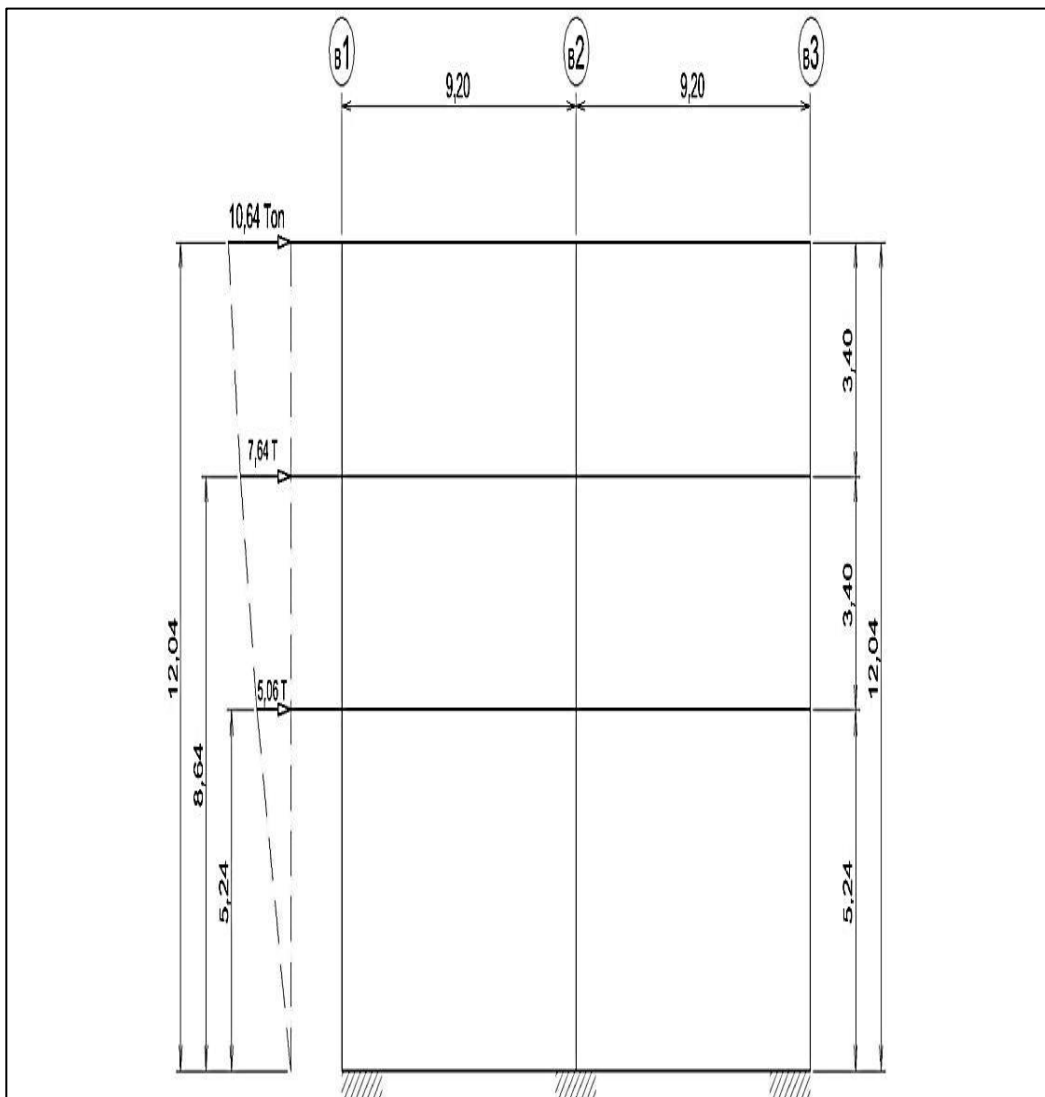
En las figuras 17 y 18 se muestra la distribución de las fuerzas sísmicas en altura de los marcos centrales de la estructura, en ambas direcciones ortogonales. Asimismo, en las figuras 19 a 24, se muestran los diagramas de momento para las diferentes cargas: muerta, M, viva, V, y sismo, S. Luego, para las combinaciones de carga se usan las ecuaciones del reglamento de la Agies, NSE. Las envolventes de momento se presentan en las figuras 25 y 26.

Figura 29. **Distribución de fuerza sísmica en altura marco 2 (X)**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 30. **Distribución de fuerza sísmica en altura marco B (Y)**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

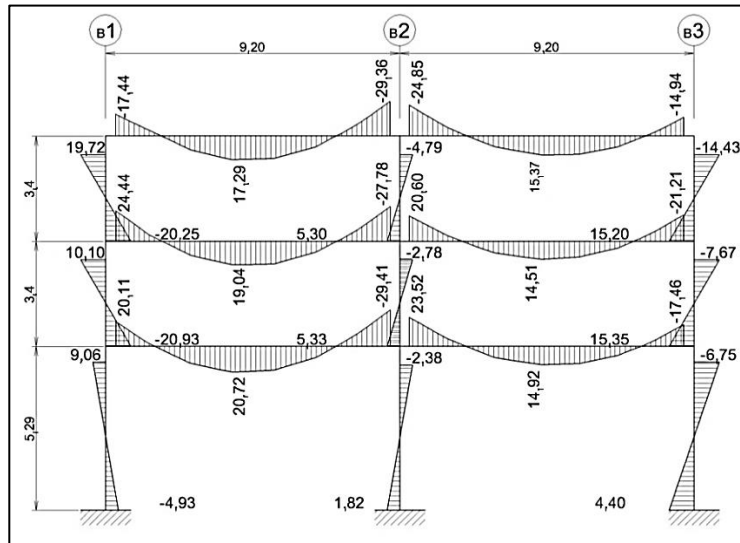
4.3.4.5. Análisis estructural con ETABS

Con la geometría establecida, secciones estimadas, materiales asignados y cargas determinadas, se procede al análisis estructural. Para ello se sigue el proceso básico para modelar, analizar y diseñar estructuras en el programa referido:

- Establecer unidades
- Abrir archivo
- Establecer líneas de referencia
- Definir niveles de pisos
- Definir propiedades de los miembros
- Dibujar objetos estructurales
- Asignar propiedades
- Definir casos de carga
- Asignar cargas
- Editar la geometría del modelo
- Ver el modelo
- Analizar el modelo
- Mostrar resultados de la comprobación
- Diseño del modelo
- Generar la salida
- Guardar el modelo

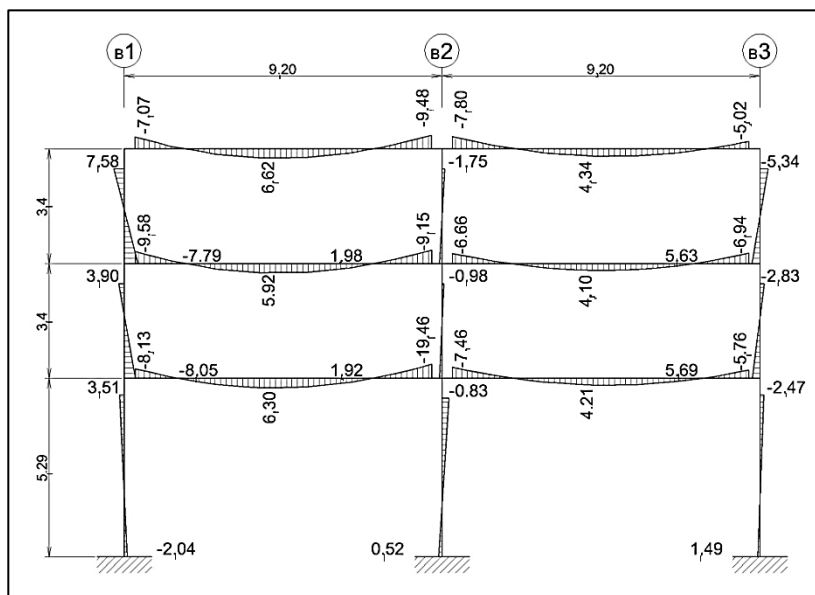
Se usan las cargas gravitacionales del inciso anterior, fuerzas de viento de ASCE 7-02 y de sismo por UBC 2003. Los resultados obtenidos son los que se usan en las secciones relativas al diseño (ver apéndices). También se usaron las cargas y ecuaciones de carga de las NSE de Agies.

Figura 31. Diagrama de momentos por carga M, marco B, Ton-m



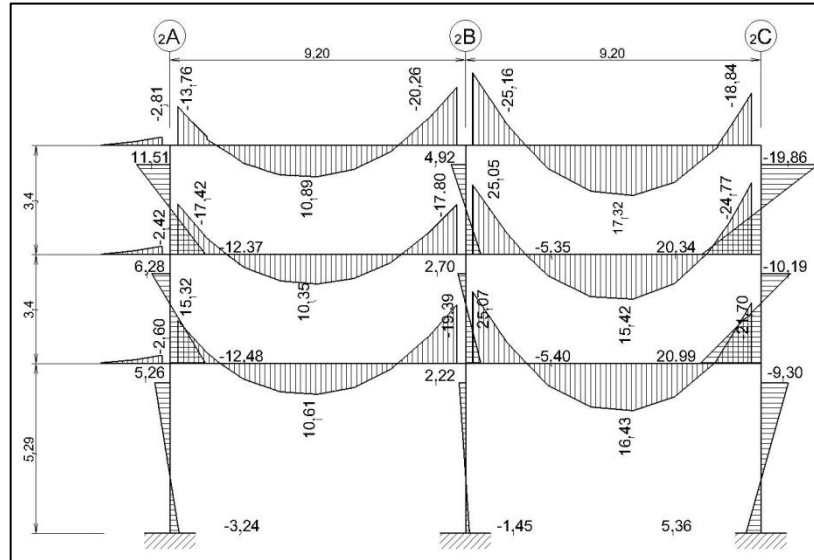
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 32. Diagrama de momentos por carga V, marco B, Ton-m



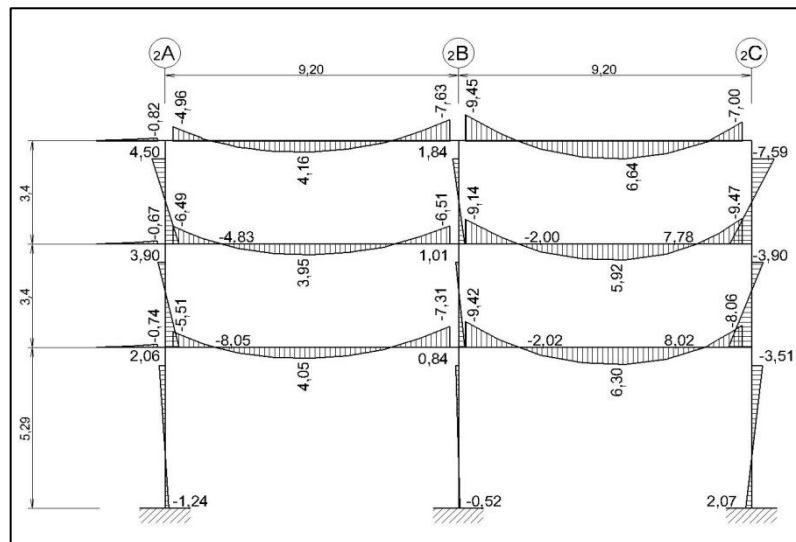
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 33. Diagrama de momentos por carga M, marco 2, Ton-m



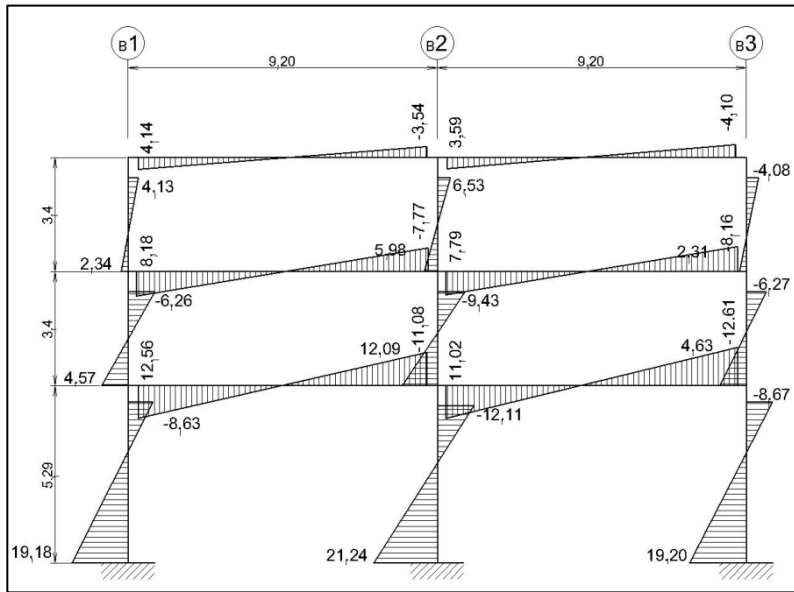
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 34. Diagrama de momentos por carga V, marco 2, Ton-m



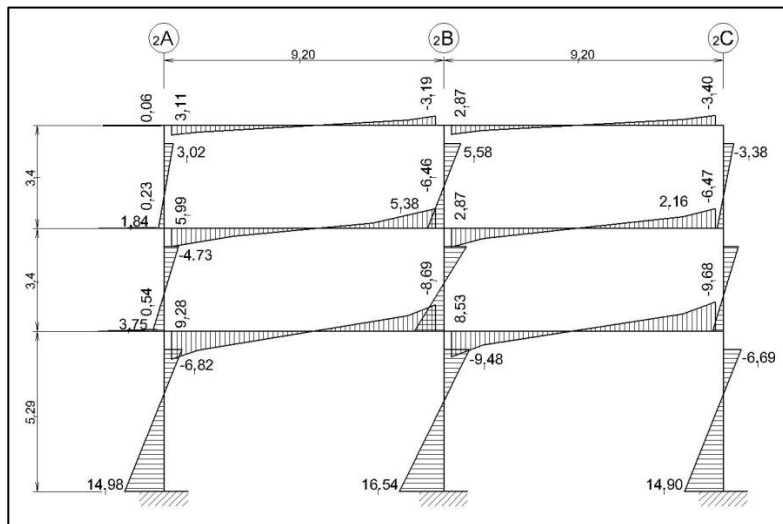
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 35. Diagrama de momentos por sismo (+), marco 2, Ton-m



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 36. Diagrama de momentos por sismo (-), marco B, Ton-m



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 37. **Combinaciones de carga**

Según reglamento de Agies, NSE

NORMAS DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA PARA LA REPÚBLICA DE GUATE	
NOMENCLATURA	
A_R	Cargas de arena
A_T	Área tributaria
C_e	Coefficiente de exposición por viento
C_g	Coefficiente de presión por viento para la estructura
d_i	Espesor de los estratos de suelo estudiados
F	Presión de fluidos
F_a	Coefficiente de sitio para periodos de vibración cortos
F_F	Componente de aplanado que controla abollamientos locales de la superficie de piso
FS_{dm}	Capacidad soporte permisible del suelo
F_v	Coefficiente de sitio para periodos de vibración largos
H	Presión de material a granel
H	Presiones de suelos
I	Coefficiente de importancia para cálculo de la presión de viento
I_o	Índice de sismicidad
I_p	Carga de Impacto
IP	Índice de Plasticidad
K_d	Factor de determinación de los niveles de diseño
K_v	Factor de reducción de carga viva
M	Carga muerta
N_a	Coefficiente por proximidad de las amenazas especiales para periodos de vibración cortos
N_p	Número ponderado de golpes de penetración estándar
N_v	Coefficiente por proximidad de las amenazas especiales para periodos de vibración largos
P	Presión de diseño por viento
P_e	Probabilidad de excedencia
PGA	Aceleración Máxima del Suelo
P_l	Cargas de Lluvia
P_v	Carga viva concentrada
Q_a	Máximo esfuerzo al que puede someterse el suelo bajo la acción de cargas de servicio
Q_d	Presión media que produce la deformación máxima aceptable del suelo
Q_r	Esfuerzo de ruptura por corte directo del suelo
q_s	Presión de remanso del viento a la altura estándar de 10 metros
R	Factor de reducción de respuesta sísmica
S_{1r}	Ordenada espectral de periodo 1 seg. del sismo extremo considerado en el basamento de roca en el sitio de interés
S_{1s}	Ordenada espectral ajustada del sismo extremo en el sitio de interés para estructuras con periodo de vibración de 1 seg.
S_{cr}	Ordenada espectral de periodo corto del sismo extremo considerado en el basamento de roca en el sitio de interés
S_{∞}	Ordenada espectral ajustada del sismo extremo en el sitio de interés

Continuación de la figura 37.

NORMAS DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA PARA LA REPÚBLICA DE GUATEMALA	
	para estructuras con periodo de vibración corto
S_h	Carga sísmica horizontal
S_u	Resistencia a corte del suelo no drenado
S_v	Carga sísmica vertical
T	Cargas por efectos de cambios de temperatura o Periodo de Vibración de la estructura según el contexto donde sea utilizado
T_s	Periodo expresado en segundos que separa los periodos cortos de los largos
V	Carga viva
V_{ps}	Valor promedio de onda de corte del suelo
V_t	Cargas vivas de techo
W	Cargas de viento
W_v	Carga viva uniformemente distribuida
X	Carga de explosión
X	Carga de explosión
β	Factor incertidumbre y falta de homogeneidad del suelo
Φ_{scc}	Factor de reducción de capacidad del cimiento en flexión

Luego, insiste la notación en el capítulo de combinaciones de carga:

M	Cargas muertas	NSE 2, capítulo 2
V	Cargas vivas	NSE 2, capítulo 3
V_t	Cargas vivas de techo	NSE 2, capítulo 3
S_h	Carga sísmica horizontal	NSE 2, capítulo 4
S_v	Carga sísmica vertical	NSE 2, capítulo 4
W	Cargas de viento	NSE 2, capítulo 5
P_L	Cargas de Lluvia	NSE 2, capítulo 6
A_R	Cargas de Arena Volcánica (tefra)	NSE 2, capítulo 6
F	Presión de fluidos	NSE 2, capítulo 6
H	Presión de material a granel	sección 8.4 – nota 1
H	Presiones de suelos	sección 8.4 – nota 2
T	Efectos de cambios de temperatura	sección 8.4 – nota 3
X	Carga de explosión	sección 8.4 – nota 4
I_p	Impacto	sección 8.4 – nota 5

Cargas de gravedad

1.4M.	(CR1)
1.3M + 1.6V + 0.5(V _t o bien P _L o bien A _R)	(CR2)
1.3M + V + 1.6(V _t o bien P _L o bien A _R)	(CR3)

Cargas de sismo

1.2M + V + S _v ± S _h	(CR4)
0.9M – S _v ± S _h	(CR5)

co

Para muros y columnas

1.0M – S _v ± S _h	(CR5a)
--	--------

Carga de viento

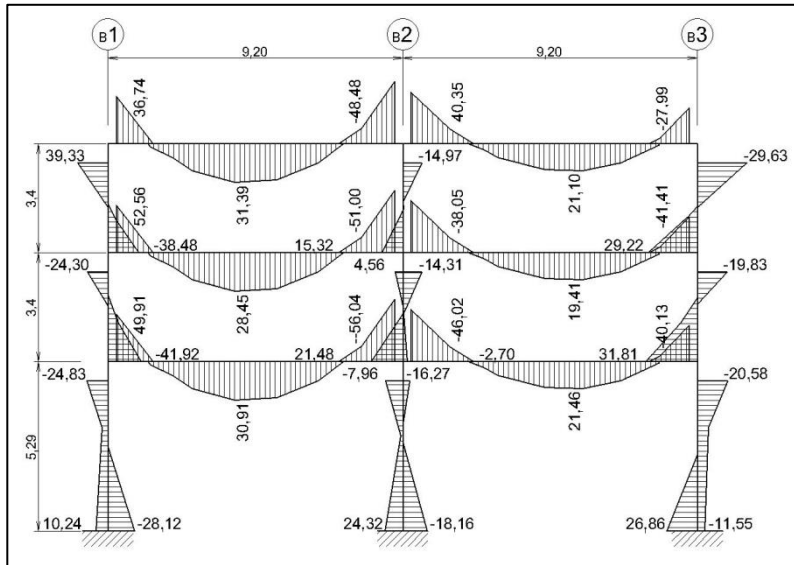
1.2 M + V ± 1.3 W + 0.5 P _L + 0.0 V _t	(CR6)
0.9 M ± 1.3 W	(CR7)
CR1 + 1.4F	(CR8)
CR2 + 1.2F + 1.6H	(CR9)
(CR4 o CR6) + F + 1.2H	(CR10)
(CR5 o CR7) + F + H	(CR11)

Fuente: Agies. NSE. Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala. p. 75.

Para las combinaciones de carga en donde influyen acciones accidentales, debe tomarse en cuenta la disminución de las cargas vivas máximas, calculadas a las cargas vivas instantáneas según reglamento. Probablemente 0,9 para entrepisos y 0,7 para techos.

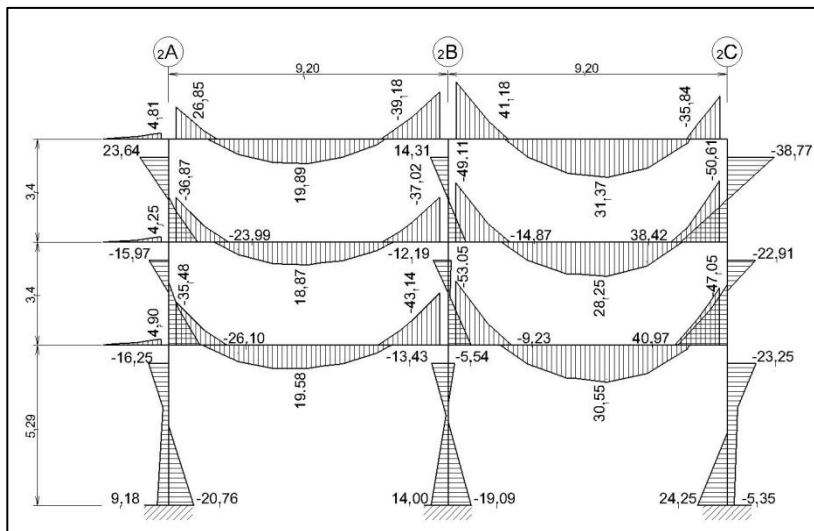
- Factor de ductilidad
 - Propiedades mecánicas:
 - Concreto:
 - ✓ Resistencia de columnas f'_c , 280 kg/cm²
 - ✓ Resistencia de vigas, f'_c , 280 kg/cm²
 - ✓ Módulo de elasticidad E_c , 221 360 kg/cm²
 - ✓ Módulo de cortante, G_c , 92 233,33 kg/cm²
 - ✓ Peso volumétrico, γ_c , 2 400 kg/m³
 - ✓ Relación de Poisson μ_c , 0,2
 - Acero:
 - ✓ Resistencia del acero, f_y , 4 200 kg/cm²
 - ✓ Módulo de elasticidad E_s , 2 100 000, kg/cm²
 - ✓ Relación de Poisson μ_s , 0,3
 - ✓ Las fuerzas se determinaron aplicando las NSE 2.

Figura 38. Diagrama envolvente de momentos T- m, marco 2



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 39. Diagrama envolvente de momentos, T- m, marco B



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

4.3.4.6. Datos de diseño del STUSC

A continuación se presentan los datos de diseño del STUSC.

Tabla XII. **Ecuaciones de factores de carga Agies NSE**

	$U = 1,3 M + 1.6 V + 0.5 Vt$	Ec. (CR2)
	$U = 1,2 M + V + Sv + Sh$	Ec. (CR4)
	$U = 0,9 M - Sv \pm Sh$	Ec. (CR5)
	$U = 1,0 M - Sv \pm Sh$	Ec. (CR5) a

Fuente: elaboración propia, resultados de análisis con Etabs.

Tabla XIII. **Columnas – cargas axiales de diseño, ton**

Marco transversal interior								
Columna exterior C2					Columna interior C5			
Piso	Ecuación				Ecuación			
	(CR2)	(CR4)	(CR5)	(CR5a)	(CR2)	(CR4)	(CR5)	
3	-59,07	-47,78	-27,64	-30,92	-147	-122,7	-71,4	
2	-120,5	-96,43	-55,69	-62,44	-287,7	-240,7	-140,6	
1	-182,2	-143,9	-82,4	-94,61	-434,4	-363,5	-212,5	
Marco transversal exterior								
Columna exterior C3					Columna interior C6			
Piso	Ecuación				Ecuación			
	(CR2)	(CR4)	(CR5)	(CR5a)	(CR2)	(CR4)	(CR5)	
3	-37,75	-30,27	-17,57	-19,69	-76,68	-64,16	-37,84	
2	-80,37	-63,43	-36,69	-41,27	-156,2	-130,9	-77,57	
1	-121,9	-94,27	-53,88	-60,86	-235,9	-197,7	-117,4	

Fuente: elaboración propia, resultados de análisis con Etabs.

Tabla XIV. **Columnas – momentos flectores, ton - M**

Marco transversal interior								
Columna exterior C2					Columna interior C5			
Piso	Ecuación				Ecuación			
	(CR2)	(CR4)	(CR5)	(CR5a)	(CR2)	(CR4)	(CR5)	
3	T	-3 129	2 034	933	1 099	782	-273	-549
	B	-3 369	-2 529	-1 342	-1 521	-906	59	378
2	T	1 448	351	-158	-81	-507	420	-1 040
	B	-3 391	-2 272	-1078	-1 259	-935	856	118
1	T	1 478	126	-393	-315	413	-1 256	-1 400
	B	-951	2 128	2 457	2 405	-307	2 964	3 066
Marco transversal exterior								
Columna exterior C3					Columna interior C6			
Piso	Ecuación				Ecuación			
	(CR2)	(CR4)	(CR5)	(CR5a)	(CR2)	(CR4)	(CR5)	
3	T	2 081	1 060	340	453	-1	-1 094	-1 092
	B	-2 199	-1 563	-802	-922	-3	886	885
2	T	927	-248	-568	-517	-1 091	-1 475	-1 471
	B	-2 253	-1 298	-520	-642	-7	1 878	18 72
1	T	989	-431	-773	-719	2	-1 850	-1 849
	B	-628	3 003	3 218	3 183	-31	3 861	3 869

Fuente: elaboración propia, resultados de análisis con Etabs.

Tabla XV. **Vigas – momentos flectores, ton – cm 1**

Marco transversal interior B3-B6									
Piso	Junta AB			Junta BA			Junta BC		
	Ecuación			Ecuación			Ecuación		
	(CR2)	(CR4)	(CR5)	(CR2)	(CR4)	(CR5)	(CR2)	(CR4)	(CR5)
3	3 160	2 006	894	4 578	4 361	2 744	5 411	3 945	2 036
2	4 168	2 294	828	3 907	4 382	3 001	5 117	3 121	1 317
1	3 509	1 136	97	4 348	5 214	3 678	5 373	2 859	964
Marco transversal exterior B89-B6									
Piso	Junta AB			Junta BA			Junta BC		
	Ecuación			Ecuación			Ecuación		
	(CR2)	(CR4)	(CR5)	(CR2)	(CR4)	(CR5)	(CR2)	(CR4)	(CR5)
3	3 160	2 006	894	4 578	4 361	2 744	5 411	3 945	2 036
2	4 168	2 294	828	3 907	4 382	3 001	5 117	3 121	1 317
1	3 509	1 136	97	4 348	5 214	3 678	5 373	2 859	964

Fuente: elaboración propia, resultados de análisis con Etabs.

Tabla XVI. Vigas – momentos flectores, ton – cm 2

Marco longitudinal interior											
Piso	Junta AB				Junta BA				Junta BC		
	Ecuación				Ecuación				Ecuación		
	(CR2)	(CR4)	(CR5)		(CR2)	(CR4)	(CR5)		(CR2)	(CR4)	(CR5)
3	3 160	2 006	894		4 578	4 361	2 744		5 411	3 945	2 036
2	4 168	2 294	828		3 907	4 382	3 001		5 117	3 121	1 317
1	3 509	1 136	97		4 348	5 214	3 678		5 373	2 859	964
Marco longitudinal exterior											
Piso	Junta AB				Junta BA				Junta BC		
	Ecuación				Ecuación				Ecuación		
	(CR2)	(CR4)	(CR5)		(CR2)	(CR4)	(CR5)		(CR2)	(CR4)	(CR5)
3	3 160	2 006	894		4 578	4 361	2 744		5 411	3 945	2 036
2	4 168	2 294	828		3 907	4 382	3 001		5 117	3 121	1 317
1	3 509	1 136	97		4 348	5 214	3 678		5 373	2 859	964

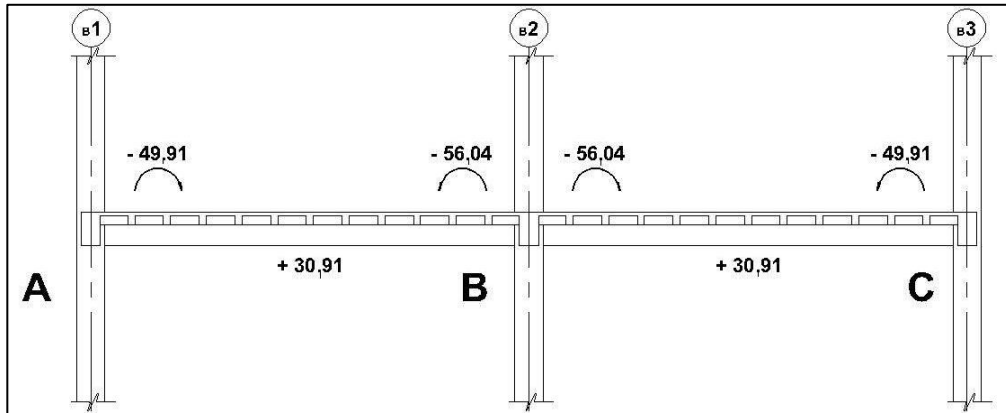
Fuente: elaboración propia, resultados de análisis con Etabs.

4.3.4.6.1. Diseño de miembros a flexión

- Declaración:

Se diseñan los refuerzos a flexión de la viga AB del primer piso, del marco de la figura 39. Los resultados del análisis (ver tabla XV) indican los valores máximos mostrados en la figura de abajo. La viga tiene dimensiones: $b = 40$ cm y $d = 63,75$ cm. Usando $f'c = 280$ kgf/cm², (0,28 ton/cm²), y $f_y = 4 200$ kgf/cm², (4,20 ton/cm²). $\rho_{\text{mínimo}} = 0,8\sqrt{f'c}/f_y = 0,0031$, pero no menor a $14/f_y = 0,0033$.

Figura 40. **Momentos de diseño para la viga interior**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Solución:

Las restricciones al porcentaje de refuerzo longitudinal son:

$$\rho_b = 0,02856, \quad \rho_{\text{máximo}} = 0,5 \rho_b = 0,01428, \quad \rho_{\text{mínimo}} = 0,0033$$

El refuerzo requerido por flexión es:

- Para refuerzo de momento negativo (en el apoyo exterior):

$$M_u = 4891 \text{ ton-cm}$$

$$k = M_u / \phi b d^2 f'_c = 0,1187$$

$$w = \frac{1 - \sqrt{1 - 2,36k}}{1,18}, \quad w = (1 - \sqrt{1 - 2,36k}) / 1,18 = 0,128, \quad \rho = w f'_c / f_y$$

$$\rho = 0,128 \times 0,28 / 4,2 = 0,00856$$

$$A_s = \rho b d. \quad A_s = 0,00856 \times 40 \times 53,78 = 21,90 \text{ cm}^2$$

Lo cual se cumple con 3 barras N° 8 + 2 N° 7 que aportan 23,04 cm².

- Otra forma de hacerlo es: primero asumiendo y luego verificando el valor de “a”.

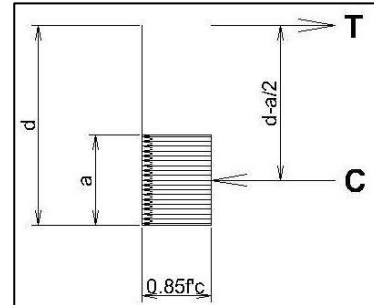
Tomando $a = 15 \text{ cm}$

$M_u = 4\,891 \text{ ton-cm}$

$$A_s (\text{Requerido}) = M_u / f_y (d - a/2)$$

$$= 4\,891 / 0,90(4,2)(56,25) = 23 \text{ cm}^2$$

Usar 3 N° 8 + 2 N° 7, $A_s = 23,04 \text{ cm}^2$



$$\rho = A_s / bd = 23,04 / (40)(63,75) = 0,009 > \rho_{\text{mínimo}} < \rho_{\text{máximo}}$$

Verificando el valor de “a”:

$$a = A_s f_y / 0,85 f_c b = 23,04 (4,2) / 0,85 (28)(40) = 10,16 \text{ cm} < 15, \text{ está bien.}$$

Capacidad por momento negativo de la viga con “a” presente,

$$M_u = \phi A_s f_y (d - a/2) = 0,90 (23,04) (4,2) (63,75 - 5,08) = 5\,109 \text{ ton - cm.}$$

- Determinar el refuerzo requerido por momentos flectores
 - El refuerzo de momento negativo en el apoyo interior usando la forma inicial se obtiene para: $M_u = 5\,604 \text{ ton-cm}$

$$k = 0,1360$$

$$w = 0,149$$

$$\rho = 0,00994$$

$$A_s = 25,42 \text{ cm}^2$$

$$4 \text{ N}^\circ 7 + 2 \text{ N}^\circ 8, A_s = 25,58 \text{ cm}^2$$

- Refuerzo de momento positivo en el apoyo

- La capacidad por momento positivo que se requiere en el apoyo debe ser al menos 50 % de la capacidad por momento negativo, $5604/2 = 2802 \text{ Ton cm} < \text{que } \mu_u (q A - B) = +3091 \text{ Ton - cm}$.
- El refuerzo de momento positivo en el centro se obtiene para:

$$\mu_u = 3091 \text{ ton-cm}$$

$$k = 0,0750 \quad w = 0,079 \quad \rho = 0,00524 \quad A_s = 13,41 \text{ cm}^2$$

$$3 \text{ N}^\circ 7 + 1 \text{ N}^\circ 5, A_s = 13,61 \text{ cm}^2$$

- Calcular la longitud de anclaje que requiere el refuerzo por flexión en la columna interior
 - La longitud deberá incluir un gancho normal de 90°
 - La longitud de anclaje en la región confinada de la unión viga-columna será al menos $2/3$ de la longitud de desarrollo requerida por la Sección correspondiente de ACI 318, 2014.

$$l_d = \left[\frac{f_y \psi_t \psi_e \lambda}{6,6 \sqrt{f'_c}} \right] d_b, \text{ mks}$$

$$l_d = (f_y / 6,6 \sqrt{f'_c}) d_b, \text{ pero no } < 30 \text{ cm, sistema mks, (kgf/cm}^2\text{)}.$$

Para barras N° 8

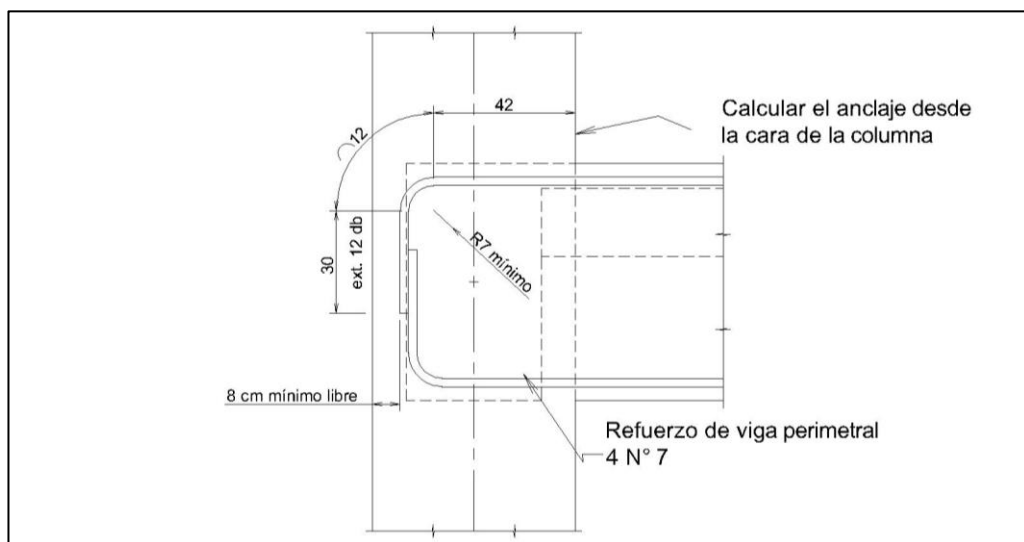
$$l_d = (4200 / 6,6 \sqrt{280}) \times d_b = 43 \times 2,5 = 108 \text{ cm (rige el diseño)} > 30 \text{ cm}$$

$$\text{La longitud de anclaje requerida} = 2/3 (108) = 72 \text{ cm}$$

El anclaje que se proporciona, medido desde la cara de la columna (ver figura 25), es:

Anclaje mínimo	42
Doblez	12
Extensión (12 db)	<u>30</u>
Total	84 cm > 72, bien.

Figura 41. **Anclaje del refuerzo**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Se pueden generar tablas de cálculo con diversos valores de momento flector a las que puedan estar sujetas las secciones estudiadas, como las siguientes.

Tabla XVII. As, para vigas de 40 x 60 y 40 x 70, f'c 280 y fy 4 200 kg/cm²

						F'c psi	F'c kgf/cm ²	Fy psi	Fy kgf/cm ²	r _{min}	r _{balanceado}	r _{max}	r _{max_sismo}
						4000	280	60 000	4200	0,0033	0,02856	0,02142	0,01428
d _{estribo}	Nº 3, 0,95 cm					Momentos flectores en Ton-cm							
d _{barra}	Nº 7, 2,22; Nº 8, 2,54; Nº 9, 2,86					Dimensiones en cm							
A _{rea} barras:	Nº 6, 2,84; Nº 7, 3,87; Nº 8, 5,10; Nº 9, 6,45 cm ²					r _{ec} - Mínimo = 4 cm							
						f'c = 4 Ksi = 0,28 T/cm ²						0,28	
						f _y = 60 Ksi = 4,2 T/cm ²						4,2	
						f = 0,90						k=Mu/fbd ² f _c	
						r _{max} =0,01428							
b	h	rec.	d _{estribo}	d _{barra}	d	Mu, Ton-cm	k	w	r=wf _y /fy	As=rbd, cm ²			
40	60	4	0,95	2,22	53,94	1 410	0,0481	0,050	0,00330	7,12	2 # 7	3,7	
						2 000	0,0682	0,071	0,00475	10,24		3,6	
						2 500	0,0852	0,090	0,00600	12,95		3,6	
						3 000	0,1023	0,109	0,00729	15,73		3,5	
						3 500	0,1193	0,129	0,00861	18,58		3,5	
						4 000	0,1364	0,150	0,00997	21,52		3,4	
						4 573	0,1559	0,174	0,01158	24,99		2#7 + 3#9	3,4
						5 488	0,1871	0,214	0,01428	30,81		3,3	
						6 000	0,2046	0,238	0,01587	34,23		3,2	
						6 500	0,2216	0,262	0,01748	37,71		3,2	
7 000	0,2387	0,287	0,01916	41,34	3,1								
7 638	0,2604	0,321	0,02142	46,23	3,1								
b	h	rec.	d _{estribo}	d _{barra}	d	Mu, Ton-cm	k	w	r=wf _y /fy	As=rbd, cm ²			
40	70	4	0,95	2,22	63,94	1 978	0,0480	0,049	0,00330	8,43	2 # 8	4,4	
						2 243	0,0544	0,056	0,00375	9,60		2 # 8	4,3
						2 674	0,0649	0,068	0,00451	11,52		2 # 8 + 1 # 5	4,3
						3 000	0,0728	0,076	0,00508	13,00		4,3	
						4 573	0,1110	0,119	0,00796	20,35		4 # 8	4,2
						3 091	0,0750	0,079	0,00524	13,41		4,3	
						6 000	0,1456	0,161	0,01072	27,43		4,1	
						7 000	0,1699	0,191	0,01277	32,65		4,0	
						7 712	0,1871	0,214	0,01428	36,52		3,9	
						9 000	0,2184	0,258	0,01717	43,91		3,8	
10 000	0,2427	0,293	0,01956	50,04	3,7								

$$A_{s,min} = \frac{0,8 \sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d \geq \frac{14}{f_y} b_w d$$

$$p_b = \frac{0,85 \beta_1 f'_c}{f_y} \left(\frac{6120}{6120 + f_y} \right)$$

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **As, para vigas de 35 x 50 y 35 x 60'c 280 y fy 4 200 kg/cm²**

						F'c psi	F'c kgf/cm ²	Fy psi	Fy kgf/cm ²	r _{min}	r _{balanceado}	r _{max.}	r _{max. sismo}
						4000	280	60000	4200	0,0033	0,02856	0,02142	0,01428
d _{estrib}	Nº 3, 0.95 cm; Nº 4, 1.27 cm					Momentos flectores en Ton-cm							
d _{barr}	Nº 5, 1.72; Nº 6, 1.91; Nº 7, 2.22; Nº 8, 2.54; Nº 9, 2.86					Dimensiones en cm							
A _{rea} barras	= Nº 2, 0.32; Nº 3, 0.71; Nº 4, 1.29; Nº 5, 2.00; Nº 6, 2.84; Nº 7, 3.87; Nº 8, 5.10; Nº 9, 6.45 cm ²					r _{ec.} Mínimo = 4 cm							
						f _c = 4 Ksi = 0.28 T/cm ²						0,28	
						f _y = 60 Ksi = 4,2 T/cm ²						4,2	
						f = 0.90						k=Mu/fbd ² f _c	
												r _{max} =0,18	
b	h	rec.	d _{estribo}	d _{barr}	d	Mu, Ton-cm	k	w	r=wf _c fy	As=rbd, cm ²			
35	50	4	0,95	2,22	43,94	818	0,0480	0,049	0,00330	5,07			
						900	0,0529	0,055	0,00364	5,60	2 # 6		5,68
						1 350	0,0793	0,083	0,00556	8,55			
						1 750	0,1028	0,110	0,00733	11,27			
						1 800	0,1057	0,113	0,00755	11,61			
						2 150	0,1263	0,137	0,00916	14,09			
						2 300	0,1351	0,148	0,00987	15,17			
						2 500	0,1468	0,162	0,01082	16,65			
						3 186	0,1871	0,214	0,01428	21,96	2#7 + 3#8		23,03
						4 434	0,2604	0,321	0,02142	32,94			
b	h	rec.	d _{estribo}	d _{barr}	d	Mu, Ton-cm	k	w	r=wf _c fy	As=rbd, cm ²			
35	60	4	0,95	2,22	53,94	1 234	0,0481	0,050	0,00330	6,23	2 # 7		7,74
						2 000	0,0779	0,082	0,00546	10,31			
						2 400	0,0935	0,099	0,00662	12,50			
						2 800	0,1091	0,117	0,00781	14,75			
						3 000	0,1169	0,126	0,00842	15,90			
						3 800	0,1481	0,164	0,01093	20,63			
						4 573	0,1782	0,202	0,01349	25,47	5#8		25,48
						4 802	0,1871	0,214	0,01428	26,96	2#7 + 3#9		27,09
						6 000	0,2338	0,280	0,01867	35,25			
						6 682	0,2604	0,321	0,02142	40,44			

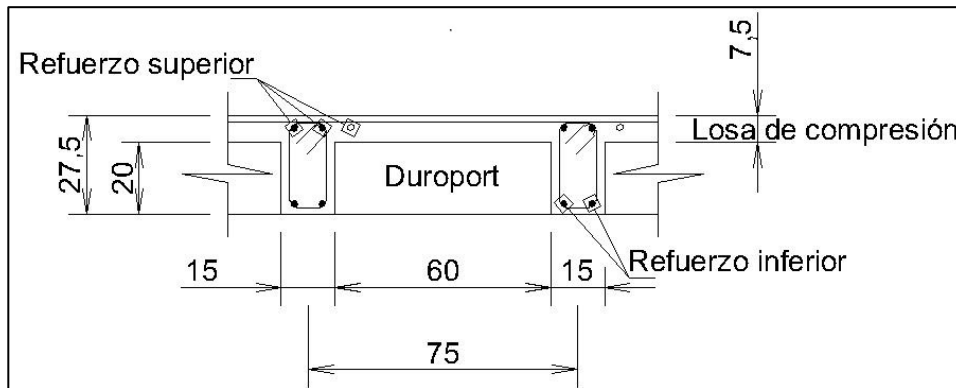
Fuente: elaboración propia.

4.3.4.7. Diseño de losas

Se plantean losas reticulares, aligeradas con bloques de duroport. El espesor mínimo de losa se estableció con el criterio de no verificar deflexiones, así: $l_n = 920 - 40 = 880$ cm. Espesor mínimo h, de ACI 318-05 tabla 9,5 (c) = $l_n/33 = 26,7$ cm, que es menor que el estimado originalmente en 27,5 cm de espesor total. Las nervaduras son de 15 x 27,5 cm espaciadas 75 cm, entre ejes. Usar bloques de duroport como relleno permitirá tener una superficie inferior plana. En una losa plana (apoyada solo y directamente en las columnas)

tocaría comprobar la capacidad de corte de esta en la columna interior, pero cuando se usan vigas como en este caso, no es necesario.

Figura 42. Sección de losa



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

En la sección de apéndices al final, se puede ver el sistema de tableros de piso del edificio. Ahora se diseña y detalla la franja interior del sistema de losa, para cargas gravitacionales, conforme al código ACI 318-05. La carga muerta total en pisos es: 340 kg/m^2 de peso propio + 130 kg/m^2 de acabados + 175 kg/m^2 de tabiques = 645 kg/m^2 . Y en el techo de 590 kg/m^2 . Las cargas de diseño son: $q_{u \text{ techo}} = 1,2 \text{ CM} + 1,6 \text{ CV} = 1,2 \times 590 + 1,6 \times 200 = 708 + 320 = 1\ 028 \text{ kg/m}^2$, $q_{u \text{ pisos}} = 1,2 \times 645 + 1,6 \times 300 = 774 + 480 = 1\ 254 \text{ kg/m}^2$.

El reglamento de construcciones de concreto reforzado ACI 318 05, en sus consideraciones sobre los métodos de análisis y diseño en general, refiere que todos los miembros de las estructuras de marcos o continuas, deben diseñarse para los efectos máximos de cargas factoradas, determinados por medio de la teoría de análisis elástico, admitiendo cierta redistribución de momentos.

Pero también permite emplear métodos aproximados para construcciones con distancias entre apoyos, alturas y tipos comunes. Para losas en dos direcciones cuenta con el método de diseño directo, que permite para sistemas que cumplan limitaciones como: mínimo tres vanos en cada dirección; losas rectangulares con relación de luces de mayor a menor, no mayor que 2; las luces continuas no deben diferir de la mayor en más de un tercio; columnas desalineadas no más del 10 % de la luz; solo cargas gravitacionales uniformemente distribuidas, y la carga viva no debe exceder 2 veces la carga muerta; y para el caso de losas con vigas, controla las relaciones de rigideces entre vigas y losas, sin permitir la redistribución de momentos.

Inicialmente se recurrió al método directo de diseño, pues aun cuando en este caso no se cumplen todos los requisitos que el método solicita, se obtienen buenos resultados preliminares, para efectos de comparación, con los resultados finales del programa.

El momento isostático del panel de pisos es:

$$M_o = \frac{q_u l_2 l_n^2}{8} = 1\,254 \times 8,80 \times 8,80^2 / 8\,000 = 106,8 \text{ Ton} - \text{m.}$$

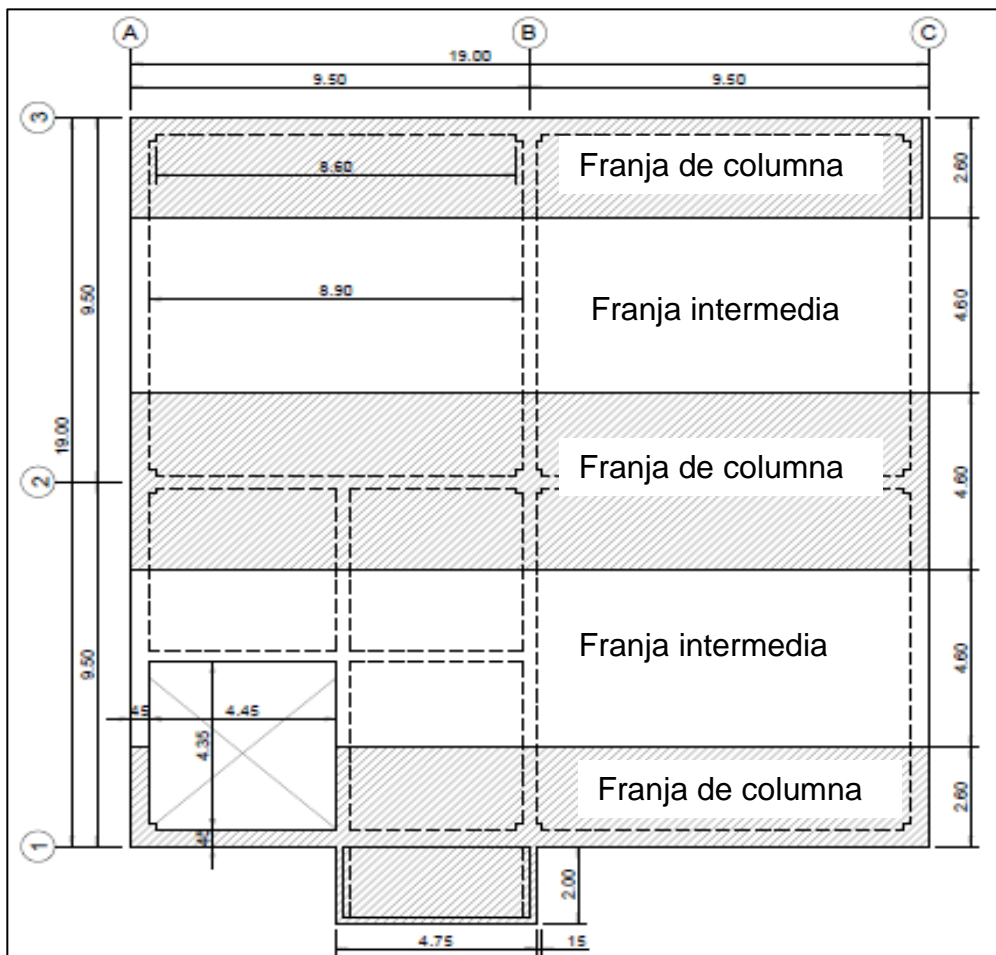
La división en momento positivo, negativo, y la proporción que les corresponde a las franjas de columna e intermedia, concierne a la aplicación de los coeficientes del método.

El caso finalmente se analizó por computadora y los valores aquí encontrados sólo sirven para revisar los resultados del programa.

En las tablas VI y VII, a continuación, se observan los momentos flectores de las franjas de columna e intermedia, y sus correspondientes refuerzos,

obtenidos con el método directo, Ver en la figura 28 la identificación de las franjas referidas, en la dirección X.

Figura 43. **Franjas en losas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XIX. Momentos flectores en losas

Momentos en losa (Ton-m)	Tramos finales			Tramo interior (no aplica)
	Exterior negativo	Positivo	Interior negativo	Positivo
Momento total	26,31	52,62	70,84	35,42
Franja/columna	26,31	31,57	53,13	21,25
Franja/media	0,00	21,05	17,71	14,17

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. Refuerzo de losas

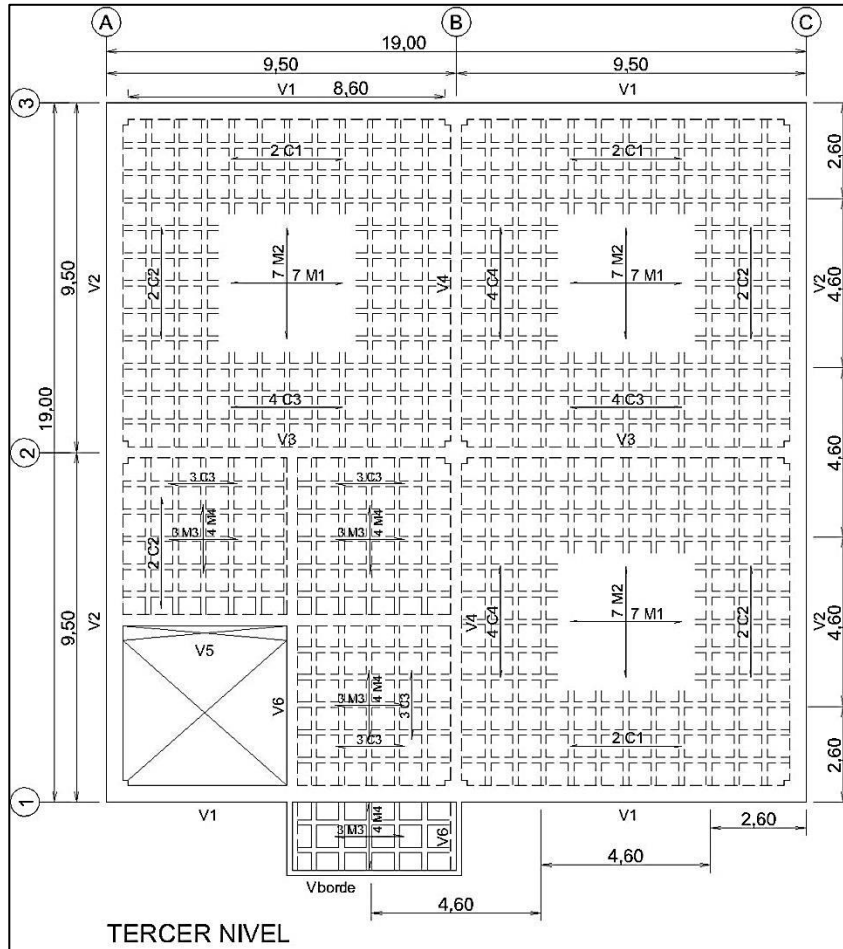
Localización tramo		Mu (kg-m)	b* cm	d** cm	As† cm ²	As _{min} ‡ cm ²	Refuerzo
Tramo final							
Franja de columna	Exterior -	26,31	460	24,25	34,12	22,77	18 No. 5
	Positivo	31,57	460	24,25	40,67	22,77	21 No. 5
	Interior -	53,13	460	24,25	69,57	22,77	35 No. 5
Franja intermedia	Exterior -	0	460	24,25	-	22,77	12 No. 5
	Positivo	21,05	460	24,25	27,58	22,77	14 No. 5
	Interior -	17,71	460	24,25	22,29	22,77	12 No. 5
Tramo intermedio (no aplica)							
Franja de columna	Positivo	21,45	460	24,25	27,73	22,77	14 No. 5
Franja intermedia	Positivo	14,22	460	24,25	18,39	22,77	12 No. 5

*Ancho de franja de columna, b = 920 / 2 = 460 cm
 * Ancho de franja intermedia b = 920 - 460 = 460 cm
 ** Utilice d promedio = 27,5 - 3,25 = 24,25 cm
 †As = Mu/2,4 d. Mu en Ton - cm y d en cm
 ‡As_{min} = 0,0018bh = 0,0495b (cm²). Max. s = 2 h = 45 cm ó 45 cm (sec. 13.3.2).
 + Espaciamiento máximo: 460/45 = 10,2 espacios, es decir 11 barras

Fuente: elaboración propia.

Diseño por corte: la resistencia a corte de la losa en el borde de la viga, para la fuerza de corte ponderada $V_o = q_u l_2 l_n = 1\ 254 \times 8,80 \times 8,80 / 1\ 000 = 89,2$ Ton, $v_u = 89,2/27,5/(15*11*4) = 4,91$ kg/cm², el esfuerzo de corte resistente ϕv_c . $\phi v_c = \phi 0,53 \lambda \sqrt{f'c} = 8,87$ Kg/cm² > $v_u = 4,91$ kg/cm². El peralte de 27,5 cm, es correcto.

Figura 44. Losa nervurada

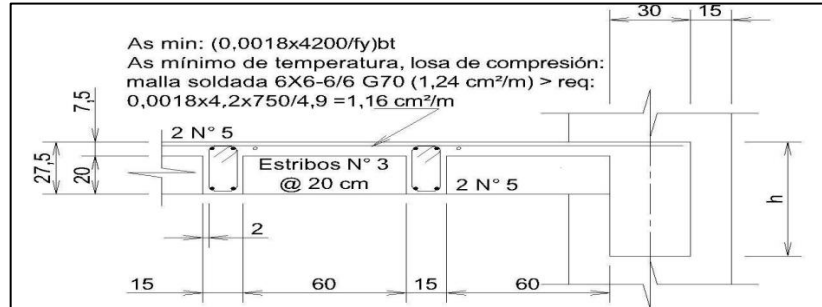


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Detalles de refuerzo

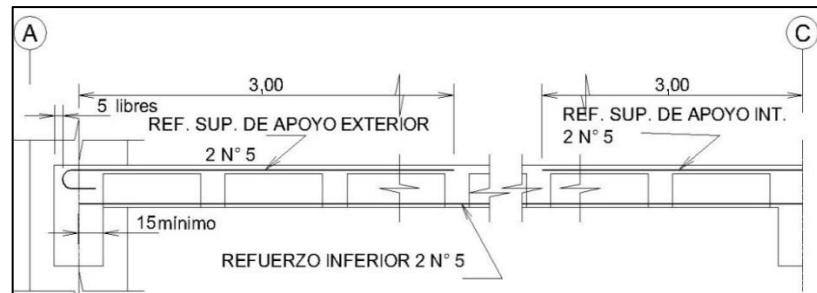
Los detalles de refuerzo de losas se muestran en las figuras 30, 31 y 32, a continuación, y la información completa en el plano S3, en la sección de apéndices. Ver allí también los detalles correspondientes al refuerzo para las franjas intermedia y de columna. Las longitudes de las barras se basaron en la figura 13.3.8 de ACI 318-05.

Figura 45. Sección típica de losas



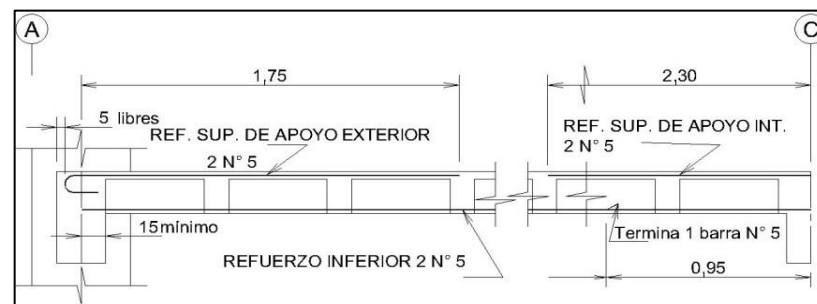
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 46. Nervadura de franja de columna típica



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 47. Nervadura de franja intermedia típica



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

El programa de computadoras SAFE puede usarse para resolver el diseño de diferentes sistemas de losa. Envuelve un amplio rango de sistemas en dos direcciones y se puede usar incluso para trazos complejos de losas. El resumen de los resultados del programa para la losa en cuestión se incluye en el apéndice. Para la distribución de momentos flectores a las franjas y dentro de ellas el programa utiliza el método del marco equivalente.

4.3.4.8. Diseño de vigas

En dimensionamiento preliminar, la altura (h), se determinó con el criterio de no revisar deflexiones. De ACI 318-05 tabla 9,5 (a), $h_{viga} \geq l/18,5$. Como $l = 9,20$ m, se asigna $h = 70$ cm $> 50 = 920/18,5$, holgada para optimizar refuerzo y presentación. El ancho se estimó así: $b_{viga} \geq l/37$, o $b_{viga} \geq 0,5h$, y se asignó $b_{viga} = 40$ cm. La combinación de cargas correspondiente de diseño es $U = 1,2 D + 1,6 L$. Y los momentos flectores son: $Mu_{-losa} = 4\ 420$ Kg-m/m, $Mu_{+losa} = 2761$ Kg-m/m, y $Mu_{-vigas} = 65$ Ton-m.

Se determinó el refuerzo requerido y como se esperaba los resultados confirman que las secciones propuestas, 40 cm x 70 cm, con forma de T o de L la losa, son correctas y se obtendrán porcentajes de refuerzo moderados.

En el plano S4 de la sección de apéndices se muestra las plantas de pisos del edificio de concreto reforzado. Como ya se indicó, la estructura de piso consiste de losa nervurada en dos direcciones apoyada en vigas en sus cuatro lados. En este apartado las vigas se diseñan y detallan para los efectos combinados de las cargas de gravedad y laterales.

- Diseño por flexión:
 - Refuerzo requerido

Los momentos flectores de las vigas se resumen en la tabla siguiente:

Tabla XXI. **Resumen de momentos flectores en vigas**

Tipo de carga		Localización	Tramo extremo (Ton - cm)	Tramo interior (Ton - cm)
Muerta (CM)		Negativo exterior	682	No aplica
		Positivo	2 444	
		Negativo interior	3 069	
Viva (CV)		Negativo exterior	317	
		Positivo	1 137	
		Negativo interior	1 428	
Sismo (W)		Negativo exterior	622	
		Positivo	304	
		Negativo interior	592	
No.	Combinación de carga			No aplica
1	1,2CM + 1,6CV (9-2)	Negativo exterior	1 394	
		Positivo	4 996	
		Negativo interior	6 274	
2	1,2CM + 0,5CV+1,6W (9-4)	Negativo exterior	1 758	
		Positivo	4 373	
		Negativo interior	5 703	
3	0,92CM + 1,6CV (9-6)	Negativo exterior	931	
		Positivo	3 336	
		Negativo interior	4 190	

Fuente: elaboración propia.

El refuerzo necesario se resume en la tabla IV. Tablas 3-2 y 3-3 se utilizan para asegurar que el número de barras escogido cumple los requisitos del código para recubrimiento y espaciamiento.

Tabla XXII. Resumen de refuerzo

Localización		Mu (Ton - cm)	As (cm ²)	Refuerzo
Tramo final	Negativo exterior	1 758	9,58	2 No 8
	Positivo	4 996	27,24	6 No 8
	Negativo interior	6 274	34,21	7 No 8
Tramo interior	Positivo	N A	N A	
*As = Mu/3.6d, para Mu en ton-cm y d en cm				

Fuente: elaboración propia.

- Ejemplo:

Usando recubrimiento mínimo de concreto al estribo para vigas igual a 4 cm, diámetro del estribo 0,95 cm y diámetro de la barra 2,54 cm.

Ancho y alto de viga de 30 x 60 cm, y:

Mu = 1 758 ton-cm $f'c = 0,28 \text{ ton/cm}^2$, $f_y = 4,2 \text{ ton/cm}^2$, $b = 30$ y $d = 53,78 \text{ cm}$

$$k = Mu/\phi b d^2 f'c = 0.0804$$

$$w = \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36k}}{1.18}$$

$$w = (1 - \sqrt{1 - 2.36k})/1,18 = 0,085$$

$$\rho = w f'c/f_y$$

$$\rho = 0,085 \times 0,28/4,2 = 0,00564$$

$$As = \rho b d$$

$$As = 0,00564 \times 30 \times 53,78 = 9,10 \text{ cm}^2$$

Lo cual se cumple con 2 barras N° 8, que aportan 10,20 cm²

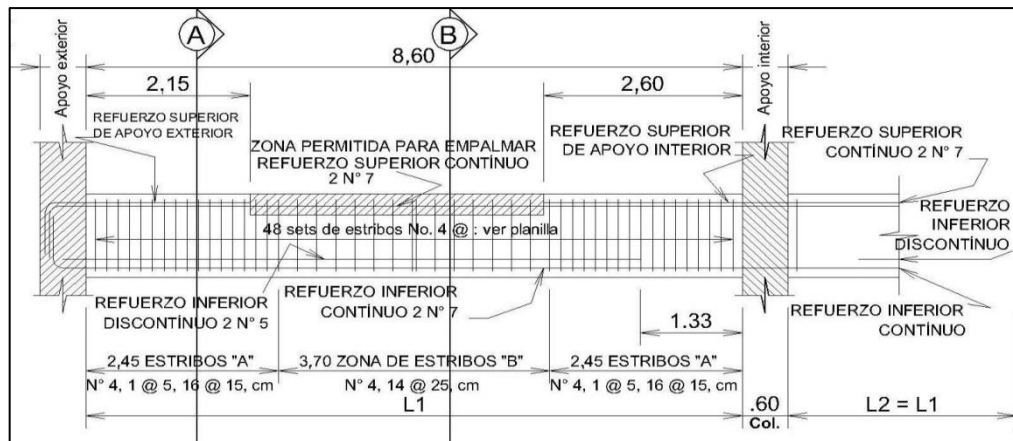
Para este momento flector y otros que estén en el rango de refuerzo mínimo a máximo, As se puede obtener de forma sencilla con la fórmula *As = Mu/3,6d, para Mu en ton-cm y d en cm, que se muestra en la última fila de la Tabla IV, donde se usó. Debe revisarse esta fórmula. Si llamamos f la constante que afecta a d, $f = Mu/Asd$. Resulta que para el ejemplo desarrollado $f = 1\ 758/9,10 \times 53,78 = 3,59$ que se aproxima al valor 3,6 de la fórmula. La fórmula funciona arrojando valores aproximados, prácticos.

- Detalles del refuerzo

La figura 10 muestra los detalles del refuerzo de la viga. Las longitudes de las barras se calcularon de ACI 8-3. Según ACI secciones 12.10 a 12.12, se proporcionan 2 barras N° 5 en la parte central del tramo para tomar en cuenta cualquier variación en las longitudes necesarias de las barras, debido a los efectos de las cargas laterales sismo o viento. En beneficio de la economía en general, se puede renunciar a las barras N° 5 y determinar la longitud verdaderamente necesaria de las barras, de acuerdo con las secciones anteriores del ACI.

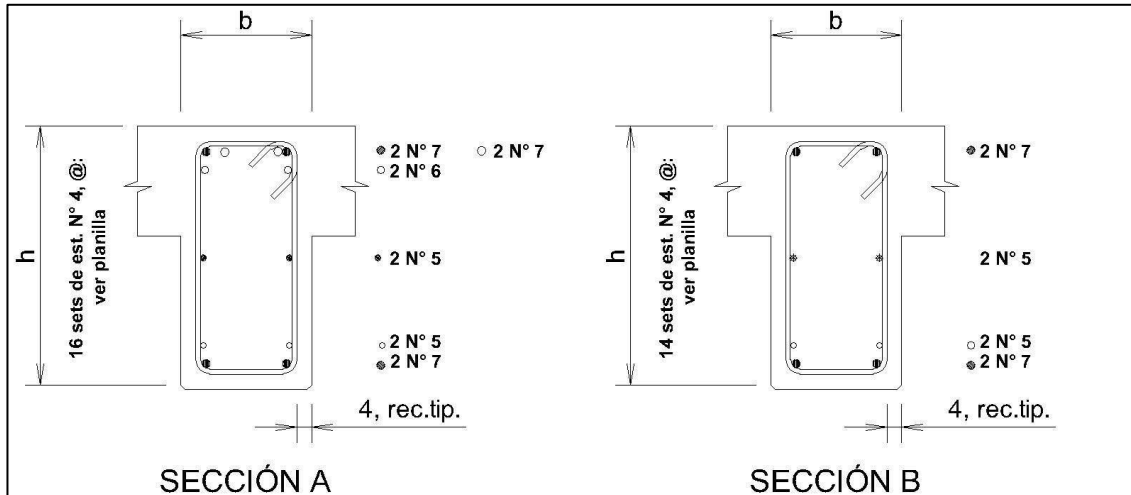
Dado que las vigas son parte del sistema principal de resistencia a carga lateral, ACI sección 12.11.2 requiere que al menos una cuarta parte del refuerzo por momento positivo se extienda hasta el apoyo y se ancle, para desarrollar F_y en tensión, en la cara del apoyo.

Figura 48. Detalle longitudinal típico de vigas



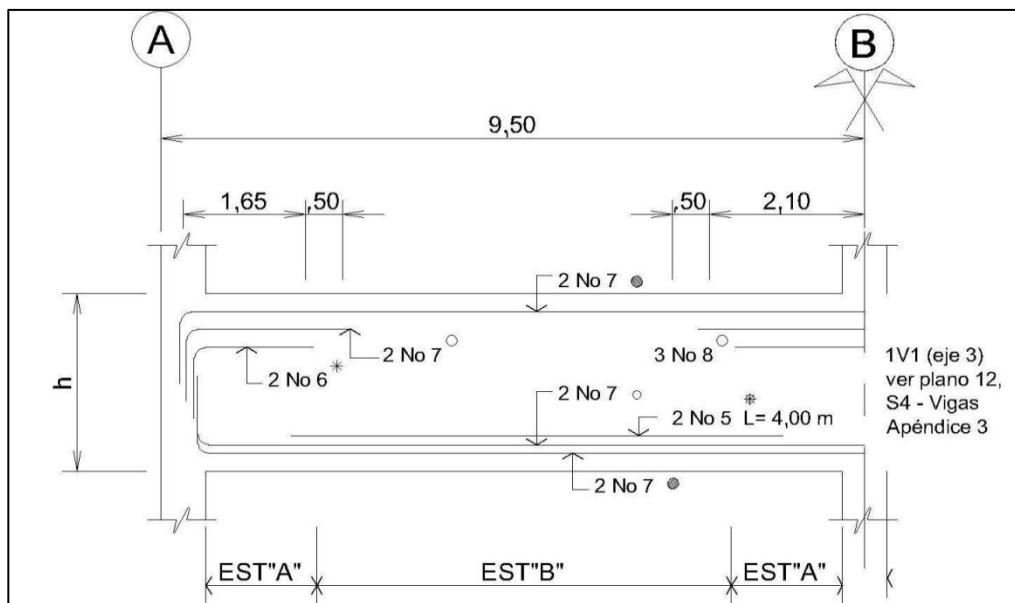
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 49. Sección transversal típica de vigas



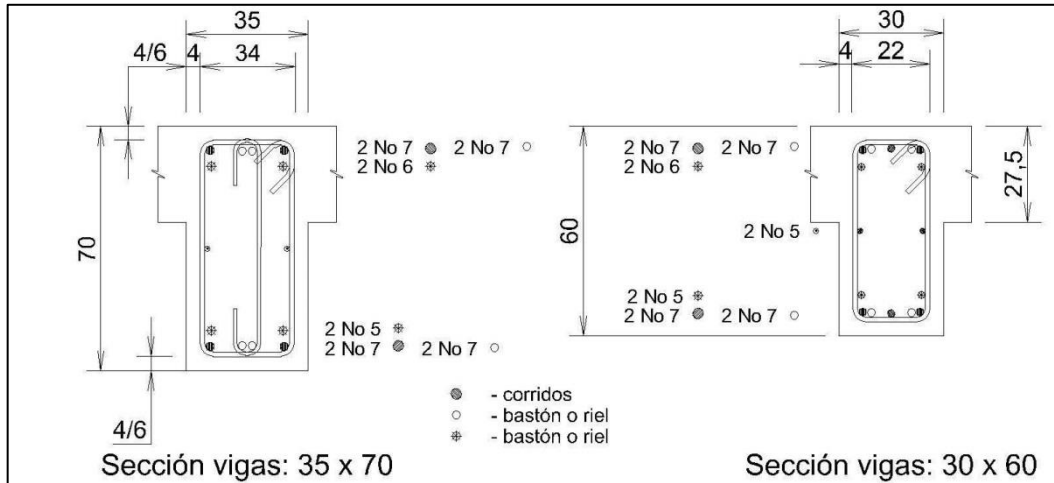
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 50. Ejemplo del refuerzo longitudinal de vigas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 51. Ejemplos de refuerzo en secciones transversales de vigas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XXIII. Planilla de estribos

TIPO	ESTRIBOS
A	# 4, 1 a 5, 11 a 12 cm
B	# 4, 33 a 18

Fuente: elaboración propia.

4.3.4.9. Diseño de columnas

- Efectos de esbeltez

En el análisis preliminar se interpretó como una columna que forma parte de un marco contra venteado contra desplazamiento lateral, en el que se pueden desatender los efectos de esbeltez cuando la longitud no soportada es menor o igual a $12h$, donde h es la menor dimensión de la columna (ACI 318-05 Sección 10.12.2). Doce veces la menor dimensión estimada de la columna, es

mayor que la mayor longitud entre apoyos, para este caso, la altura del primer piso. Por lo tanto, se omiten los efectos de esbeltez pues: $12h = 12 \times 60 = 7,20$ m $> 5,20$ m. Y significa que para diseñarlas no es necesario magnificar sus momentos flectores.

- Refuerzo longitudinal

Para ilustrar aspectos que pueden presentarse en el diseño de columnas se va a utilizar el área de refuerzo y diámetro de barra que se indica. Para una columna de 60 x 60 cm, del primer nivel:

$$A_s = 0,02 \times 60 \times 60 = 72 \text{ cm}^2.$$

Probar 8 barras núm. 11 ($A_s = 80,5 \text{ cm}^2$).

Comprobar la ecuación (10-2) de ACI 318-05

$$\Phi P_n (\text{max}) = 0,80\phi [0,85f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}] = 1,386 \text{ ton} > 1,268 \text{ ton. Bien.}$$

En 60 cm de cara en la columna, se pueden acondicionar con juntas traslapadas normalmente, 3 barras núm. 11 con estribos núm. 4.

- Estribos necesarios y espaciamiento

De conformidad con la Sección 7.10.5.1 de ACI 318-05, cuando se usan barras longitudinales núm. 11, se necesitan estribos núm. 4. También de 7.10.5.2., el espaciamiento de estribos no excederá al menor de 16 veces el diámetro de la barra longitudinal = $16 \times 3,58 = 57,3$ cm (gobierna).

$$48 \text{ veces el diámetro del estribo} = 48 \times 1,27 = 61 \text{ cm}$$

Menor dimensión de la columna = 60 cm.

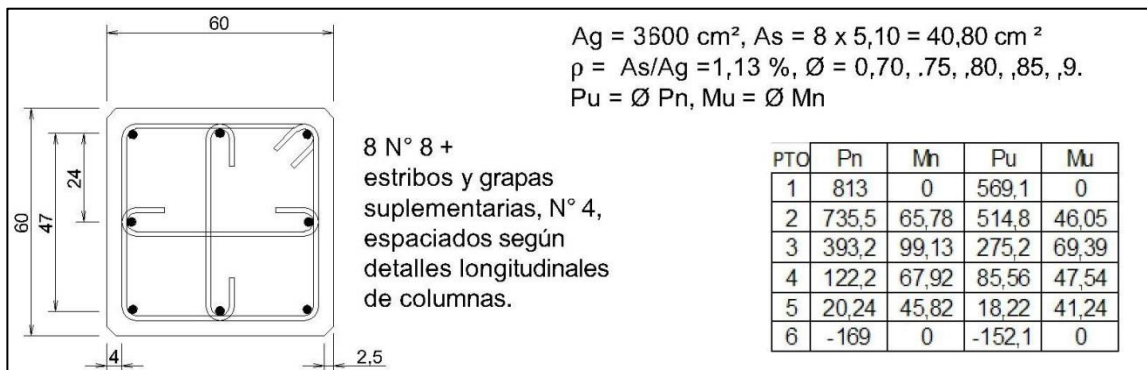
- Espacio libre entre barras longitudinales

Espacio libre = $(60 - 2(4 + 1,27 + 3,58/2)) / 2 = 22,94$ cm. Como el espacio libre entre barras longitudinales es mayor que 15 cm, se requieren estribos adicionales (ACI 318-05 Sección. 7.10.5.3). Abajo se muestran los detalles del refuerzo. (Ver ACI 318-05 Sección 7.8 para detalles de refuerzo para columnas adicionales).

- Diagrama de interacción

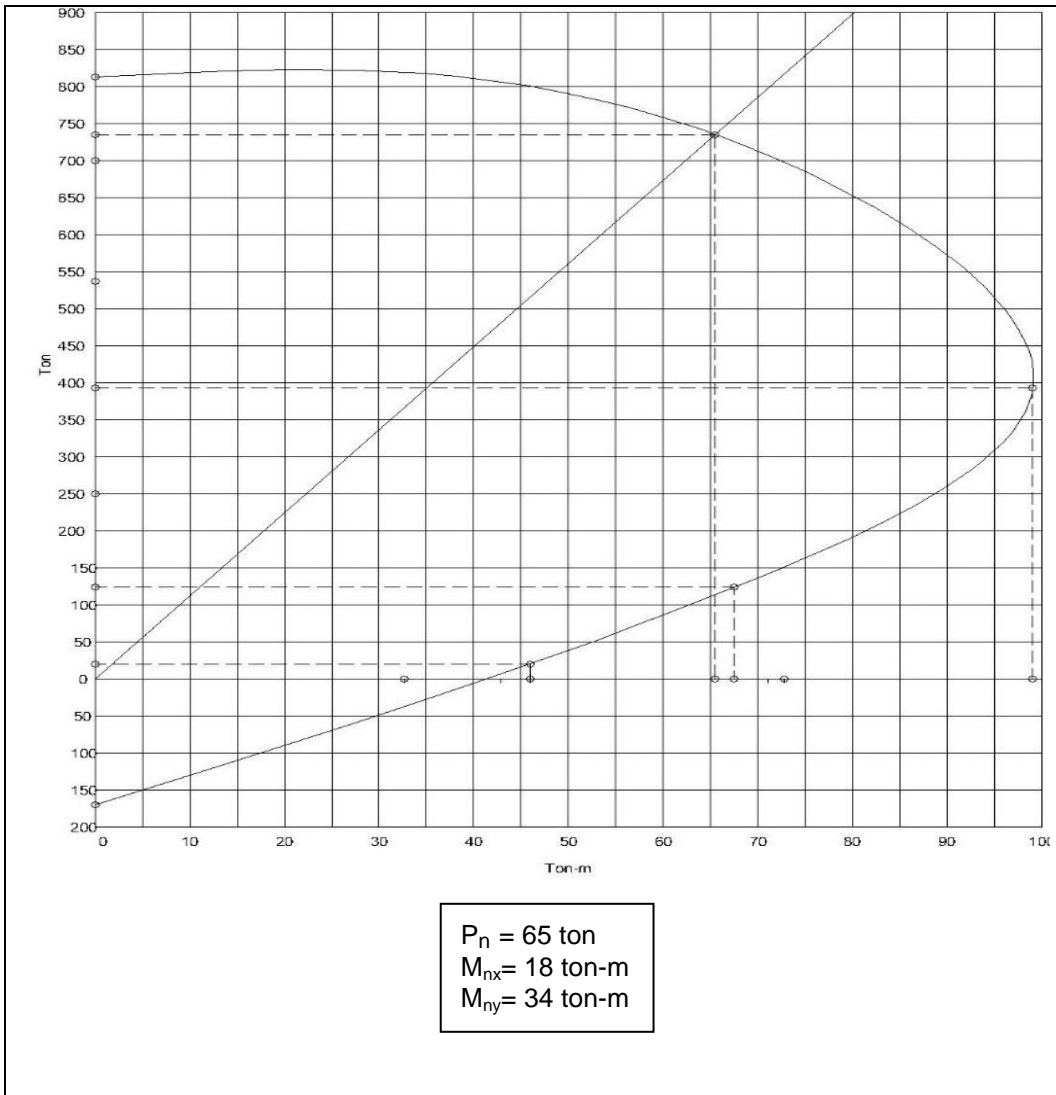
Cálculo de un punto del diagrama de interacción para la columna de 60 x 60 cm, con anillos y reforzada con 8 núm. 11, Grado 60 ($\rho_g = 8 \times 10,06/3600 = 0,0215$). Resistencia a compresión del concreto = 280 Kg/cm². Utilizar las ecuaciones simplificadas para determinar 6 puntos del diagrama de interacción.

Figura 52. **Calculo de puntos del diagrama de interacción**



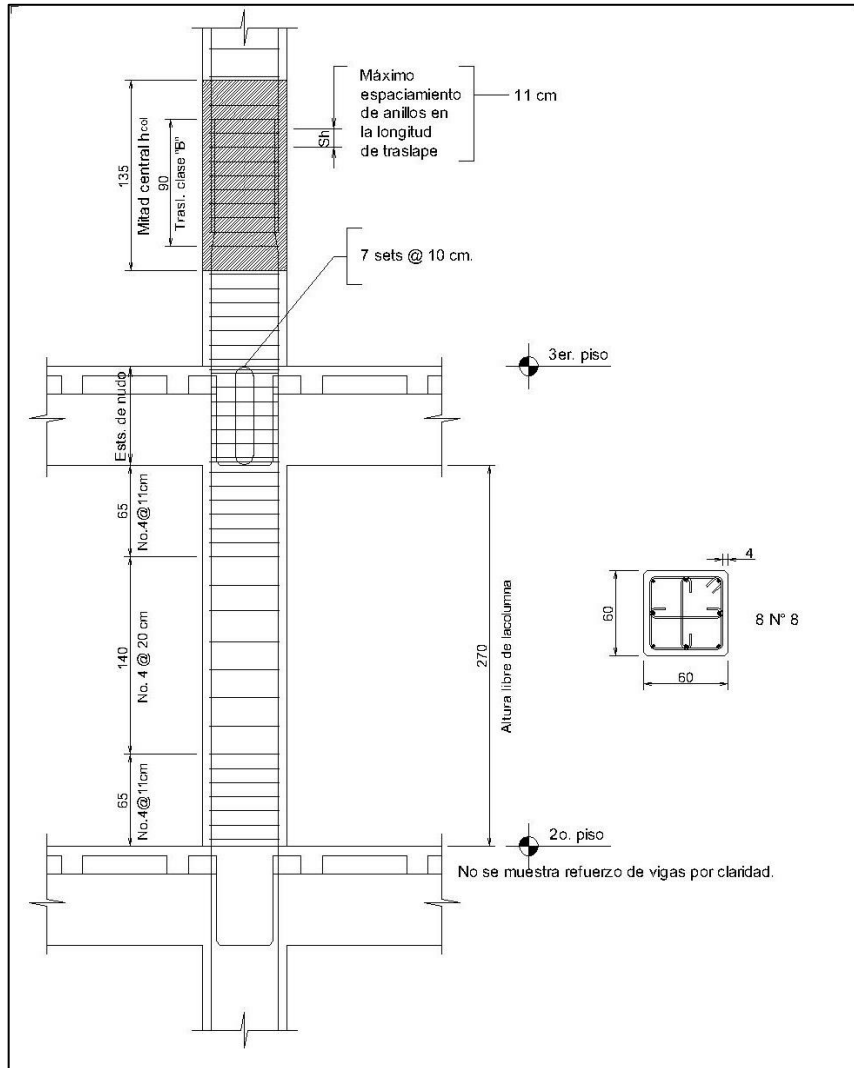
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 53. Diagrama de interacción



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 54. **Columna interior de marco exterior, segundo piso**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

4.3.4.10. **Diseño de columnas 1**

Columna es el componente vertical que soporta el peso (además de flexión, cortante y torsión) que la estructura de un edificio le distribuye, en respuesta a las cargas que recibe. Como las cargas son diversas, los

reglamentos de construcción, con mucha experiencia, han establecido las combinaciones adecuadas para que se administren las convenientes.

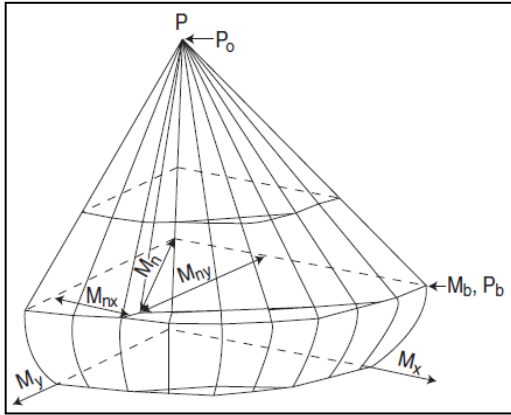
Las resistencias particulares de las columnas en cuanto a carga axial y flexión, son diversas y van desde la tracción hasta la compresión. En concreto reforzado la capacidad a tracción es menor que a la compresión. En ese rango también varían las capacidades a flexión: desde valores negativos, pasa por cero, el punto donde simultáneamente fallarían concreto y acero, hasta el valor máximo positivo, la compresión pura. Entonces, puede apreciarse que el diseño de columnas implica conocer previamente las capacidades de múltiples casos, por lo que se acompaña de ayudas.

Entre las ayudas para diseño de columnas están las de: PCA, ACI, y programas de computadora específicos. Además, cada diseñador elabora diagramas de sus propuestas, recurriendo a la teoría de concreto reforzado, cálculos y dibujo, manual o con programas CAD.

- Columna de 60 x 60 cm, a flexión biaxial

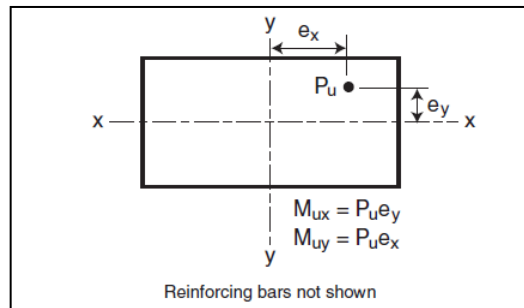
La flexión biaxial resulta cuando la carga dobla simultáneamente en ambos ejes principales. Es común en columnas de esquina. El comportamiento de columnas sujetas a flexión biaxial delinea una superficie de interacción, como muestra la figura 1, con la notación de la figura 2.

Figura 55. **Superficie biaxial de interacción**



Fuente: KAMARA, Mahmoud; NOVAK, Lawrence. *Simplified Design of Reinforced Concrete Buildings*. p.17.

Figura 56. **Notación para carga biaxial**



Fuente: KAMARA, Mahmoud; NOVAK, Lawrence. *Simplified Design of Reinforced Concrete Buildings*. p.17.

Definir la superficie exacta asocia muchas complejidades matemáticas, por lo que para evitarlas se han desarrollado técnicas aproximadas que relacionan la respuesta de una columna en flexión biaxial a su resistencia

monoaxial en cada eje principal. Una estimación conservadora de esa resistencia nominal a carga axial se obtiene con la ecuación:

$$\frac{1}{\phi P_{ni}} = \frac{1}{\phi P_{nx}} + \frac{1}{\phi P_{ny}} - \frac{1}{\phi P_o}$$

Donde:

P_{ni} = carga axial nominal resistente para una columna sujeta a una carga axial P_o a excentricidades e_x y e_y

P_{nx} = carga axial nominal resistente para una columna sujeta a una carga axial P_o a excentricidad e_x , solamente, ($e_y = 0$)

P_{ny} = carga axial nominal resistente para una columna sujeta a una carga axial P_o a excentricidad e_y , solamente, ($e_x = 0$)

P_o = carga axial nominal resistente para una columna sujeta a una carga axial P_o a excentricidad 0, (es decir, $e_x = e_y = 0$) = $0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}$

La ecuación referida también se puede reacomodar de la siguiente forma:

$$\phi P_{ni} = \frac{1}{\frac{1}{\phi P_{nx}} + \frac{1}{\phi P_{ny}} - \frac{1}{\phi P_o}}$$

En diseño, $P_u < \phi P_{ni}$. P_u es la carga axial factorada que actúa a excentricidades e_x , y e_y . El método es más apropiado cuando ϕP_{nx} y ϕP_{ny} son mayores que las cargas balanceadas propias, como generalmente es en columnas de edificios.

La ecuación de columnas sujetas a flexión biaxial requiere aplicar un proceso iterativo de diseño. Primero se obtiene una sección de prueba usando tablas de diseño predefinidas, con P_u y $M_u = M_{ux} + M_{uy}$, donde $M_{ux} = P_u e_x$ & M_{uy}

= $P_u e_y$. Luego, se usa la expresión de ϕP_{ni} , para verificar si la sección es adecuada o no. En general sólo se necesitará ajustar la cantidad de refuerzo para obtener la sección adecuada.

- Diseño de columna central del marco interior del primer piso

Se utilizan estas cargas:

$P_u = 440 \text{ ton (880 kips)}$, $M_u \text{ (NS)} = 162 \text{ ton-cm} < 440 \cdot 6 = 2\,640 \text{ ton-cm}$
(191 ft-kips). $M_u \text{ (EW)} = 61 \text{ ton-cm} < 440 \cdot 6 = 2\,640 \text{ ton-cm}$ (191 ft-kips).

Sección de prueba: de figura 3, para: $P_u = 880 \text{ kips}$, y $M_u = 191 + 191 = 382 \text{ ft-kips}$, la columna de 60 x 60 cm, con 1,39 %, 8 barras # 9, cumple.

- Verificar con la ecuación aproximada:

Para flexión en el eje x-x:

$$\phi P_{nx} = 1\,340 \text{ kips para } M_{ux} = 191 \text{ ft-kips (ver figura 3)}$$

Para flexión en el eje y-y:

$$\phi P_{ny} = 1\,340 \text{ kips para } M_{uy} = 191 \text{ ft-kips (ver figura 3)}$$

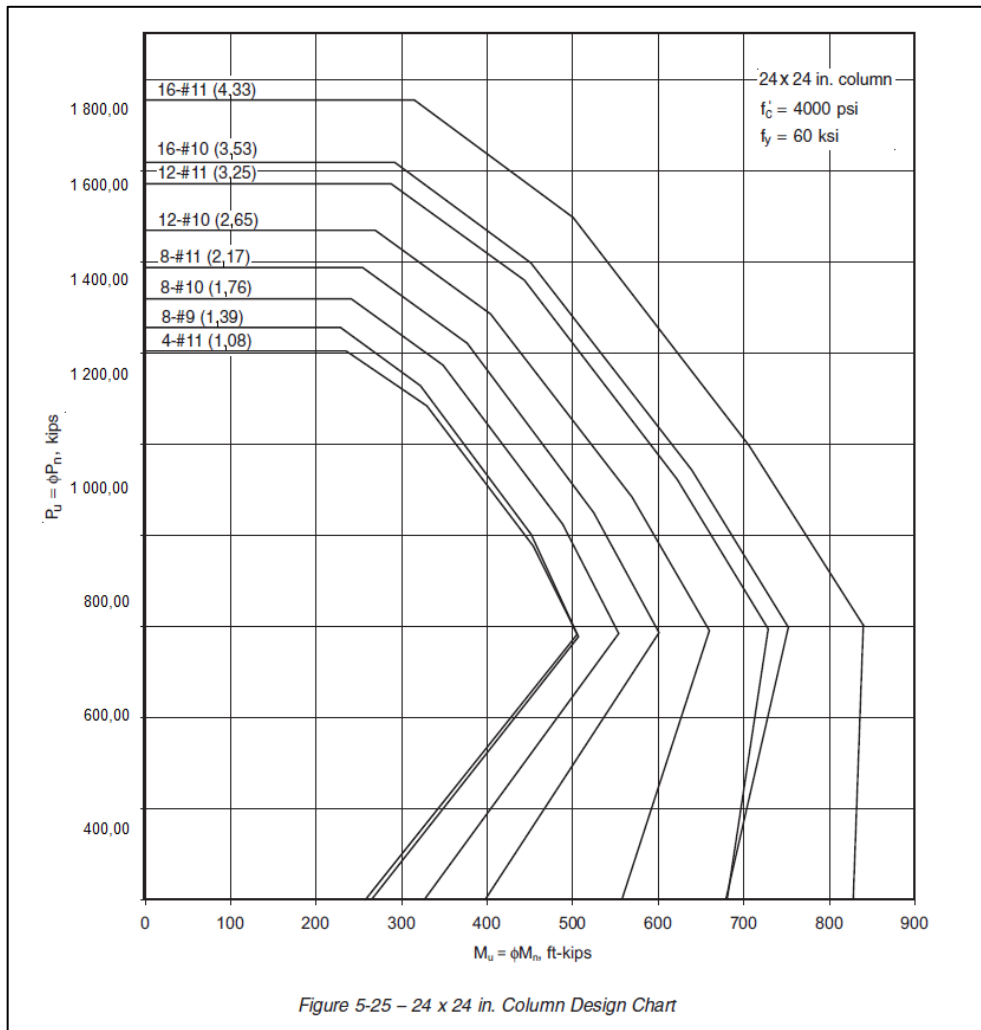
$$\phi P_o = 0,65 [(0,85 \times 4 (24^2 - 12) + (60 \times 8))] = 1\,714 \text{ kips}$$

$$\phi P_{ni} = \phi P_{ni} = \frac{1}{\frac{1}{1\,340} + \frac{1}{1\,340} - \frac{1}{1\,714}} = 1\,099 \text{ kip} > 880 \text{ kips}$$

Comprobando la eficacia de una columna de 60 x 60 cm con 8 # 9. Al final se usará 12 # 9, (2,15 %), luego de considerar efectos de esbeltez, torsión, nudos y:

$$\sum M_{nc}(\text{columnas}) \geq \frac{6}{5} \sum M_{nb}(\text{vigas})$$

Figura 57. **Gráfica de diseño, columnas de 60 x 60 cm**



Fuente: KAMARA, Mahmoud; NOVAK, Lawrence. *Simplified Design of Reinforced Concrete Buildings*. p.19.

- Consideraciones de esbeltez

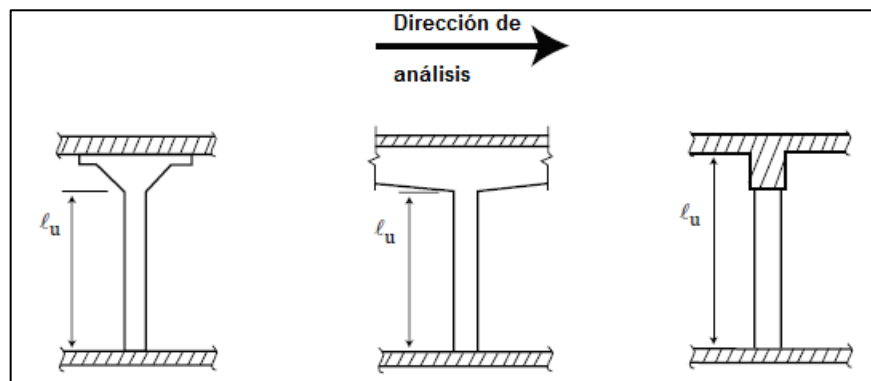
Las columnas no actúan igual si son parte de un marco que oscila. Por otra parte, el tiempo de diseño disminuye si el edificio se rigidiza con muros de corte y se dimensionan las columnas para que no sea necesario considerar

efectos de esbeltez. Según ACI 10.10.1, se pueden desatender los efectos de esbeltez cuando las columnas no se mecen u oscilan, y satisfacen:

$$\frac{\ell_u}{h} \leq 12$$

Donde ℓ_u es la altura libre entre pisos y h, la menor dimensión de la columna. La ecuación es válida para columnas que se deforman en doble curvatura, con momentos de extremo casi iguales. Puede usarse para columnas del primer piso si la rigidez de la cimentación es suficiente.

Figura 58. Ejemplos de longitud libre ℓ_u



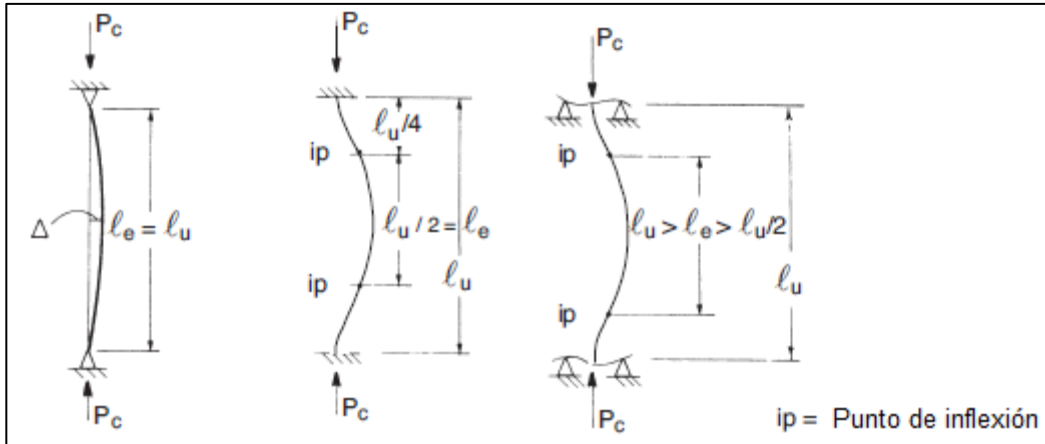
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Esbeltez de columnas (E):

La esbeltez de una columna la define una relación entre su longitud efectiva y el radio de giro de su sección transversal:

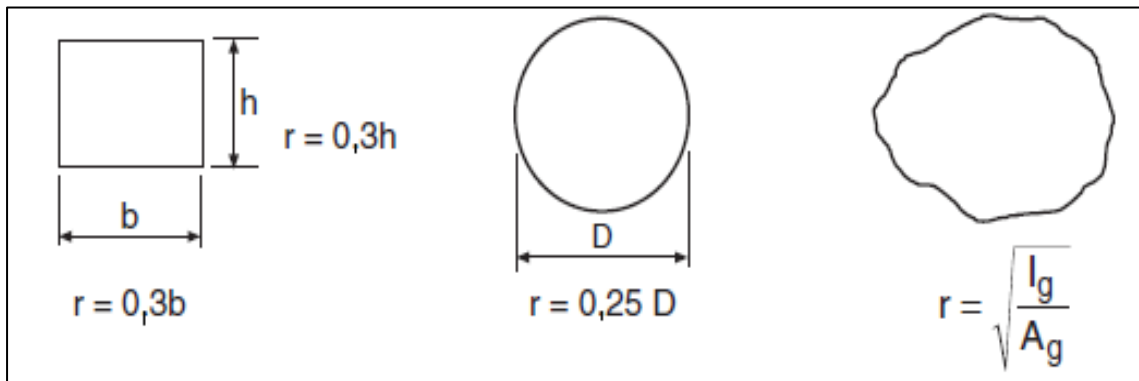
$$E = \frac{k\ell_u}{r} = \frac{\ell_e}{r}$$

Figura 59. Longitud efectiva l_e , cuando la columna no oscila



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

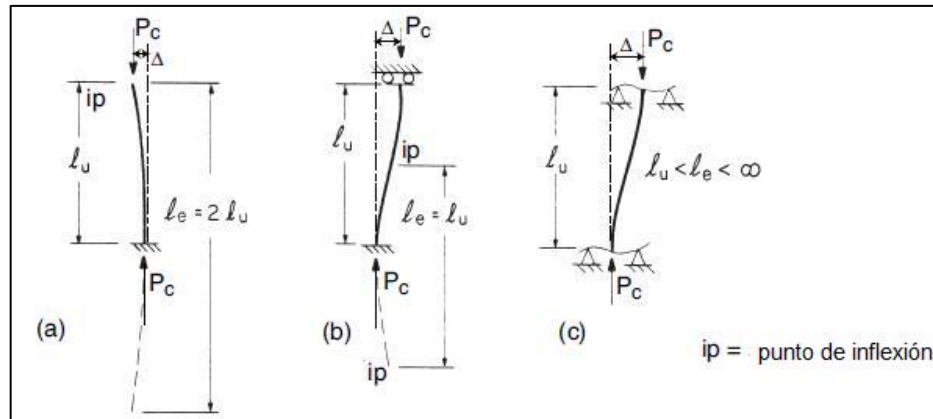
Figura 60. Radio de giro, r



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

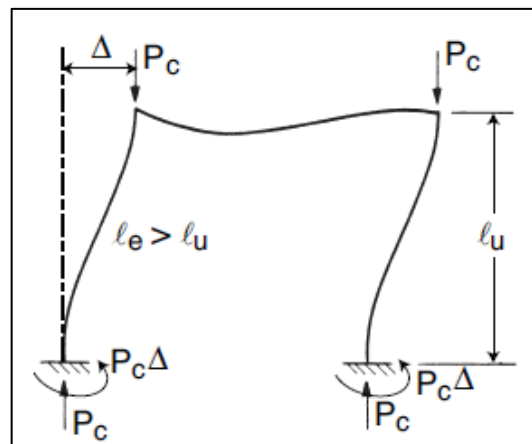
En una columna cuadrada $r = 0,30 h$, donde h es el lado de la sección.

Figura 61. Longitud efectiva l_e , cuando la columna oscila



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

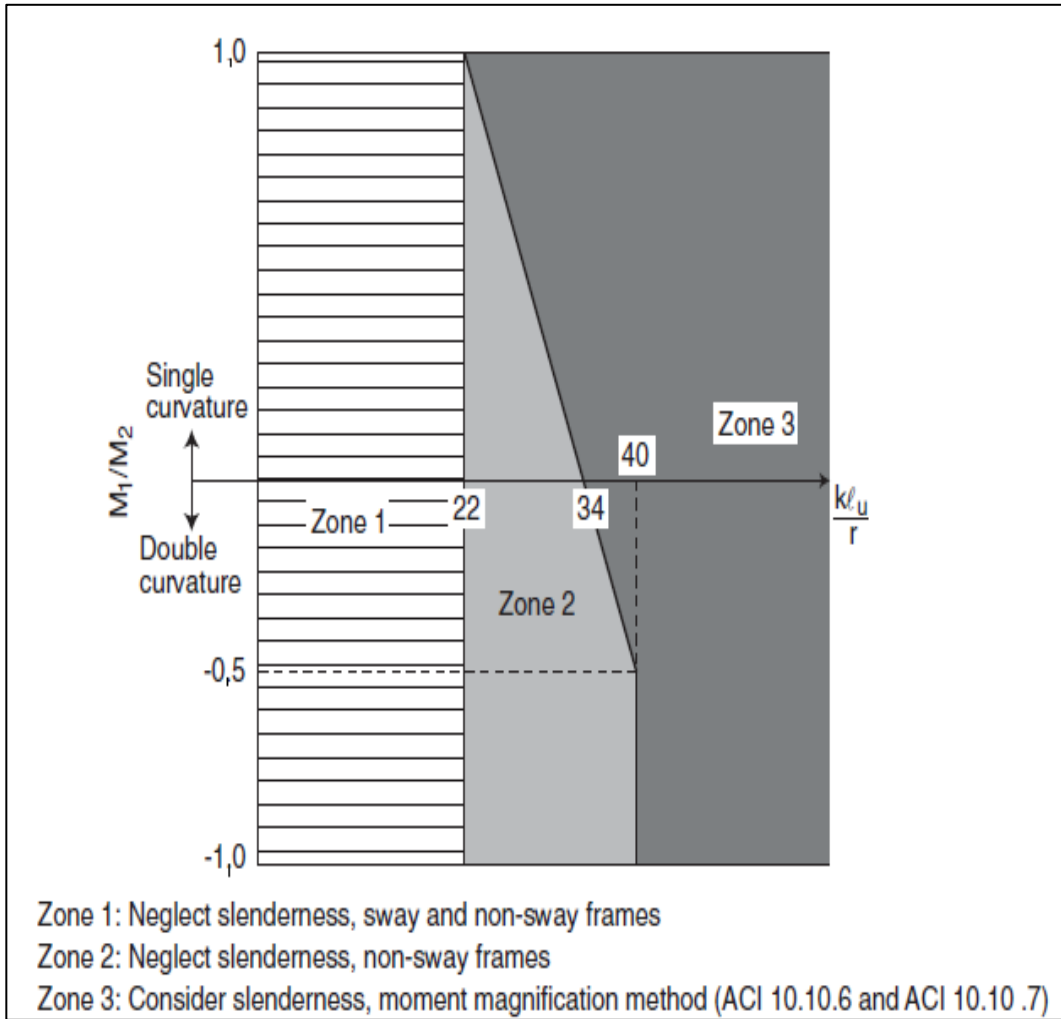
Figura 62. Marco rígido que oscila



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

La figura 9 diagrama cuando es necesario considerar los efectos de esbeltez.

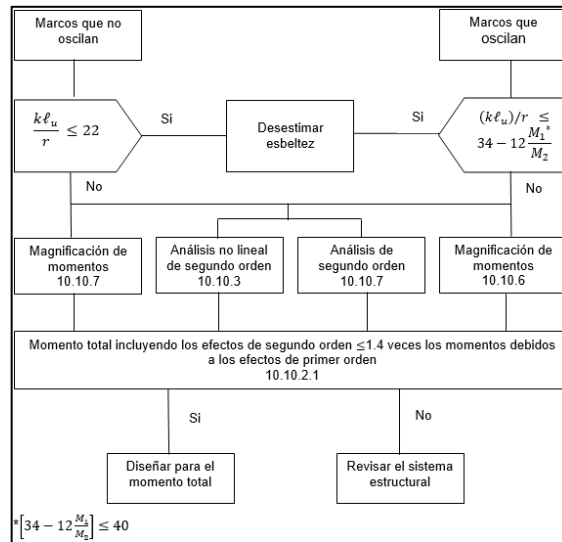
Figura 63. Consideración de efectos de esbeltez



Fuente: KAMARA, Mahmoud; NOVAK, Lawrence. *Simplified Design of Reinforced Concrete Buildings*. p.7.

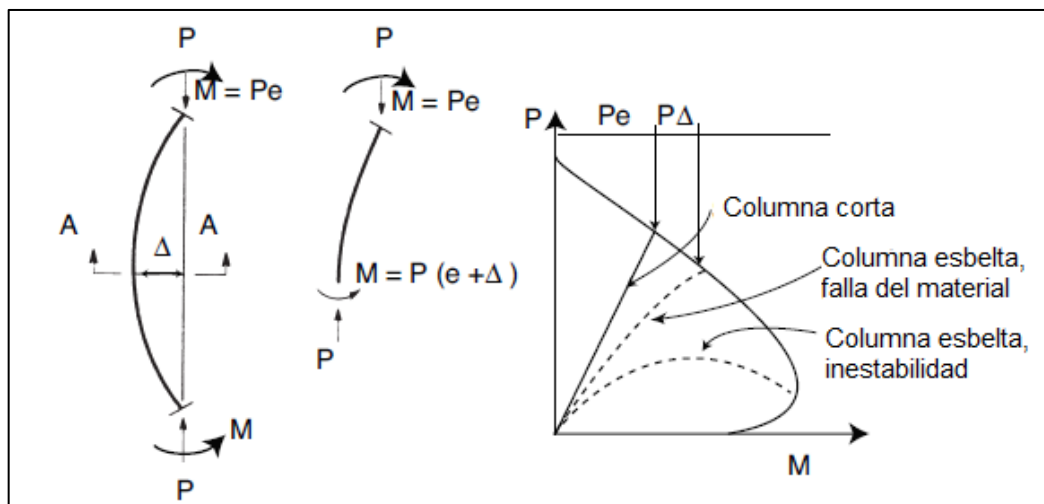
El diagrama de flujo de la figura 63, delinea el procedimiento.

Figura 64. Procedimiento para consideración de los efectos de esbeltez



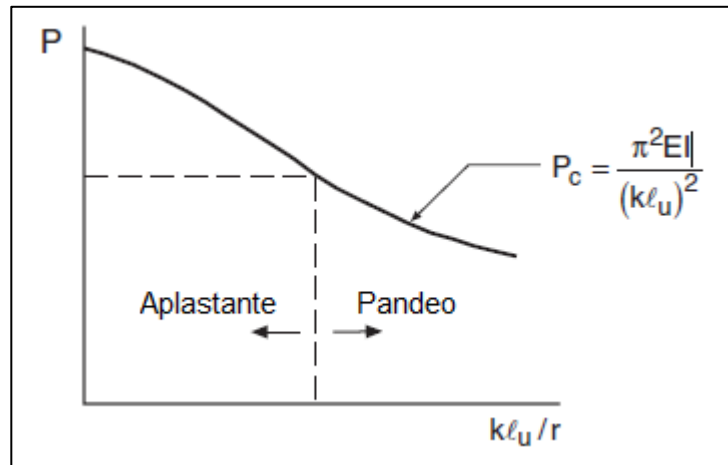
Fuente: KAMARA, Mahmoud; NOVAK, Lawrence. *Simplified Design of Reinforced Concrete Buildings*. p.23.

Figura 65. Resistencia de interacción para columnas esbeltas



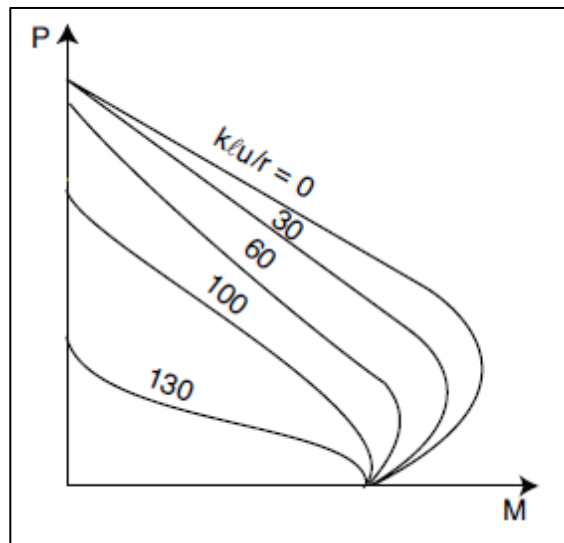
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 66. **Carga de falla en función de la esbeltez de columna**



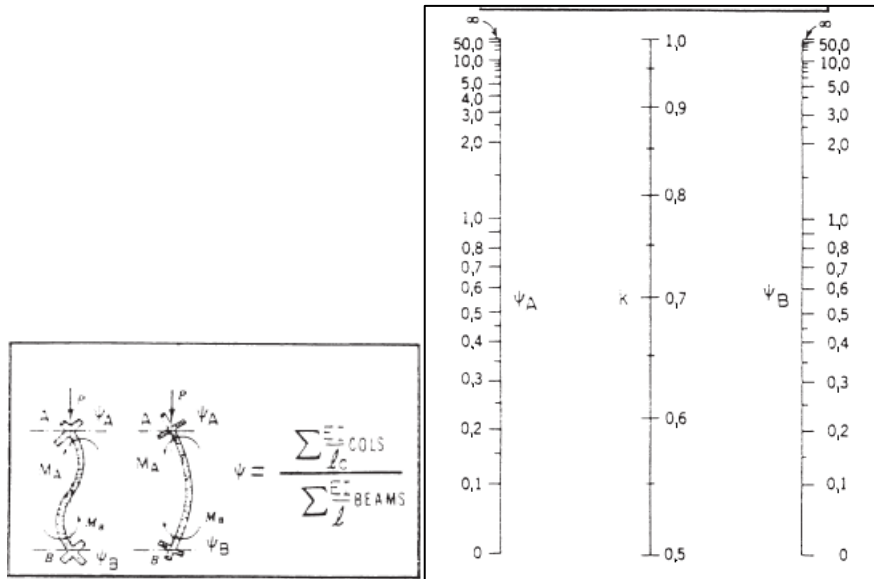
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 67. **Diagramas de interacción, resistencia de columnas esbeltas**



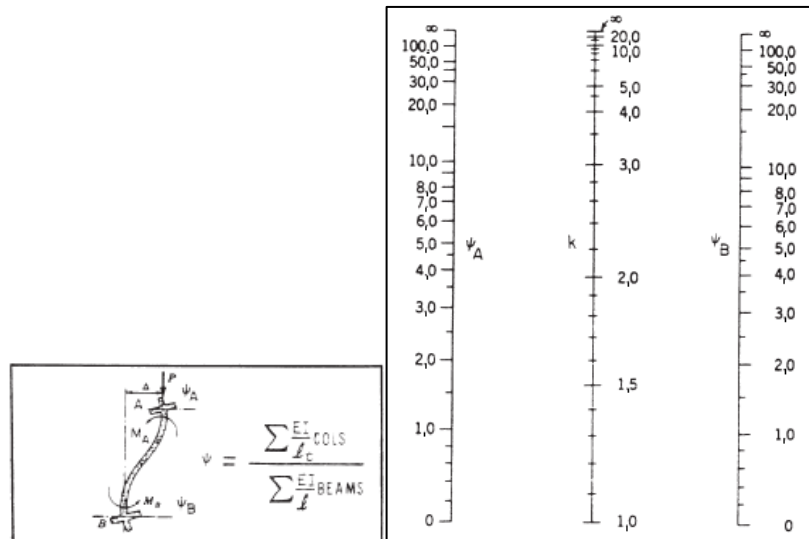
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 68. **Factor de ℓ_e para columnas en marcos no oscilantes**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 69. **Factor de ℓ_e para columnas en marcos oscilantes**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Para columnas que oscilan, y tienen en ambos extremos una relación de rigideces columna-viga, $\psi = 1$, los efectos de esbeltez pueden despreciarse si: $\ell u/h < 5$, siendo $k = 1,3$.

Si se lleva la rigidez de la viga, en ambos extremos, a un quinto de la rigidez de la columna, $k = 2,2$; entonces, no es necesario considerar efectos de esbeltez con $\ell u/h < 3$.

Como se puede notar en los casos anteriores, las rigideces de las vigas abajo y arriba de columnas en estructuras donde no se evita la oscilación, tienen una influencia significativa en la esbeltez de la columna. El diseño de columnas esbeltas incluye otras complejidades.

- Sumario de ecuaciones de diseño para marcos que oscilan, ACI 318 11
 - Determinar las combinaciones de cargas factoradas para 9.2

- Cargas gravitacionales (muerta y viva)

Los momentos $(M_{u,bot})_{ns}$ y $(M_{u,top})_{ns}$ abajo y arriba de la columna, respectivamente, se determinan usando un análisis de primer orden en el marco, basado en las propiedades de las secciones fracturadas de los miembros.

Los momentos M_1 y M_2 son los menores y mayores valores de $(M_{u,bot})_{ns}$ y $(M_{u,top})_{ns}$, respectivamente. Los momentos M_{1ns} y M_{2ns} , son los momentos factorados en los extremos en los que actúan M_1 y M_2 , respectivamente.

- Cargas de gravedad (muerta y viva) más cargas laterales

Los momentos totales arriba y abajo de la columna son $(M_{u,top}) = (M_{u,top})_{ns} + (M_{u,top})_s$, y $M_{u,bot} = (M_{u,bot})_{ns} + (M_{u,bot})_s$, respectivamente. Los momentos M_1 y M_2 son los menores y mayores valores de $(M_{u,bot})_{ns}$ y $(M_{u,top})_{ns}$, respectivamente. Nótese que hasta aquí M_1 y M_2 , no incluyen efectos de esbeltez. M_{1ns} y M_{1s} , son los momentos de desplazamiento no sostenido y sostenido, respectivamente, en los extremos de la columna en que M_1 actúa, mientras M_{2ns} y M_{2s} son los momentos de desplazamiento no sostenido y sostenido, respectivamente, en los extremos de la columna en que M_2 actúa.

- Carga de gravedad (muerta) más cargas laterales

La definición para los momentos en estas combinaciones de carga son las mismas del inciso 1(b).

- Los efectos debidos a las fuerzas laterales que actúan igual y opuestas a las primeras en la dirección inicial de análisis deben considerarse en las combinaciones de carga dadas en las partes 1(b) y 1(c), arriba.
- Determinar el refuerzo que requiere la columna para la combinación de carga crítica, determinada en el paso 1, arriba. Cada combinación de carga consiste de P_u y M_1 , y M_2 , donde ahora M_1 y M_2 son los momentos de extremo factorados totales, incluyendo los efectos de esbeltez. Notar que si la carga crítica P_c

se calcula usando EI de la ecuación (10-14), es necesario estimar el refuerzo de la columna, primero. Los momentos M_1 y M_2 se determinan por uno de los métodos siguientes:

- Análisis no lineal (P- Δ) de segundo orden (10.10.3)
 - Análisis elástico de segundo orden (10.10.4)
 - El método del momento magnificado (ver 10.10.7 y paso 3, abajo).
- Método del momento magnificado:

Los efectos de esbeltez pueden ser despreciados cuando

$$\frac{klu}{r} < 22$$

Cuando se necesita considerar los efectos de esbeltez:

$$M_1 = M_{1ns} + \delta_s M_{1s} \quad \text{Ec. (10-18)}$$

$$M_2 = M_{2ns} + \delta_s M_{2s} \quad \text{Ec. (10-19)}$$

Los momentos $\delta_s M_{1s} + \delta_s M_{2s}$ se calculan por uno de los siguientes métodos:

- Análisis aproximado de segundo orden (10.10.7.3)

$$\delta_s M_s = \frac{M_s}{1 - Q} \geq M_s, 1,0 \leq \delta_s \leq 1,5$$

Donde

$$Q = \frac{\sum P_u \Delta_o}{V_{us} \ell_c}$$

- Método del magnificador aproximado dado en el código ACI (ver 10.10.7.4):

$$\delta_s M_s = \frac{M_s}{1 - \frac{\sum P_u}{0,75 \sum P_c}} \geq M_s$$

Donde

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kl_u)^2}$$

$$EI = \frac{0,2E_c I_g + E_s I_{se}}{1 + \beta_d},$$

ó,

$$EI = \frac{0,4E_c I_g}{1 + \beta_d}$$

El factor de longitud efectiva k debe ser mayor que 1 y estará basado en los valores de E y de I, determinados de acuerdo a 10.10.4.1 (ver 10.13.1). β_d de tomarse como:

$$\beta_d = \frac{\text{Máxima carga axial sostenida, factorada}}{\text{Máxima carga axial factorada}}$$

“La derivación de las ecuaciones de diseño para requisitos de esbeltez descritas son:”⁵

Si $M_{ns} + \delta_s M_{1s} \leq 1,4 (M_{ns} + M_{1s})$, de lo contrario las dimensiones de la columna o el sistema estructural deben modificarse.

- Efectos de esbeltez

Se trabaja con las combinaciones ACI 318 11, de mejor soporte, para las cargas axiales y momentos factorados de C5 del Stusc. La altura del primer piso es de 5,24 m y de los demás 3,40 m. Los efectos de carga lateral en el edificio son causados por sismo, y las cargas muertas son las únicas cargas sostenidas. Otros datos de diseño son:

- Propiedades de los materiales:
 - Concreto: = 280 kg/cm² para todas las columnas ($w_c = 2400 \text{ kg/m}^3$)
 - = 280 kg/cm² para cimientos, vigas y losas ($w_c = 2400 \text{ kg/m}^3$)
 - Refuerzo: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

 - Vigas: 40 x 70 cm
 - Columnas exteriores: 60 x 60 cm
 - Columna interior: 60 x 60 cm

 - Carga muerta superpuesta = 275 kg/m²
 - Carga viva de techo = 200 kg/m²

⁵ MACGREGOR, J.G. *Design of Slender Concrete Columns*. p. 302.

- Carga viva de piso 300 kg/m^2
 - Cargas de sismo calculadas de acuerdo a ASCE 7
- Cargas y momentos factorados

Tabla XXIV. **Cargas axiales y momentos factorados para las columnas C5 del primer piso**

Casos de carga		Carga Axial (ton)	Momento flector (ton-cm)								
			Arriba	Abajo							
Muerta (M), (D)		239,1	2	-2							
Viva (V), (L)		80,4	1	0							
Carga viva de techo (Vt), (L _t)		8,6	0	0							
Sismo (S) (EW) (Sxx), (Ex)		0,9	-16	32							
Sismo (S) (NS) (Syy)		0,6	-16	31							
Ec	No.	Combinación de carga			M ₁	M ₂	M _{1ns}	M _{2ns}	M _{1s}	M _{2s}	
9-1	1	1,4D	334,7	2,8	-2,8	2,8	-2,8	2,8	-2,8	--	--
9-2	2	1,2D+1,6L+0,5L _t	419,9	4,0	-2,4	-2,4	4	-2,4	4,0	--	--
	3	1,2D+0,5L+1,6L _t	340,9	4,0	-2,4	-2,4	4	-2,4	4	--	--
9-3	4	1,2D+1,6L _r +0,8E	300,0	-22,4	44,8	-35,2	70,4	-22,4	44,8	-12,8	25,6
	5	1,2D+1,6L _r -0,8E	301,4	-22,4	43,4	-9,6	17,8	-22,4	43,4	12,8	-25,6
9-4	6	1,2D+5L+5L _r +1,6E	332,9	0,0	0,0	-23,2	48,8	2,4	-2,4	-25,6	51,2
	7	1,2D+5L+5L _r -1,6E	330,0	3,9	-3,9	28	-53,6	2,4	-2,4	25,6	-51,2
9-5	8	0,9D + 1,6E	216,6	5,6	-3,4	-27,4	53	-1,8	1,8	-25,6	51,2
	9	0,9D - 1,6E	213,8	5,6	-3,4	23,8	-49,4	-1,8	1,8	25,6	-51,2

Story	Column	Load	Loc	P	V2	V3	T	M2	M3
STORY1	C5	DEAD	0	-239,1	-0,9	-0,8	0	-2	-2
STORY1	C5	DEAD	2	-237,2	-0,9	-0,8	0	0	0
STORY1	C5	DEAD	5	-235,2	-0,9	-0,8	0	2	2
STORY1	C5	LIVE	0	-80,4	-0,3	-0,3	0	-1	0
STORY1	C5	LIVE	2	-80,4	-0,3	-0,3	0	0	0
STORY1	C5	LIVE	5	-80,4	-0,3	-0,3	0	1	1
STORY1	C5	EARTHQUAKE	0	-0,9	10,5	-0,3	-1	-1	32
STORY1	C5	EARTHQUAKE	2	-0,9	10,5	-0,3	-1	0	8
STORY1	C5	EARTHQUAKE	5	-0,9	10,5	-0,3	-1	0	-16
STORY1	C5	EARTHQUAKE	0	-0,6	-0,4	10,2	1	31	-1
STORY1	C5	EARTHQUAKE	2	-0,6	-0,4	10,2	1	8	0
STORY1	C5	EARTHQUAKE	5	-0,6	-0,4	10,2	1	-16	0

Fuente: elaboración propia.

- Determinar si el marco en el primer piso oscila o no.

Los resultados de un análisis elástico de primer orden prescritos en 10.10.4.1 son:

- ΣP_u = carga vertical total en el primer piso correspondiente al caso de carga lateral para el que ΣP_u es mayor.
- Las cargas totales del edificio son: D = 966 ton, L = 306 ton, Lr= 0 ton. La máxima ΣP_u , es de la ecuación (9-4):

$$\Sigma P_u = (1,2 \times 966) + (0,5 \times 306) + (0,5 \times 0) = 1\,312,2 \text{ Ton.}$$

$$V_{us} = \text{corte factorado en el primer piso correspondiente al sismo.}$$
$$= 1,6 \times 96,6 = 154,56$$

$$\Delta_0 = \text{deflexión lateral de primer orden entre tope y fondo del primer piso debido a } V_{us}$$
$$= 1,6 \times (0,08-0) = 0,13 \text{ cm}$$

$$\text{Índice de estabilidad } Q = \frac{\Sigma P_u \Delta_0}{V_{us} \ell_c} = \frac{1312,2 \times 0,13}{154,56 \times 524} = 0,002 < 0,13$$

Ya que $Q < 0,13$, la marco en el primer piso se considera no oscilante.

- Las cargas axiales y momentos factorados para la columna C5 en el primer piso son:

$$P_u = 440 \text{ ton,}$$

$$M \text{ abajo} = 162 \text{ ton-cm} < 440 \times 6 = 2\,640 \text{ ton-cm}$$

$$M \text{ arriba} = 61 \text{ ton-cm} < 440 \times 6 = 2\,640 \text{ ton-cm}$$

Entonces los momentos de diseño son:

$$M_{dx} = \delta_x M_x = 3,16 \times 26,40 = 83,42 \text{ Ton-m} = 602 \text{ ft-kips}$$

$$M_{dy} = \delta_y M_y = 3,16 \times 26,40 = 83,42 \text{ Ton-m} = 602 \text{ ft-kips}$$

- Verificar límites en dimensiones

Menor dimensión de la sección transversal = 60 cm > 30 cm

Relación de dimensiones menor/mayor = 1 > 0,4,

- Determinar el refuerzo longitudinal requerido

Basados en la combinación de cargas en tabla C1, una sección de 60 x 60 cm con 8 barras No. 8, $A_s = 40,8 \text{ cm}^2$, ($\rho_g = 1,13 \%$) es adecuada para columna del primer piso.

Nótese que $1 \% < \rho_g < 6\%$. Bien. 21.6.3.1

- Verificar con la ecuación aproximada

Para flexión en el eje x-x:

$$\phi P_{nx} = 600 \text{ kips para } M_{ux} = 602 \text{ ft-kips (ver figura 3)}$$

Para flexión en el eje y-y:

$$\phi P_{ny} = 600 \text{ kips para } M_{uy} = 602 \text{ ft-kips (ver figura 3)}$$

$$\phi P_o = 0,65 [(0,85 \times 4 (24^2 - 12) + (60 \times 12))] = 780 \text{ kips}$$

$$\phi P_{ni} = \phi P_{ni} = \frac{1}{\frac{1}{600} + \frac{1}{600} - \frac{1}{780}} = 216 \text{ kip}$$

< 880 kips

- Determinar requisitos de refuerzo transversal
 - Refuerzo de confinamiento (ver figura 29-9(b)).

El refuerzo transversal para confinamiento se requiere en una distancia ℓ_o de los extremos de la columna donde

$$\ell_o = \geq \begin{cases} \text{peralte del miembro} = 60 \text{ cm} \\ 1/6 (\text{altura libre}) = 454/6 = 76 \text{ cm (manda)} \\ 45 \text{ cm} \end{cases} \quad 21.6.4.1$$

El espaciamiento máximo permisible asumiendo anillos No. 421.6.4.2 con una grapa suplementaria en cada dirección: 21.6.4.3

$$\begin{aligned} S_{\max} &= 0,25 (\text{menor dimensión de la columna}) = 0,25 \times 60 = 15 \text{ cm} \\ &= 6 (\text{diámetros de la barra longitudinal}) = 2,5 \times 6 = 15 \text{ cm} \\ &= s_o = 10 + \left(\frac{35-h_x}{3} \right), \quad \text{Ec. (21-2)} \\ &= 10 + (35-26) / 3 = 13 \text{ cm} \end{aligned}$$

Donde

$$h_x = (60 - 8) / 2 = 26 \text{ cm}$$

Área de refuerzo de confinamiento con anillos

$$A_{sh} = \geq \begin{cases} 0,3sb_c \left[\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right] \frac{f'_c}{f_{yt}} \\ 0,09sb_c \frac{f'_c}{f_{yt}} \end{cases} \quad \text{Ec. (21-4)}$$

$$\text{Ec. (21-5)}$$

Donde

s = espaciamiento del refuerzo transversal (cm)

b_c = dimensión de la sección transversal del núcleo de la columna, medido entre aristas exteriores de anillos (cm) = 60 - 8 = 52 cm

A_{ch} = área de la sección transversal del núcleo de la columna entre bordes exteriores del refuerzo transversal = 52 x 52 = 2704 (cm²)

f_{yt} = resistencia especificada del refuerzo transversal (kg/cm²)

Para espaciamiento entre anillos de 13 cm y $f_{yt} = 4200 \text{ kg/cm}^2$, se requiere:

$$A_{sh} = \geq \begin{cases} 0,3 \times 13 \times 52 \left[\frac{3600}{2704} - 1 \right] \frac{280}{4200} = 4,48 \text{ cm}^2 \text{ (manda)} \\ 0,09 \times 13 \times 52 \frac{280}{4200} = 4,08 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

Un anillo de dos ramas con una grapa suplementaria, proporcionan:

$A_{sh} = 3 \times 1,29 = 3,87 \text{ cm}^2 < 4,48 \text{ cm}^2$, ya sea que se acepte, o reduzca el espaciamiento a 11 cm para que gobierne $A_{sh} = 3,79 < A_{sh} \text{ provista} = 3,87 \text{ cm}^2$

- Refuerzo transversal por corte

Así como en el diseño por corte en vigas, el diseño por corte en columnas se basa en las fuerzas factoradas obtenidas de un análisis de carga lateral, pero con las resistencias a flexión nominales que proveen las columnas. La fuerza de corte para diseñar la columna se determina por la máxima fuerza que puede desarrollarse en las caras de los nudos, con las resistencias probables a flexión calculadas para la fuerza de compresión

resultante de los mayores momentos actuando en las caras de las uniones.

La mayor resistencia a flexión probable que logra desarrollarse en la columna puede conservadoramente asumirse que corresponde al punto de falla balanceada de su diagrama de interacción.

Con un factor de reducción de resistencia igual a 1,0 y $f_y = 1,25 \times 4\,200 = 5\,250 \text{ kg/cm}^2$, el momento correspondiente a la falla balanceada es 103 ton-m. Así, $V_u = 2 \times 103 / 4,54 = 46 \text{ Ton}$.

No es necesario que esta fuerza de corte exceda la determinada con las resistencias del nudo basadas en los momentos resistentes, M_{pr} , de los miembros que concurren en el nudo. Para sismo x-x, el momento resistente probable negativo de la viga que llega al nudo, en la cara de la columna, es 66 Ton-m.

La distribución de este momento a la columna es proporcional a EI/ℓ de las columnas que están arriba y abajo del nudo. Como las columnas arriba y abajo tienen la misma sección, refuerzo, y resistencia del concreto, EI es constante y el momento puede ser distribuido conforme a $1/\ell$. Entonces, el momento arriba de la columna del primer piso es:

$$66 \left(\frac{3,40}{3,40 + 5,24} \right) = 26 \text{ ton} - m$$

A la columna del primer piso le es posible desarrollar en la base la resistencia probable a flexión de 46 ton-m. Por lo que la fuerza de corte es:

$$V_u = \frac{26+103}{4,54} = 28,9 \text{ ton}$$

Para fuerzas sísmicas en y-y

$$V_u = \frac{36+103}{4,54} = 30,6 \text{ ton}$$

Ambas fuerzas más grandes que las obtenidas con el análisis. Ya que las fuerzas axiales factoradas son mayores que $A_g f'_c / 20 = 50,4 \text{ ton}$, (21.6.5.2), se puede usar la resistencia a corte del concreto

$$V_c = 0,53 \lambda \sqrt{f'_c} b_w d \left(1 + \frac{N_u}{140 A_g} \right) \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Ec. (11-4)}$$

Conservadoramente usando la carga axial mínima

$$V_c = \frac{0,53 \times 1,0 \sqrt{280} \times 60 \times 45}{1000} \left(1 + \frac{212}{0,14 \times 3600} \right) = 34 \text{ ton},$$

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s} = \frac{(3 \times 1,29) \times 4200 \times 45}{13} = 56,3 \text{ ton},$$

$$\phi(V_s + V_c) = 0,75 (34,0 + 56,3) = 67,7 \text{ ton} > V_u = 32,5 \text{ ton}, \text{ bien.}$$

Así, el espaciamiento del refuerzo transversal en la longitud de confinamiento, $\ell_o = 76 \text{ cm}$, es también adecuado para el resto de la columna.

El resto de longitud de la columna debe contener anillos de refuerzo que satisfagan 7,10, con espaciamiento centro a centro que no exceda seis veces el diámetro de la barra longitudinal (= 6 x 2,5 = 15 cm), 21.6.4.5.

- Longitud de traslape mínima para las barras verticales de la columna

Los empalmes de las barras verticales de las columnas deben estar en la mitad central de la altura de la columna. También los traslapes deben diseñarse a tensión. Si todas las barras se traslapan en la misma sección deben ser clase B. Y se provee refuerzo transversal, espaciado a 11 cm, en toda la longitud de traslape.

Longitud requerida para empalme clase B = 1,3 ℓ_d ,

$$\ell_d = \left(\frac{f_y}{3.5 \lambda \sqrt{f'_c}} \left(\frac{\psi_t \psi_e \psi_s}{c_b + K_{tr}} \right) \right) d_b$$

- Factor de localización del refuerzo $\psi_t = 1,0$ (no barras de cama superior)
- Factor de revestimiento $\psi_e = 1,0$ (barras no revestidas)
- Factor de tamaño del refuerzo $\psi_s = 1,0$ (barras No,7 y mayores)
- Factor de concreto con agregado liviano = $\lambda = 1,0$ (concreto de peso normal)

$$c_b = 4 + 1,25 + 2,5/2 = 6,5 \text{ cm (manda)}$$

$$c_b = \frac{1}{2} ((60 - 2(4 + 1,25) - 1) / 2) = 12,5 \text{ cm}$$

$$K_{tr} = \frac{100 A_{tr}}{sn} = \frac{100 \times (3 \times 1,29)}{12,5 \times 3} = 10,3$$

Donde:

A_{tr} es para 3 barras No. 4, s (el máximo espaciamiento del refuerzo transversal dentro ℓ_d) = 11,5 cm, y n (número de barras a desarrollar) = 3

$$\frac{c_b + K_{tr}}{d_b} = \frac{6,5 + 10,3}{2,5} = 6,7 > 6,5, \text{ usar } 6,5$$

Entonces

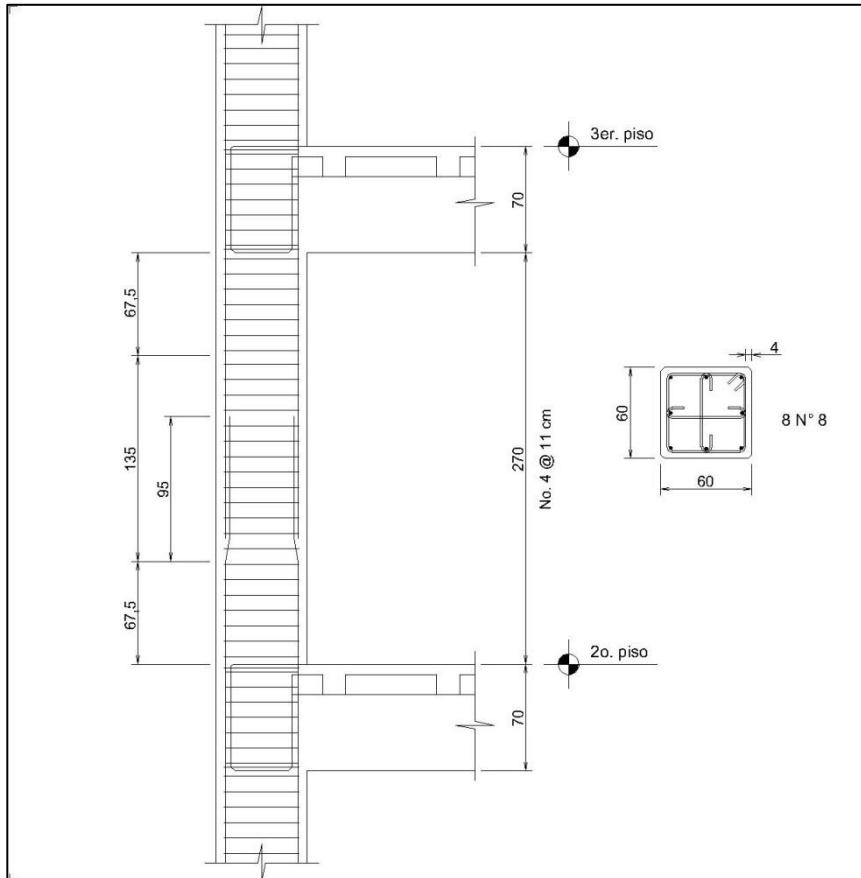
$$\ell_d = 2,5 \left(\frac{4200}{3,5 \times 1,0 \times \sqrt{280}} \times \left(\frac{1,0 \times 1,0 \times 1,0}{6,5} \right) \right) 2,5 = 73 \text{ cm}$$

La longitud del empalme clase B = 1,3 x 73 = 95 cm

Usar longitud de empalme de 95 cm

Los detalles de refuerzo para la columna se muestran en la figura que sigue. Note que, para propósitos prácticos, se usa una separación de anillos de 11 cm en toda la longitud de la columna.

Figura 70. **Detalles de refuerzos para la columna**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

4.3.4.11. **Diseño de cimientos**

Las construcciones se apoyan en sus cimientos y éstos en el suelo. El éxito del proyecto estructural depende del especialista en cimentaciones, como la planificación general y construcción de la mayoría de obras requiere esfuerzos combinados de varias disciplinas. Luego de considerar brevemente cada uno de los tipos acostumbrados de cimentación y descartar los no apropiados, se optó por elegir la forma más antigua de cimentación, la zapata.

Se eligió la zapata aislada, o individual, para cada columna y zapata corrida para los muros. En esta sección se diseña la mayor de las zapatas del proyecto.

Considerando las cargas y reacciones, el primer paso en el diseño de zapatas es determinar su forma y dimensiones en planta. En base a la presión admisible del suelo y la combinación de las cargas de servicio (sin factores) que rija el diseño.

Definidas las dimensiones en planta, se puede comenzar el diseño estructural de la zapata. Para esto se usan las cargas afectadas de los factores de resistencia que utiliza el método de diseño por esfuerzos últimos.

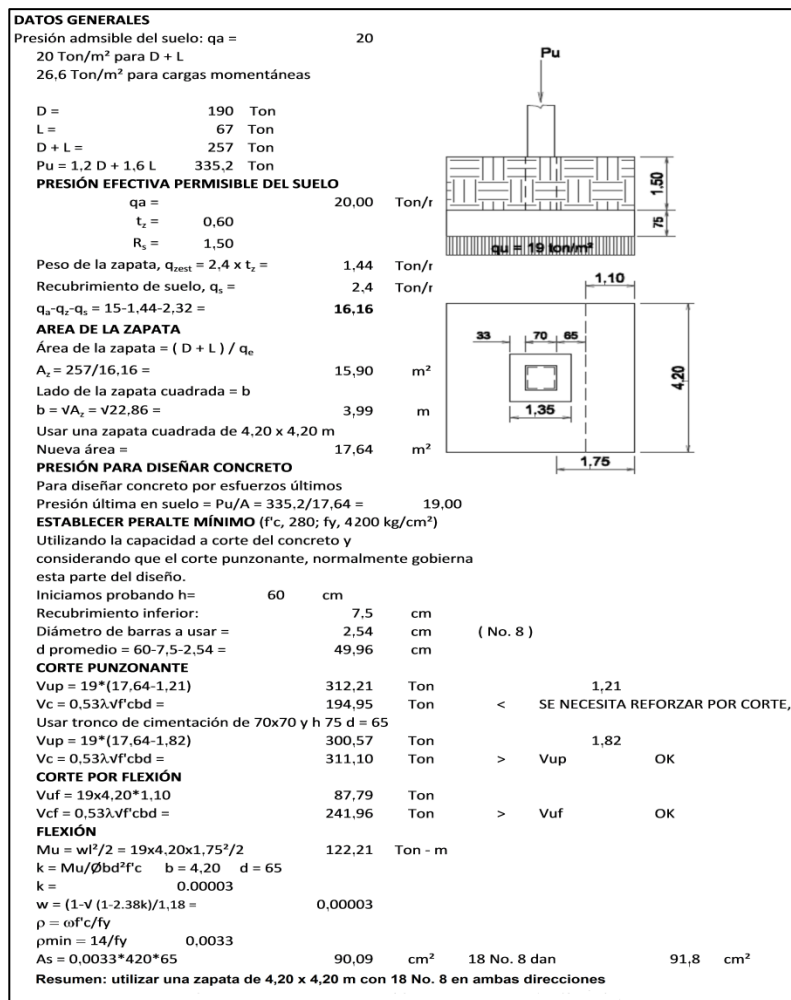
Primero se obtiene el grosor de la zapata evaluando las fuerzas de corte, capacidad que se comprueba para la más severa de dos condiciones: comportamiento como viga, con sección crítica del ancho total, y comportamiento en dos direcciones o corte punzante, con sección crítica en el perímetro mínimo. A una distancia $d/2$ del borde de la columna. El esfuerzo cortante total no debe exceder $4\sqrt{f'_c}$, a menos que se provea refuerzo, en cuyo caso el esfuerzo total se limita a $6\sqrt{f'_c}$. Generalmente las zapatas se dimensionan para no usar refuerzo por cortante.

En seguida se determina el refuerzo por flexión. Se escoge el diámetro de barra que desarrolle totalmente su anclaje, dentro de la misma. También hay que transferir a la zapata los esfuerzos en la base de la columna.

Si son de tensión se encarga totalmente el refuerzo. Los de contacto no excederán los permisibles, a no ser que se use refuerzo específico para el exceso. El refuerzo podrá ser dovelas o extensiones de las barras

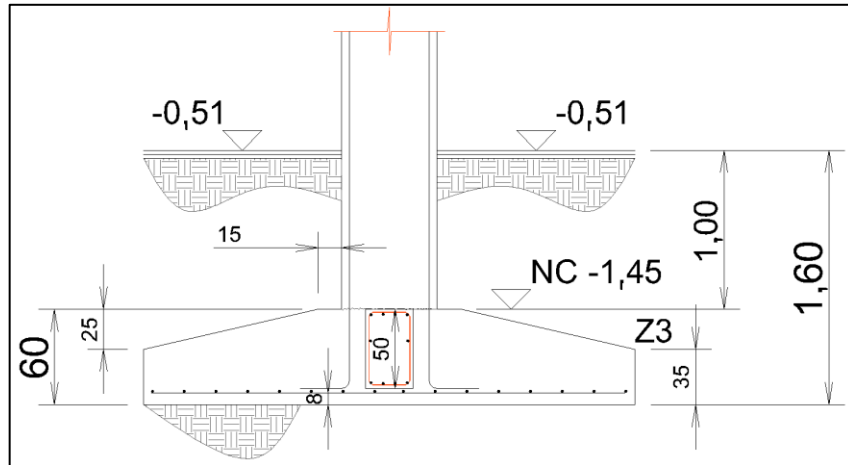
longitudinales. Independientemente, se debe proveer un mínimo de 0,5 % del área de la columna y no menos de cuatro barras. Si se usan dovelas su diámetro no debe exceder al de las columnas en más de 4 mm, y para transferencia de fuerzas transversales de la base de la columna a la zapata, se puede usar el método de corte y fricción. Cuando se requiera capacidad cortante adicional se pueden usar llaves de corte u otro dispositivo.

Figura 71. Diseño de cimientos



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 72. **Detalle de zapata**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

4.3.4.12. **Diseño de la escalera**

Entre los tramos de gradas, usuales en la construcción, se distingue la escalera auto portante, llamada así porque el descanso está en voladizo. La escalera en materia consta de dos tramos inclinados, continuos y monolíticos, con el descanso y los pisos. Aquí no se quiere que el descanso sea un voladizo sino esté apoyado, por lo que al no caer en esa categoría se le idealiza como una losa continua, simplemente apoyada en el otro extremo.

Para su estudio es necesario definir 3 medidas: huella, contrahuella y espesor. Las dos primeras definen la inclinación:

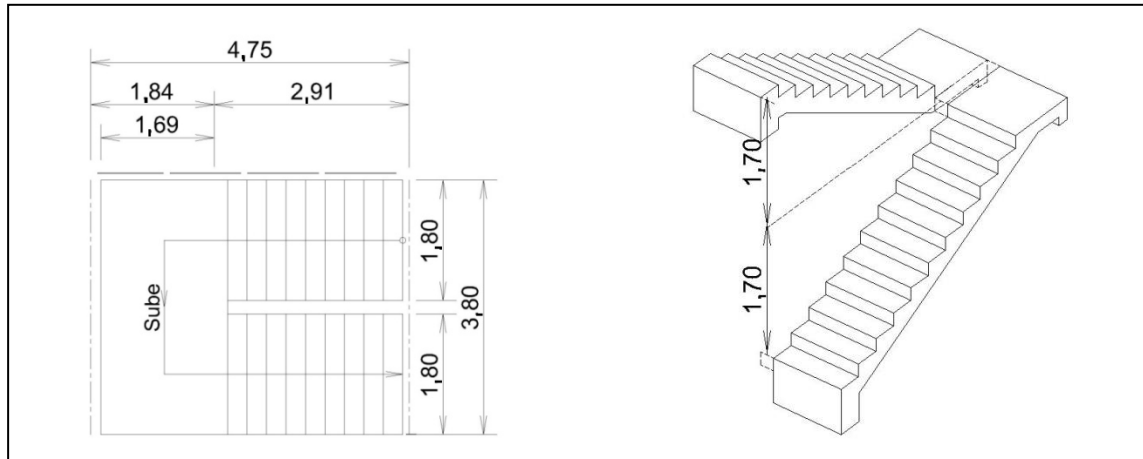
$$a = \tan^{-1} \frac{c}{h'}$$

Y el espesor se estima con las dimensiones y condiciones de apoyos, con el criterio de no revisar deflexiones, del reglamento ACI. Así el espesor de losa se determinará con la ecuación: $t_{\text{losa}} = \text{longitud en planta de la escalera} / 20$.

Pero, si bien la longitud de la escalera entre apoyos extremos es 4,75 m, también en la unión entre rampas y descanso se da el apoyo mutuo, donde el tramo superior jala y el inferior apuntala, dando lugar a que se puedan considerar dos luces menores, 2,91 m en rampas y 1,84 m en descansos, De donde el espesor de losa se decide entre: $t_{\text{losa}} = 4,75/20 = 0,24$, o, $2,91/20 = 0,15$, o $1,84/20 = 0,09$ m.

Se aprecia en la figura 73 que se trata de una escalera en U. Se idealiza como simplemente soportada a la izquierda del descanso y empotrada a la derecha de las gradas, en una viga secundaria que remata en viga e ingresa a la losa nervurada. Además, en este tipo de escaleras el regreso o cambio de dirección de la rampa hace un efecto de apoyo de una sobre la otra. La que inicia recibe una carga de compresión y la salida un efecto de tracción. Y se genera un momento de torsión entre ambas. De allí que la luz o distancia entre apoyos a considerar puede ser distinta. De esa cuenta se decidió optar el espesor determinado por la distancia 2,91, que estipula 15 cm.

Figura 73. **Planta y apunte de la escalera**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

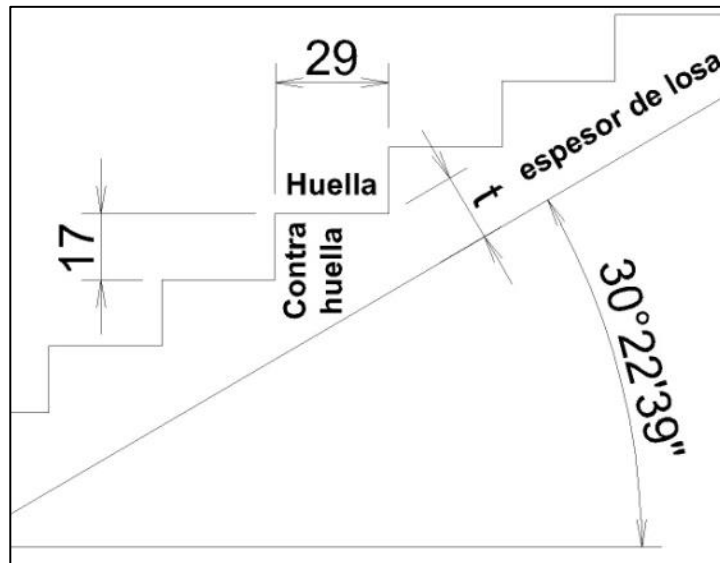
Respecto de la huella y contrahuella, se observa en la figura 74 que el número de escalones para salvar la altura entre pisos, 3,40 m, es 20, por lo que la contrahuella queda de 17 cm, establecida con el diseño arquitectónico al decidir las diferencias de altura entre pisos, con una medida cabal al centímetro de grada. La huella se determina entonces para cumplir con la ecuación de funcionalidad usada ampliamente en arquitectura:

$$2 \text{ Contrahuellas} + 1 \text{ huella} = 63 \text{ cm}$$

De donde la huella queda de 29 cm, y el ángulo de inclinación de la rampa es:

$$\alpha^\circ = \text{Arco tan} (17/29) = \text{Arco tan de} (0,586207) = 30^\circ 22' 39''$$

Figura 74. Grada



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Ahora se puede determinar el peso propio de la escalera, para lo cual se considera la proyección horizontal del peso, afecta por la inclinación, así:

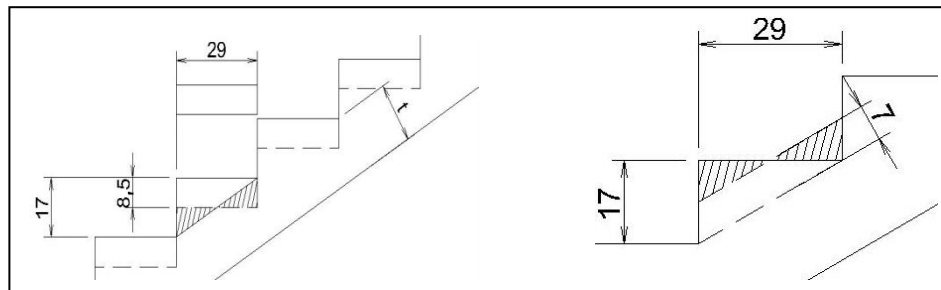
$W_{\text{propio losa}} = \text{peso unitario del concreto} \times \text{espesor de la losa} / \text{coseno } \alpha^\circ$.

$\text{Coseno } 30^\circ 22' 45'' = 0,8627$, y

$W_{\text{propio losa}} = 2\,400 \times 0,15 / 0,8627 = 417,3 \text{ kg/m}^2$

Para el peso de las gradas, propiamente, puede considerarse un rectángulo de la mitad del alto de la huella, y usarlo como espesor adicional de una losa horizontal. O bien usar espesor adicional de la losa inclinada.

Figura 75. **Espesor promedio horizontal e inclinado de grada**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- **Cargas**

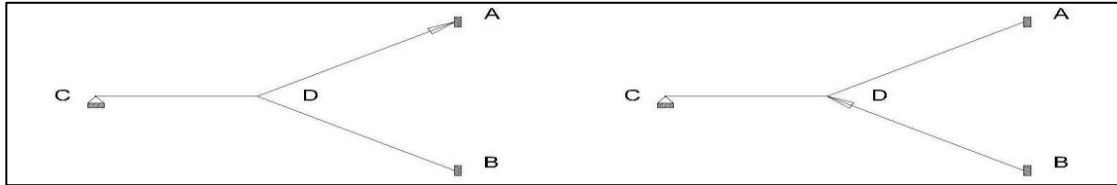
- **Rampas:**

Peso propio losa	$0,15 \times 2\ 400 / \cos \alpha$	=	$417\ \text{Kg/m}^2$
Gradas	$0,085 \times 2\ 400$	=	$204\ \text{Kg/m}^2$
Acabado de gradas	$0,05 \times (0,17 + 0,29) / 0,29 \times 2\ 400$	=	$276\ \text{Kg/m}^2$
<u>Acabado inferior</u>	<u>$0,02 \times 2\ 400 / \cos \alpha$</u>	=	<u>$56\ \text{Kg/m}^2$</u>
Carga Muerta		=	$953\ \text{Kg/m}^2$
<u>Carga Viva</u>		=	<u>$500\ \text{Kg/m}^2$</u>
W total			$1\ 453\ \text{Kg/m}^2$

- **Descanso:**

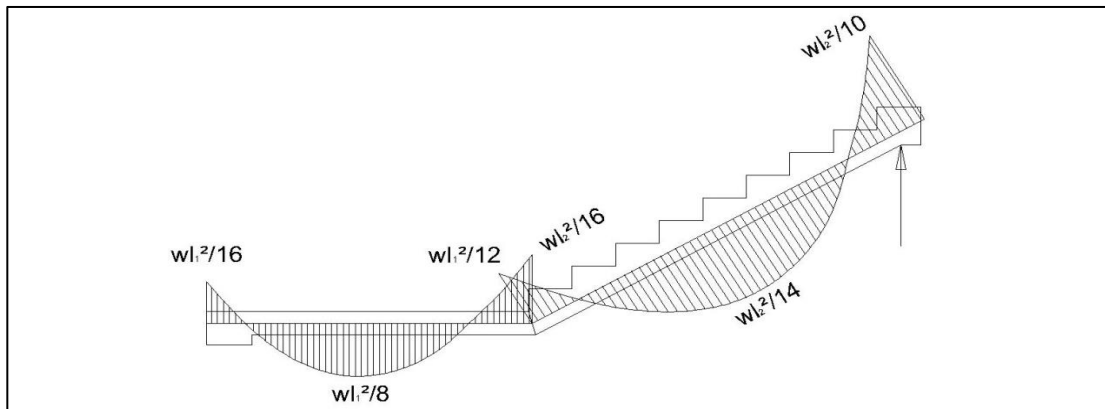
Peso propio losa	$0,15 \times 2\ 400$	=	$360\ \text{Kg/m}^2$
Acabado superior	$0,05 \times 2\ 400$	=	$276\ \text{Kg/m}^2$
<u>Acabado inferior</u>	<u>$0,02 \times 2\ 400$</u>	=	<u>$48\ \text{Kg/m}^2$</u>
Carga muerta		=	$684\ \text{Kg/m}^2$
<u>Carga Viva</u>		=	<u>$500\ \text{Kg/m}^2$</u>
W total			$1\ 184\ \text{Kg/m}^2$

Figura 76. **Modelo matemático de la escalera**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 77. **Diagrama de M para diseñar esta escalera**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$W_u \text{ rampa} = 1,3 M + 1,6 V = W_u \text{ rampa} = 2,04 \text{ Ton/m}^2$, que corresponde a la losa inclinada, y para simplificar, se aplica a toda la escalera.

○ **Diseño**

$L_2 = 2,91 \text{ m}$, $W_u = 2,04 \text{ Ton/m}^2$. $V_u = 4,0 \text{ Ton}$, $M_u = 2,73 \text{ Ton - m}$, $h = 15 \text{ cm}$, $d = 12,4 \text{ cm}$, $b = 100 \text{ cm}$, $\phi = 0,9$, $f'_c = 0,21 \text{ Ton/cm}^2$. $M_u = 273 \text{ ton-cm}$; $k = M_u / \phi b d^2 f'_c = 0,0946$. $w = \frac{1 - \sqrt{1 - 2,36k}}{1,18}$, $w = (1 - \sqrt{(1 - 2,36k)}) / 1,18 = 0,1051$.

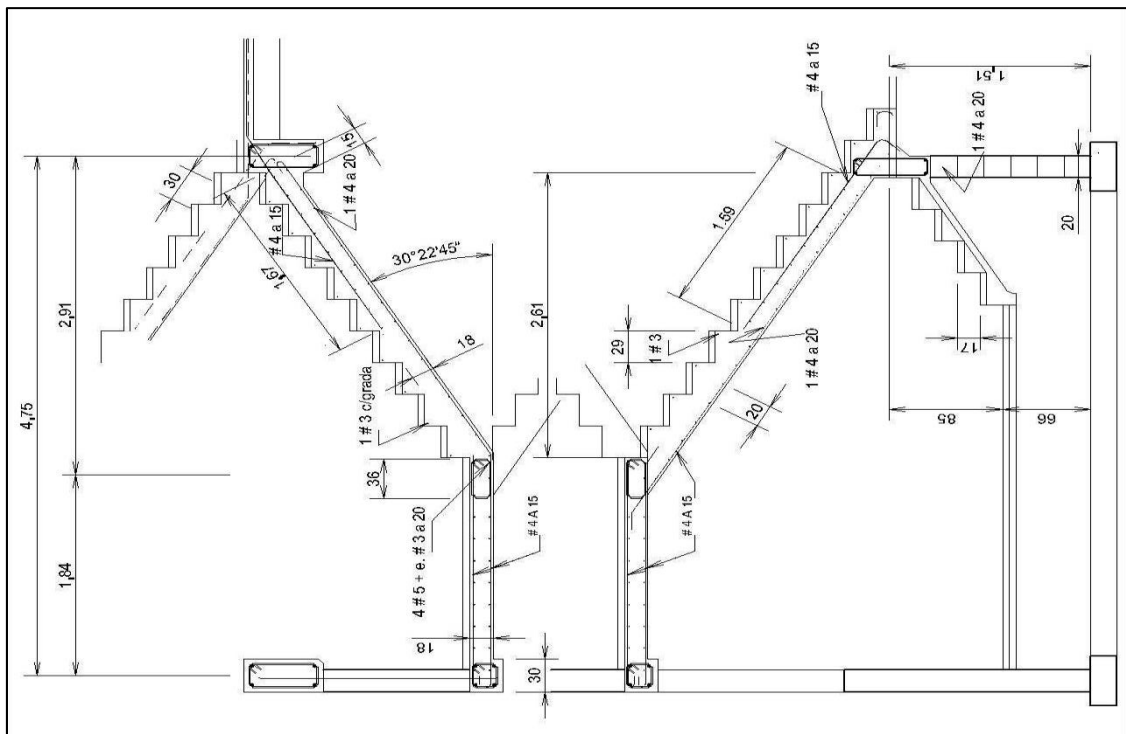
$$\rho = w f'c/fy, \rho = 0,1051 \times 0,28/4.2 = 0,00671.$$

$$As = \rho bd = 0,006701 \times 100 \times 12,368 = 8,3 \text{ cm}^2$$

$S_{\text{refuerzo}} = As_{\text{barra } \# 4} \times 100 / 8,3 = 129 / 8,3 = 15,6 \text{ cm}$, usar # 4 a 1
temperatura = $0,0018 \times 15 \times 100 = 2,7 \text{ cm}^2/\text{m}$, # 3 a 20, cumple!

- Verificación de cortante

Figura 78. Dibujo de refuerzo de la escalera



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

4.3.4.13. Diseño de nudo

Se determina el refuerzo transversal y necesidades de resistencia al corte para la unión viga – columna, en el primer piso del marco exterior, en dirección E-W.

- Refuerzo transversal para confinamiento

La sección 21.7.3.1 pide para el nudo la misma cantidad de refuerzo de confinamiento que requiere para la longitud l_o , en los extremos de las columnas, a menos que la junta esté confinada por vigas que enmarcan en todas las caras verticales de la columna, y se considera que proveen confinamiento, si al menos tres cuartos de la cara del nudo están cubiertos por la viga.

En el caso del nudo considerado aquí, las vigas enmarcan solo tres lados de la columna. El refuerzo que requieren las columnas por confinamiento se satisface con estribos y grapas No. 3, espaciadas a 10 cm.

- Revisar resistencia al corte de la unión en la dirección E – W

La fuerza de corte en la sección X – X (ver figura 79) de la junta se obtiene de la diferencia entre la fuerza de tensión del refuerzo de flexión de la viga (esforzada a $1,25f_y$) y el corte horizontal de la columna de encima.

$$T = A_s (1,25f_y) = (4 \times 5,10) (1,25 \times 4,2) = 107,1 \text{ ton}$$

Un estimado del corte horizontal de la columna, V_h , puede obtenerse asumiendo que las vigas en los pisos contiguos están también deformadas para que en sus uniones con la columna se formen articulaciones plásticas, con M_{pr}

(viga) = 66,1 t-m (ver figura 79). Además, asumiendo que los momentos en los extremos de las vigas son resistidos por las columnas arriba y debajo de la junta, inversamente proporcional a las longitudes de las columnas, el promedio del corte horizontal es aproximadamente:

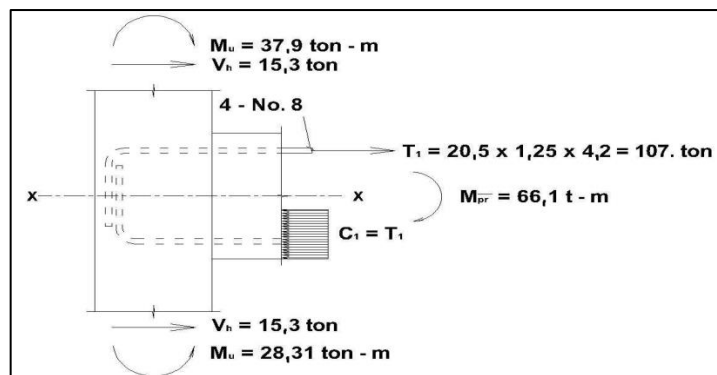
$$V_h = (2 \times 66,1)/(3,40 + 5,24) = 15,3 \text{ ton}$$

Así, el cortante neto en la sección x-x de la junta es $V_u = 134,0 - 15,3 = 118,7 \text{ ton}$. La sección 21.7.4.1, proporciona la resistencia nominal de una junta, en función del área de la sección transversal del nudo, A_j , y el grado de confinamiento que proporcionan las vigas. Para la junta confinada en tres caras considerada aquí (nota: ancho de viga = 40 cm < 0,75 (ancho de columna) = 0,75 x 60 = 45 cm):

$$\phi V_c = \phi 3,98 \sqrt{f'c} A_j =$$

$$= 0,85 \times 3,98 \sqrt{280} \times 3 \ 600/1000 = 203,8 \text{ ton} > 118,7 \text{ ton}$$

Figura 79. **Análisis de corte, nudo exterior, dirección E-W**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Revisar resistencia de la junta en dirección N – S

La fuerza de corte a través de la sección x – x, (ver figura 78), de la junta se determina como sigue:

$$T_1 = A_s (1,25f_y) = (4 \times 3,87) (1,25 \times 4,2) = 81,27 \text{ ton}$$

Los momentos resistentes positivo y negativo, probables en el nudo son:

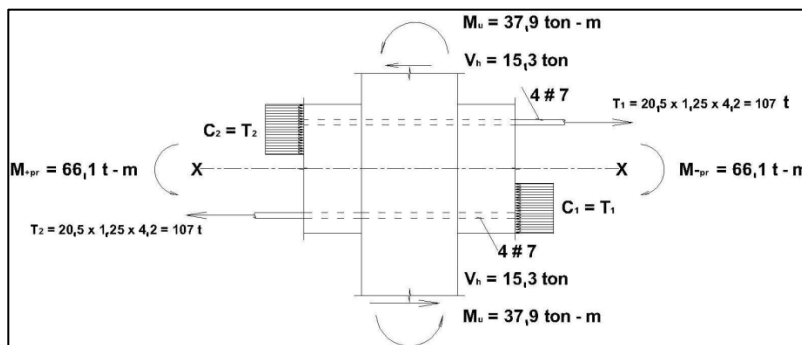
41,92 t – m (4 No. 7 arriba y abajo). El corte promedio horizontal en la columna es aproximadamente:

$$V_u = 2(41,9 + 41,9) / (3,40 + 5,24) = 19,4 \text{ ton}$$

Así, el corte neto en la sección x – x de la junta es

$$V_u = T_1 + C_2 - V_u = 81,27 + 81,27 - 43,2 = 119,34 < \phi V_c = 203,8 \text{ ton, bien.}$$

Figura 80. **Análisis de corte, nudo exterior, dirección N-S**

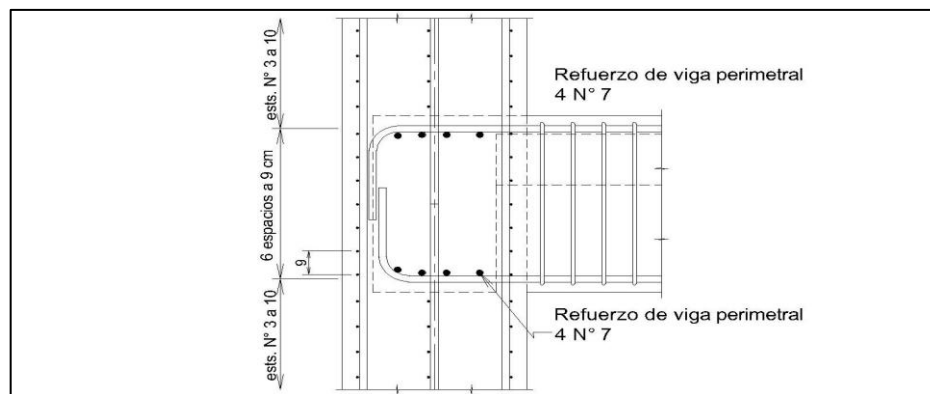


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Nótese que, si el cálculo de la resistencia al corte del concreto, en la junta, calculado como se calculó arriba, fuera inadecuado, cualquier ajuste tendría que afectar la forma, agrandando la sección transversal de la columna (y mejorar A_j) o aumentando el peralte de la viga (para reducir la cantidad de refuerzo requerido y mejorar la fuerza de tensión T) ya que el refuerzo transversal se considera que no tiene un efecto significativo en la resistencia a corte.

- Detalles de refuerzo para la junta exterior se muestran en la figura 81.

Figura 81. **Detalles de refuerzo del nudo exterior**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

4.3.5. **Diseño de instalación de agua**

Beber agua potable es una de las necesidades vitales de los seres humanos, quienes la utilizan además para bañarse, lavarse, cocer los alimentos y para la limpieza en general. En este diseño se espera proveer servicios de agua en las cantidades, caudales y presiones adecuadas, con posibilidad de adaptación a mejoras.

4.3.5.1. Determinación de la demanda de agua

Al diseñar el suministro de agua de un edificio primero se determina la cantidad global de agua que se necesita. Para ello es preciso conocer la necesidad de cada servicio y el número de ellos que pueda funcionar a la vez.

Tabla XXV. **Demanda de agua del edificio del STUSC**

Aparato	Unidades de consumo	Cantidad de artefactos	Caudal parcial
Lavabo	10	19	190
Grifo	4	4	16
Fregadero	4	1	4
Lavadero	3	1	3
Ducha	4	1	4
Inodoro V D	10	13	130
Mingitorio V D	3	6	18
Pileta	3	1	3
Demanda total en unidades de consumo			368
Máximo consumo probable en la instalación: 450 litros por minuto			

Fuente: elaboración propia.

El consumo de agua medio aceptado, por persona y día, en edificios de oficinas está entre 60 y 120 litros. Para el caudal que requieren los aparatos se valoran las unidades de consumo. Una unidad de consumo equivale a 25 litros por minuto. "Para asignar caudales a los servicios del caso, se considera que son de uso público y que se usarán inodoros y mingitorios con válvulas de descarga. En edificios se admite, razonablemente, que no todos los aparatos funcionan simultáneamente y se usa el máximo consumo probable, que se obtiene de curvas"⁶ preparadas de conformidad con ensayos y experimentación.

⁶ MCGUINESS STEIN, Gay Fawcett. *Capacidad de tuberías para edificios de hasta tres plantas en unidades de descarga*. p. 46.

4.3.5.2. Fuente, almacenamiento y bombeo

El suministro de agua de esta instalación se prevé conectar con la red de distribución existente de la universidad, la cual tiene sus respectivos tanques de almacenamiento y el servicio tiene caudal y presión suficiente para esta acometida. En consecuencia, los temas de fuente, almacenamiento y bombeo serán cubiertos por ese sistema.

4.3.5.3. Presión necesaria en los artefactos

La presión del agua $p = 0,1 h$, kg/cm^2 , donde h = columna de agua en m, y $h = 10 p$. Las válvulas de descarga de los inodoros requieren una presión de 1 kg/cm^2 , pero $0,5 \text{ kg/cm}^2$, es suficiente para los otros aparatos. La máxima presión admisible no excede los $3,5 \text{ kg/cm}^2$. (ver tabla VIII).

Tabla XXVI. Presión necesaria en los artefactos

Aparato	Diámetro de la tubería en pulgadas	Presión kg/cm^2	Caudal Litros por minuto
Lavabo	3/8"	0,73	15
Grifo	1/2"	0,58	10
Fregadero	1/2"	0,36	15
Lavadero	1/2"	0,36	20
Ducha	1/2"	0,36	20
Inodoro V D	1"	1,46	150
Mingitorio V D	1"	1,09	60
Pileta	1/2"	1,09	10
Manguera de jardín	1/2"	2,19	20

Fuente: elaboración propia.

4.3.5.4. Material, ruta y diámetros de la tubería

El material previsto para usar en esta instalación es tubería de cloruro de polivinilo, PVC. Este material estable e inerte se emplea extensivamente donde la higiene es una prioridad, como las tuberías de agua potable. Es altamente resistente y puede durar más de sesenta años, comprobado en aplicaciones de agua potable y drenajes. Además, es un material que no se quema con facilidad ni arde por sí solo y cesa de arder una vez que la fuente de calor se ha retirado. El esquema de distribución y diámetros se muestran en el plano correspondiente. La tabla VII sirve para determinar los diámetros de la tubería.

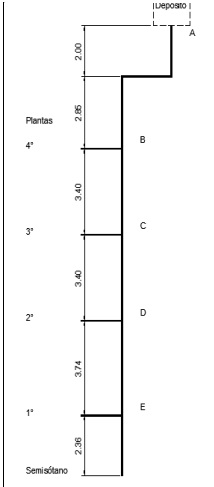
La distribución del servicio se provee con tubería para agua potable PVC 120, Ø 2", ASTM 2241, de 250 psi, SDR 17, que de la acometida sube hasta el tercer nivel, y continúa hasta la terraza con Ø 1 ½". Esta tubería distribuye a los circuitos cerrados de cada piso, que se desarrollan con tubería de Ø 1" y Ø ¾", de la misma clase, y termina en los artefactos con Ø ½", 315 psi, SDR 13,5. Los accesorios para agua potable son, cédula 40 ASTM D2466.

Tabla XXVII. **Máximo consumo probable por grupos de artefactos**

Grupos de artefactos y máximo consumo probable Predominan las válvulas de descarga											
Piso	Local	Aparato	Unidades de consumo				Máximo consumo probable litros por minuto				
			Unidad	Cantidad	Subgrupo	+	Sector	Acumulado			
1°	Albergue	Lavabo	10	1	24	24	150	150			
		Ducha	4	1							
		Inodoro	10	1							
	SS ♀	Lavabos	10	3	60	130	260	275			
		Inodoros	10	3							
	SS ♂	Lavabos	10	3	46						
		Mingitorios	3	2							
Inodoros		10	1								
2°	SS ♀	Lavabos	10	3	60				236	260	375
		Inodoros	10	3							
	SS ♂	Lavabos	10	3	46						
		Mingitorios	3	2							
		Inodoros	10	1							
3°	SS ♀	Lavabos	10	3	60	342	260	450			
		Inodoros	10	3							
	SS ♂	Lavabos	10	3	46						
		Mingitorios	3	2							
		Inodoros	10	1							
4°	Terraza	Grifos	4	2	8	350	100	450			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. Cálculo de diámetros de las tuberías



Pisos	Unidades de consumo	Total de U. de C.	Máximo consumo probable (lit/min)	Longitud de tubería (m)	Longitud equivalente (m)	Presión requerida en los aparatos (kg/cm ²)	Presión total disponible (kg/cm ²)	disponible para rozamiento en el tramo del bajante (kg/cm ²)	de presión por rozamiento (kg/cm ² por 100 m de	Presión efectiva en el bajante (kg/cm ²)	Diámetro de la tubería (pulgadas)
Terraza	8	8	100	7,00		0,4	0,5	0,1	1,43	0,5	1- 1/2"
3º	106	114	260	3,4		0,65	0,84	0,19	2,71	0,84	2"
2º	106	220	375	3,4		1,00	1,18	0,18	2,57	1,00	2"
1º	130	350	450	3,74		1,15	1,524	0,374	5,34	1,15	2"
Semisótano	8	358	450	2,36		1,15	1,76	0,61	8,71	1,15	2"

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

4.3.6. Instalación de drenajes

La actividad en los edificios involucra el uso de los servicios con que cuenta y, entre ellos por supuesto, los sanitarios. Se producen entonces aguas servidas las cuales deben retirarse prontamente. Para ello se utilizan tuberías que conducen a una alcantarilla mayor las aguas servidas procedentes de esos servicios.

En las tuberías se producen gases, por lo que se necesita poner sellos contra el paso de estos hacia los locales. Para eso se intercalan en los conductos tubos en forma de s a los que se llama sifones. Los sifones instalados retienen parte del agua a través de la cual no pasan los gases. Las descargas pueden dar lugar a presiones y depresiones que pueden arrastrar el

agua de los sifones, por lo que las bajadas deben estar ventiladas para equilibrar la presión.

4.3.6.1. Precipitación y bajadas de agua pluvial

“La máxima precipitación registrada en el departamento de Guatemala está comprendida entre 100 y 160 mm/hora, valores registrados en tormentas con pocos minutos de duración, 20 minutos con tasa de retorno de 30 años y 5 minutos con tasa de retorno de 10 años”.⁷ Se suele asignar una sección de 1 cm² por cada 2 m² de superficie de techo para una lluvia de 200 mm/hora. Para mantener un moderado nivel de relleno en el techo y proporcionar las inclinaciones adecuadas, se asigna cuatro áreas de captación a las que les corresponde una superficie de 91 m² a cada una. Se usaron entonces cuatro bajadas de agua pluvial de tres pulgadas de diámetro. De estas, tres estarán expuestas al exterior, por lo que las mismas son tubos galvanizados de acero cédula 40.

4.3.6.2. Cantidad de agua servida

La cantidad de aguas servidas depende de la dotación de agua. Para este caso puede estimarse entre 60 y 120 litros por persona y día. Las cantidades máximas horarias corresponderán a determinadas horas del día, que para este edificio de oficinas serán las 9:00, las 12:00 y las 17:00 horas. Esta cantidad evacuada a estas horas de máxima descarga determinará el diámetro de los ramales, bajadas, colectores y acometida. En edificios, la frecuencia probable de descargas simultáneas es baja y los diámetros se determinan con un criterio de probabilidad.

⁷ Insivumeh. *Mapas de intensidad de lluvia del Atlas Hidrológico*.

4.3.6.3. Unidades de descarga

Para estimar el caudal de los artefactos se usan unidades de descarga. Son similares a las unidades de consumo usadas en la demanda de agua. La unidad de descarga se considera también de 25 litros por minuto. Un lavabo con sifón de 1 ¼” desagua una unidad de descarga. Las descargas de los otros artefactos se expresan en función de unidades de descarga.

Tabla XXIX. **Unidades de descarga en el edificio del STUSC**

Aparato	Unidades de descarga por aparato	Cantidad de aparatos	Unidades de descarga en la instalación
Lavabo público	2	19	38
Fregadero	2	1	2
Lavadero	1	1	1
Ducha	2	1	2
Inodoro VD	10	13	130
Mingitorio VD	5	6	30
Pileta	2	1	2
Total de unidades de descarga en el edificio			205

Fuente: elaboración propia.

4.3.6.4. Tubos de bajadas de agua sucia, colectores, acometida y ventilación

“El diámetro de las bajadas se determina por el número de aparatos que desaguan, pero si reciben la descarga de un inodoro el diámetro mínimo debe ser 3”.

Tabla XXX. **Determinación de diámetros de tubería de drenajes**

Grupos								
Piso	Local	Aparato	Unidades de descarga			Diámetro del ramal, bajada, colector, o tubería de ventilación, Ø"		
			Unidad	Cantidad	Subgrupo	Ramal	Bajada	Vent.
1°	Albergue	Lavabo	2	1	16	3"	3"	1 ½"
		Ducha	10	1				
		Inodoro	4	1				
	SS ♀	Lavabos	2	3	18	3"	3"	3"
		Inodoros	4	3				
	SS ♂	Lavabos	2	3	20 a 30	4"	4"	4"
Mingitorios		5 a 10	2					
Inodoros		4	1					
2°	SS ♀	Lavabos	2	3	18	3"	3"	3"
		Inodoros	4	3				
		Lavabos	2	3				
	SS ♂	Mingitorios	5 a 10	2	20 a 30	4"	4"	4"
		Inodoros	4	1				
		Lavabos	2	3				
3°	SS ♀	Lavabos	2	3	18	3"	3"	3"
		Inodoros	4	3				
		Lavabos	2	3				
	SS ♂	Mingitorios	5 a 10	2	20 a 30	4"	4"	4"
		Inodoros	4	1				
		Lavabos	2	3				
Capacidad de tuberías para edificios de hasta tres plantas en unidades de descarga. Fuente: Gay, Fawcett, Mcguinness, Stein, tabla 6.5			Ø"	Ramal	Bajada			
			2"	6	10			
			3"	20	30			
			4"	160	240			
			6"	640	960			

Fuente: MCGUINNESS STEIN, Gay Fawcett. *Capacidad de tuberías para edificios de hasta tres plantas en unidades de descarga.* p. 46.

4.3.7. Diseño de instalaciones eléctricas

Las principales fuentes de electricidad son los generadores; los de corriente alterna proporcionan la mayor parte de la corriente eléctrica utilizada en los edificios. La corriente eléctrica llega a los puntos de consumo luego de pasar por líneas de transmisión, transformadores, líneas de distribución y acometidas a los edificios. Allí se dispone en los sistemas de alumbrado y tomas de corriente que sirven a la mayoría de aparatos eléctricos.

4.3.7.1. Intensidad y niveles de iluminación

De las diferentes formas de alumbrado que pueden utilizarse se tomará el método de iluminación general. Se espera obtener difusión uniforme de la luz en toda el área a iluminar. Se proyecta una distribución de lámparas de forma regular, sin atender la ubicación de muebles. El propósito es procurar la visibilidad y que la iluminación permita leer, trabajar y caminar, con una visión cómoda para observar los objetos sin mayor esfuerzo. Se utilizará una intensidad de iluminación para un alumbrado eficaz, cómodo, práctico y económico. La selección es para una iluminación clase C: entre 150 y 300 *lux*. Se busca lograr una distribución uniforme sin deslumbramiento.

4.3.7.2. Cantidad y distribución de lámparas

De manera general para una intensidad de 225 *lux* y para la superficie del piso, 361 m², con un coeficiente de utilización de 0,39 y para un factor de conservación de 0,70, se necesita proveer 300 000 lúmenes. Una distribución razonable de luminarias para las dimensiones de la estructura, altura de cielo de 4 m con separación de vigas de 9,20, indica que los aparatos deben quedar separados no más de 5 m, para iluminación semidirecta. Con 36 lámparas se requiere que cada lámpara provea 8 333 lúmenes. Esto se consigue con una lámpara fluorescente de 4 tubos de 40 w, luz blanca fría, que da más de 2 100 lúmenes, mejorando la intensidad de iluminación a más de 225 *lux*.

Usar entonces 36 lámparas fluorescentes de 4 x 40 w, luz blanca fría estándar por piso, 108 en total. También considerar 5 lámparas de mercurio para iluminación exterior.

4.3.7.3. Cantidad y distribución de tomas de corriente

Para los pisos de aulas, oficinas, salón y otros se considera asignar 36 tomacorrientes dobles de 110 voltios por piso o sea 108 en total. También considerar circuitos de 220 voltios para estufa eléctrica en la cafetería y bomba de agua potable.

4.3.7.4. Estimación de la carga conectada

Carga conectada es toda la carga efectiva y lista para funcionar. Carga operante es la parte de la carga conectada que esté funcionando en un momento dado. Demanda máxima es el valor máximo de la carga operante. En este apartado se estiman la carga conectada y los periodos probables durante los cuales todos o una parte de los aparatos estarán consumiendo energía. En el siguiente apartado se refiere la tabla con esta información, donde se diseñan también los circuitos principales y se determina alambrado y ductos.

Las posibles cargas a conectar en 1 100 m² de superficie total de pisos, y 4 060 m³ de volumen del edificio, son: cargas totales de motores, aire acondicionado de 100 CV, servicio de agua de 2,2 CV, aplicaciones varias de 2 CV; con factor de rendimiento de 87 % a plena carga y factor de potencia de 0,86 (monofásicos de 230 V), y sumadas de 89,2 kW; alumbrado interior de 14 kW y alumbrado exterior de 2,5 kW.

A las tomas de corriente se conectarán aparatos como: refrigerador, ventiladores, estufa, horno, hornos microondas, radios y otros aparatos de sonido, lámparas, enchufes y principalmente equipos de computación, 1 por

cada oficina más extras de visitantes en las aulas, biblioteca y otros lugares. Se estima 60 unidades que consumen un promedio de 300 W, hacen un total de 15 kW. Total de carga conectada = $89,2 + 14 + 2,5 + 15 = 218$ kW.

4.3.7.5. Diseño de circuitos, alambrado y ductos

La tabla que reúne la información de la carga conectada permite establecer el esquema de las conexiones principales, los calibres de los cables principales y derivados, los tamaños de los fusibles y tableros o cuadros de control y los diámetros de los tubos (ver apéndices). Los tamaños de cable de los circuitos derivados serán suficientes para que el voltaje de salida en las lámparas y tomas de corriente se mantenga muy cerca del voltaje para el que los aparatos fueron construidos, por lo que se diseñan para una caída de tensión de 2 voltios.

4.3.7.6. Ductos para comunicación y señalización

El diseño contempla y deja previstos un grupo de ductos libres, que luego permitan alojar los cables de instalaciones de comunicación y señalización. Se ubican en los posibles lugares donde tendrán aplicación.

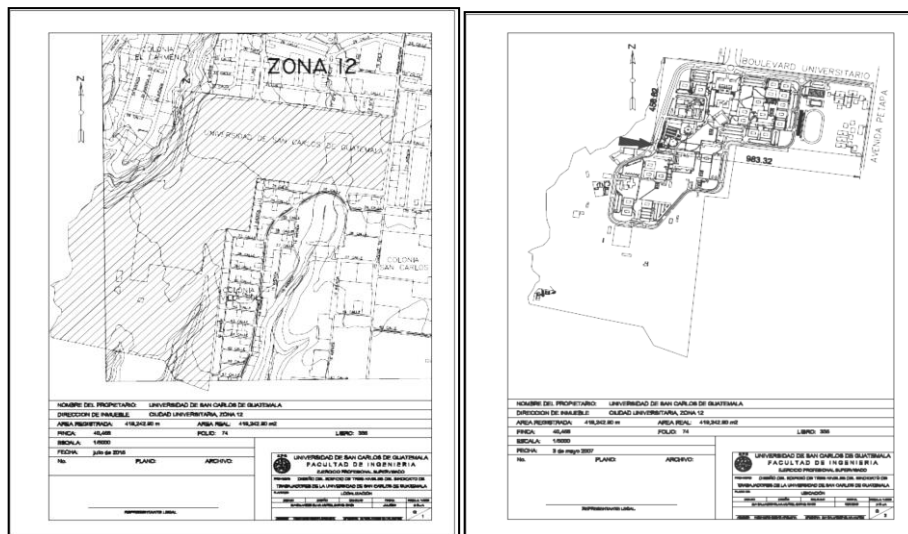
4.4. Presentación e interpretación de resultados del proyecto

A continuación se explicará la presentación e interpretación de resultados del proyecto.

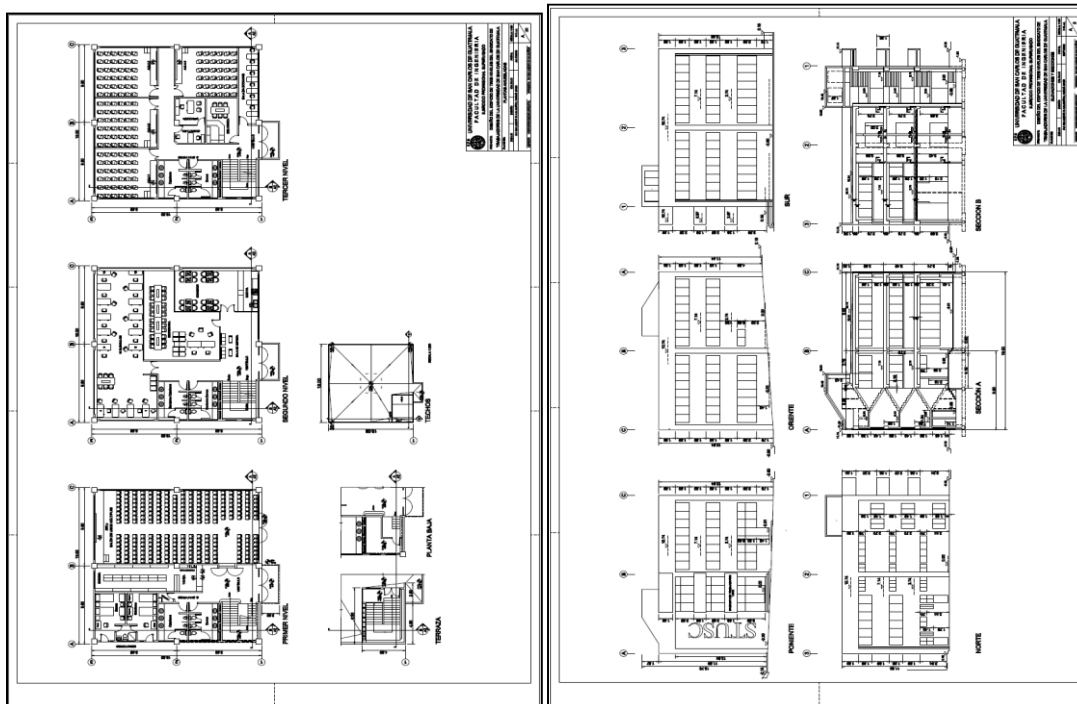
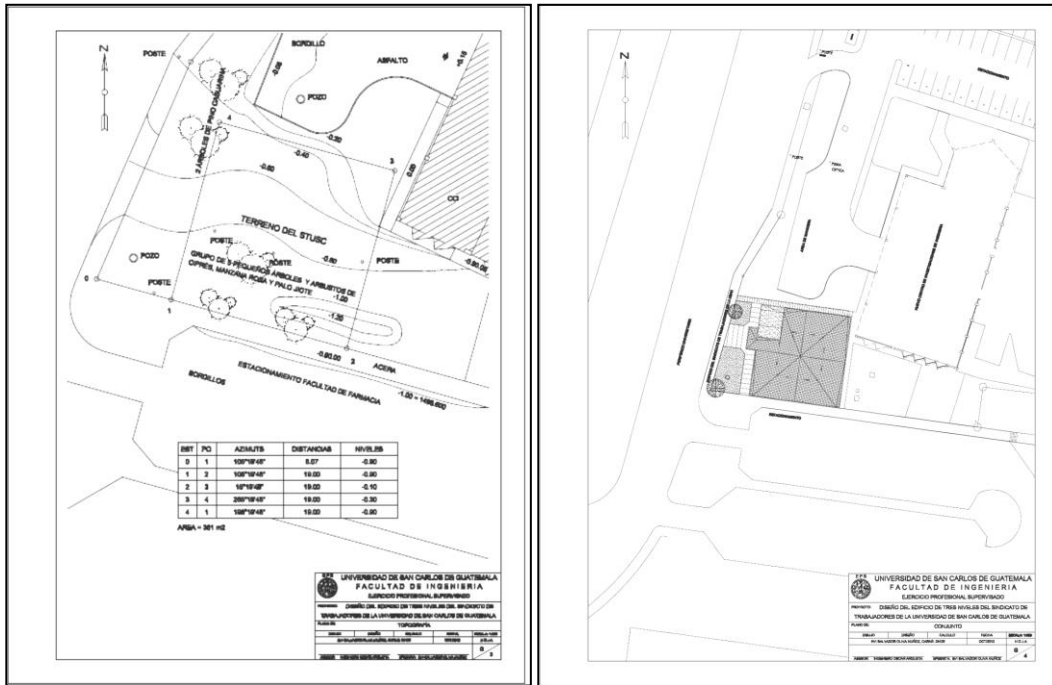
4.4.1. Planos constructivos

Los planos de construcción se elaboraron con base en diseños con las descripciones presentadas en los incisos correspondientes a cada uno de los sistemas que componen el edificio. Consiste en un juego de 18 planos listados en el apéndice, donde también se encuentran reproducciones a doble carta de los mismos. El formato original de presentación y trabajo es el de 22" x 34", lo que impresos los dibujos en 11" x 17" se reduce para quedar en escalas dobladas al original así: el original es 1: 100, la reproducción doble carta es 1: 200 y sucesivamente (ver apéndice 3). También se incluyen aquí imágenes reducidas de los mismos.

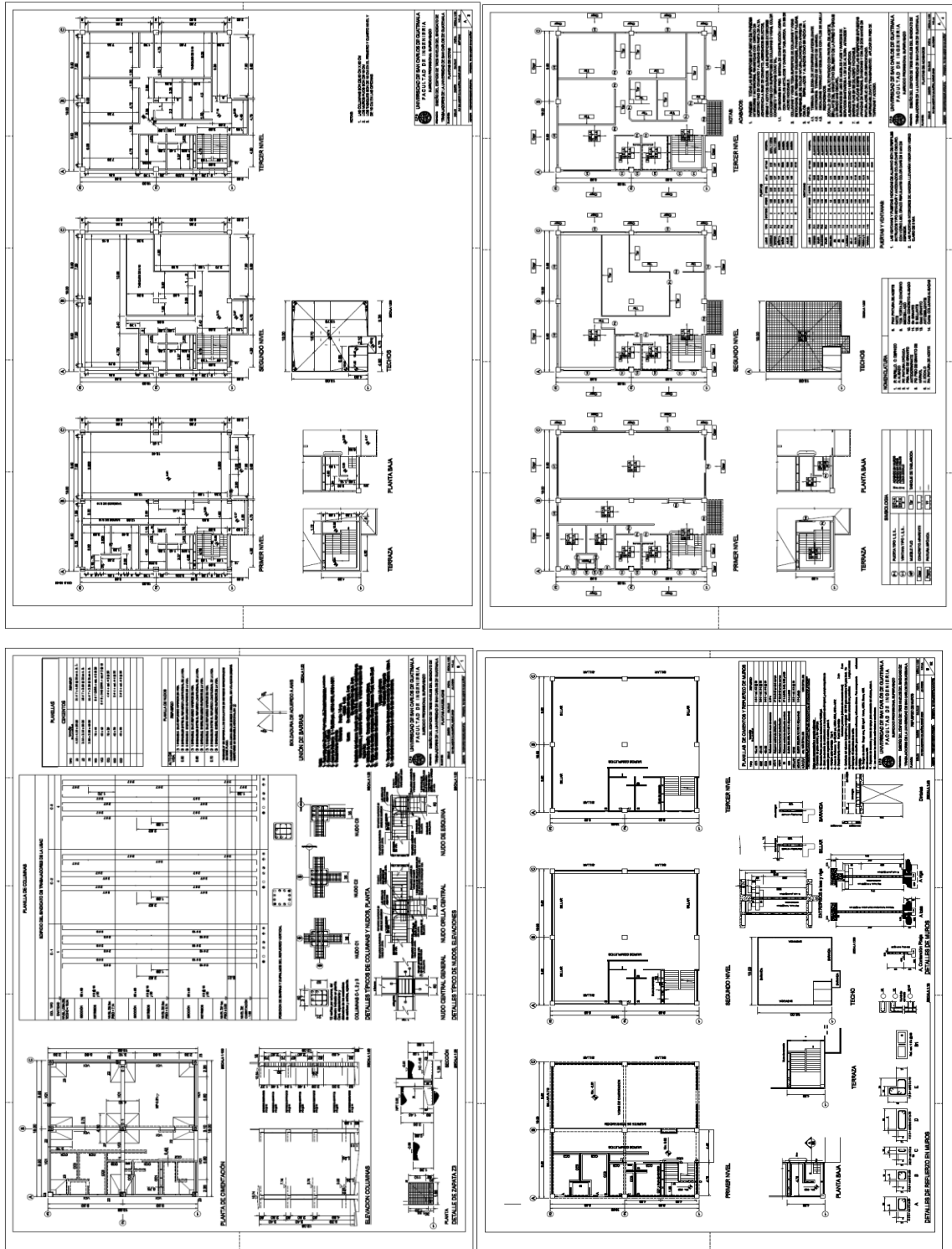
Figura 82. Planos constructivos



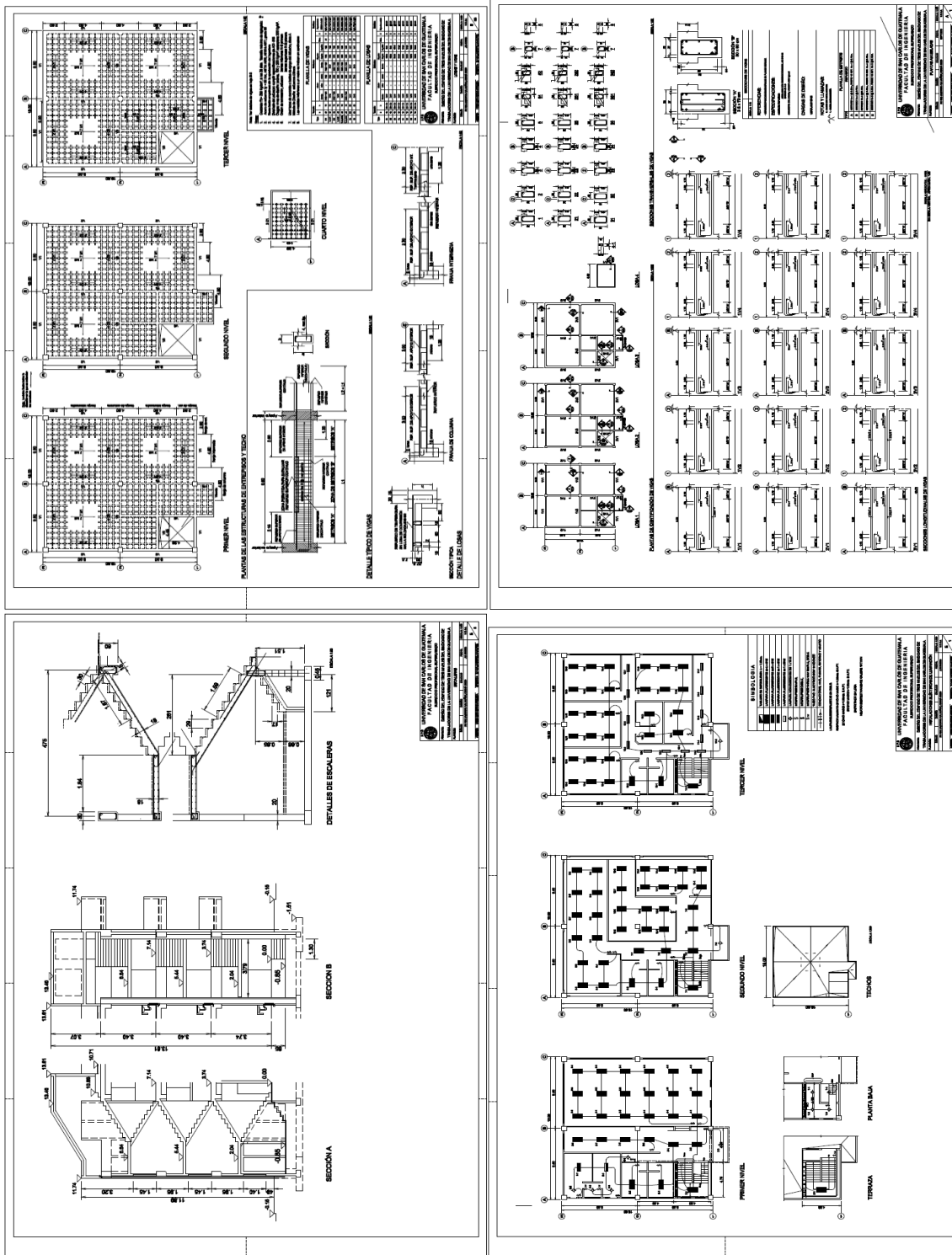
Continuación de la figura 82.



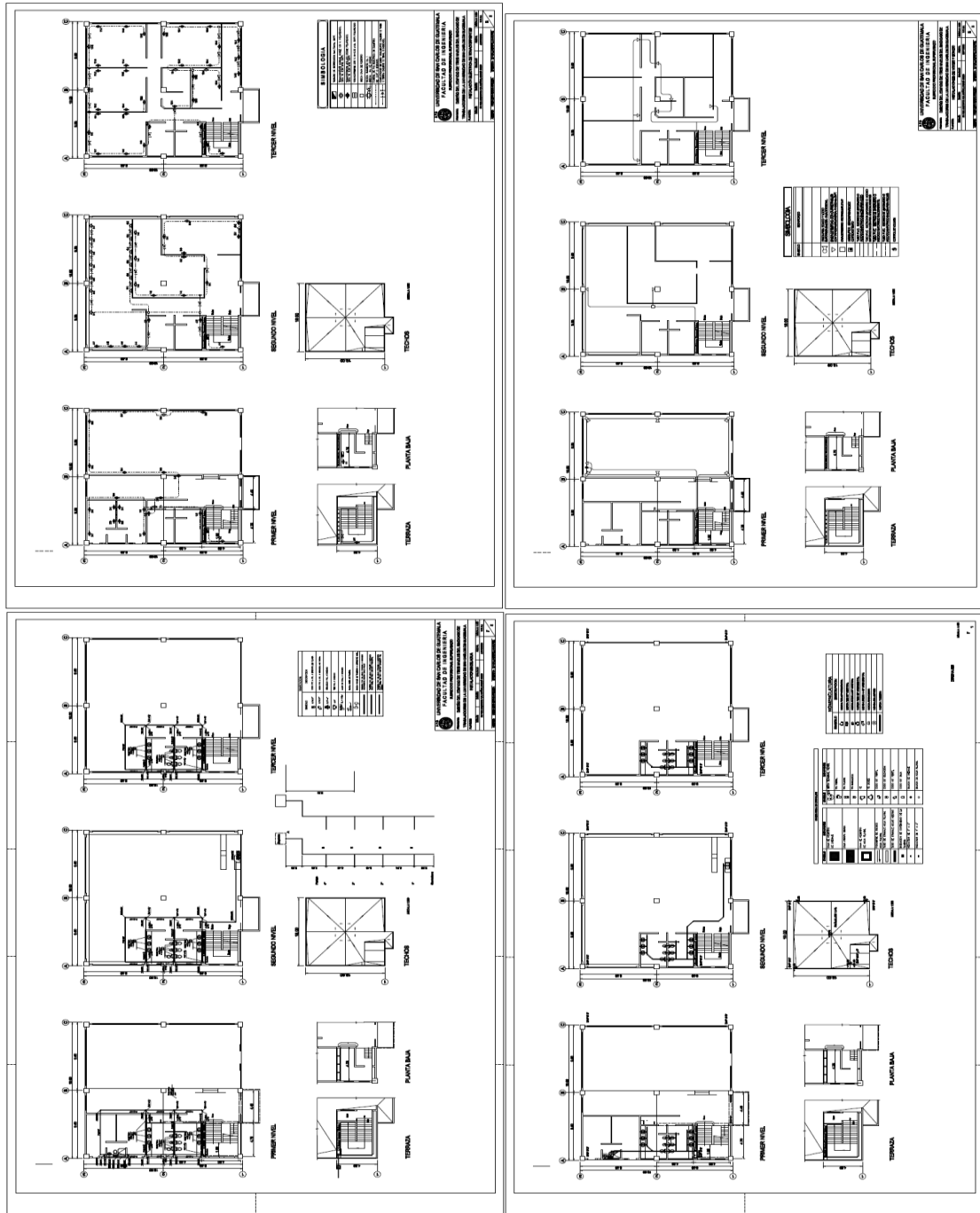
Continuación de la figura 82.



Continuación de la figura 82.



Continuación de la figura 82.




Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

4.4.2. Presupuesto

Previamente a calcular el presupuesto de la obra se obtuvieron, por medio de una cuantificación detallada, las listas de partidas de trabajo, materiales y las cantidades correspondientes. Los renglones se determinaron con base en la clasificación del Instituto Americano de Especificaciones. El mismo arrojó un resultado de 4 millones de quetzales (ver apéndice 4.) Se incluyen aquí imágenes reducidas del mismo.

Figura 83. Presupuesto

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO PRESUPUESTO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES DEL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA USAC CALCULADO POR EL EPESISTA: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ Septiembre de 2015 FIRMA DE ASESOR: INGENIERO OSCAR ARGUETA FIRMA DE EPESISTA: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ					
Item	Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DEL PROYECTO
1 REQUISITOS PREVIOS A LA CONSTRUCCIÓN					
1.1	Evaluación y diagnóstico	U	1.0	10,000.00	Q 10,000.00
1.2	Definir proyecto	U	1.0	10,000.00	Q 10,000.00
1.3	Planos de construcción	U	1.0	15,000.00	Q 15,000.00
1.4	Especificaciones	U	1.0	3,000.00	Q 3,000.00
1.5	Proceso de contratación	U	1.0	20,000.00	Q 20,000.00
1.2 REQUISITOS GENERALES					
1.2.1 Obtener permisos de continuación, demolición y taxa					
1.2.1	Obtener permisos de continuación, demolición y taxa	U	1.0	500.00	Q 500.00
1.2.2	Sefalización	U	1.0	1,500.00	Q 1,500.00
1.2.3	Valia informativa del proyecto	U	1.0	2,500.00	Q 2,500.00
1.2.4	Sefales Preventivas	U	1.0	2,500.00	Q 2,500.00
1.2.5	Barera delimitante, cerco de lámina de 2 m de alto	U	1.0	2,500.00	Q 2,500.00
1.2.6	Limpieza	U	1.0	2,500.00	Q 2,500.00
1.2.7	Localización replanteo y trazo	U	1.0	2,500.00	Q 2,500.00
1.2.8	Bodega e instalaciones provisionales	U	1.0	2,500.00	Q 2,500.00
1.2.9	Bodega, oficina, garta	U	1.0	2,500.00	Q 2,500.00
2 CONDICIONES EXISTENTES					
2.1 Demoliciones					
2.1	Demoliciones	U	1.0	1,000.00	Q 1,000.00
2.4 Preparaciones de terreno					
2.4	Preparaciones de terreno	U	1.0	1,000.00	Q 1,000.00
2.7 Construcciones					
2.7	Construcciones	U	1.0	1,000.00	Q 1,000.00
3.0 Jardinería general					
3.0	Jardinería general	U	1.0	1,000.00	Q 1,000.00
1.00 PRELIMINARES					
1.01 Limpia, chapes y destronque					
1.01	Limpia, chapes y destronque	MF	361.00	5.00	Q 1,805.00
1.02 Rollo de proyecto					
1.02	Rollo de proyecto	U	1.00	500.00	Q 500.00
1.03 Trazo topografico					
1.03	Trazo topografico	U	1.00	500.00	Q 500.00
1.04 Muro de contención de concreto ciclopeo					
1.04	Muro de contención de concreto ciclopeo	M	41.00	500.00	Q 20,500.00
1.05 PLATAFORMA de 19 x 19 m, con mat. selado compac. 1 m prof.					
1.05	PLATAFORMA de 19 x 19 m, con mat. selado compac. 1 m prof.	MF	361.00	90.00	Q 32,490.00
1.06 TRAZO Y ESTACQUEADO (incluye hechura de suestas)					
1.06	TRAZO Y ESTACQUEADO (incluye hechura de suestas)	M	228.00	10.00	Q 2,280.00
3 CONCRETO					
3.1 CIMENTACIÓN					
3.1.1 CC-1 de 25 x 40 cm 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 15 cm					
3.1.1	CC-1 de 25 x 40 cm 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 15 cm	M	104.00	400.00	Q 41,600.00
3.1.2 CC-2 de 20 x 40 cm 3 No. 3 + Est. No. 2 @ 15 cm					
3.1.2	CC-2 de 20 x 40 cm 3 No. 3 + Est. No. 2 @ 15 cm	M	32.00	320.00	Q 10,480.00
3.1.3 MURO CIM. (Block de 14 x 19 x 39 de 35 Kg/cm², de 3 Nieras)					
3.1.3	MURO CIM. (Block de 14 x 19 x 39 de 35 Kg/cm², de 3 Nieras)	MF	82.08	150.00	Q 12,312.00
3.1.4 SOLERA HIDROFUGA de 15 x 20 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 15 cm					
3.1.4	SOLERA HIDROFUGA de 15 x 20 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 15 cm	M	136.80	250.00	Q 34,200.00
3.1.5 ZAPATA 2x1 (4.60 X 4.60 X 0.45 a 0.60 CON 12 BARRAS DE REFUERZO No. 7 @ 0.10 M. EN AMBOS SENTIDOS)					
3.1.5	ZAPATA 2x1 (4.60 X 4.60 X 0.45 a 0.60 CON 12 BARRAS DE REFUERZO No. 7 @ 0.10 M. EN AMBOS SENTIDOS)	U	1.00	44,736.00	Q 44,736.00
3.2 COLUMNAS					
3.2.1 C-1 (60 x 60 Cm; 8 No. 10 + EST. No. 4 @ 0.15m) h = 12.08m					
3.2.1	C-1 (60 x 60 Cm; 8 No. 10 + EST. No. 4 @ 0.15m) h = 12.08m	M	108.72	3,600.00	Q 391,392.00
3.3 ERCALERAS					
3.3.1 Tramo 0. De nivel -0.85 a 0.00					
3.3.1	Tramo 0. De nivel -0.85 a 0.00	MF	0.40	6,000.00	Q 2,376.00
3.3.2 Tramo 1. De nivel 0.00 a nivel +3.74					
3.3.2	Tramo 1. De nivel 0.00 a nivel +3.74	MF	4.14	6,000.00	Q 24,840.00
3.3.3 Tramo 2. De nivel +3.74 a +7.14					
3.3.3	Tramo 2. De nivel +3.74 a +7.14	MF	4.14	6,000.00	Q 24,840.00
3.3.4 Tramo 3. De nivel +7.14 a +10.54					
3.3.4	Tramo 3. De nivel +7.14 a +10.54	MF	4.14	6,000.00	Q 24,840.00
3.3.5 Tramo 4. De nivel +10.54 a +10.74					
3.3.5	Tramo 4. De nivel +10.54 a +10.74	MF	0.40	6,000.00	Q 2,376.00
3.4 VISAS					
3.4.1 Vigas de la losa 1. De 1V1 a 1V5 (30 x 60; Ref. ver planilla)					
3.4.1	Vigas de la losa 1. De 1V1 a 1V5 (30 x 60; Ref. ver planilla)	M	124.60	1,620.00	Q 201,852.00
3.4.2 Vigas de la losa 2. De 2V1 a 2V5 (30 x 60; Ref. ver planilla)					
3.4.2	Vigas de la losa 2. De 2V1 a 2V5 (30 x 60; Ref. ver planilla)	M	124.60	1,620.00	Q 201,852.00
3.4.3 Vigas de la losa 3. De 3V1 a 3V5 (30 x 60; Ref. ver planilla)					
3.4.3	Vigas de la losa 3. De 3V1 a 3V5 (30 x 60; Ref. ver planilla)	M	124.60	1,620.00	Q 201,852.00
3.06 Vigas de la losa 4. De 4V1 a 4V2 (15 x 40; Ref. ver planilla)					
3.06	Vigas de la losa 4. De 4V1 a 4V2 (15 x 40; Ref. ver planilla)	M	10.00	1,620.00	Q 16,200.00
3.5 Losas					
3.5.1 Losa 1. Segundo piso.					
3.5.1	Losa 1. Segundo piso.	MF	290.00	1,800.00	Q 522,000.00
3.5.2 Losa 2. Tercer piso.					
3.5.2	Losa 2. Tercer piso.	MF	290.00	1,800.00	Q 522,000.00
3.5.3 Losa 3. Terraza.					
3.5.3	Losa 3. Terraza.	MF	290.00	1,800.00	Q 522,000.00
3.5.4 Losa 4. Techo de módulo de escaleras y cubierta de terraza.					
3.5.4	Losa 4. Techo de módulo de escaleras y cubierta de terraza.	MF	21.00	1,800.00	Q 37,800.00
3.6 Barranda					
3.6.1 Barranda de voladizo de losa 1 perimetra de 0.15'1.20					
3.6.1	Barranda de voladizo de losa 1 perimetra de 0.15'1.20	M	8.75	1,080.00	Q 9,450.00
3.6.2 Barranda voladizo de losa 2 perimetra de 0.15'1.20					
3.6.2	Barranda voladizo de losa 2 perimetra de 0.15'1.20	M	8.75	1,080.00	Q 9,450.00
3.6.3 Barranda perimetra de terraza. 15'1.20					
3.6.3	Barranda perimetra de terraza. 15'1.20	M	86.15	1,080.00	Q 93,042.00
4 MAMPOSTERÍA					
4.1 Levantado de block de 14 x 19 x 39, de 35 Kg/cm², visto/isa.					
4.1	Levantado de block de 14 x 19 x 39, de 35 Kg/cm², visto/isa.	METRO.2	295.00	150.00	Q 44,250.00
4.2 MOCHETA A (15 x 15 cm; 4 No. 3 + EST. No. 2 @ 15 cm)					
4.2	MOCHETA A (15 x 15 cm; 4 No. 3 + EST. No. 2 @ 15 cm)	METRO	262.00	188.00	Q 49,256.00
4.3 MOCHETA B (10 x 15 cm; 2 No. 3 + EST. No. 2 @ 15 cm)					
4.3	MOCHETA B (10 x 15 cm; 2 No. 3 + EST. No. 2 @ 15 cm)	METRO	25.20	126.00	Q 3,175.20
4.4 SOLERA INTERMEDIA (15 x 20 cm; 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 15m)					
4.4	SOLERA INTERMEDIA (15 x 20 cm; 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 15m)	METRO	145.00	251.00	Q 36,395.00
4.5 SOLERA CORONA (15 x 20 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 15 cm)					
4.5	SOLERA CORONA (15 x 20 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 15 cm)	METRO	66.00	251.00	Q 16,566.00
4.6 SOLERA AMARRE (15 x 20; 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 0.15m)					
4.6	SOLERA AMARRE (15 x 20; 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 0.15m)	METRO	5.00	0.00	Q -
5 METALES					
6 MADERA PLÁSTICOS Y COMPUESTOS					
6.1 Levantado de block de 14 x 19 x 39, de 35 Kg/cm², visto/isa.					
6.1	Levantado de block de 14 x 19 x 39, de 35 Kg/cm², visto/isa.	METRO.2	295.00	150.00	Q 44,250.00
6.1.1 MOCHETA A (15 x 15 cm; 4 No. 3 + EST. No. 2 @ 15 cm)					
6.1.1	MOCHETA A (15 x 15 cm; 4 No. 3 + EST. No. 2 @ 15 cm)	METRO	262.00	188.00	Q 49,256.00
6.1.2 MOCHETA B (10 x 15 cm; 2 No. 3 + EST. No. 2 @ 15 cm)					
6.1.2	MOCHETA B (10 x 15 cm; 2 No. 3 + EST. No. 2 @ 15 cm)	METRO	25.20	126.00	Q 3,175.20
6.1.3 SOLERA INTERMEDIA (15 x 20 cm; 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 15m)					
6.1.3	SOLERA INTERMEDIA (15 x 20 cm; 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 15m)	METRO	145.00	251.00	Q 36,395.00
6.1.4 SOLERA CORONA (15 x 20 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 15 cm)					
6.1.4	SOLERA CORONA (15 x 20 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 15 cm)	METRO	66.00	251.00	Q 16,566.00
6.1.5 SOLERA AMARRE (15 x 20; 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 0.15m)					
6.1.5	SOLERA AMARRE (15 x 20; 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 0.15m)	METRO	5.00	0.00	Q -
7 PROTECCIÓN TÉRMICA Y HUMEDAD					
7.1 Levantado de block de 14 x 19 x 39, de 35 Kg/cm², visto/isa.					
7.1	Levantado de block de 14 x 19 x 39, de 35 Kg/cm², visto/isa.	METRO.2	295.00	150.00	Q 44,250.00
7.1.1 MOCHETA A (15 x 15 cm; 4 No. 3 + EST. No. 2 @ 15 cm)					
7.1.1	MOCHETA A (15 x 15 cm; 4 No. 3 + EST. No. 2 @ 15 cm)	METRO	262.00	188.00	Q 49,256.00
7.1.2 MOCHETA B (10 x 15 cm; 2 No. 3 + EST. No. 2 @ 15 cm)					
7.1.2	MOCHETA B (10 x 15 cm; 2 No. 3 + EST. No. 2 @ 15 cm)	METRO	25.20	126.00	Q 3,175.20
7.1.3 SOLERA INTERMEDIA (15 x 20 cm; 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 15m)					
7.1.3	SOLERA INTERMEDIA (15 x 20 cm; 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 15m)	METRO	145.00	251.00	Q 36,395.00
7.1.4 SOLERA CORONA (15 x 20 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 15 cm)					
7.1.4	SOLERA CORONA (15 x 20 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 15 cm)	METRO	66.00	251.00	Q 16,566.00
7.1.5 SOLERA AMARRE (15 x 20; 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 0.15m)					
7.1.5	SOLERA AMARRE (15 x 20; 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 0.15m)	METRO	5.00	0.00	Q -

Continuación de la figura 83.

Item	Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DEL PROYECTO
8	ABERTURAS				Q 106,801.80
8.1	Puertas				
8.1.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE PUERTAS	METRO.2	25.23	Q 10.00	Q 252.30
8.1.1	MOCHETA A (15 x 15 cm; 4 No. 3 + EST. No. 2 @ 15 cm)	METRO	252.00	188.00	Q 49,256.00
8.1.2	MOCHETA B (10 x15 cm; 2 No. 3 + EST. No. 2 @ 15 cm)	METRO	25.20	126.00	Q 3,175.20
8.2	Ventanas				
8.2.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE VENTANA ESP. DE AREA AJUSTABLE 1 45x 150 (VINO)	METRO.2	115.73	Q 10.00	Q 1,157.30
8.2.1	SOLERA INTERMEDIA (15 x 20 cm; 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 15m)	METRO	145.00	251.00	Q 36,395.00
8.2.2	SOLERA CORONA (15 x 20; 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 15 cm)	METRO	66.00	251.00	Q 16,566.00
8.2.3	SOLERA ALMARR (0.15 x 0.20; 4 No. 3 + Est. No. 2 @ 0.15m)	METRO	5.00	0.00	Q -
9	ACABADOS				Q 266,920.60
9.1	SIN USO				
9.2	REPELLOS, CERNIDOS Y TABLAYESO				
9.3	BALDOSAS AZULEJOS Y TEJAS (TILING)				
9.4	BALDOSAS AZULEJOS Y TEJAS (TILING)				
9.5	CIELOS				
9.6	PISOS				
7.01	FUNDICION DE BANOQUETA, EN PRIMER NIVEL, (lora de concreto 4x0.10) (01.00) (10.00) (10.00) (10.00) EN BAÑOS Y (1.00 X 1.0) EN FRENTE DE LABORATORIOS	METRO.2	46.30	0.00	Q -
7.02	PISO DE CERAMICA BEIGE TRADICIONAL 0.30 X 0.30 M DE PRIMERA	METRO.2	295.34	0.00	Q -
9.7	ACABADOS DE PAREDES				
	Certero				
	Vini				
	Tapa				
9.8	TRATAMIENTO ACÓSTICO				
7.01					
7.02	PISO CERAMICO TRADICIONAL 30 X 30 cm DE PRIMERA	METRO.2	295.34	0.00	Q -
7.03	ALISADO GRIS POR LADO EN COLUMNAS, SOLERAS Y VISAS	METRO	802.00	0.00	Q -
7.04	TALLADO Y REMOLINADO GRIS DE LOSA DE ENTRE PISO	METRO.2	147.00	0.00	Q -
7.05	BARRIDO DE SUDO BLOC; VISTO DE 0.10 X 0.10 X 0.30 DE 28	METRO.2	28.74	0.00	Q -
9.9	PINTURA Y REVESTIMIENTOS				
		METRO	262.00	188.00	Q 49,256.00
10	ESPECIALIDADES				Q 161,528.48
10.1	VISUALES				
	PIZARRONES				
	ARMARIOS	METRO	25.20	126.00	Q 3,175.20
	SEÑALES	METRO	145.00	251.00	Q 36,395.00
		METRO	66.00	251.00	Q 16,566.00
10.2	ESPECIALIDADES INTERIORES				
	COMPARTAMENTOS Y CUBICULOS				
	CUBICULOS DE BAÑO	UNIDAD	1.00	0.00	Q -
	PARTICIONES				
	PROTECCIONES DE BARRIO Y PUERTAS				
	ACCESORIOS DE BAÑO Y LAVANDERIA	METRO	262.00	188.00	Q 49,256.00
	ESPECIALIDADES DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS	METRO	25.20	126.00	Q 3,175.20
	ESPECIALIDADES DE ALMACENAMIENTO LOCKERS	METRO	145.00	251.00	Q 36,395.00
	ESPECIALIDADES EXTERIORES ASTA DE BANDERA	METRO	66.00	251.00	Q 16,566.00
	OTRAS ESPECIALIDADES ESPEJOS DE SEGURIDAD	METRO.2	387.60	0.00	Q -
11	EQUIPO				Q 105,392.20
11.1	EQUIPO COMERCIAL				
	CAJA REGISTRADORA	METRO	262.00	188.00	Q 49,256.00
	MOSTRADORES	METRO	25.20	126.00	Q 3,175.20
	EQUIPO DE OFICINA, COMPUTADORAL, IMPRESORAS, COPIADORAS	METRO	145.00	251.00	Q 36,395.00
	EQUIPO EDUCATIVO Y CIENTIFICO	METRO	66.00	251.00	Q 16,566.00
	EQUIPO DE ENTRETENIMIENTO Y RECREACION	METRO.2	387.60	0.00	Q -
12	SUMINISTROS				Q 105,392.20
12.1	ARTE				
12.1.1	CAJAS	METRO	262.00	188.00	Q 49,256.00
12.1.2	SUMINISTROS Y ACCESORIOS	METRO	25.20	126.00	Q 3,175.20
12.1.3	MUEBLES	METRO	145.00	251.00	Q 36,395.00
12.1.4	ASIENTOS MULTIPLES	METRO	66.00	251.00	Q 16,566.00
12.1.5	APLICACION DE PINTURA DE ACEITE EN AREA DE COLUMNAS, VISAS, SOLERAS Y TECHO DE ENTREPISO	METRO.2	387.60	0.00	Q -
13	CONSTRUCCIONES ESPECIALES				Q -
21	SUPRESION DE FUEGO				Q -
22	PLOMERIA				Q 6,024,575.00
8.01	INSTALACION DE ROTOPLAST 1,100 LITROS + CONEXIONES, HERRAJES Y ACCESORIOS	UNIDAD	1.00	0.00	Q -
8.02	INSTALACION DE RED DE DISTRIBUCION DE AGUA + SERVICIOS SANITARIOS COMPLETOS	UNIDAD	1.00	0.00	Q -
8.03	INSTALACIONES DE DRENAJES	UNIDAD	1.00	0.00	Q -
23	VENTILACION Y AIRE ACONDICIONADO (HVAC)				Q -

Item	Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DEL PROYECTO
26	AUTOMATIZACION INTEGRADA				Q -
26	ELECTRICIDAD				Q -
27	COMUNICACIONES				Q -
28	PREVENCION Y SEGURIDAD ELECTRONICA				Q -
31	MOVIMIENTO DE TIERRAS				Q -
32	MEJORAS EXTERIORES				Q -
33	UTILIDADES				Q -
34	TRANSPORTE				Q -
44	EQUIPO PARA CONTAMINACION Y RESIDUOS				Q -
46	EQUIPO PARA AGUA Y AGUA SERVIDA				Q -
48	EQUIPO PARA GENERACION ELECTRICA				Q -
TOTAL DEL PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES DEL SINDICATO DE					Q 6,024,575.00

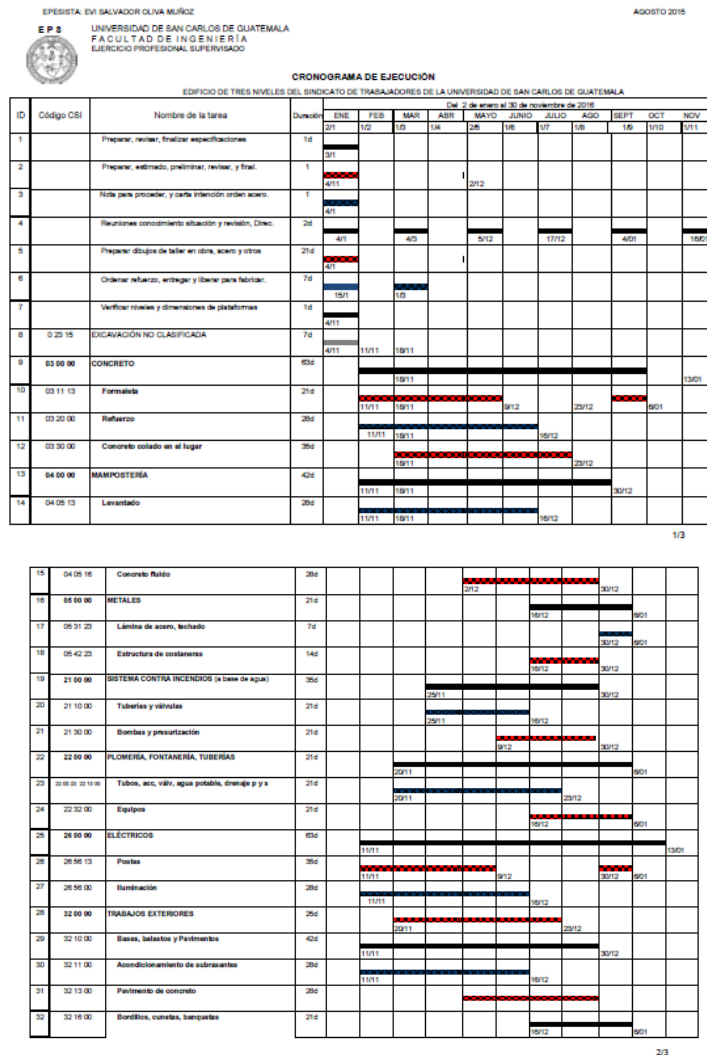
Item	Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DEL PROYECTO
SEIS MILLONES VEINTICUATRO MIL QUINIENTOS SETENTA Y CINCO QUETZALES					
CÁLCULO POR: EN SALVADOR OLIVA MUÑOZ					
21/05/2015					
FIRMA DE ASESOR: INGENIERO OSCAR ARGUETA			FIRMA DE EPENISTA: EN SALVADOR OLIVA MUÑOZ		

Fuente: elaboración propia.

4.4.3. Cronograma de ejecución

Fue elaborado con base en los insumos obtenidos del trabajo de presupuesto. También se presenta en forma de gráfica de Gantt en el apartado de apéndices (ver apéndice 5). Se incluyen aquí imágenes reducidas del mismo.

Figura 84. Cronograma de ejecución



Continuación de la figura 85.

<p>c) Área total disponible:</p> <p>d) Área que ocupará la actividad:</p> <p>e) Tipo de ambiente donde se desarrollará el proyecto (comercial, público, domiciliar, otro):</p> <p>f) Número de personas vinculadas directamente a la actividad (empleados y/o colaboradores):</p> <p>g) Número de personas (clientes, usuarios, beneficiarios) a atender por unidad de tiempo mes/semana/día (especifique):</p>
<p>3 EFECTOS SOBRE EL AMBIENTE</p>
<p>3.1 EFECTOS SOBRE EL AGUA</p> <p>a) ¿La actividad propuesta se realiza a más de 50 metros de una fuente de agua?</p> <p>b) ¿Existe algún riesgo de afectar alguna fuente de agua o manto freático con el proyecto propuesto?</p> <p>c) ¿Qué tipo de Riesgo?</p> <p>d) ¿Qué medida propone para evitar o minimizar el riesgo de afectar fuentes de agua o manto freático?</p> <p>3.1.1 CONSUMO DE AGUA:</p> <p>a) Fuente de abastecimiento de agua:</p> <p>b) Cantidad de agua requerida (mes/semana/día):</p> <p>c) Uso que se dará al agua:</p> <p>d) Qué medida propone para disminuir el consumo de agua o promover el ahorro de la misma:</p> <p>3.1.2 MANEJO Y TRATAMIENTO DE AGUAS</p> <p>a) Indique que cantidad y tipo de aguas residuales se producirán:</p> <p>b) Que tipo de manejo dará a las aguas residuales y que medidas de mitigación se implementarán:</p> <p>c) Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo: pozo de absorción, colector municipal, otro. Indique si se le efectuará algún tipo de tratamiento previo</p> <p>d) Describa que tipo de mantenimiento se implementará. (Mantenimiento de fosa séptica, pozo de absorción, biodigestor u otro.)</p>
<p>3.2 EFECTOS SOBRE EL SUELO</p> <p>a) ¿Cuál es el uso actual del suelo donde se desarrollará la actividad?</p> <p>b) ¿La actividad generará algún tipo de impacto al suelo?</p> <p>Si _____ No _____</p> <p>c) ¿Qué tipo de impacto?</p> <p>d) ¿Que medida propone para evitar o disminuir los impactos al suelo?</p>
<p>3.3 EFECTOS SOBRE LA FAUNA</p> <p>Describa las razones por las que considera que el proyecto no afectará de manera significativa la fauna:</p>

Continuación de la figura 85.

3.4 EFECTOS SOBRE LA FLORA
Describe las razones por las que considera que el proyecto no afectará de manera significativa la flora:
3.5 EFECTOS SOBRE LA ATMOSFERA
a) Describe las razones por las que considera que el proyecto no afectará significativamente el ambiente con la generación de polvo u otras partículas:
b) Describe las razones por las que considera que el proyecto no afectará significativamente el ambiente con la generación de sonido o vibraciones:
c) Describe las razones por las que considera que el proyecto no generará impacto visual significativo:
4. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA
4.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes):
4.2 Forma de suministro de energía (marque con una X)
a) Sistema público
b) Sistema Privado
c) Generación Propia
d) No se requiere energía
5. DESECHOS SOLIDOS
5.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios que genera la actividad (cantidad por día, semana o mes)
5.2 Caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de proceso, orgánicos, otros)
5.3 De qué forma dispondrá los desechos sólidos para evitar que se conviertan en un foco de contaminación
6. RIESGOS POTENCIALES
6.1 ¿Existe algún tipo de riesgo que pueda afectar al proyecto o a las personas? Si _____ No _____
6.2 ¿Qué tipo de Riesgo?
6.3 ¿Qué medidas propone para evitar o disminuir los riesgos del proyecto?

DOCUMENTOS QUE DEBE ADJUNTAR AL FORMULARIO:

- Fotocopia del formulario para sellar de recibido
- Fotocopia de cédula de vecindad o DPI
- Declaración jurada
- Fotocopia del Nombramiento del Representante Legal (Personas Jurídicas)
- Plano de ubicación o croquis
- Croquis de distribución

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Con esmero y dedicación los miembros del sindicato a quienes se les encomendó gestionar el proyecto están logrando las metas. Este informe es uno de sus frutos. Es a la vez el trabajo que ampara como producto final el diseño del edificio de tres pisos para el Sindicato de Trabajadores de la Universidad de San Carlos de Guatemala, mismo que ha sido plasmado en los planos, especificaciones y presupuesto incluidos en este trabajo.
2. En este se cumplen la arquitectura, estructuras e instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, requeridos en el programa inicial de necesidades. La información obtenida es completa y permite que se utilice en la programación y construcción de la obra. El proyecto consideró elementos fijos a: estructura, revestimientos exteriores, puertas y ventanas, muros de cubrimiento exterior y muros interiores de los módulos de servicios sanitarios y albergue. Plantea que las divisiones de los espacios adicionales que se muestran en planos se hagan a continuación de los elementos fijos, con materiales livianos. Esto posibilita que al momento de realizarlas se ubiquen en mejor posición, producto del preferente conocimiento de las necesidades, cambio posible por las múltiples inquietudes de servicios para beneficiar a los trabajadores de la USAC.

RECOMENDACIONES

1. El diseño normal de edificios requiere un equipo de arquitectos e ingenieros especialistas en: hidráulica, sanitaria, eléctrica, mecánica y, a veces, aire acondicionado, gases médicos, vapor, generación eléctrica, automatización y equipamiento, como ocurre en hospitales. Este proyecto lo elaboró el graduando, sustentado por alguna experiencia en esas áreas y la asesoría de ingenieros del EPS de ingeniería. Aun así, es posible que el diseño tenga limitaciones. En tal sentido, se solicita a los usuarios de los productos notificar las observaciones pertinentes para modificar lo que sea procedente.
2. El proyecto de cimentación se basó en estudios de suelos realizados para el edificio vecino. Es prudente confirmar mediante un nuevo estudio específico, los valores utilizados en este diseño.
3. Asimismo, verificar la existencia y ubicación de los servicios de: agua potable y presión, drenajes, electricidad, teléfonos y datos.
4. Se sabe que la Universidad cuenta con toda una organización técnica para atender la construcción de este tipo de proyectos. Aun así, se sugiere al sindicato seguir el progreso administrativo y técnico, nombrando personal capacitado para ello.
5. Durante el período de construcción, apoyar el procedimiento de protección y conservación del medio ambiente, a fin de que este se afecte de forma mínima y si es posible, reciba beneficios.

6. Construido el edificio, se recomienda poner mucha atención a los temas de mantenimiento, preparando un programa de limpieza, un plan de reducción en la generación y recolección de basura, mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas en servicio, y jardinería. Esto con el fin de mantener una presentación y funcionamiento óptimo del inmueble.

BIBLIOGRAFÍA

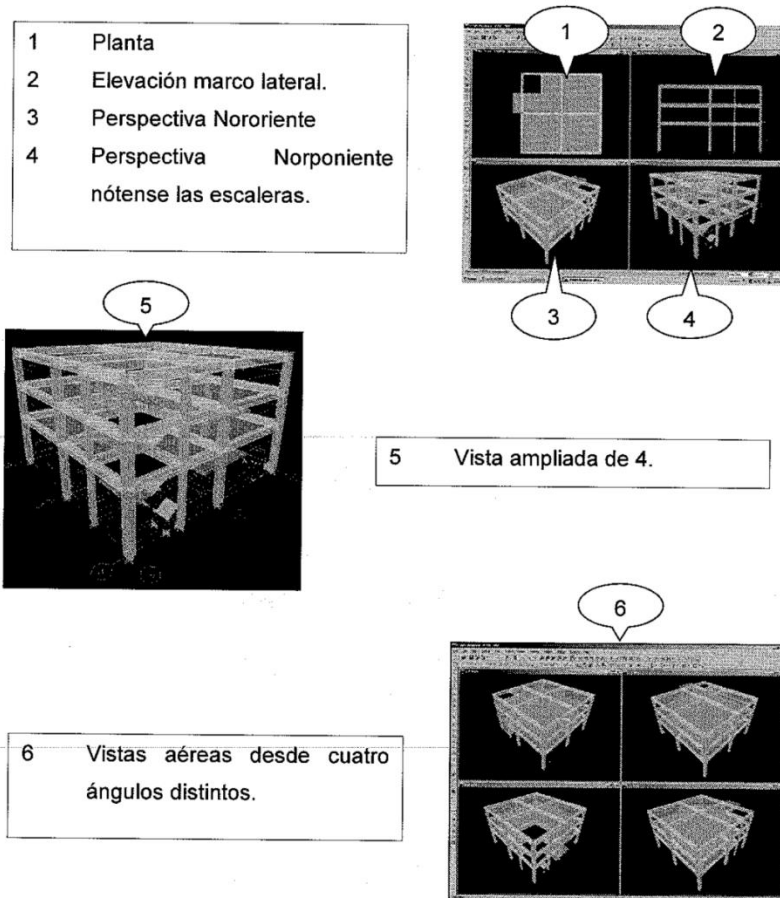
1. ALVA HURTADO, Jorge E. *Cimentaciones superficiales*. 236 p.
2. American Concrete Institute. *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318SR-05)*. USA: Aci. 2005. 495 p.
3. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. Guatemala: Agies, 2010. 75 p.
4. DUNHAM, C. W. *Cimentaciones de estructuras*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 1980. 774 p.
5. Editorial Larousse. *Diccionario Manual de la Lengua Española Vox*. 189 p.
6. Insivumeh. *Mapas de intensidad de lluvia del Atlas Hidrológico*. 20 p.
7. International Conference of Building Officials. *Uniform building code*. USA: 1976. 728 p.
8. KAMARA, Mahmoud; NOVAK, Lawrence. *Simplified Design of Reinforced Concrete Buildings*. 163 p.

9. KANI, G. *Cálculo de pórticos de varios pisos*. España: Reverté, S. A. 1973. 96 p.
10. McCORMAC, Jack; ELLING, Rudolf. *Análisis de estructuras- métodos clásico y matricial*. México: Alfaomega, S. A. de C. V., 1994. 618 p.
11. MCGUINNESS STEIN, Gay Fawcett. *Capacidad de tuberías para edificios de hasta tres plantas en unidades de descarga*. 148 p.
12. MERRIT, Frederick. *Manual del Ingeniero Civil*. 3a ed. (Volúmenes I, II, III, y IV). México: McGraw-Hill, 1973. 292 p.
13. NEUFERT, Ernst. *Arte de proyectar en arquitectura*. 12a ed. Barcelona, España: Gustavo Gili, S. A., 1980. 447 p.
14. PARK, Paulay. *Estructuras de concreto reforzado*. México: Limusa, 1979. 796 p.
15. SCHUELLER, Wolfgang. *High rise building structures*. USA: John Wiley & Sons, 1977. 274 p.
16. SOWERS, George B; SOWERS, George F. *Introducción a la mecánica de suelos y cimentaciones*. México, Limusa Wiley, 1972. 677 p.
17. TERZAGHI, Karl; PECK, Ralph. *Mecánica de suelos en la ingeniería práctica*. 2a ed. España: El Ateneo, 1973. 722 p.
18. TUMA, Jan J. *Análisis Estructural*. (Serie de compendios Schaum's). Colombia: McGraw-Hill, 1973. 292 p.

APÉNDICES

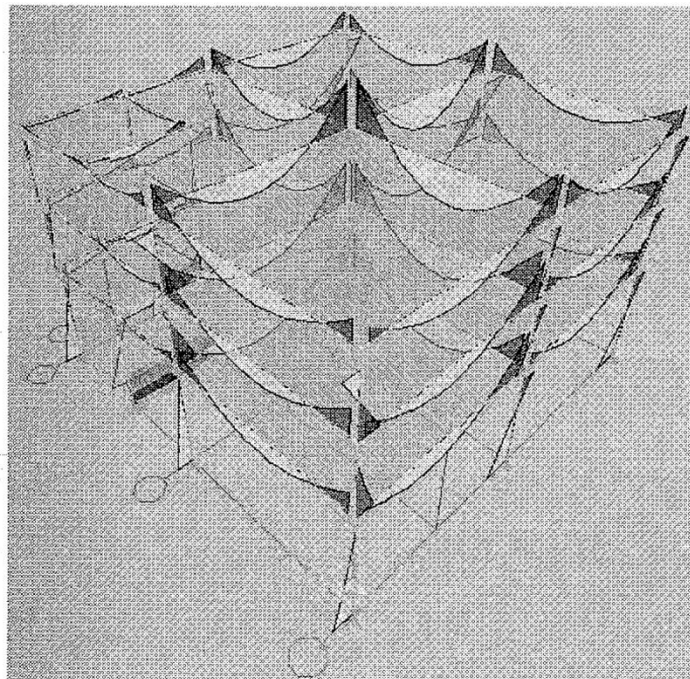
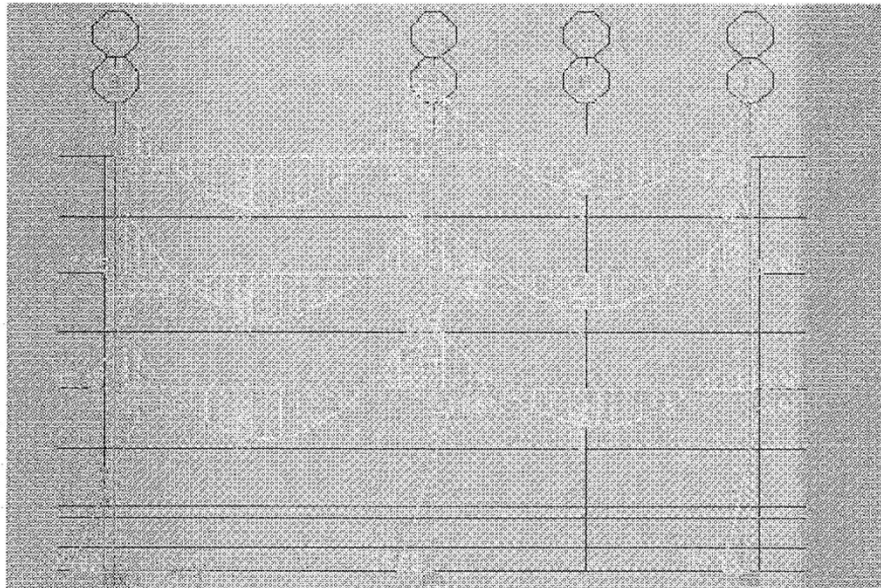
Apéndice 1. Gráficas del modelo estructural en Etabs

Plantas, elevaciones y perespectivas desde diferentes ángulos del modelo Etabs. Obsérvese el espacio libre en losas para módulo de gradas y voladizos.



Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Apéndice 2. Diagrama de momentos (CM CV Y S (combo) 3), Ton-m

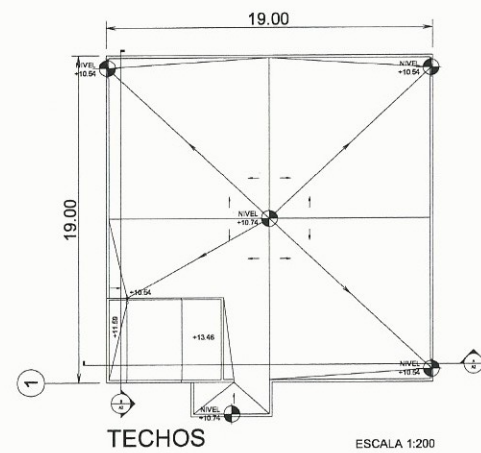
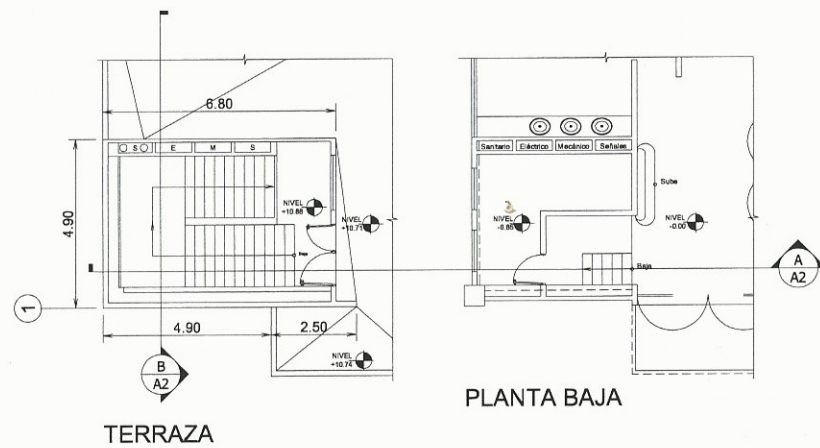
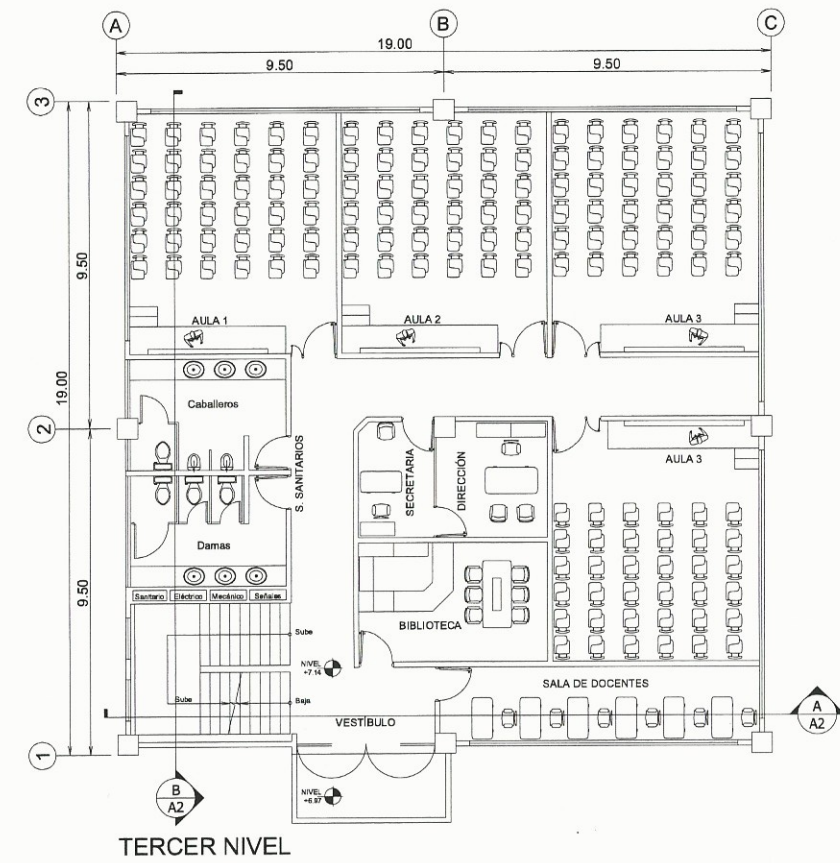
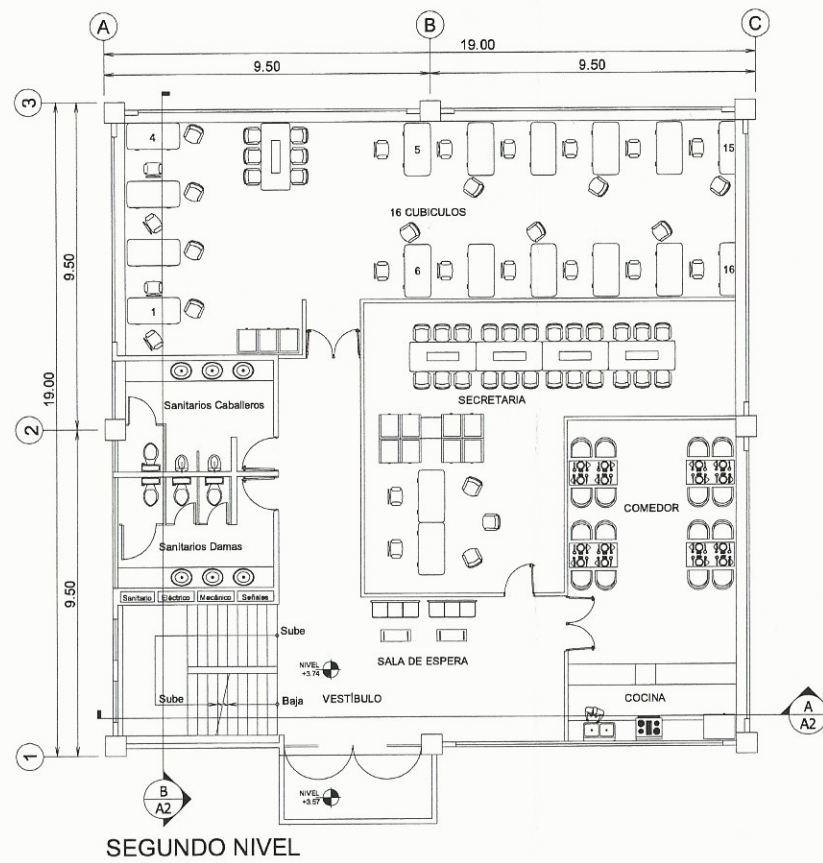
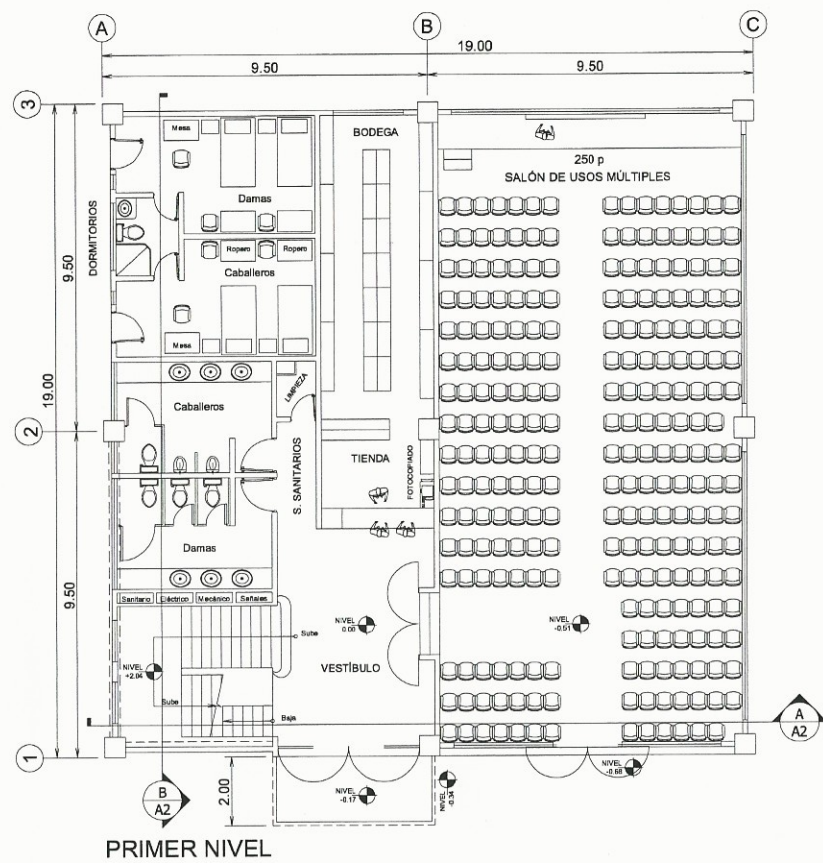


Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

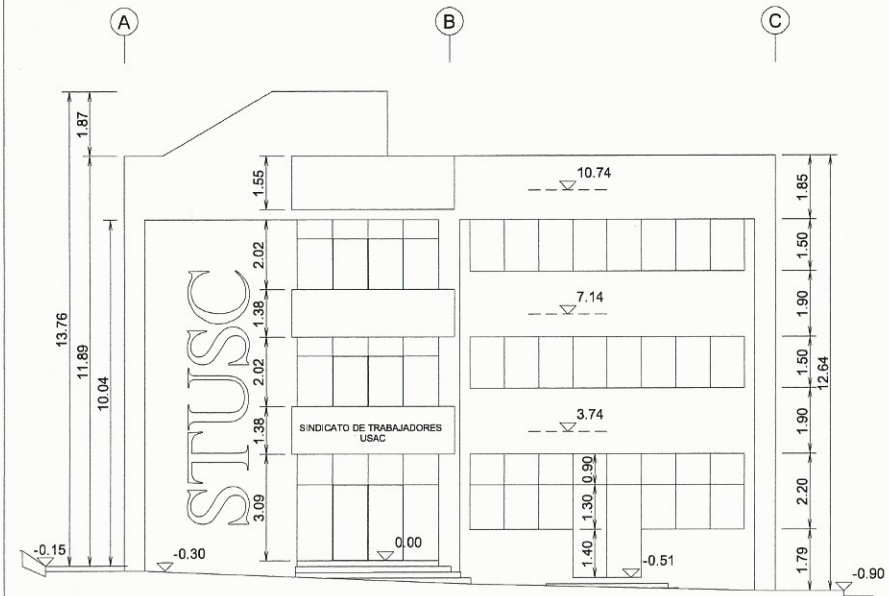
Apéndice 3. **Planos de la propuesta de diseño del edificio de tres niveles del sindicato de trabajadores de la universidad de San Carlos de Guatemala**

- 1G1. Localización
- 2G2. Ubicación
- 3G3. Topografía y urbanismo
- 4G4. Planta de conjunto
- 5A1. Plantas de identificación de locales, a muebladas
- 6A2. Elevaciones y secciones
- 7A3. Planta acotada
- 8A4. Plata de acabados, puertas y ventanas
- 9S1. Cimentación y columnas
- 10S2. Muros
- 11S3. Losas
- 12S4. Vigas
- 13S5. Escaleras
- 14E1. Alumbrado
- 15E1. Tomas de corriente
- 16E4. Sonido y voceo
- 17F1. Agua
- 18F2. Drenaje

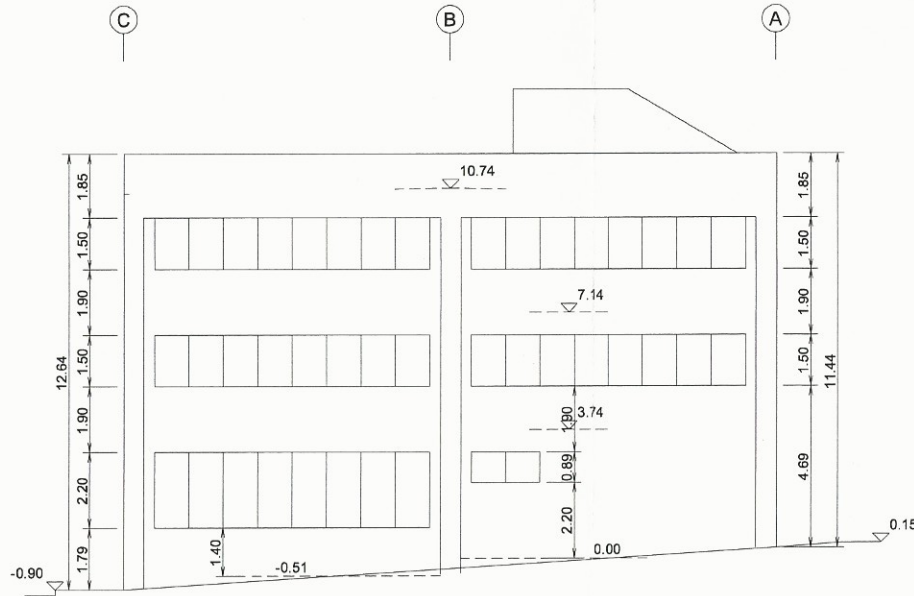
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.



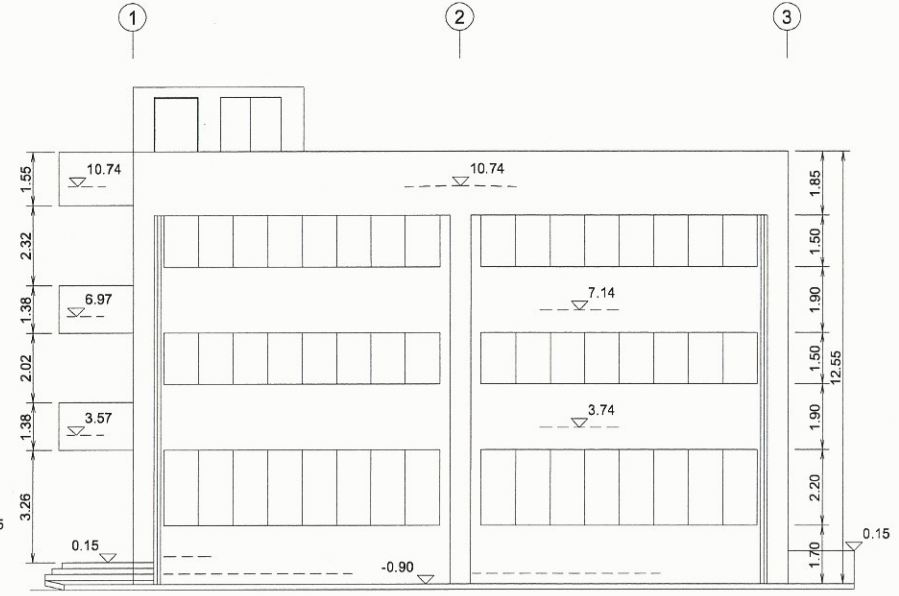
EPS UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA				
FACULTAD DE INGENIERIA				
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO				
PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES DEL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA				
PLANO DE: PLANTAS AMUEBLADAS				
DIBUJO	DISEÑO	CALCULO	FECHA	ESCALA: 1:100
EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ. CARNE: 25129			JULIO 2015	H O J A
ASESOR: INGENIERO OSCAR ARGUETA				EPESISTA: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ
				A 1



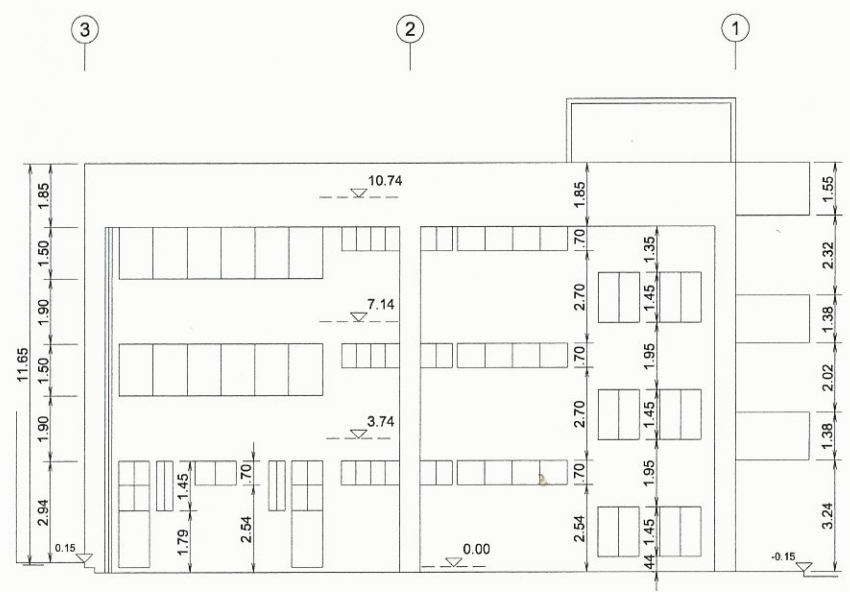
PONIENTE



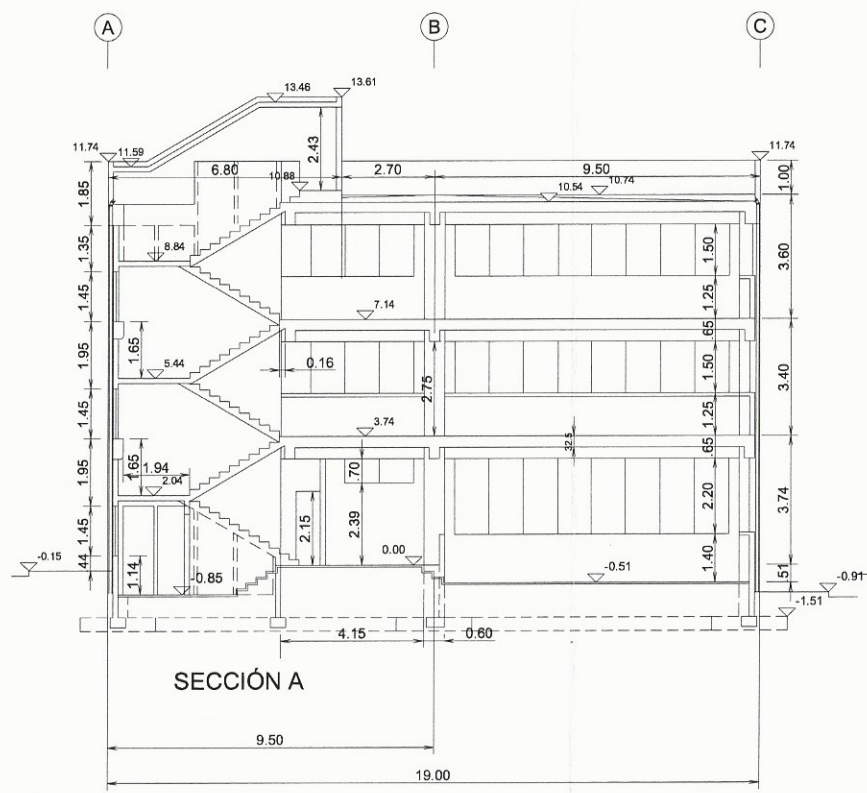
ORIENTE



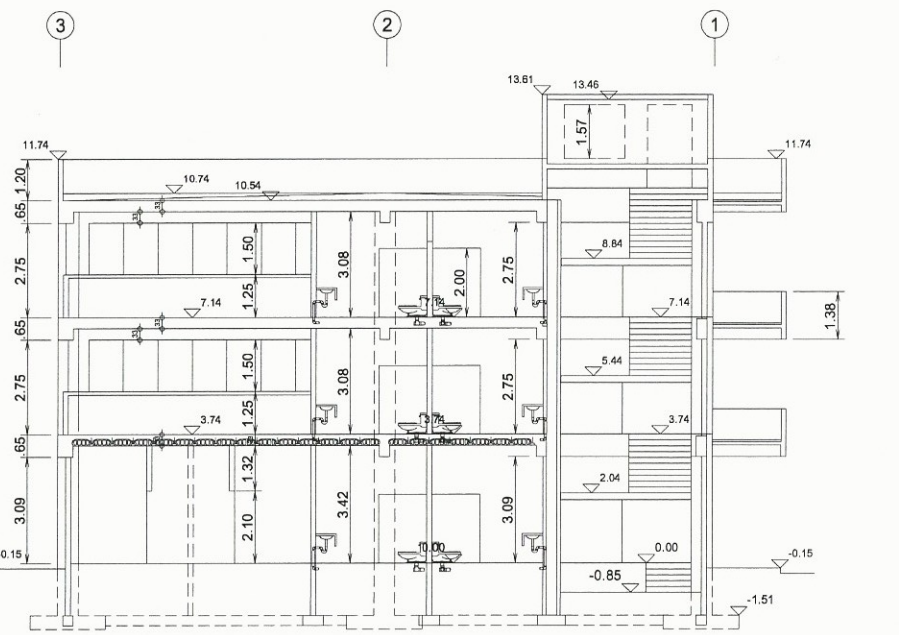
SUR



NORTE



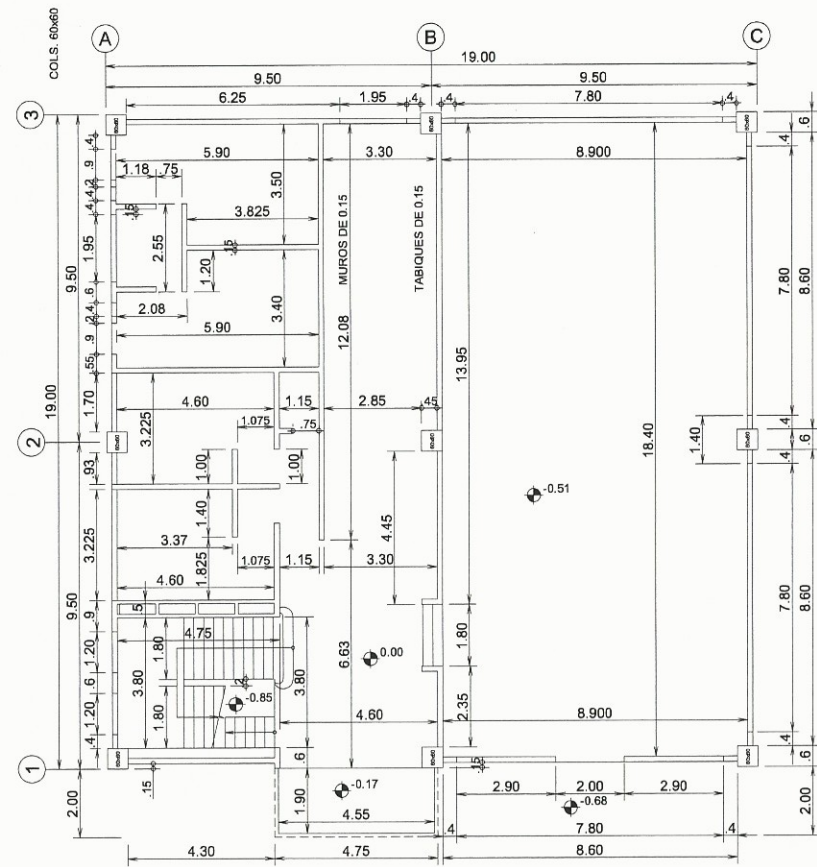
SECCIÓN A



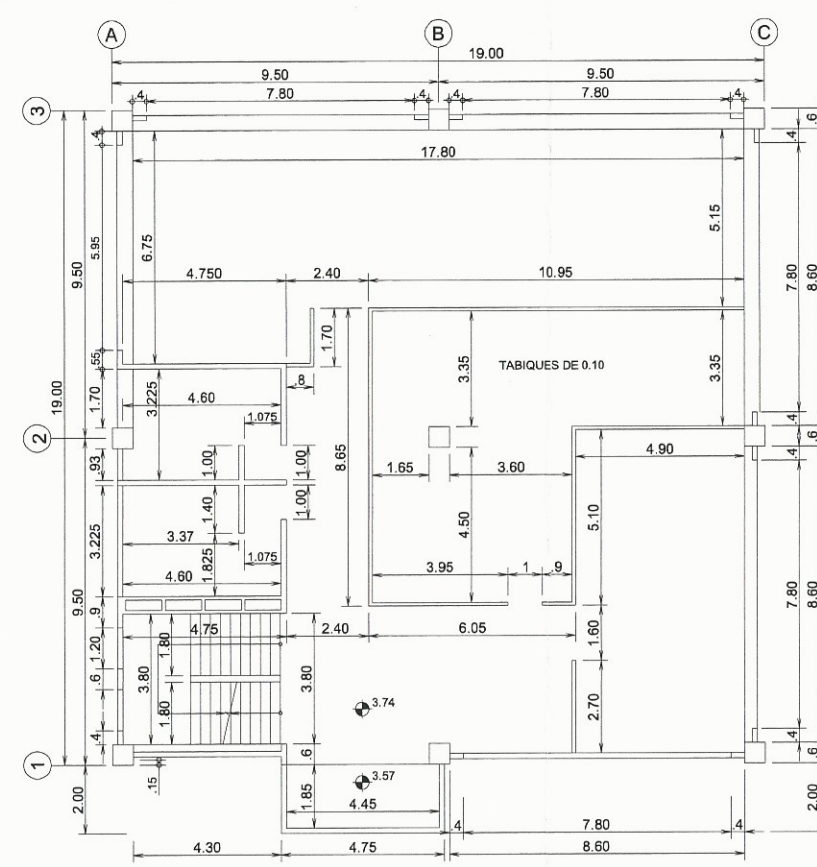
SECCION B

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Unidad de Prácticas de Ingeniería
 ERS UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ESCUELA DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES DEL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ELEVACIONES Y SECCIONES

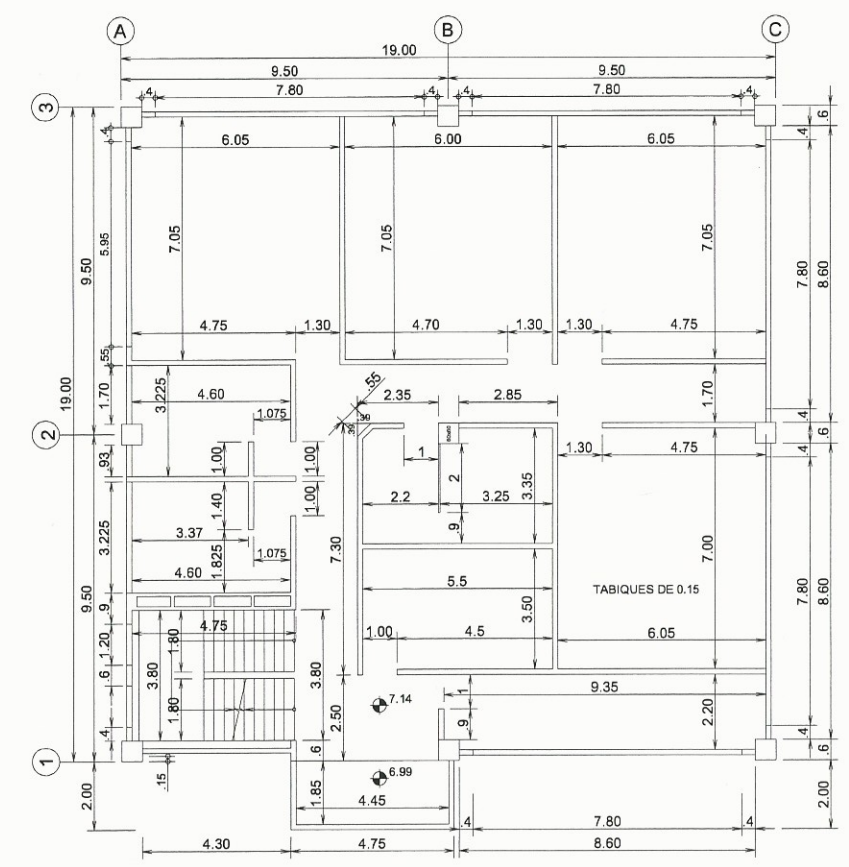
DIBUJO	DISEÑO	CALCULO	FECHA	ESCALA: 1:100
			JULIO/2015	H.O.J.A
ASesor: INGENIERO OSCAR ARGUETA EPEsISTA: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ				A 2



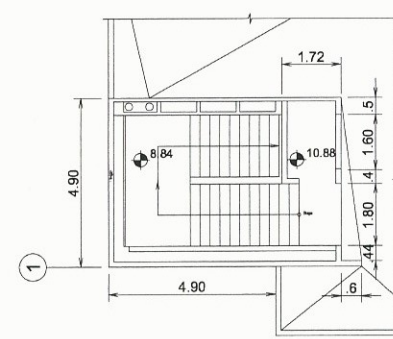
PRIMER NIVEL



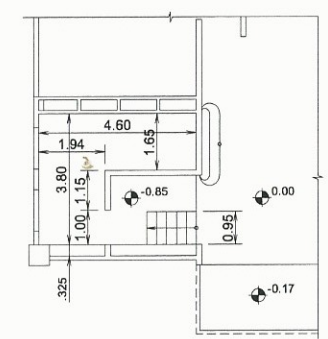
SEGUNDO NIVEL



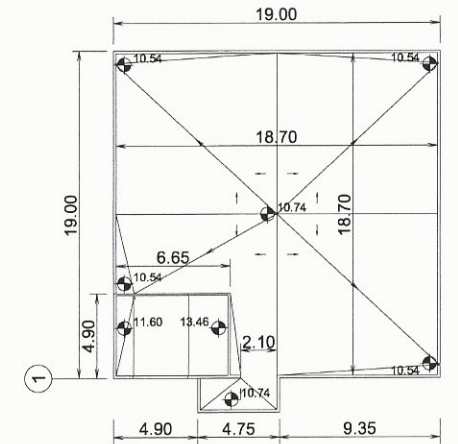
TERCER NIVEL



TERRAZA



PLANTA BAJA

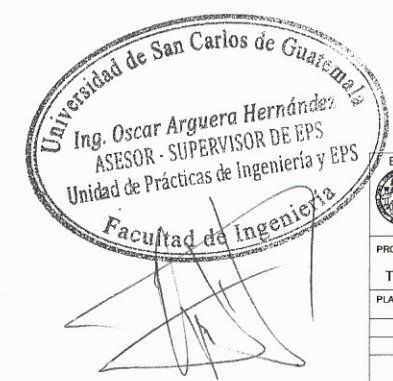


TECHOS

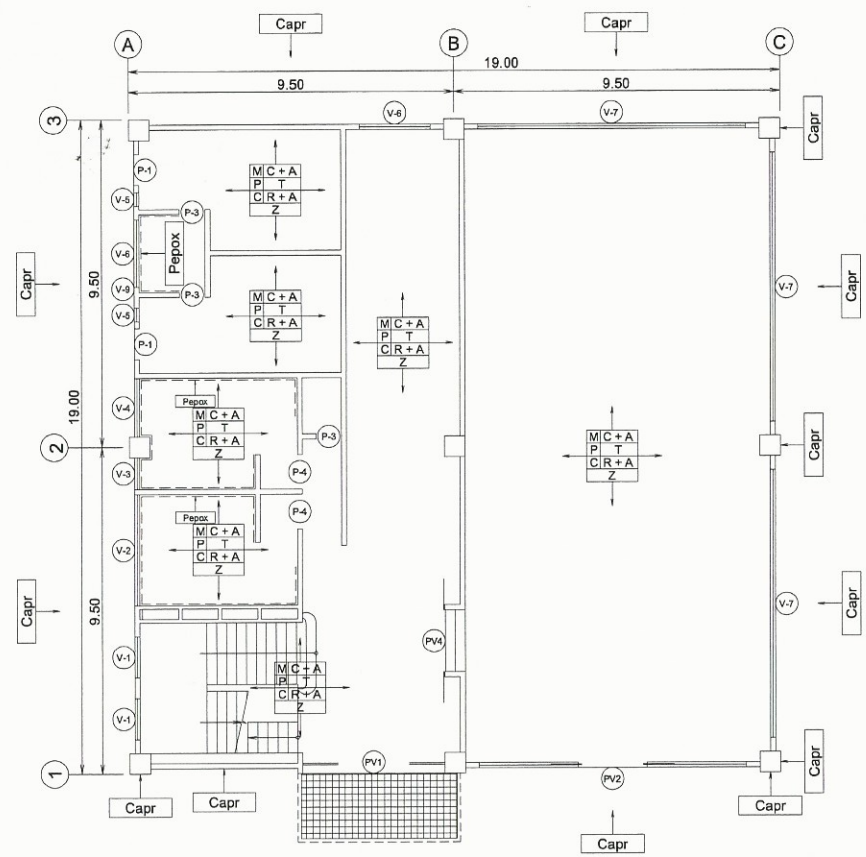
ESCALA 1:200

NOTAS:

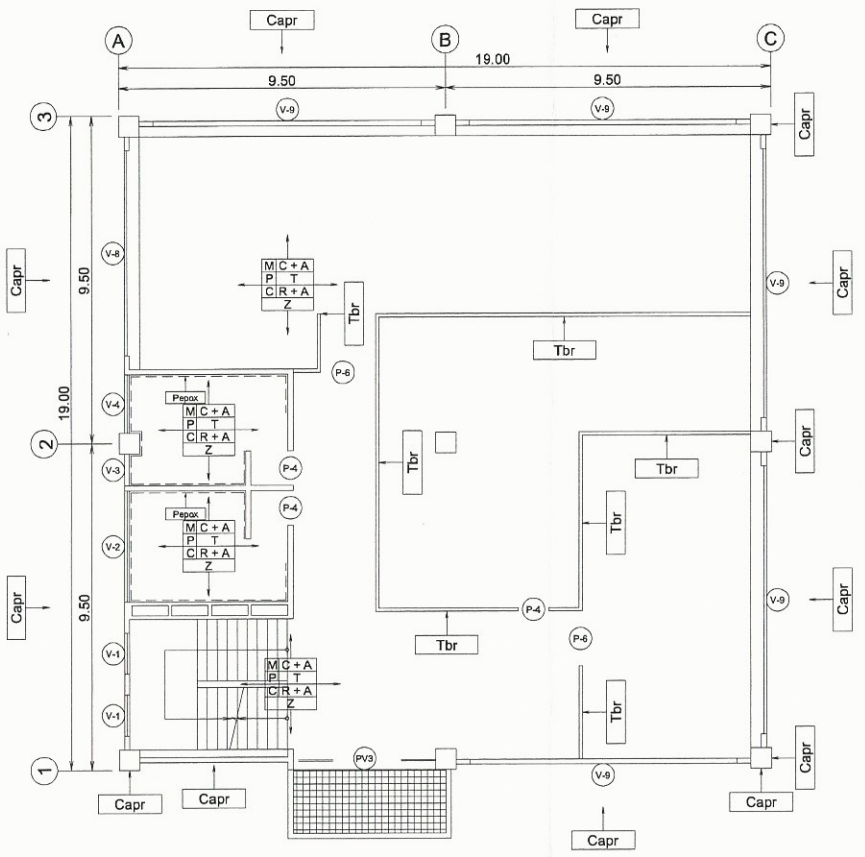
1. LAS COLUMNAS SON DE 60 CM X 60 CM
2. LOS MUROS FIJOS SON DE 15 CM
3. LOS TABIQUES SON DE 15 CM EN EL PRIMERO Y CUARTO NIVEL Y DE 10 CM EN LAS OFICINAS



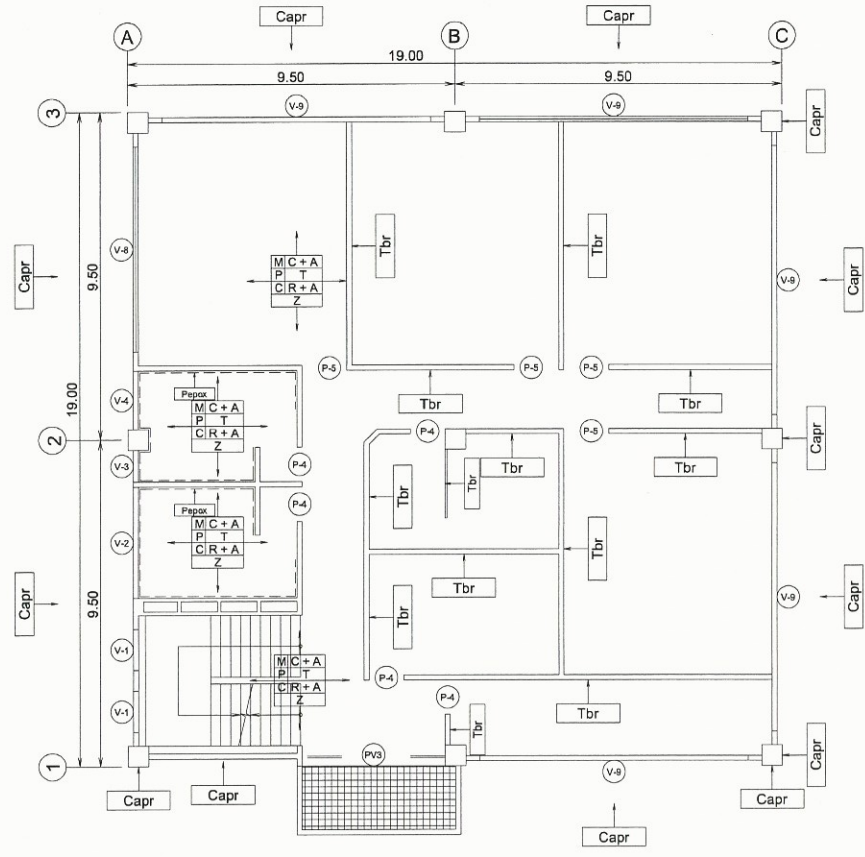
<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>				
<p>PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES DEL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>				
<p>PLANO DE: PLANTAS DE COTAS</p>				
DIBUJO	DISEÑO	CALCULO	FECHA	ESCALA 1:100
EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ	CARNÉ: 25129		JULIO/2015	H O J A
<p>ASESOR: INGENIERO OSCAR ARGUETA EPESISTA: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ</p>				<p>A</p> <p>3</p>



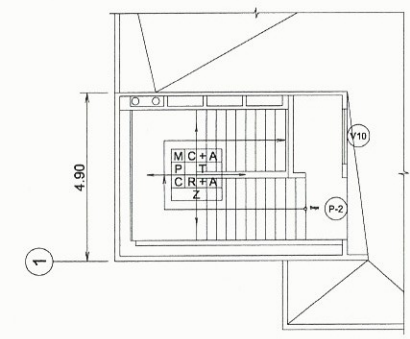
PRIMER NIVEL



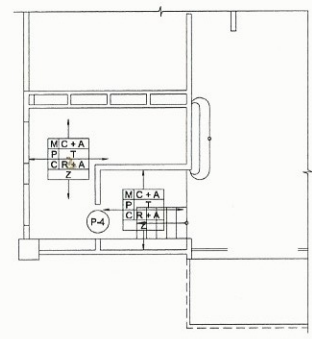
SEGUNDO NIVEL



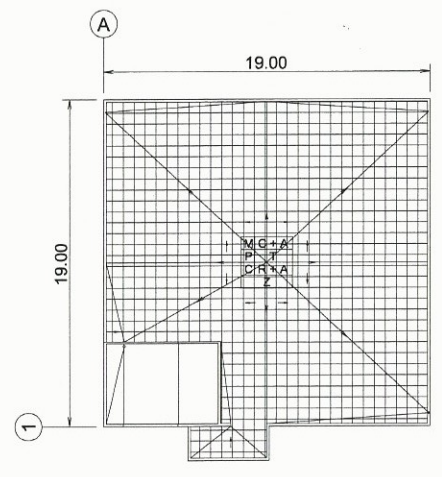
TERCER NIVEL



TERRAZA



PLANTA BAJA



TECHOS

ESCALA 1:200

NOTAS:

ACABADOS:

1. PAREDES: TODAS LAS SUPERFICIES EXPUESTAS DE PAREDES INTERIORES Y EXTERIORES, REVESTIDAS CON CERNIDO DE MORTERO FINO DE CEMENTO Y ALISADAS CON PASTA DE ALTA ADHERENCIA A BASE DE CEMENTO, AGREGADOS SELECTOS, FIBRAS Y ADITIVOS QUÍMICOS. LAS SUPERFICIES EXTERIORES COINCIDENTES CON SUPERFICIES DE COLUMNAS O VIGAS, COLOR CONCRETO Y TERMINADAS COMO TAL.
- 1.1. DIVISIONES EN PISO: SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN LIGERA CON PERFILES METÁLICOS Y CARAS DE TABLARCOA EN SS DE ACERO INOXIDABLE.
2. COLUMNAS Y VIGAS: TODA SUPERFICIE DE COLUMNAS Y VIGAS RETOCADAS, SIN REBABAS NI OQUEDADES, FINAMENTE PULIDAS, IMPERMEABLES DE COLOR NATURAL CONCRETO APARENTE.
3. CIELOS: REPELLADOS Y ALISADOS COMO SE INDICA EN 1.
4. PISOS:
 - 4.1. TERRAZA: BALDOSA DE INTEMPERIE ANTIDESLIZANTE
 - 4.2. INTERIORES: TERRAZO DE GRANITO DE MÁRMOL
 - 4.3. ESCALERAS: TERRAZO ANTIDESLIZANTE CON FILOS DE HUELLA REDONDEADOS
 - 4.4. ZÓCALO: 20 CM DE ALTO PINTADO CON PINTURA DE ACEITE, BRILLANTE DEL MISMO TONO DEL RESTO DE LA PARED O TABIQUE UN GRADO MAS OSCURO.
6. SUPERFICIES DE USO DE MUEBLES FIJOS Y PAREDES DE SERVICIOS SANITARIOS A 1.20 M DE ALTURA: AFINADOS Y ALISADOS COMO 1 MÁS PINTURA EPÓXICA
7. BARRAS FIJAS EN SS DE ACERO INOXIDABLE.
8. PINTURA: APLICAR SOBRE TODAS LAS SUPERFICIES EXPUESTAS AFINADAS DE PAREDES, DIVISIONES Y CIELOS DOS MANOS DE PINTURA ACRÍLICO DEL COLOR ESPECIFICADO.
9. IMPERMEABILIZANTE TRANSPARENTE: APLICAR EN PISO DE TERRAZAS Y ACCESO.

PUERTAS							
LUGAR	TIPO	CANTIDAD	ANCHO	DINTEL	m ² /u	m ² /total	MATERIAL
ALBERGUE	P-1	2	1.00	3.09	3.09	6.18	METAL Y VIDRIO
TERRAZA	P-2	1	1.80	2.43	4.37	4.37	METAL Y VIDRIO
BAÑO Y L.	P-3	3	0.75	2.15	1.61	4.84	MADERA
BAÑOS	P-4	11	1.00	2.15	2.15	23.65	MADERA
AULAS	P-5	4	1.30	2.15	1.68	13.98	MADERA
OFICINAS	P-6	2	1.60	2.15	1.68	13.98	MADERA
		23				57.10	

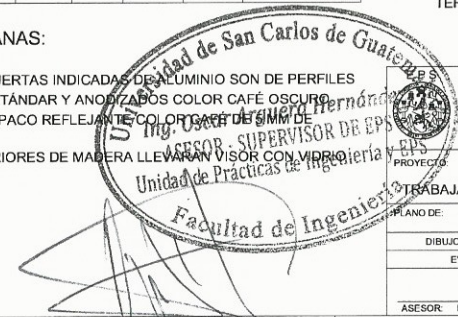
VENTANAS							
LUGAR	TIPO	CANTIDAD	ANCHO	ALTURA	m ² /u	m ² /total	MATERIAL
INGRESO	PV1	1	4.15	3.09	12.82	12.82	ALUMINIO Y VIDRIO
SALÓN	PV2	1	7.80	3.60	28.08	28.08	ALUMINIO Y VIDRIO
BALCONES	PV3	2	4.15	2.75	11.41	22.83	ALUMINIO Y VIDRIO
SALÓN	PV4	1	1.80	3.09	5.56	5.56	ALUMINIO Y VIDRIO
ESCALERA	V-1	6	1.2	1.45	1.74	10.44	ALUMINIO Y VIDRIO
SS	V-2	3	3.23	0.70	2.26	6.78	ALUMINIO Y VIDRIO
SS	V-3	3	0.93	0.70	0.65	1.95	ALUMINIO Y VIDRIO
SS	V-4	3	1.70	0.70	1.19	3.57	ALUMINIO Y VIDRIO
ALBERGUE	V-5	3	0.40	1.45	0.58	1.74	ALUMINIO Y VIDRIO
SS + T	V-6	2	1.95	0.70	1.37	2.73	ALUMINIO Y VIDRIO
SALÓN	V-7	3	7.80	2.20	17.16	51.48	ALUMINIO Y VIDRIO
PISOS 2 y 3	V-8	2	5.95	1.50	8.25	12.50	ALUMINIO Y VIDRIO
PISOS 2 y 3	V-9	8	7.80	1.50	11.70	93.60	ALUMINIO Y VIDRIO
TERRAZA	V-10	1	1.60	1.57	2.51	2.51	ALUMINIO Y VIDRIO
		39				25.99	

PUERTAS Y VENTANAS:

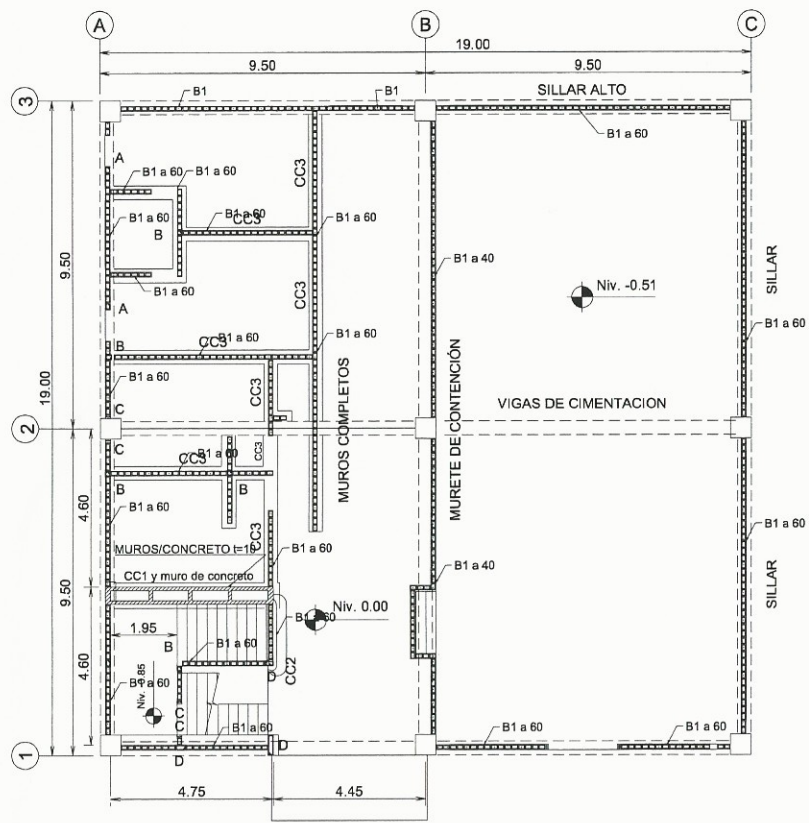
1. LAS VENTANAS Y PUERTAS INDICADAS DE ALUMINIO SON DE PERFILES EXTRUIDOS TIPO ESTÁNDAR Y ANOZADOS COLOR CAFÉ OSCURO CON VIDRIO LISO, OPACO REFLEJANTE COLOR GRIS DE 5MM DE ESPESOR.
2. LAS PUERTAS INTERIORES DE MADERA LLEVARÁN VIDRIO CON VIDRIO LISO Y CLARO DE 5 MM.

SIMBOLOGIA			
(P-1)	PUERTA TIPO 1, 2, 3...		M ACABADO EN MUROS P ACABADO EN PISOS C ACABADO EN CIELOS Z LLEVA ZÓCALO
(V-1)	VENTANA TIPO 1, 2, 3...		TABIQUE DE TABLARCOA
(MF)	MUEBLE FIJO		CONCRETO APARENTE
	PINTURA EPÓXICA	
		

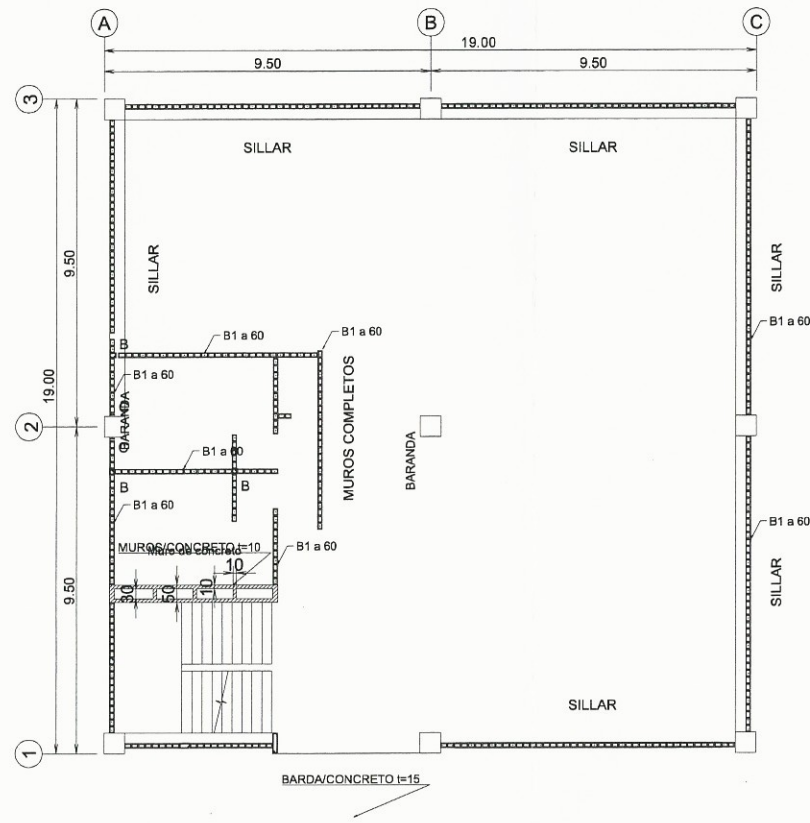
NOMENCLATURA	
1. R: REPELLO. C: CERNIDO	8. PAM: PINTURA DE ACEITE MATE
2. A: ALISADO	9. TCE: TORTA DE CONCRETO ESCOBILLADO
3. PE: PINTURA EPÓXICA	10. CrAlis: CONCRETO ALISADO
4. PGA: PISO DE GRANITO ANTIDERRAPANTE	11. Gr: GRANITO
5. PG: PISO DE GRANITO DE MÁRMOL	12. S: SELLANTE
6. Z: ZÓCALO	13. Grad: GRANITO ANTIDESLIZANTE
7. PA: PINTURA DE ACEITE	14. ColAlis: COLUMNAS ALISADAS



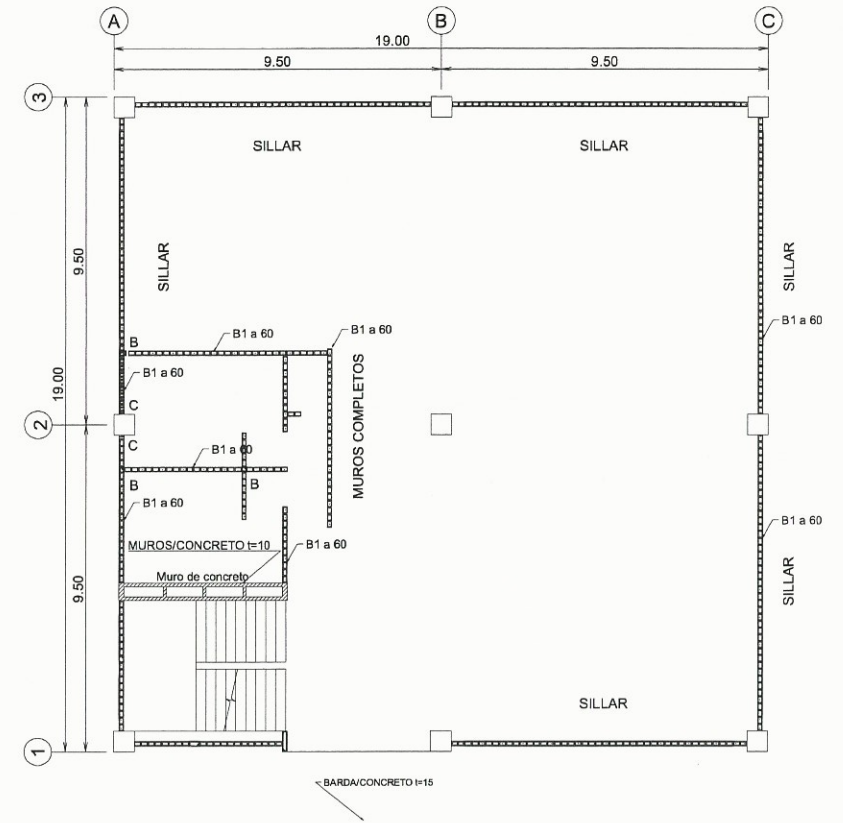
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA				
FACULTAD DE INGENIERIA				
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO				
DISEÑO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES DEL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA				
PLANTAS DE ACABADOS				
DIBUJO	DISEÑO	CALCULO	FECHA	ESCALA: 1:100
EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ, CARNÉ: 25129			JULIO/2015	H O J A
ASESOR: INGENIERO OSCAR ARGUETA	EPESISTA: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ			A
				4



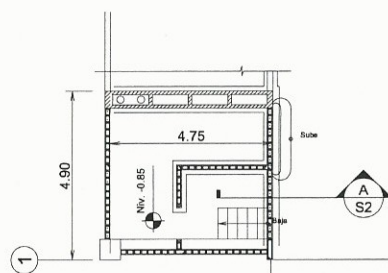
PRIMER NIVEL



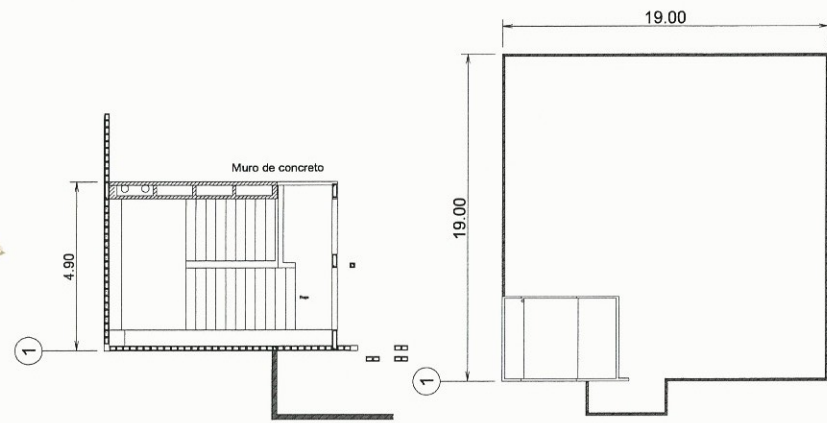
SEGUNDO NIVEL



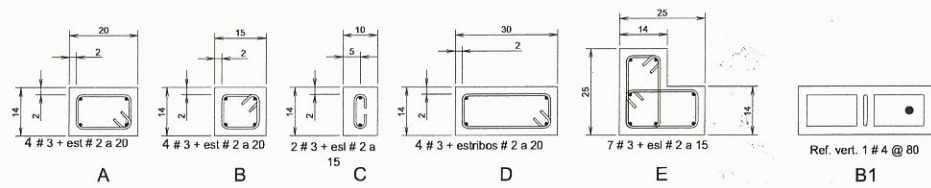
TERCER NIVEL



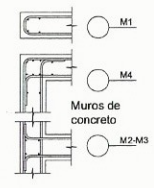
PLANTA BAJA



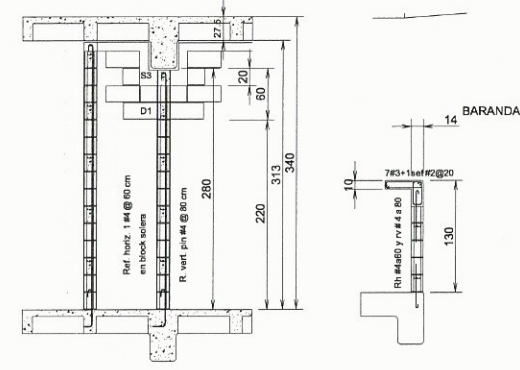
TECHO



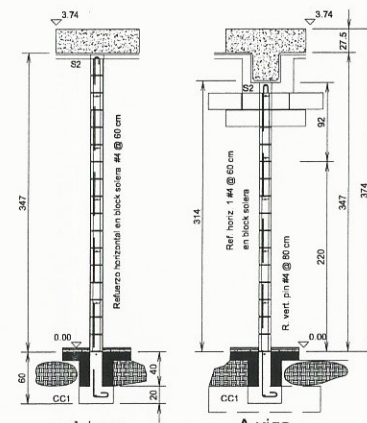
DETALLES DE REFUERZO EN MUROS



DETALLES DE MUROS



BARANDA



A, Contención Pba

DETALLES DE MUROS



BARANDA

PLANILLAS DE CIMENTOS Y REFUERZO DE MUROS

TIPO	TAMAÑO (D x L x P en cm)	REFUERZO
CC1	75 x 20	4 # 4 + est. # 3 @ 30
CC2	45 x 20	3 # 4 + est. # 4 @ 20
CC3	40 x 20	3 # 3 + est. # 3 @ 30
MC1	Refuerzo de borde en muro de concreto	2 N° 4
MCV1	Refuerzo vertical de distribución	N° 3 A 0.45 en dos camaras
MCH1	Refuerzo horizontal de distribución	N° 3 A 0.45 en dos camaras
B1	Refuerzo vertical de distribución en block	N° 4 A 0.20, 0.40, 0.60 y 0.80
MS1	BLOCK SOLERA 15 X 20 X 40 (nominal)	1 # 4 A 0.60
MS1TEL	BLOCK SOLERA 15 X 20 X 40 (nominal)	2 # 3 + est. # 2 @ 20
MD1TEL	BLOCK SOLERA 15 X 20 X 40 (nominal)	1 # 4, abajo
A,B,C,D,E	etc.; VER DETALLES	VER DETALLES

ENTREPISOS, LOSAS Y VIGAS

- 1.- Concreto de peso normal y $f_c = 4,000$ psi.
- 2.- Muros de block de $f_c = 2,500$ psi.
- 3.- Block de concreto de resistencia a la compresión de 50 Kg/cm^2 , y cumple requisitos de absorción para exposición al exterior, grado N.
- 4.- Mortero para levantado: Tipo N.
- 5.- Acero de Refuerzo: $f_y = 60,000$ psi, ASTM A615, A616 o A617.
- 6.- Recubrimiento mínimo: Muros de concreto 2 cm; Mochetas y soleras (refuerzo de muros de block) 2 cm.
- 7.- Detallado del refuerzo (empalmes y anclajes): ACI 315 para concreto e IMA para block. No se permiten empalmes en intersecciones. Alternar uniones 50 cm, entre filas. Longitud mínima de traslapes 40 diámetros de la varilla.
- 8.- Métodos de diseño: para concreto reforzado, esfuerzos últimos. Para mampostería esfuerzos de trabajo.
- 10.- Cargas de diseño: Carga viva, 300 Kg/m^2 . Viento, ASCE. Sismo, NSR.
- 11.- Soportes de concreto y barras de apoyo para colocación del refuerzo, clase A.
- 12.- Las cotas en los detalles están dadas en centímetros.

EPS UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES DEL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PLANO DE: REFUERZO DE MUROS

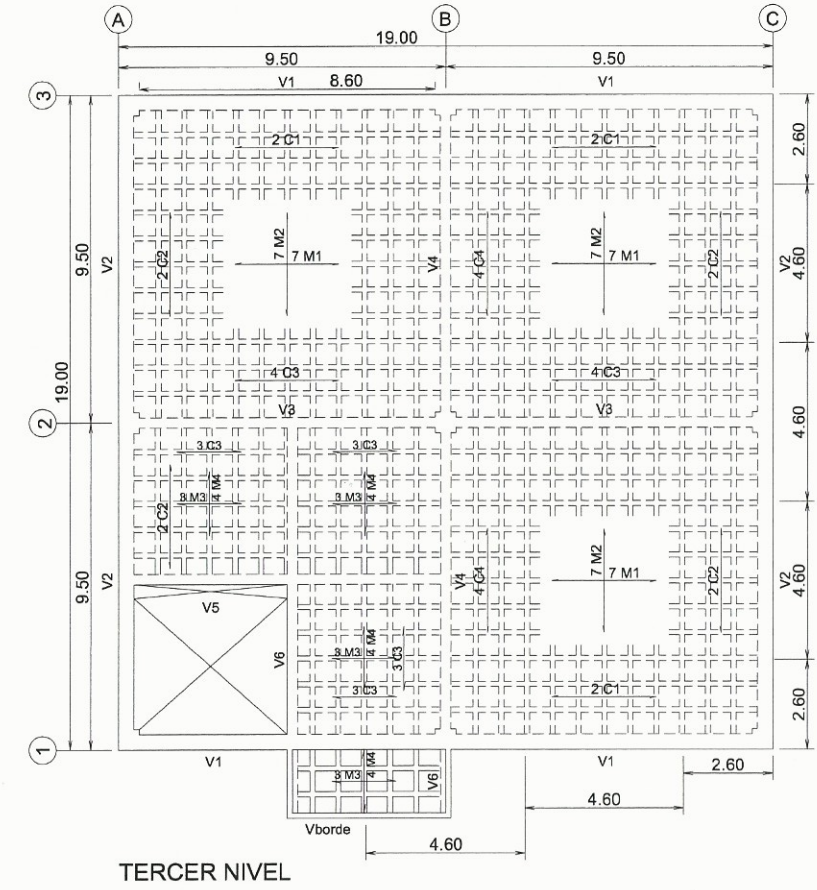
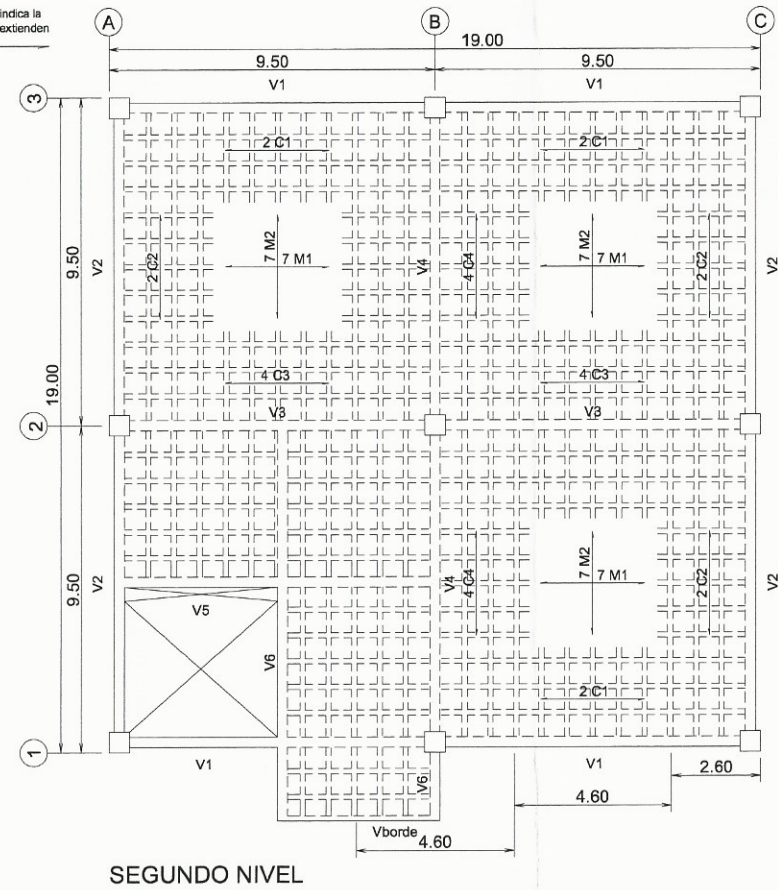
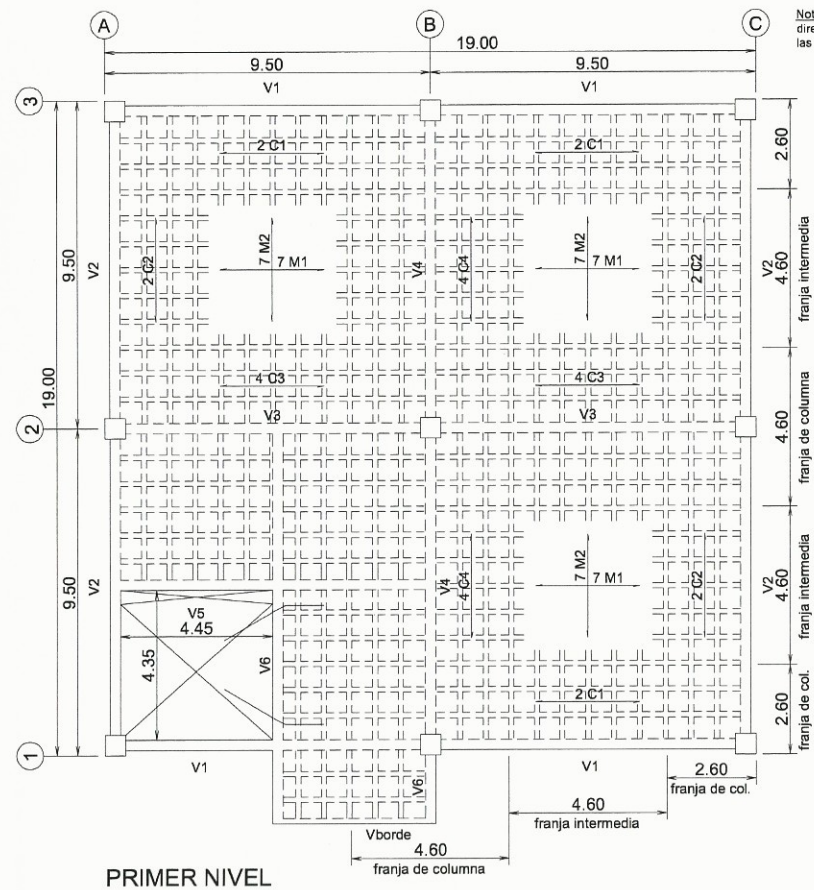
Ing. Oscar Arguera Hernández ASESOR - SUPERVISOR Dienteles

UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA

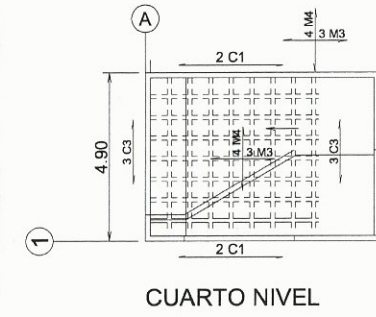
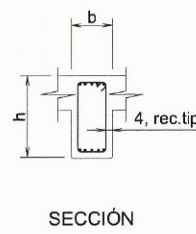
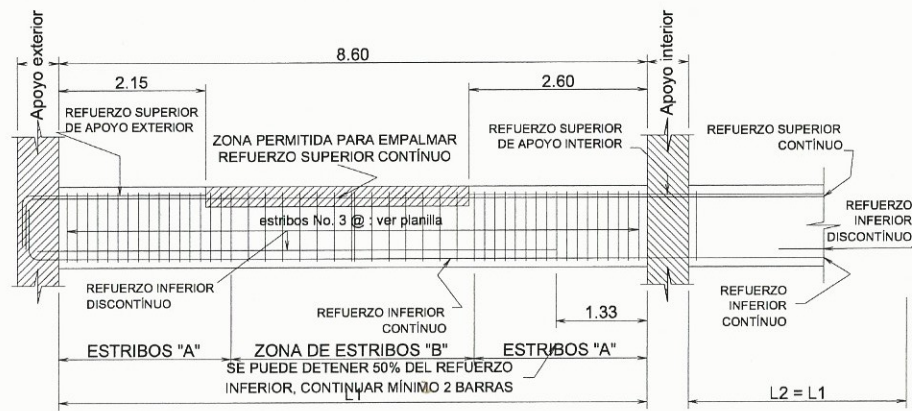
FECHA: JULIO/2015 ESCALA: 1:100 H O J A S 02

DESIGNADO: DISEÑO CALCULO FECHA: ESCALA: 1:100

INGENIERO OSCAR ARGUETA EPESISTA: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ

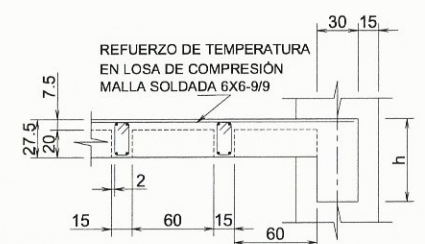


PLANTAS DE LAS ESTRUCTURAS DE ENTREPISOS Y TECHO

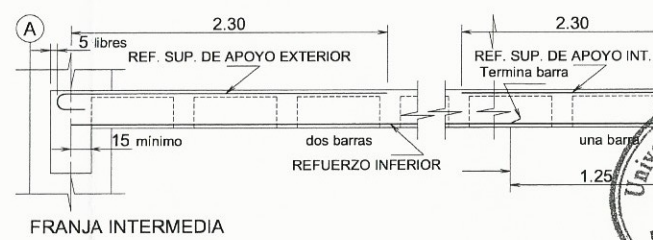
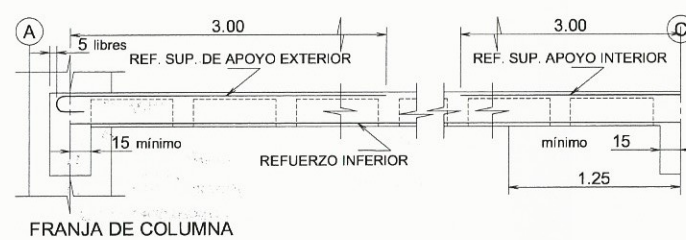


DETALLE TÍPICO DE VIGAS

ESCALA 1:50



SECCIÓN TÍPICA
DETALLE DE LOSAS



Nota: Ver detalles de vigas en hoja E-3

- Notas:
1. Concreto: $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$, a los 28 días. Tamaño máximo de agregado: 3"
 2. Acero de refuerzo: $f_y = 60 \text{ Ksi}$, ASTM A615, A616 ó A617, grado 60
 3. No se harán empalmes sin la aprobación del ingeniero
 4. Detallado del refuerzo: cumplir especificaciones de ACI-315
 5. Cargas vivas de diseño: techos, 100 y 200 Kg/m^2 ; entresuelos 300 Kg/m^2 .
 6. Orden de colocación, refuerzo: barras inferiores N-S primero, barras superiores N-S primero
 7. Usar tacos de concreto o barras de apoyo del refuerzo, clase A
 8. Método de Diseño: esfuerzos últimos
 9. Las medidas inferiores a un metro se indican en centímetros

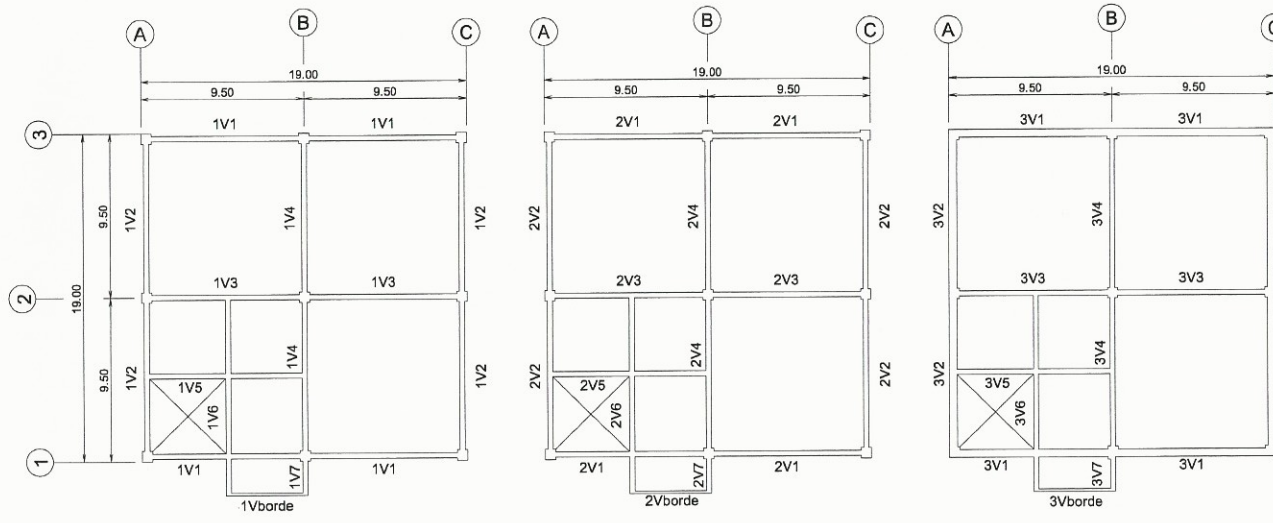
PLANILLA DE VIGAS

Tipo	Tamaño b x h	Refuerzo						Cant.	#	Espaciamiento entre e. a. (cm)
		Inferior		Superior		SupEX	Estribos			
		Corrido	Inflex	Inflex	Corrido	SupInt	SupEX			
3V1	45 x 70	2#9-1#5	-	2#9	2#9-1#5	3#9	1#9	48	3	1#95, 1#915, 7#25
1 y 2V1	40 x 70	2#9	-	2#9	2#9	3#9	1#9	-	3	1#95, 1#915, 7#25
3V2	45 x 70	2#9-1#5	-	2#9	2#9-1#5	3#9	1#9	-	3	1#95, 1#915, 7#25
1 y 2V2	40 x 70	2#9	-	2#9	2#9-1#5	3#9	1#9	-	3	1#95, 1#915, 7#25
1, 2 y 3V2	40 x 70	2#9	-	2#9	2#9-1#5	3#9	1#9	-	3	1#95, 1#915, 7#25
1, 2 y 3V4	40 x 70	2#9-1#5	-	2#9	2#9-1#5	3#9	1#9	-	3	1#95, 1#915, 7#25
V5	30 x 60	2#7	-	2#5	2#7	3#7	1#7	82	3	1#95, 1#915, 7#25
V6	30 x 60	2#5	-	2#5	2#5	3#7	1#7	52	3	1#95, 1#915, 7#25

PLANILLA DE LOSAS

Tipo	Tamaño b x h	Refuerzo						Cant.	#	Esp. ca. e. a. (cm)
		Inferior		Superior		SupEX	Estribos			
		Corrido	Inflex	Inflex	Corrido	SupInt	SupEX			
C1	15 x 20 x 7.5	2#7	-	-	-	18#5	9#5	-	3	@ 20
C2	15 x 20 x 7.5	2#7	-	-	-	18#5	9#5	-	3	@ 20
C3	15 x 20 x 7.5	2#7	-	-	-	35#5	18#5	-	3	@ 20
C4	15 x 20 x 7.5	2#7	-	-	-	35#5	18#5	-	3	@ 20
M1	15 x 20 x 7.5	2#6	-	-	-	12#5	12#5	-	3	@ 20
M2	15 x 20 x 7.5	2#6	-	-	-	12#5	12#5	-	3	@ 20
M3	15 x 20 x 7.5	2#6	-	-	-	12#5	12#5	-	3	@ 20
M4	15 x 20 x 7.5	2#6	-	-	-	12#5	12#5	-	3	@ 20

Universidad de San Carlos de Guatemala
 E.P.S. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 Ing. Oscar Argueta Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DEL DISEÑO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES DEL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 Unidad de Prácticas de Ingeniería
 PLANO DE LOSAS Y VIGAS
 ESCALA 1:100
 DISEÑO: EPI SALVADOR OLIVA MUÑOZ, CARNÉ: 25129
 FECHA: JULIO/2015
 HOJA: S
 ASESOR: INGENIERO OSCAR ARGUETA EPI
 EPESISTA: EPI SALVADOR OLIVA MUÑOZ



LOSA 1

LOSA 2

LOSA 3

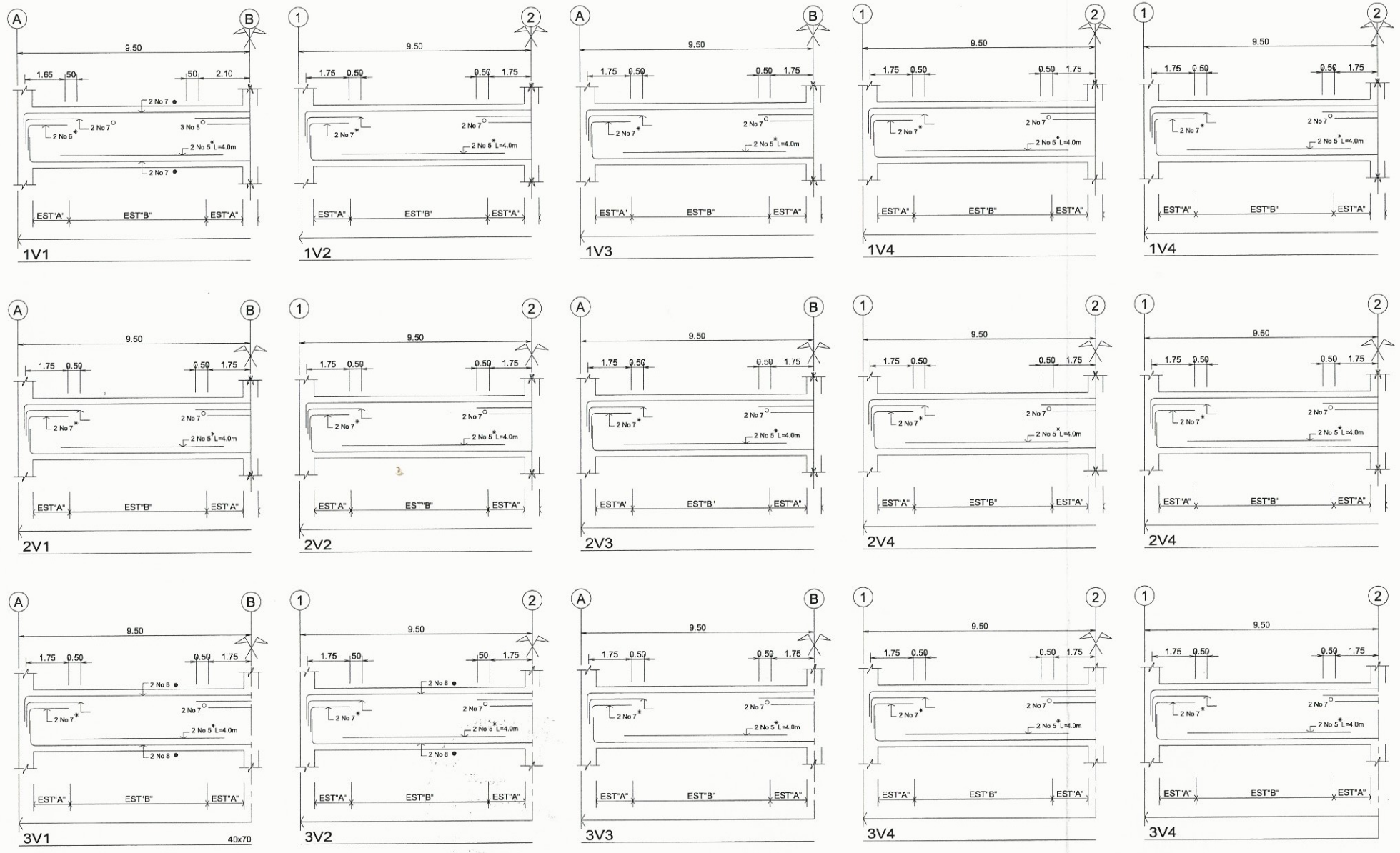
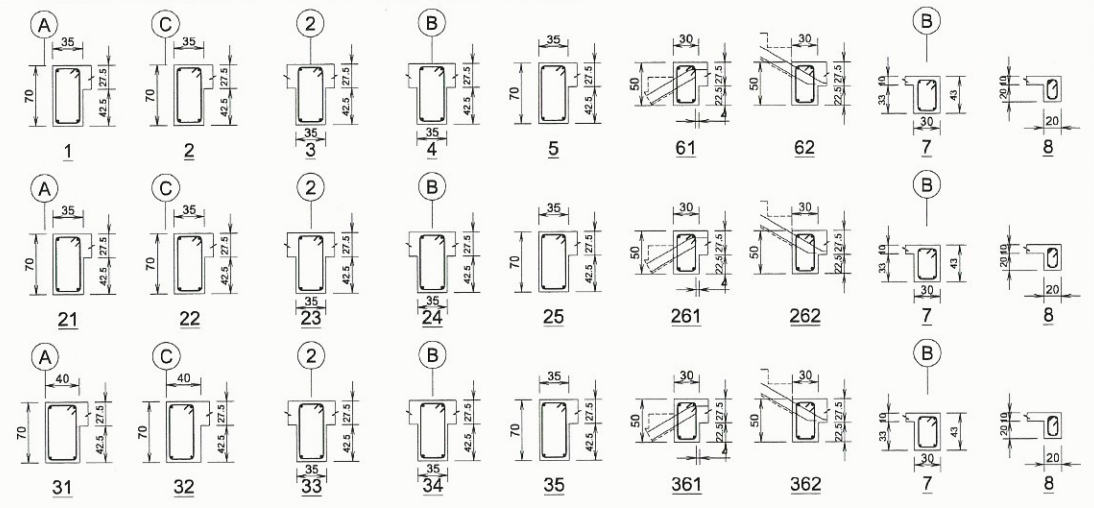
LOSA 4

PLANTAS DE IDENTIFICACIÓN DE VIGAS

ESCALA: 1/200

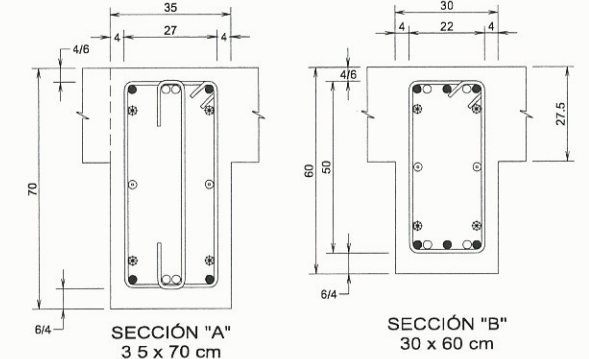
SECCIONES TRANSVERSALES DE VIGAS

ESCALA: 1/25



SECCIONES LONGITUDINALES DE VIGAS

ESCALA HORIZONTAL: 1/100
SIN ESCALA VERTICAL. APROXIMADA: 1/200



SECCIÓN "A" 35 x 70 cm
SECCIÓN "B" 30 x 60 cm

SECCIONES DE VIGAS	
ESCALA: 1:10	
REFERENCIAS: - VER ESPECIFICACIONES GENERALES EN PLANOS SERIE 90	
ESPECIFICACIONES: - ACERO DE REFUERZO: ASTM A615 CON RESTRICCIONES DEL AC 318-08 SECCION 21.1.5 - CONCRETO: DE LOSAS Y VIGAS Fc=280 Kg/cm ²	
CARGAS DE DISEÑO: VER PLANO S0-03	
NOTAS Y LLAMADAS: 0- DUCTO DE INSTALACIONES 1- SIMBOLO DE SIMETRÍA	

PLANILLA DE ESTRIBOS	
TIPO	REFUERZO
A	ESTRIBO No 4 @ 0.05m, RESTO 12 EST. No 4 @ 0.15m.
B	ESTRIBO No 4 @ 0.19m.
C	ESTRIBO No 4 @ 0.15m.
D	ESTRIBO No 4 @ 0.05m, RESTO 19 EST. No 4 @ 0.12m.
E	ESTRIBO No 3 @ 0.05m, RESTO 12 EST. No 3 @ 0.15m.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

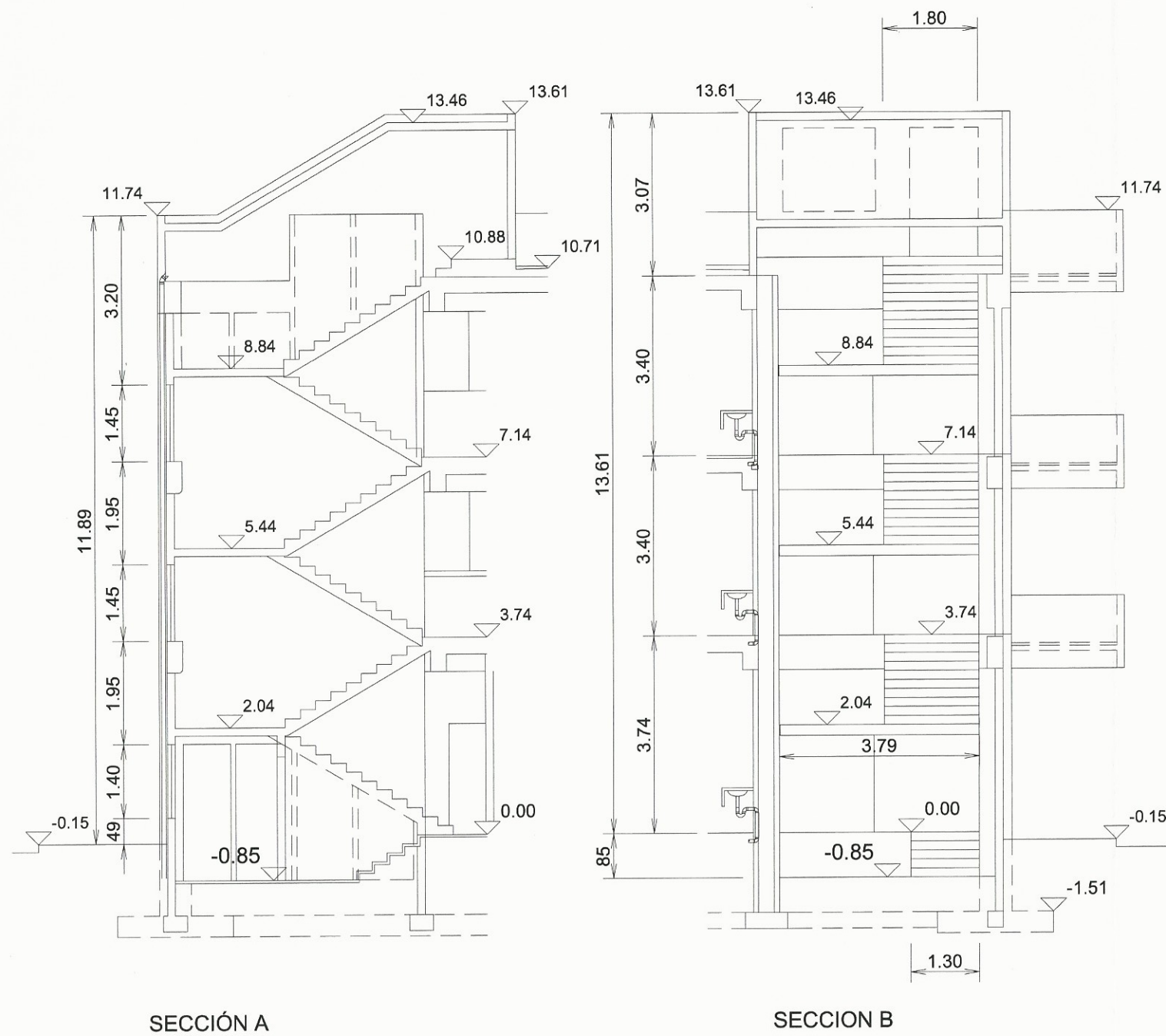
PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES DEL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ASESOR - SUPERVISOR: Ing. Oscar Argueta
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA Y DISEÑO

DETALLES DE VIGAS

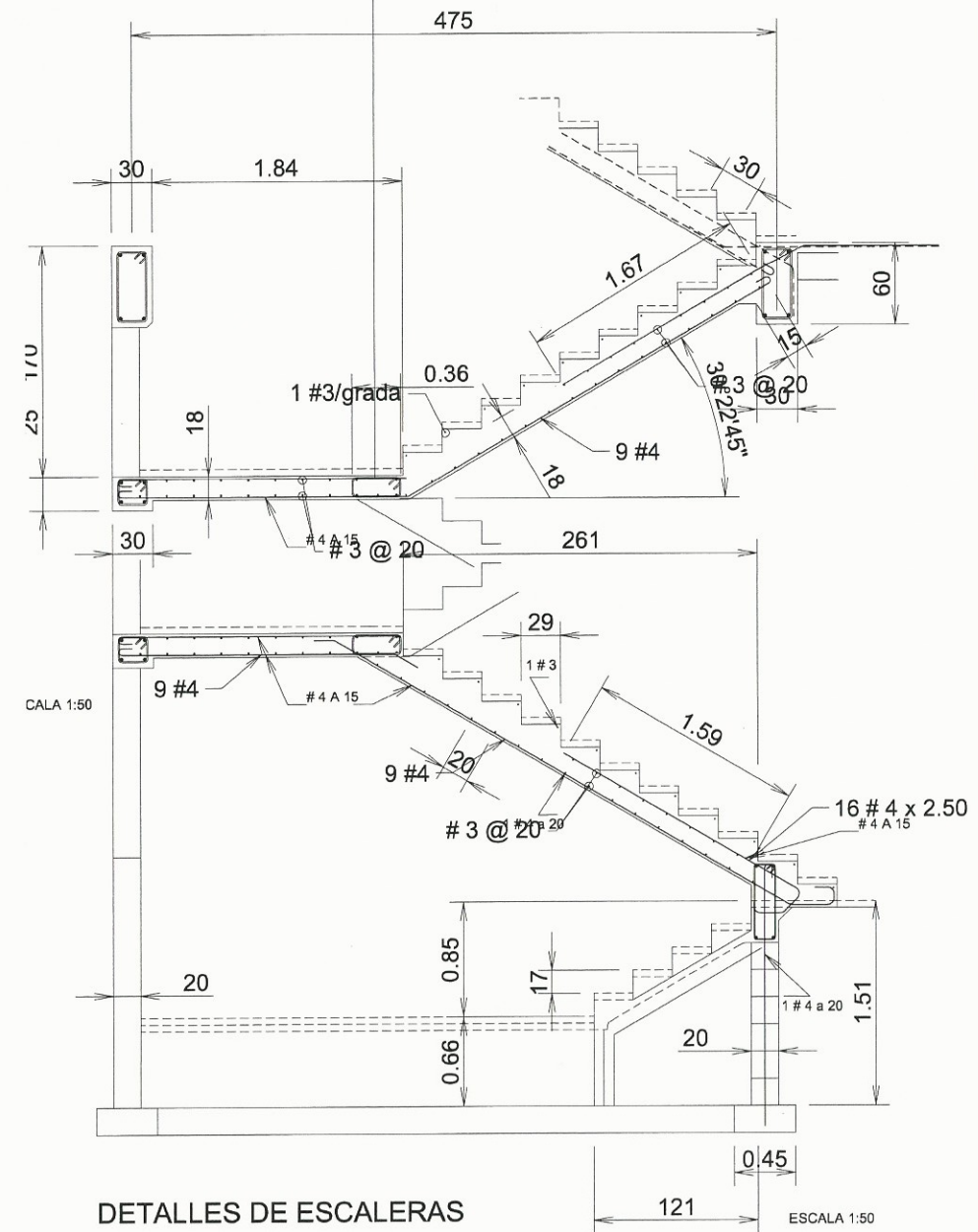
ELABORADO	DISEÑO	CALCULO	FECHA	ESCALA INDIC.
EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ, CARNE: 25129			JULIO 2015	H O J A

ESCALA: 1/25



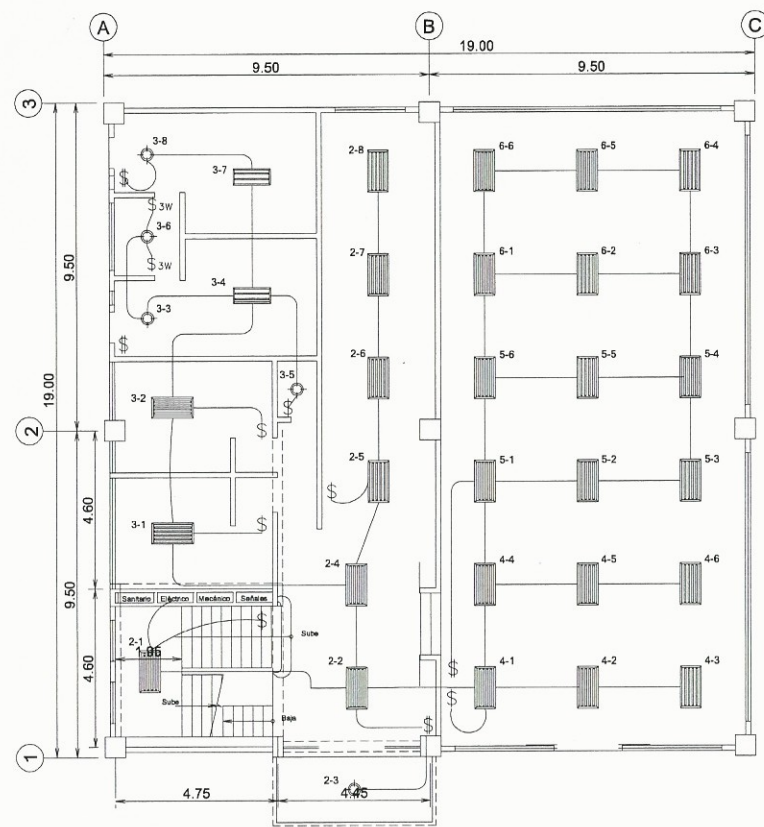
SECCIÓN A

SECCION B

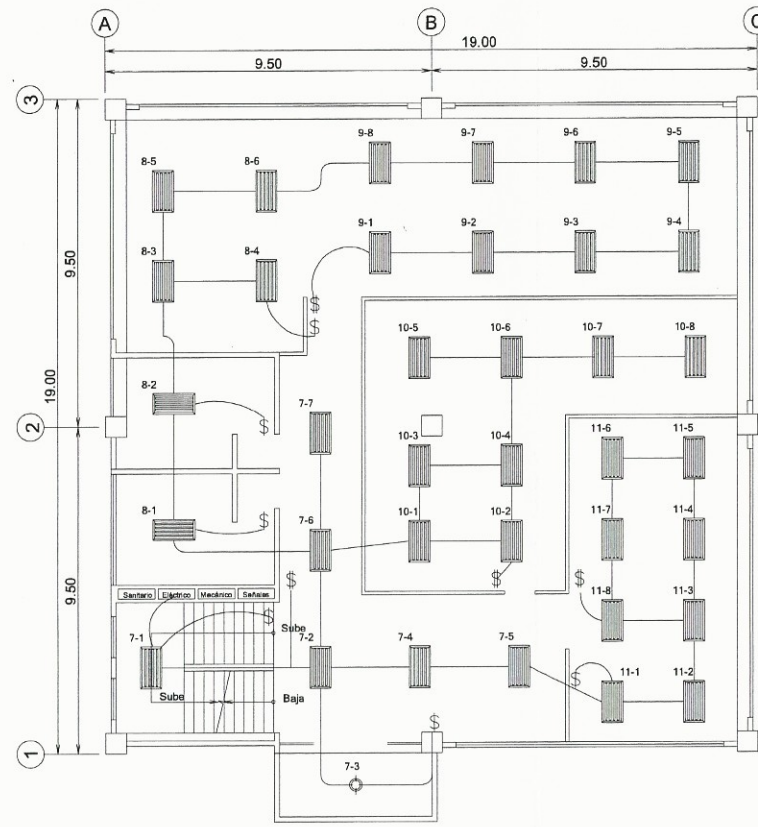


DETALLES DE ESCALERAS

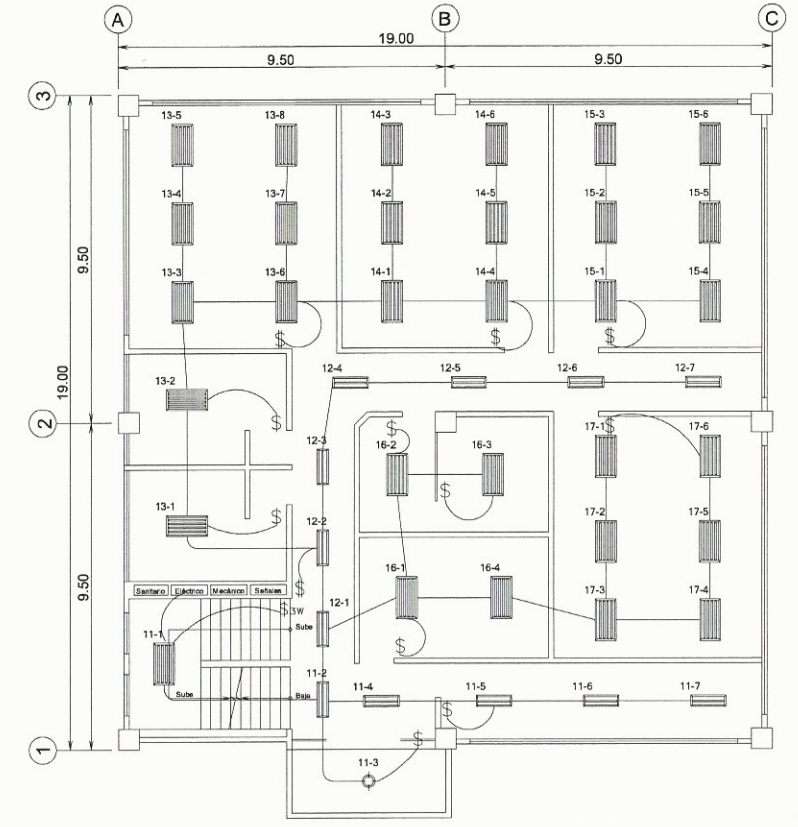
Universidad de San Carlos de Guatemala
 EPS UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 Ing. Oscar Argueta Hernández
 ASESOR PROFESIONAL EN INGENIERIA
 DISEÑO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES DEL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 Unidad de Trabajadores de la Universidad de San Carlos de Guatemala
 PLANO DE: ESCALERAS
 DIBUJO: [Signature] CALULO: [Signature] FECHA: ESCALA: 1:100
 JULIO/2015 H O J A
 S
 ASESOR: INGENIERO OSCAR ARGUETA EPESISTA: EVI SALVADOR OLVA MUÑOZ 5



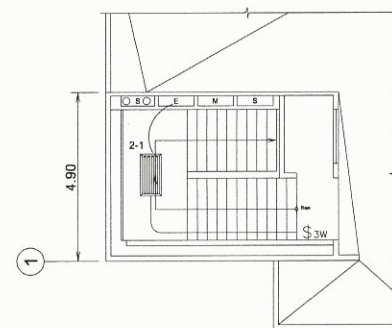
PRIMER NIVEL



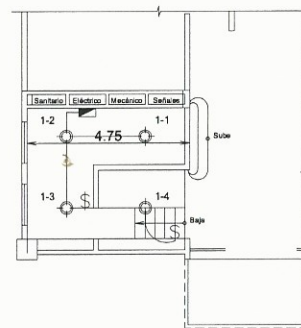
SEGUNDO NIVEL



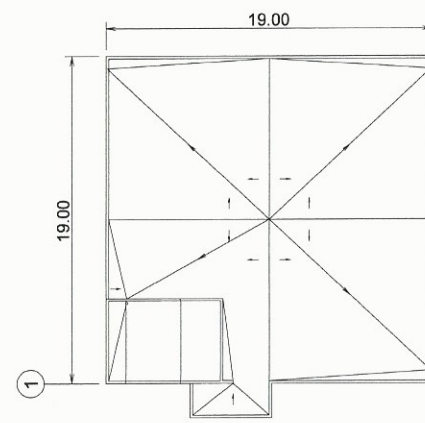
TERCER NIVEL



TERRAZA



PLANTA BAJA



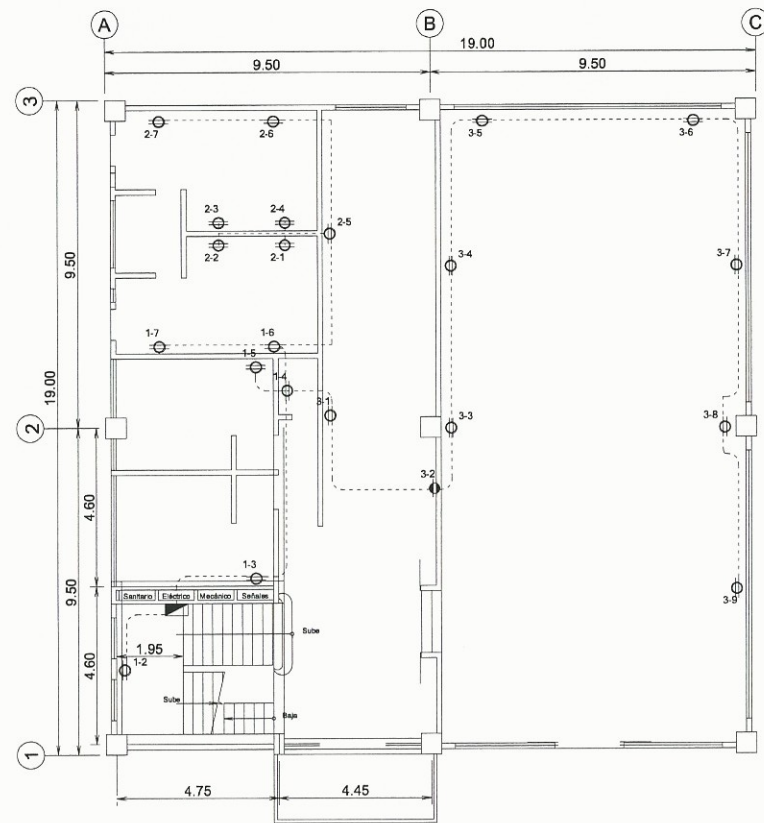
TECHOS

ESCALA 1:200

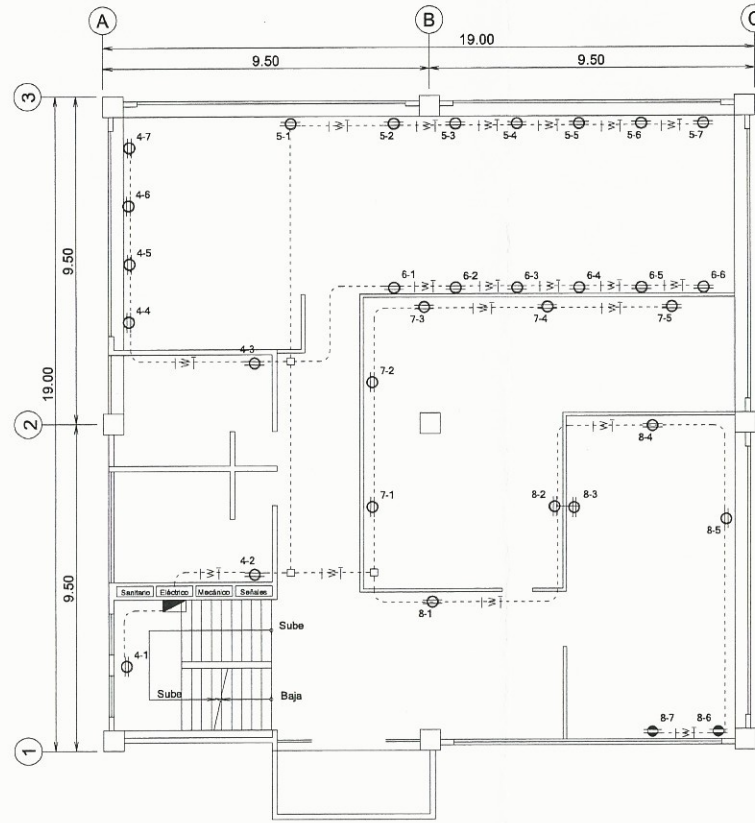
SIMBOLOGIA	
	TABLERO DE DISTRIBUCION: h = 1.70mts.
	LAMPARA FLUORESCENTE de 4 x 40 W
	LAMPARA FLUORESCENTE de 2 x 40 W
	LAMPARA FLUORESCENTE de 1 x 40 W
	LAMPARA FLUORESCENTE de 1 x 20 W
	LAMPARA INCANDESCENTE DE 1 x 75 W
	INTERRUPTOR SIMPLE.
	INTERRUPTOR DOBLE.
	INTERRUPTOR THREE WAY SIMPLE, DOBLE
	TUBO PVC. ELECTRICO Ø 3/4" ó INDICADO
	CONDUCTORES, VIVO, PUENTE, RETORNO Y NEUTRO

LAMPARAS SOBREPUESTAS EN CIELO.
 RESPECTIVAMENTE BTICINO MAGIC h=1.20mts. S.N.P.T.
 BTICINO MAGIC h=1.20mts. S.N.P.T.
 BTICINO MAGIC h=1.20mts. S.N.P.T.
 EMPOTRADO EN LOSA
 NEUTRO RESPECTIVAMENTE CALIBRE 12 THHN

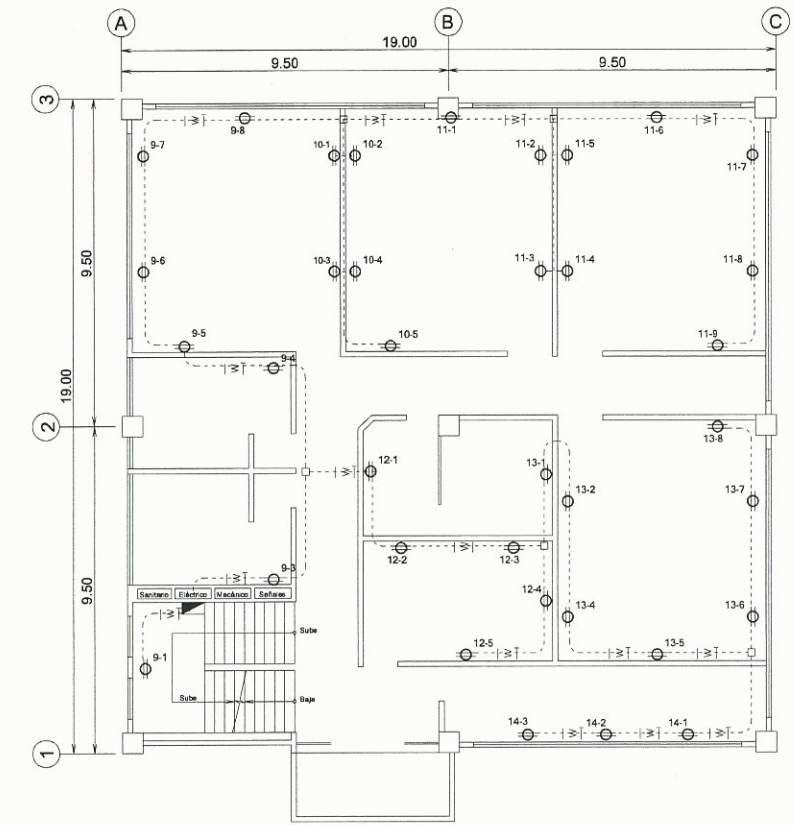
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 Ing. Oscar Argueta Hernández
 ASESOR - 30%
 Unidad de Práctica - 70%
 PLANO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ILUMINACIÓN
 DISEÑO: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ, CORNE: 25129
 CALCULO: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ
 FECHA: JUNIO/2015
 ESCALA: 1:100
 H.O. J.A.
 E 1



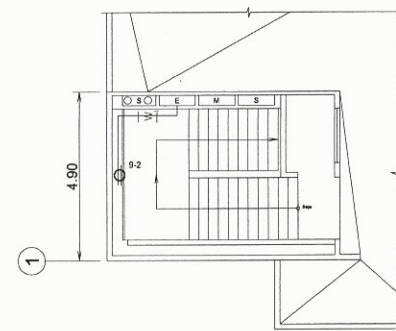
PRIMER NIVEL



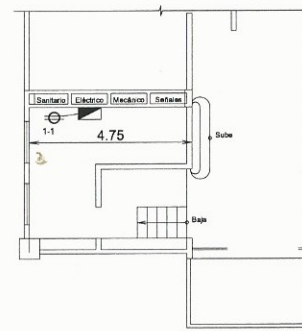
SEGUNDO NIVEL



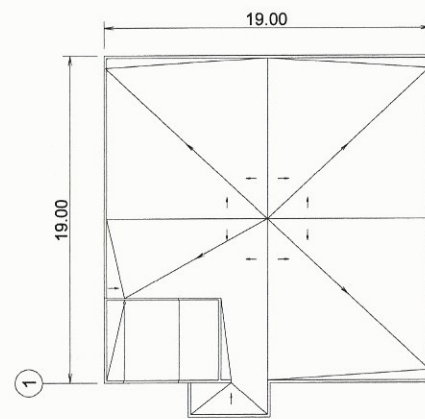
TERCER NIVEL



TERRAZA



PLANTA BAJA

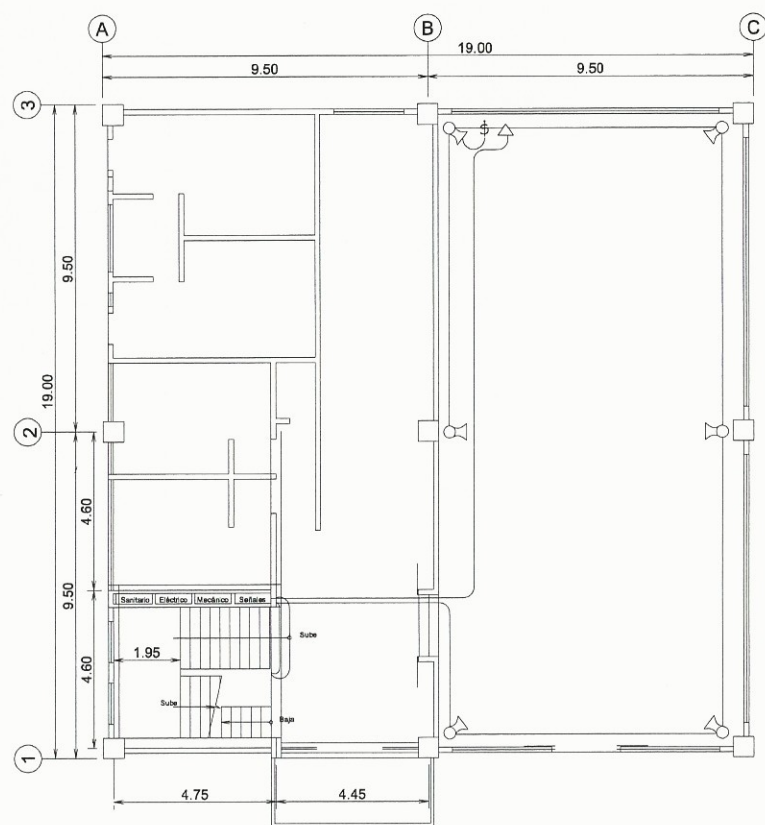


TECHOS

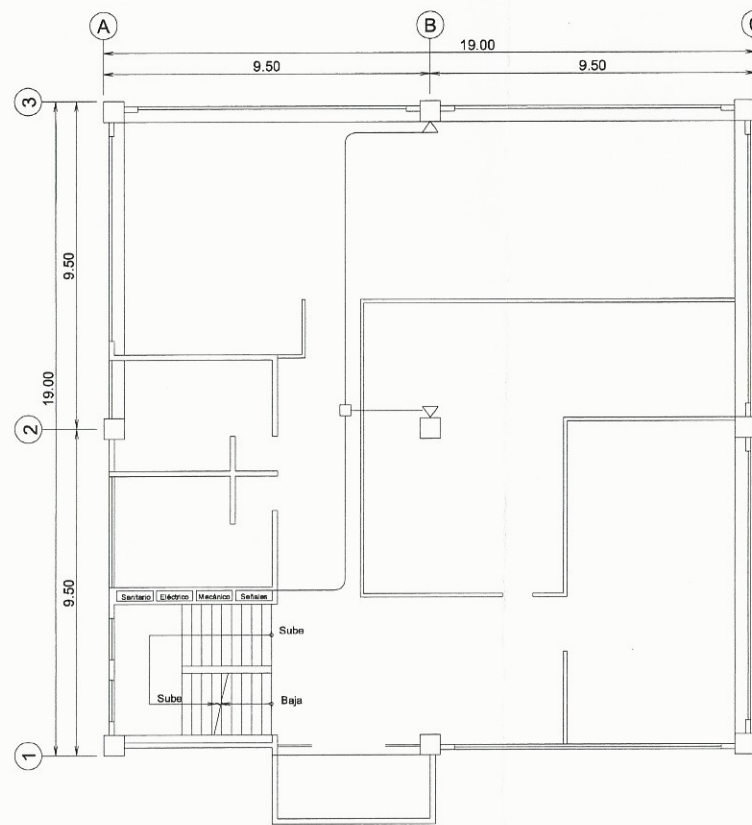
ESCALA 1:200

SIMBOLOGIA	
	TABLERO DE DISTRIBUCION h=1.70mts. SNPT.
	TOMACORRIENTE NORMAL DOBLE 120 V. POLARIZADO. 120V. H. 0.30 MTS. SNPT.
	TOMACORRIENTE AISLADO DOBLE POLARIZADO. 120V. H. 0.30 MTS. SNPT.
	TOMACORRIENTE 208 V. H=0.30 mts. SNPT POLARIZADO
	INDICA CAJA DE REGISTRO
	INDICA ELEMENTO No. 1
	INDICA No. DE UNIDAD
	TUBERIA DE PVC ELECTRICO DE DIAMETRO DE 3/4" O INDICADO.
	CONDUCTORES DE LINEA VIVA, NEUTRO CALIBRE 12 THHN Y TIERRA CALIBRE 10 THHN, O INDICADO.

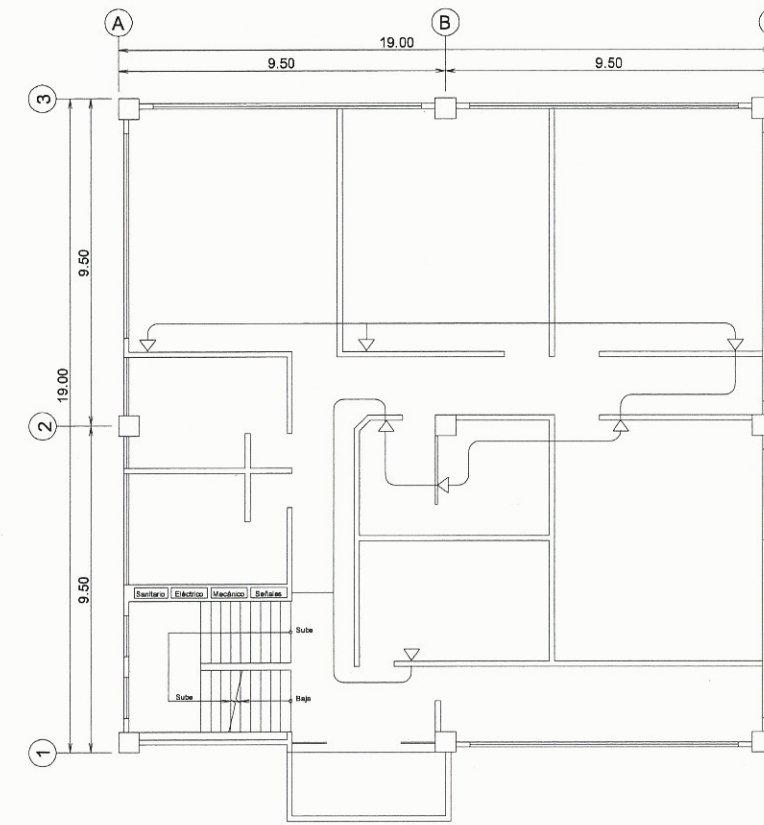
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 Ing. Oscar Argueta Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE LA UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA
 TRABAJO DE GRUPO
 DISEÑO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES DEL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 PLANO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE TOMACORRIENTES
 DIBUJO: [] CÁLCULO: [] FECHA: JUN/02015 ESCALA: 1:100
 HOJA: E 2
 ASESOR: INGENIERO OSCAR ARGUETA EPESISTA: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ



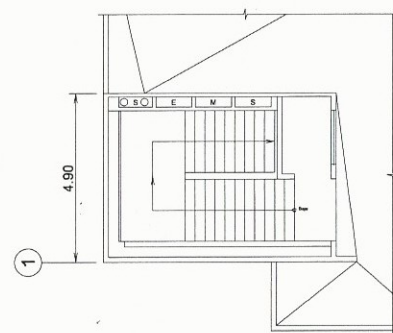
PRIMER NIVEL



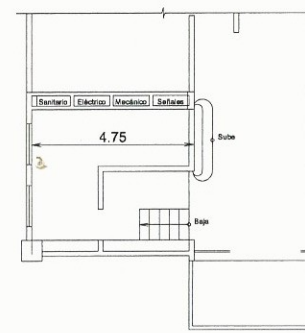
SEGUNDO NIVEL



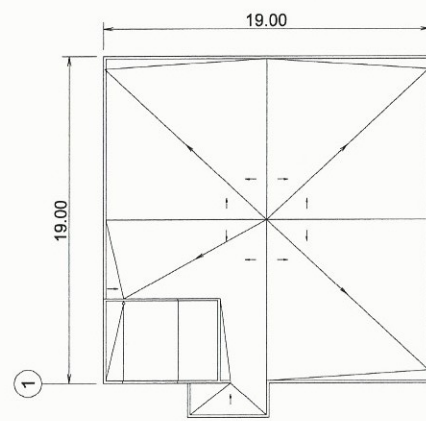
TERCER NIVEL



TERRAZA



PLANTA BAJA

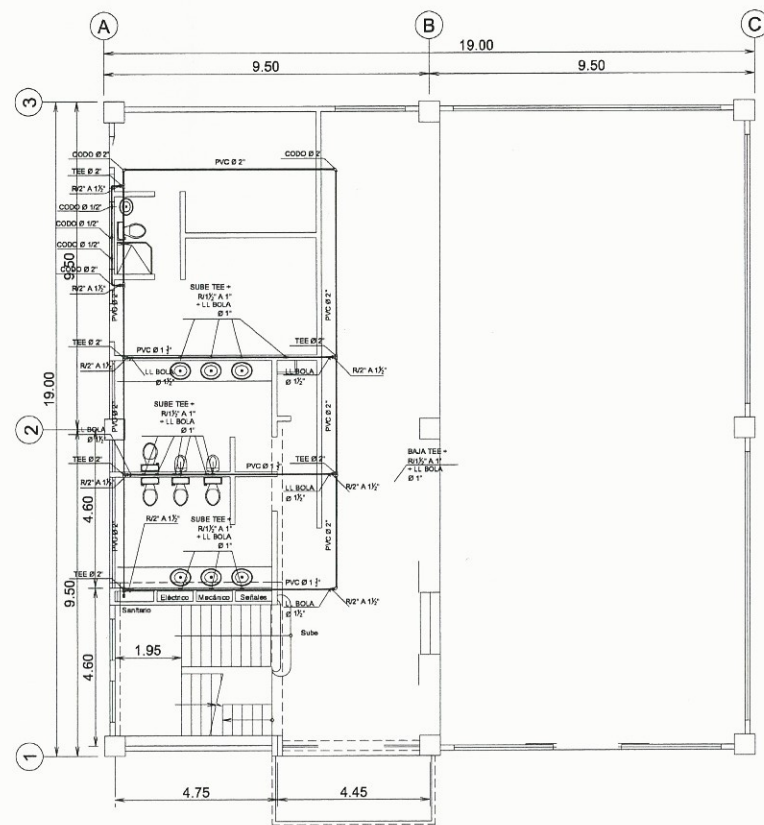


TECHOS

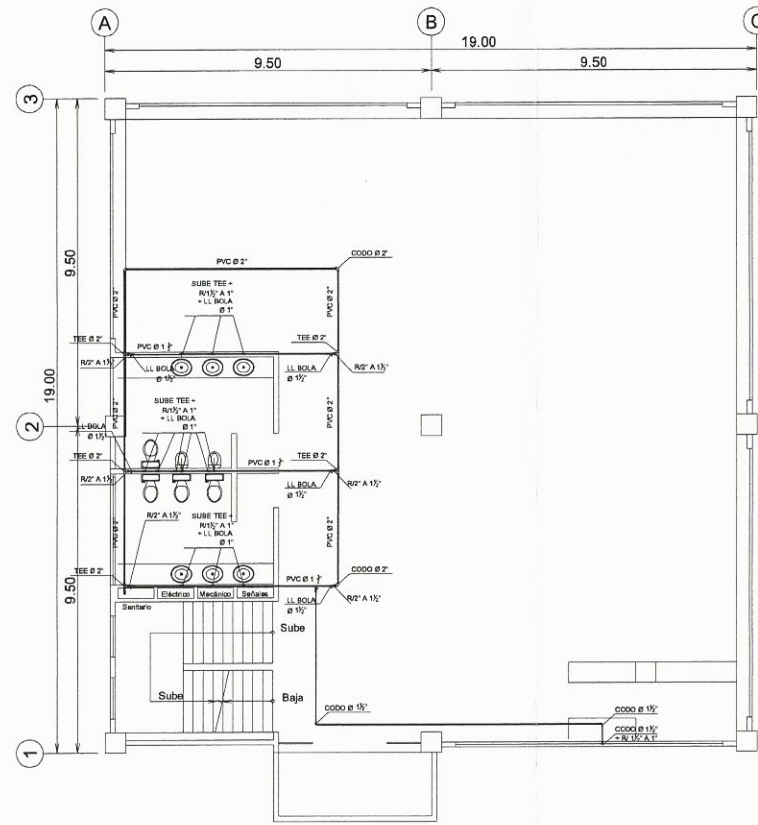
ESCALA 1:200

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	SALIDA PARA SONIDO Y VOCEO EMPOTRADA EN LOSA CAJA OCTOGONAL.
	SALIDA DE TELEFONO, CON CAJA RECTANGULAR, CON TAPADERA GALVANIZADA, H: 0.30 mts. SNPT.
	CAJA DE REGISTRO RECTANGULAR, 2' X 4"
	INTERRUPTOR ESPECIAL PARA RELOJ DE CONTEO DE TIEMPO
	TUBO P.V.C. ELECTRICO DE 3/4" DIAMETRO O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA PARA VOCEO
	TUBO P.V.C. ELECTRICO DE 3/4" DIAMETRO O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA PARA INTERCOMUNICADORES
	TUBO P.V.C. ELECTRICO DE 3/4" DIAMETRO O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA PARA TEL.
	TUBO P.V.C. ELECTRICO DE 3/4" DIAMETRO O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA PARA RELOJES.
	CONTROL DE VOLUMEN

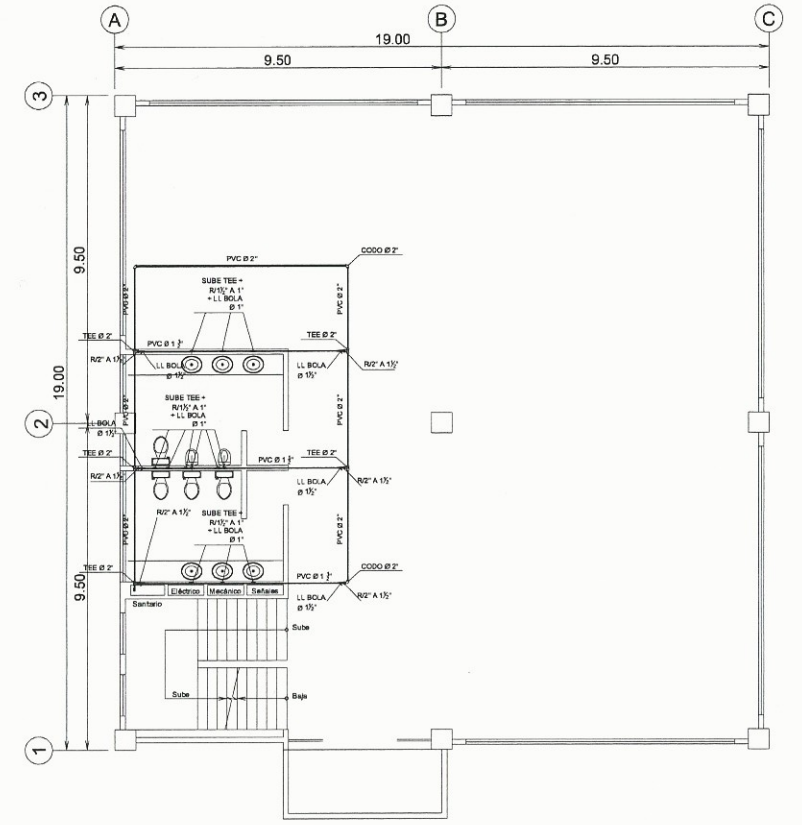
Universidad de San Carlos de Guatemala
 EPS UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 Ing. Oscar Arrieta Hernández, C.U. CIUDAD DE INGENIERIA
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 Unidad de Prácticas de Ingeniería del EDIFICIO DE TRES NIVELES DEL SINDICATO DE
 TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 PLANO DE INSTALACIONES DE VOCEO Y SONIDO
 DISEÑO CALCULO FECHA ESCALA: 1:100
 EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ, C.A.R.N.E: 25129 JUN/O2015 H.D.J.A.
 ASESOR: INGENIERO OSCAR ARRIETA EPESISTA: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ E 3



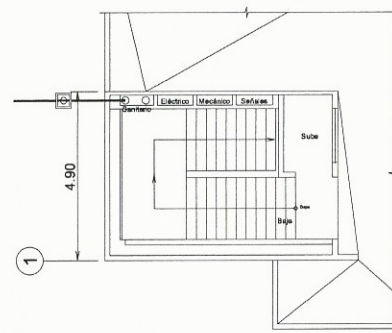
PRIMER NIVEL



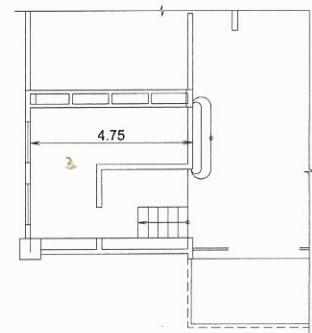
SEGUNDO NIVEL



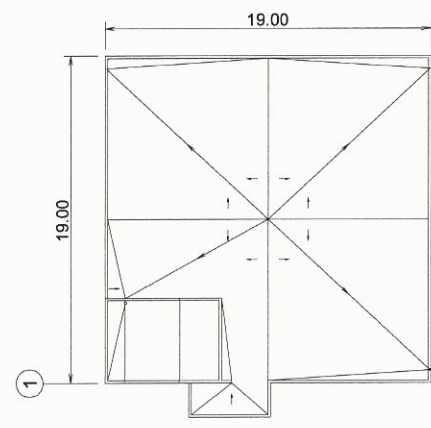
TERCER NIVEL



TERRAZA

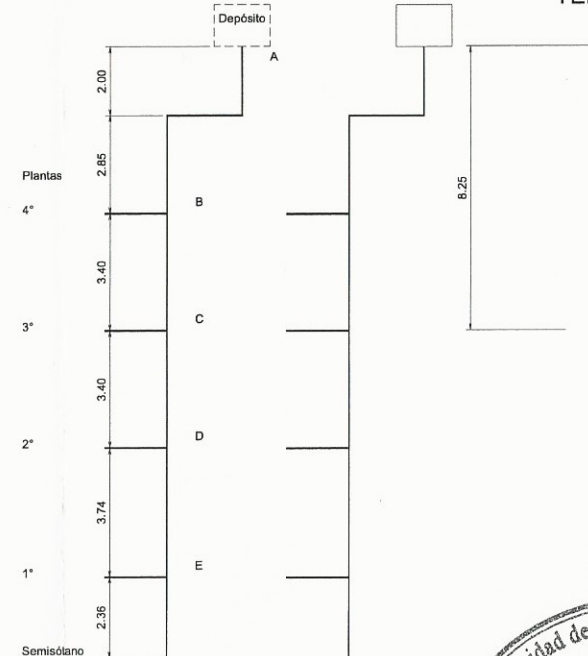


PLANTA BAJA



TECHOS

ESCALA 1:200



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	C/Ø/4" CÓDIGO PVC A 92, # INDICADO, EN PLANTA
	C/Ø/4" CÓDIGO PVC A 92, # INDICADO, EN PERFIL
	R/4"-4" REDUCIDOR PVC, # INDICADO
	TEE PVC, # INDICADO
	LL. BOLA # INDICADO
	INDICA NIVEL DE TUBERIA
	INDICA CRUCE DE TUBERIAS A DIFERENTE NIVEL
	TUBERIA PVC DE AGUA POTABLE # INDICADO SUSPENDIDA SOBRE CIELO FALSO
	TUBERIA PVC DE AGUA POTABLE # INDICADO BAJO NIVEL DE PISO CIRCUITO PRINCIPAL
	TUBERIA PVC DE AGUA POTABLE # INDICADO BAJO NIVEL DE PISO CIRCUITO EXTERIOR DE CRUCES



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

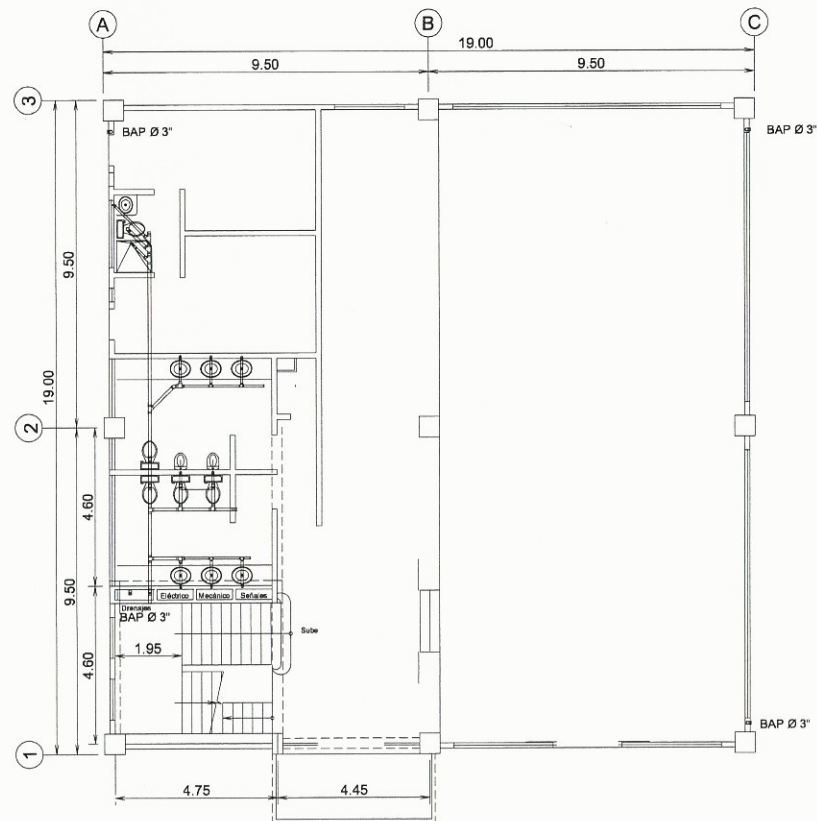
PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES DEL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PLANO DE: INSTALACIONES DE AGUA

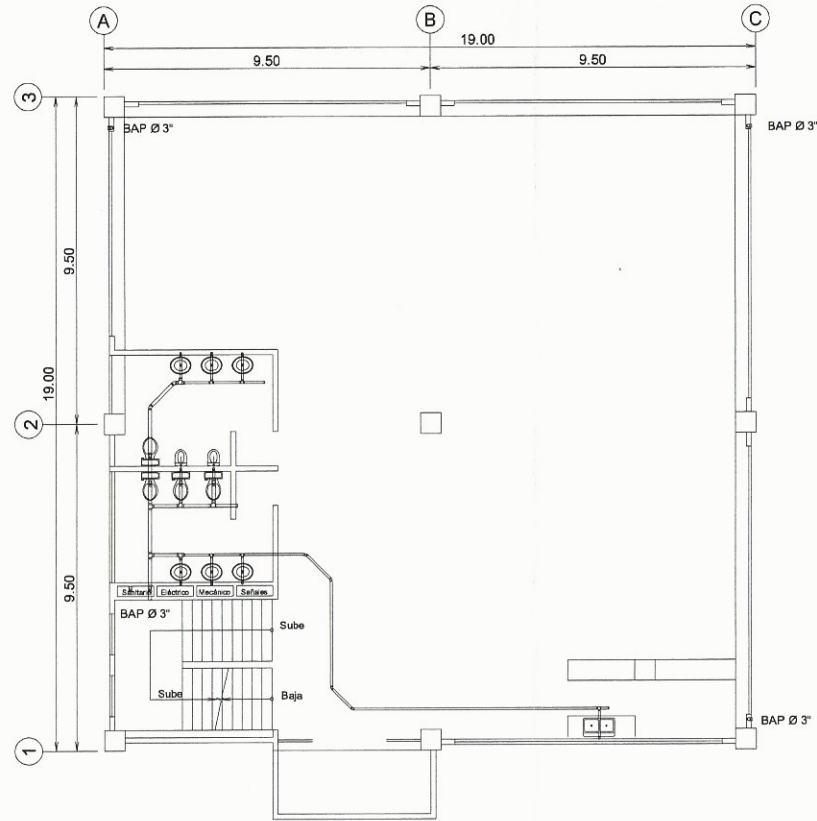
DISEÑO	FECHA	ESCALA
EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ, CARNE: 25129	JUNIO 2015	1:100

H O J A: F

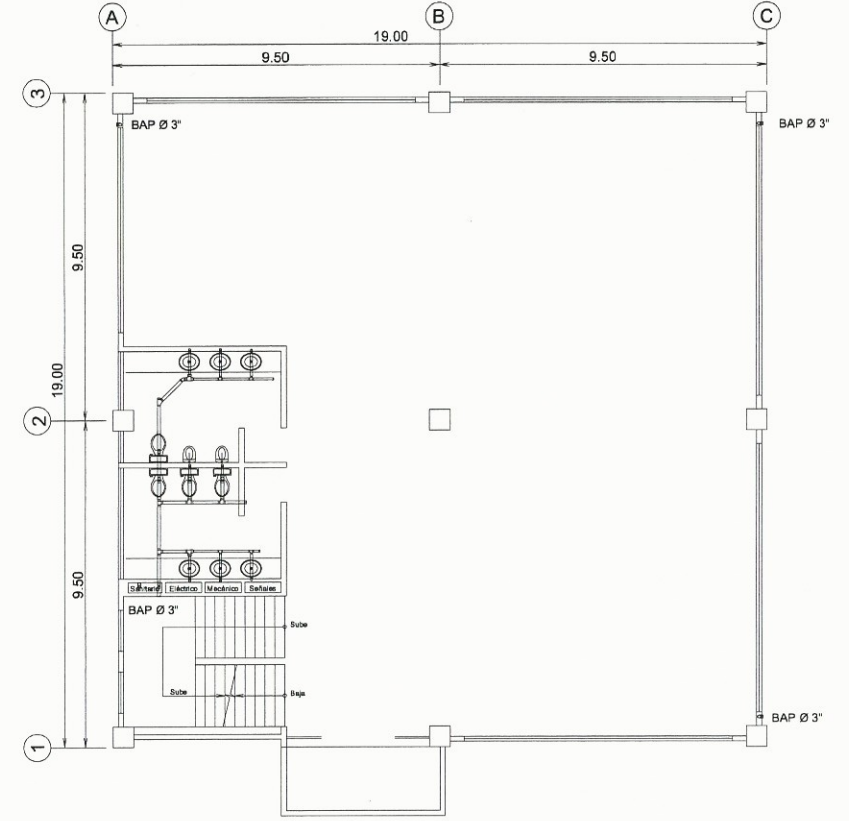
ASESOR: INGENIERO OSCAR ARGUERA
 EFESISTA: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ



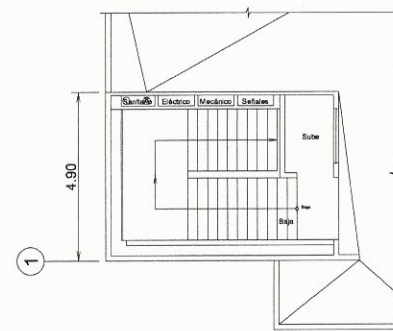
PRIMER NIVEL



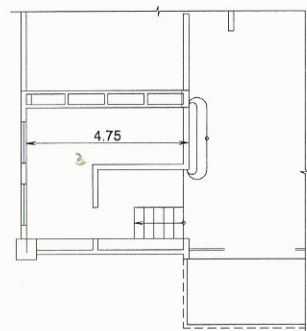
SEGUNDO NIVEL



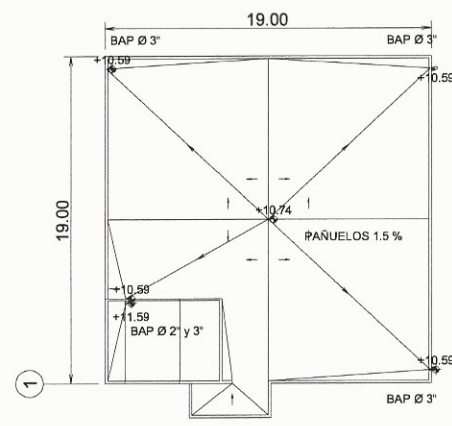
TERCER NIVEL



TERRAZA



PLANTA BAJA



TECHOS

ESCALA 1:200

SIMBOLOGIA DE DRENAJES			
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CAJA DE REGISTRO DE DRENAJE		SIFÓN TERMINAL PERFIL
	CAJA ATRAPA GRASA		TE PERFIL
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL		TE PLANTA
	PENDIENTE DE TECHOS AGUA PLUVIAL		TE ELEVACIÓN
	TUBO DE DRENAJE AGUA PLUVIAL		YE
	TUBO DE DRENAJE AGUAS NEGRAS		YE DOBLE
	INDICACION DE CONTINUIDAD DE LA TUBERIA		CODO 90° PERFIL
	REDUCTOR DE 3\"/>		CODO 90° ELEVACIÓN
	REDUCTOR DE 4\"/>		CODO 45° PERFIL
			CODO 90° BAJA
			BAIADA DE DRENAJE
			BAIADA DE AGUA PLUVIAL

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCION
	INDICA TEE 45° HORIZONTAL
	INDICA TEE 90° VERTICAL
	INDICA CODO A 90° VERTICAL
	INDICA TEE 90° HORIZONTAL
	INDICA CODO A 45° HORIZONTAL
	INDICA REDUCTOR
	INDICA COLECTOR
	INDICA TUBERIA

Ing. Oscar Arguera Hernández

 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS

 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

 Facultad de Ingeniería

EPS UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA				
FACULTAD DE INGENIERIA				
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO				
PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES DEL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA				
DIBUJO		CALCULO		FECHA
EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ CARNE 25125		EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ		JUN/02/2015
DISEÑO		DRENAJES		ESCALA: 1:100
EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ		EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ		H O J A
F		1		

Apéndice 4. **Tablas de cálculos y diseños: hidráulicos**

Sanitarios demanda de agua potable

Aparato	Unidades de consumo	Cantidad de artefactos	Caudal parcial
Lavado	10	19	190
Fregadero	4	4	16
Lavadero	4	1	4
Ducha	3	1	3
Inodoro VD	10	13	130
Mingitorio VD	3	6	18
Pileta	3	1	3
Demanda total en unidades de consumo			368
Máximo consumo probable en la instalación: 450 litros por minuto			

Presión necesaria en los artefactos

Aparato	Diámetro de la tubería en pulgadas	Presión kg/cm ²	Caudal litros por minuto
Lavado	3/8"	0,73	15
Grifo	1/2"	0,580	10
Fregadero	1/2"	0,36	15
Lavadero	1/2"	0,36	20
Ducha	1/2"	0,36	20
Inodoro VD	1"	1,46	150
Mingitorio VD	1"	1,46	60
Pileta	1/2"	1,09	10
Manguera de jardín	1/2"	2,19	20

Continuación de apéndice 4.

Determinación del máximo consumo probable de agua potable

Grupos de artefactos y máximo consumo probable predominan las válvulas de descarga								
Piso	Local	Aparato	Unidades de consumo				Sector	Acumulado
			Unidad	Cantidad	Subgrupo	+		
1	Albergue	Lavado	10	1	24	24	150	150
		Ducha	4	1				
		Inodoro	10	1				
	SS ♀	Lavabos	10	3	60	130	260	275
		Inodoro	10	3				
	SS ♂	Lavabos	10	3	46			
		Mingitorios	3	2				
Inodoros		10	1					
2	SS ♀	Lavabos	10	3	60	236	260	375
		Inodoro	10	3				
	SS ♂	Lavabos	10	3	46			
		Mingitorios	3	2				
		Inodoros	10	1				
3	SS ♀	Lavabos	10	3	60	342	260	450
		Inodoro	10	3				
	SS ♂	Lavabos	10	3	46			
		Mingitorios	3	2				
		Inodoros	10	1				
4	Terraza	Grifos	4	2	8	100	100	450

Tabla de cálculo de diámetro de la tubería A.P.

Pisos	Unidades de consumo	Total de U. de C.	Máximo consumo probable (lit/min)	Longitud de tubería (m)	Longitud equivalente (m)	Presión requerida en los aparatos (kg/cm ²)	Presión total disponible (kg/cm ²)	Presión disponible para rozamiento en el tramo del bajante (kg/cm ²)	Pérdida de presión por rozamiento (kg/cm ² por 100 m de tubería)	Presión efectiva en el bajante (kg/cm ²)	Diámetro de la tubería (pulgadas)
Terraza	8	8	100	7,00		0,4	0,5	0,1	1,43	0,5	1- 1/2"
Tercero	106	114	260	3,4		0,65	0,84	0,19	2,71	0,84	2"
Segundo	106	220	375	3,4		1,00	1,18	0,18	2,57	1,00	2"
Primero	130	350	450	3,74		1,15	1,524	0,374	5,34	1,15	2"
Semisótano	8	358	450	2,36		1,15	1,76	0,61	8,71	1,15	2"

Continuación del apéndice 4.

Determinación del número de unidades de descarga en la instalación de drenaje sanitario del Estusc

Aparato	Unidades de consumo	Cantidad de artefactos	Caudal parcial
Lavabo publico	2	19	38
Fregadero	2	1	2
Lavadero	1	1	1
Ducha	2	1	2
Inodoro VD	10	13	130
Mingitorio VD	5	6	30
Pileta	2	1	2
Total, de unidades de descarga en el edificio			205

Capacidad de tubería de drenaje en número de unidades de descarga

Capacidad de tubería par edificios de hasta tres plantas, en unidades de descarga		
Ø"	Ramal	Bajada
2"	6	10
3"	20	30
4"	160	240

Continuación del apéndice 4.

Determinación de diámetros de la tubería de drenaje sanitario en la instalación del Estucs


Grupos de artefactos y máximo consumo probable predominan las válvulas de descarga								
Piso	Local	Aparato	Unidades de consumo				Sector	Acumulado
			Unidad	Cantidad	Subgrupo	+		
1	Albergue	Lavado	2	1	16	3"	3"	1 1/2
		Ducha	10	1				
		Inodoro	4	1				
	SS ♀	Lavabos	2	3	18	3"	3"	3"
		Inodoro	4	3				
	SS ♂	Lavabos	2	3	20 a 30	4"	4"	4"
Mingitorios		5 a 10	2					
Inodoros		4	1					
2	SS ♀	Lavabos	2	3	18	3"	3"	3"
		Inodoro	4	3				
	SS ♂	Lavabos	2	3	20 a 30	4"	4"	4"
		Mingitorios	5 a 10	2				
		Inodoros	4	1				
3	SS ♀	Lavabos	2	3	18	3"	3"	3"
		Inodoro	4	3				
	SS ♂	Lavabos	2	3	20 a 30	4"	4"	4"
		Mingitorios	5 a 10	2				
		Inodoros	4	1				
Capacidad de tuberías para edificios hasta tres plantas en unidades de descarga	Ø"	Ramal		Bajada				
	2"	6		10				
	3"	20		30				
	4"	160		240				

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Presupuesto de la construcción del edificios del sindicato de trabajadores de la Universidad de San Carlos de Guatemala**

EPS					
 <p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p> <p>PRESUPUESTO DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES DEL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA USAC CÁLCULADO POR EL EPESISTA: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ Febrero de 2015</p>					
FIRMA DE ASESOR: INGENIERO OSCAR ARGUETA			FIRMA DE EPESISTA: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ		
Ítem	Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DEL PROYECTO
1	REQUISITOS PREVIOS A LA CONSTRUCCIÓN				Q 22 000,00
2	CONDICIONES EXISTENTES				Q 59 075,00
3	CONCRETO				Q 3 289 414,00
4	MAMPOSTERÍA				Q 150 897,20
5	METALES				Q -
6	MADERA PLÁSTICOS Y COMPUESTOS				Q -
7	PROTECCIÓN TÉRMICA Y CONTRA HUMEDAD				Q 129 675,00
8	ABERTURAS				Q 253 390,00
9	ACABADOS				Q 1 650 946,77
10	ESPECIALIDADES				Q 108 436,20
11	EQUIPO				Q -
12	SUMINISTROS				Q -
13	CONSTRUCCIONES ESPECIALES				Q -
22	PLOMERÍA				Q 122 320,00
23	VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO (HVAC)				Q -
25	AUTOMATIZACIÓN INTEGRADA				Q -
26	ELECTRICIDAD				Q 121 380,00
27	COMUNICACIONES				Q -
28	PREVENCIÓN Y SEGURIDAD ELECTRÓNICA				Q -
31	MOVIMIENTO DE TIERRAS				Q -
32	MEJORAS EXTERIORES				Q -
33	UTILIDADES				Q -
TOTAL DEL PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES DEL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA USAC					Q 5 907 534,17
CINCO MILLONES NOVECIENTOS SIETE MIL QUINIENTOS TREINTA Y CUATRO QUETZALES CON DIECISIETE CENTAVOS					
CÁLCULADO POR: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ feb-16					
FIRMA DE ASESOR: INGENIERO OSCAR ARGUETA			FIRMA DE EPESISTA: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ		

Continuación del apéndice 5.

EPS					
 <p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO PRESUPUESTO</p> <p>DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES DEL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA USAC CÁLCULADO POR EL EPESISTA: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ</p>					
FIRMA DE ASESOR: INGENIERO OSCAR ARGUETA			FIRMA DE EPESISTA: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ		
Ítem	Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DEL PROYECTO
1	REQUISITOS PREVIOS A LA CONSTRUCCIÓN				Q 22 000,00
2	CONDICIONES EXISTENTES				Q 59 075,00
3	CONCRETO				Q 3 289 414,00
4	MAMPOSTERÍA				Q 150 897,20
5	METALES				Q -
6	MADERA PLÁSTICOS Y COMPUESTOS				Q -
7	PROTECCIÓN TÉRMICA Y CONTRA HUMEDAD				Q 129 675,00
8	ABERTURAS				Q 253 390,00
9	ACABADOS				Q 1 650 946,77
10	ESPECIALIDADES				Q 108 436,20
11	EQUIPO				Q -
12	SUMINISTROS				Q -
13	CONSTRUCCIONES ESPECIALES				Q -
22	PLOMERÍA				Q 122 320,00
23	VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO (HVAC)				Q -
25	AUTOMATIZACIÓN INTEGRADA				Q -
26	ELECTRICIDAD				Q 121 380,00
27	COMUNICACIONES				Q -
28	PREVENCIÓN Y SEGURIDAD ELECTRÓNICA				Q -
31	MOVIMIENTO DE TIERRAS				Q -
32	MEJORAS EXTERIORES				Q -
33	UTILIDADES				Q -
TOTAL DEL PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES DEL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA USAC					Q 5 907 534,17
CINCO MILLONES NOVECIENTOS SIETE MIL QUINIENTOS TREINTA Y CUATRO QUETZALES CON DIECISIETE CENTAVOS					
CÁLCULADO POR: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ feb-16					
FIRMA DE ASESOR: INGENIERO OSCAR ARGUETA			FIRMA DE EPESISTA: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ		

Continuación del apéndice 5.

FIRMA DE ASESOR: INGENIERO OSCAR ARGUETA		FIRMA DE EPESISTA: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ			
Ítem	Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DEL PROYECTO
1	REQUISITOS PREVIOS A LA CONSTRUCCIÓN				Q 22 000,00
2	CONDICIONES EXISTENTES				Q 59 075,00
3	CONCRETO				Q 3 289 414,00
4	MAMPOSTERÍA				Q 150 897,20
7	PROTECCIÓN TÉRMICA Y CONTRA HUMEDAD				Q 129 675,00
8	ABERTURAS				Q 253 390,00
9	ACABADOS				Q 1 485 549,57
10	ESPECIALIDADES				Q 108 436,20
22	PLOMERÍA				Q 122 320,00
26	ELECTRICIDAD				Q 121 380,00
TOTAL DEL PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO DE TRES NIVELES DEL SINDICATO DE					Q 5 742 136,97
<p>CINCO MILLONES SETECIENTOS CUARENTA Y DOS MIL CIENTO TREINTA Y SEIS QUETZALES CON NOVENTA Y SIETE CENTAVOS</p> <p>CÁLCULADO POR: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ</p> <p>feb-16</p> <p>FIRMA DE ASESOR: INGENIERO OSCAR ARGUETA FIRMA DE EPESISTA: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ</p>					

Fuente: elaboración propia.


Apéndice 6. Cronograma de ejecución del edificio del sindicato de trabajadores de la Universidad de San Carlos de Guatemala

E P S		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		Cronograma de ejecución											
				Del 2 de enero al 30 de noviembre de 2017											
				EDIFICIO DE TRES NIVELES DEL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA											
ID	Código CSI	Nombre de la tarea	Duración	ENE	FEB	MAR	ABR	MAYO	JUNO	JULIO	AGO	SEPT	OCT	NOV	
				2/1	1/2	1/3	1/4	2/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10	1/11	
1		Preparar, revisar, finalizar especificaciones	1d	3/1											
2		Preparar, estimado, preliminar, revisar, y final.	1	4/11				2/12							
3		Nota para proceder, y carta intención orden acer	1	4/1											
4		Reuniones conocimiento situación y revisión, Dire	2d	4/1		4/3		5/12		17/12		4/01		16/01	
5		Preparar dibujos de taller en obra, acero y otros	21d	4/1											
6		Ordenar refuerzo, entregar y liberar para fabrica	7d	15/1		1/3									
7		Verificar niveles y dimensiones de plataforma	1d	4/11											
8	0 23 15	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA	7d	4/11	11/11	18/11									
9	03 00 00	CONCRETO	240d			18/11								13/01	
10	03 11 13	Formaleta	21d			11/11	18/11		9/12		23/12			6/01	
11	03 20 00	Refuerzo	28d			11/11	18/11								
12	03 30 00	Concreto colado en el lugar	35d			18/11				16/12		23/12			
13	04 00 00	MAMPOSTERÍA	180d			11/11	18/11							30/12	
14	04 05 13	Levantado	28d			11/11	18/11			16/12					
15	04 05 16	Concreto fluido	28d			11/11	18/11								
16	07 00 00	PROTECCIÓN TÉRMICA Y CONTRA HUMEDAD	60d					2/12					30/12		
17	08 00 00	ABERTURAS	120d				20/11							6/01	
18	09 00 00	ACABADOS	210d				20/11				23/12				
18	10 00 00	ESPECIALIDADES	90d							16/12				6/01	
22	22 00 00	PLOMERÍA, FONTANERÍA, TUBERÍAS	210d												
23	22 05 23 22 10 00	Tubos, acc, válv, agua potable, drenaje p y	21d				20/11				23/12			6/01	
24	22 32 00	Equipos	21d							16/12				6/01	
25	26 00 00	ELÉCTRICIDAD	240d												
26	26 56 13	Acometida	35d			11/11								13/01	
27	26 56 00	Iluminación + tomacorrientes	28d			11/11			9/12			30/12		6/01	
32	32 16 00	Bordillos, cunetas, banquetas	21d			11/11				16/12				6/01	
35	32 90 00	Plantas y grama	49d							16/12				6/01	
41		Terminación sustancial	21d			18/11								6/01	
42		Verificación del listado de trabajos	7d								23/12			13/01	
43		Limpieza final	7d										6/01	13/01	
44		Entrega y recepción de trabajos	7d										6/01	13/01	
45		Traslado de personal de mantenimiento	7d										13/01	20/01	
46		Traslado y/o mudanza											13/01	20/01	

FIRMA DE ASESOR: INGENIERO OSCAR ARGUETA

FIRMA DE EPESISTA: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ


Continuación del apéndice 6.


		EPS UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO													
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN															
EDIFICIO DE TRES NIVELES DEL SINDICATO DE TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA															
ID	Código CSI	Nombre de la tarea	Duración	Del 2 de enero al 30 de noviembre de 2017											
				ENE 2/1	FEB 1/2	MAR 1/3	ABR 1/4	MAYO 2/5	JUNIO 1/6	JULIO 1/7	AGO 1/8	SEPT 1/9	OCT 1/10	NOV 1/11	
9	03 00 00	CONCRETO	240d		■	■	■	■	■	■	■	■	■		
13	04 00 00	MAMPOSTERÍA	180d			■	■	■	■	■	■	■	■		
16	07 00 00	PROTECCIÓN TÉRMICA Y CONTRA HUMEDAD	60d								■	■	■		
17	08 00 00	ABERTURAS	120d						■	■	■	■	■		
18	09 00 00	ACABADOS	210d				■	■	■	■	■	■	■		
18	10 00 00	ESPECIALIDADES	90d							■	■	■	■		
22	22 00 00	PLOMERÍA, FONTANERÍA, TUBERÍAS	210d			■	■	■	■	■	■	■	■		
25	26 00 00	ELECTRICIDAD	240d			■	■	■	■	■	■	■	■		
				FIRMA DE ASESOR: INGENIERO OSCAR ARGUETA				FIRMA DE EPESISTA: EVI SALVADOR OLIVA MUÑOZ							

'Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Informe de suelos proyecto: nuevo Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, marzo de 2010


 CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

 No 12783

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

INFORME DE SUELOS
PROYECTO: NUEVO CENTRO DE INVESTIGACIONES
FACULTAD DE INGENIERIA

Marzo 2010

Recibi. 
RJ Ingeniería
ING. MARIO RENÉ JORDAN Z.
16/03/2010

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992, Planta 2443-9500 Ext. 1502, FAX: 2476-3993
Página web: <http://ci.usac.edu.gt>

Continuación del anexo 1.



Figura 1 Ubicación de sondeo

INTRODUCCIÓN

El presente informe contiene los resultados de los análisis realizados a muestras inalteradas de suelo como también ensayos en campo donde actualmente funcionan dos canchas de básquet ball (ver foto adjunta) donde será construido el Nuevo Centro de Investigaciones de Ingeniería. Inicialmente se proyectaba la construcción del edificio donde funcionaban dos canchas de papifutball en el costado oeste del Edificio de Iglu.

Para complementar la información obtenida en el Informe de Prueba de Carga y Penetración Estándar realizado en el mes de marzo de 2002. Se realizaron pruebas de campo en lugares estratégicos, perforación de pozos a cielo abierto para explorar el perfil estratigráfico del lugar y extracción de muestras inalteradas.

Continuación del anexo 1.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 12766

INFORME No. 104 S. S. O.T.: 26,817

interesado: Centro de Investigaciones de Ingeniería
Proyecto: Nuevo Centro de Investigaciones, Facultad de Ingeniería - Usac
Asunto: ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-99 Y T-90
Ubicación: Ciudad Universitaria zona 12
FECHA: 15 de marzo de 2010

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA (mts)	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION*	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1.45	0.0	0.0	SM	Arena limosa color café.
1	4.00	0.0	0.0	SVV	Arena pomez color gris claro.
1	6.00	0.0	0.0	ML	Limo arenoso color café

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Continuación del anexo 1.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 12744

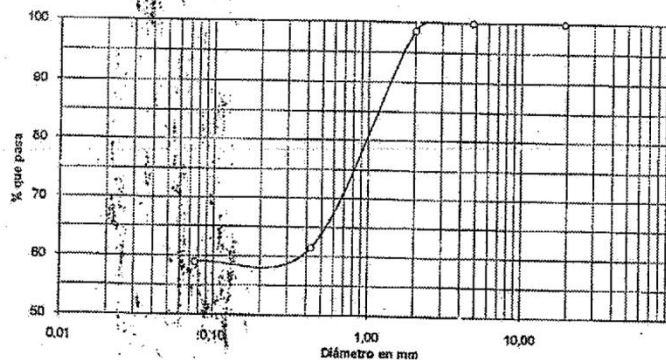
INFORME No. 107 S.S. O.T. No. 26.817

Interesado: Facultad de Ingeniería
Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y con lavado previo.
Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11
Proyecto: Ampliación CH

Ubicación: Ciudad Universitaria zona 12
Fecha: 15 de marzo de 2010
Profundidad (mts): 6,00

Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
3/4"	19	100,00
4	4,75	99,93
10	2	98,54
40	0,425	61,54
200	0,075	58,93

% de Grava: 0,07
% de Arena: 41,00
% de finos: 58,93



Descripción del suelo: limo arenoso color café
Clasificación: S.C.Ú.: ML P.R.A.: A - 4
Observaciones: Muestra tomada por el personal de laboratorio

Vo. Bo.

Inga. Telma Mariela Cano Morales
DIRECTORA CIIUSAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Continuación del anexo 1.



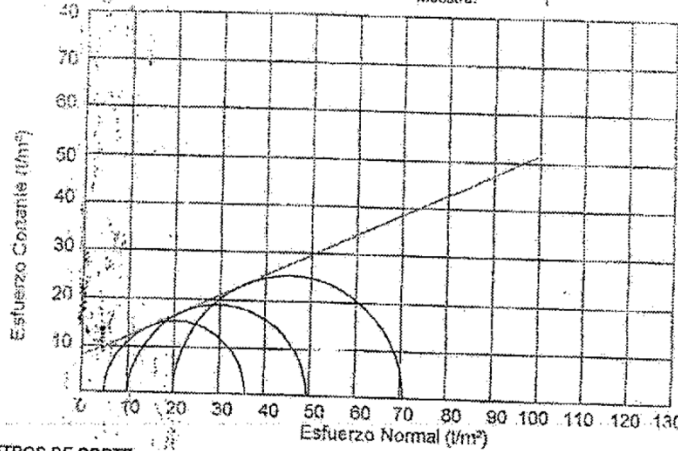
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 12752

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INTERESADO: Centro de Investigaciones de Ingeniería INFORME No. 100 S.S. O.T.: 26,817
 PROYECTO: Nuevo Centro de Investigaciones, Facultad de Ingeniería- Usac
 UBICACIÓN: Ciudad Universitaria zona 12
 Fecha: 15 de marzo de 2010
 pozo: 2 Profundidad: 1.45 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 23.67^\circ$ COHESIÓN: $c_u = 7.80 \text{ t/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.

DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Arena limosa color café claro.

DIMENSIÓN Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"

$q_a = 32.98 \text{ Ton/m}^2$, sin factor de seguridad

OBSERVACIONES: Muestra tomada por el personal de laboratorio.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (t/m²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q (t/m²)	30.33	39.47	50.89
PRESION INTERSTICIAL u (t/m²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA ϵ_r (%)	4.5	7.0	9.5
DENSIDAD SECA (t/m³)	1.17	1.17	1.17
DENSIDAD HUMEDA (t/m³)	1.55	1.55	1.55
HUMEDAD (%H)	42.8	42.8	42.8

Va. Bo.

Inga. Telma Mariela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Continuación del anexo 1.

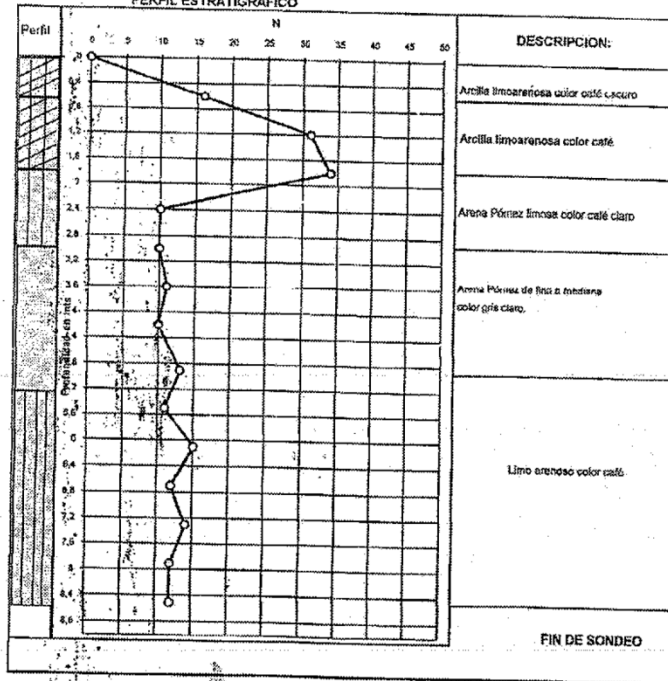


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 12774

INFORME No.: 110 S.S. O.T. No.: 26,817
INTERESADO: Centro de Investigaciones de Ingeniería
PROYECTO: Nuevo Centro de Investigaciones, Facultad de Ingeniería - Usac
ASUNTO: Penetración Estándar Norma: AASHTO T-206
UBICACION: Ciudad Universitaria zona 12
Sondeo No.: 5 Fecha: 15 de marzo de 2010
PERFIL ESTRATIGRAFICO



Vo. Bo.

Inga. Teima Marcela Cando Morales
DIRECTORA CIVUSA



Ing. Omar Enrique Medina Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3997. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cfi.usac.edu.gt>

Continuación del anexo 1.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 12779

Sondeo 4 y 5

Profundidad: pies	Profundidad: (metros)	Zapatatas con B>1.25 mis		Nicolr N70	Aseñamiento = 25 mm		Descripción
		Muestreador	Cono		ga kN/m ²	ga Ton/m ²	
0	0	N	N	0	0.0	0.0	
0-2	0.6	16	22	12	175.1	19.2	Superficie
2-4	1.2	31	12	24	339.3	37.1	Arcilla limo arenosa color café oscuro
4-6	1.8	34	9	26	372.1	40.7	Arcilla limoarenosa color café
6-8	2.4	10	14	8	109.4	12.0	
8-10	3	10	13	8	109.4	12.0	Arena pómez limosa color café claro
10-12	3.6	11	14	9	120.4	13.2	
12-14	4.2	10	19	8	109.4	12.0	
14-16	4.9	13	37	10	142.3	15.6	Arena pómez de fina a mediana color gris claro
16-18	5.5	11	34	9	120.4	13.2	
18-20	6.1	15	28	12	164.2	18.0	
20-22	6.7	12	33	9	131.3	14.4	
22-24	7.3	14	25	11	153.2	16.8	
24-26	7.9	12	25	9	131.3	14.4	
26-28	8.5	11	20	9	120.4	13.2	Limo arenoso color café

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992, Planta 2443-9500 Ext. 1502, FAX: 2476-3993
Página web: <http://ci.usac.edu.gt>

Continuación del anexo 1.

CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos en los ensayos de Penetración Estándar indican que la consistencia es mediana en los estratos explorados, por tal razón los números de golpes son bajos.
- Los resultados de las Capacidades de Carga estimados a partir del número de golpes de la prueba de Penetración Estándar son bajos como también los calculados a partir las pruebas triaxiales de acuerdo a la Teoría de Terzaghi para el tipo de estructura que se desea proyectar.
- Los estratos analizados son los siguientes: Arena pómez limosa color café claro, Arena pómez de fina a mediana color gris claro y Limo arenoso color café, estos materiales son de origen no cohesivo (no plásticos).
- La granulometría de los estratos de arena pómez limosa color café claro y Limo arenoso son materiales mal graduados.
- Una de las posibles causas en la variación que existe entre los ensayos de Spt que se realizaron en el año 2002 y los actuales se debe al contenido de humedad presente en los estratos.
- Se sugiere tomar en cuenta lo recomendado en el Estudio de Prueba de Carga en Campo realizado en marzo de 2002.

Fuente: Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2010.

Anexo 2. **Estudio de suelos, nuevo Centro de Investigaciones, Facultad de Ingeniería, agosto de 2015**



**PROGRAMA DE INVERSION EN INFRAESTRUCTURA,
MAQUINARIA Y EQUIPO, DE LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**





**PROYECTO:
NUEVO CENTRO DE INVESTIGACIONES
FACULTAD DE INGENIERÍA
PRIMERA ETAPA (EDIFICIOS A,C,D)**

ESTUDIO DE SUELOS

**UNIDAD EJECUTORA DEL PROGRAMA
USAC/BCIE II ETAPA
Guatemala, Agosto 2005**

	CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
I.- INTRODUCCIÓN		
<p>El Proyecto de Diseño del Nuevo Edificio del Centro de Investigaciones de Ingeniería será construido en el predio en donde actualmente funcionan 2 canchas de papi-futbol, en el costado oeste del Edificio conocido como Tulu.</p>		
<p>Para complementar la información sobre el comportamiento del suelo a los esfuerzos, se realizaron 2 pruebas de carga, obteniendo resultados bajos para las cargas sugeridas del diseño.</p>		
II. RESULTADOS		
2.1 PRUEBA DE CARGA No. 1		
2.1.1 Ubicación:	En sondeo No. 3 (ver plano de ubicación)	
2.1.2 Capacidad Soporte del Suelo: (sin factor de seguridad)	3.27 kg/cm ²	
2.1.3 Deformación:	6.0 mm	
2.1.4 Cota de Ensayo:	5.00 m	
FACULTAD DE INGENIERIA -USAC Edificio E-5, Ciudad Universitaria zona 12 Teléfono directo 476-3992. Planta 476-0790 al 4 Ext. 372. FAX: 476-3991 E-mail: inze.en_inyest@usac.edu.gt		

Continuación del anexo 2.

**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

IV.- RECOMENDACIONES

4.1 Para controlar los asentamientos diferenciales, se recomienda utilizar una cimentación profunda, como lo serían los pilotes de punta manuales, con campana en la base.

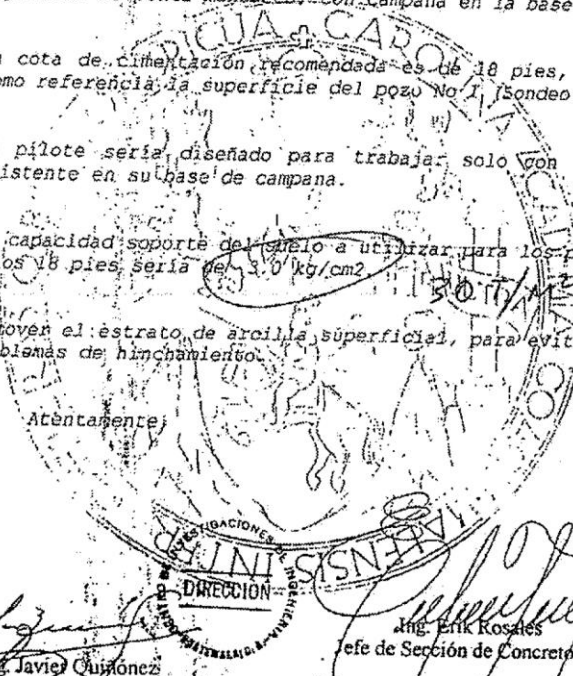
4.2 La cota de cimentación recomendada es de 18 pies, tomando como referencia la superficie del pozo No. 1 (Sondeo No 3)

4.3 El pilote sería diseñado para trabajar solo con el área existente en su base de campana.

4.4 La capacidad de soporte del suelo a utilizar para los pilotes a los 18 pies sería de 3.0 kg/cm^2 $FS = 2$
 $PS = 15 \text{ T/m}^2$

4.5 Retover el estrato de arcilla superficial, para evitar problemas de hinchamiento.

Atentamente;


DIRECCION

V.B. Ing. Javier Quiñonez
Director del C.I.

Ing. Erik Rosales
Jefe de Sección de Concreto

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 476-3992, Planta 476-8790 al 4 Ext. 372, FAX: 476-3993

Fuente: Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2015.

Anexo 3. Tablas de cargas vivas

De UBC 1976

TABLE NO. 23-A — UNIFORM AND CONCENTRATED LOADS

USE OR OCCUPANCY		UNIFORM LOAD	CONCENTRATED LOAD
CATEGORY	DESCRIPTION		
1. Armories		150	0
2. Assembly areas* and auditoriums and balconies therewith	Fixed seating areas	50	0
	Moveable seating and other areas	100	0
	Stage areas and enclosed platforms	125	0
3. Cornices, marquees and residential balconies		60	0
4. Exit facilities, public		100	0
5. Garages	General storage and/or repair	100	
	Private pleasure car storage	50	
6. Hospitals	Wards and rooms	40	1000 [†]
7. Libraries	Reading rooms	60	1000 [†]
	Stack rooms	125	1500 [†]
Manufacturing	Light	75	2000 [†]
	Heavy	125	3000 [†]
8. Offices		50	2000 [†]
9. Printing plants	Press rooms	150	2500 [†]
	Composing and linotype rooms	100	2000 [†]
10. Residential [‡]		40	0
11. Rest rooms [§]			
12. Reviewing stands, grand stands and bleachers		100	0
13. Schools	Classrooms	40	1000 [†]
14. Sidewalks and driveways	Public access	250	
15. Storage	Light	125	
	Heavy	250	
16. Stores	Retail	75	2000 [†]
	Wholesale	100	3000 [†]

See Section 2306 for live load reductions.
[†]See Section 2304 (c), first paragraph, for area of load application.
[‡]See Section 2304 (c), second paragraph, for concentrated loads.
[§]Assembly areas include such occupancies as dance halls, drill rooms, gymnasiums, playgrounds, plazas, terraces and similar occupancies which are generally accessible to the public.
[†]Exit facilities include such uses as corridors and exterior exit balconies, stairways, fire escapes and similar uses.
[‡]Residential occupancies include private dwellings, apartments, and hotel guest rooms.
[§]Rest room loads shall be not less than the load for the occupancy with which they are associated but need not exceed 30 pounds per square foot.

Continuación del anexo 3.

De NSE2 AGIES		
Tabla 3-1		
Tipo de ocupación o uso	Wx (kg/m ²)	Py (kg)
Vivienda		
Balcones	500	
Habitaciones y pasillos	200	
Escaleras	300	
Oficina		
Pasillos y escaleras	300	
Oficinas	250	800
Áreas de cafetería	500	
Hospitales		
Pasillos	500	450
Clínicas y encamamiento	250	
Servicios médicos y laboratorio	350	800
Farmacia	500	
Escaleras	500	
Cafetería y cocina	500	
Hotels		
Habitaciones	200	450
Servicios y áreas públicas	500	800
Educativos		
Aulas	200	400
Pasillos y escaleras	500	
Salones de Lectura de Biblioteca	200	400
Área de estanterías de Biblioteca	700	800
Reunión		
Escaleras privadas	300	Ver 3.3(d)
Escaleras públicas	500	Ver 3.3(d)
Balcones	500	
Vestíbulos públicos	500	
Plazas a nivel de la calle	500	800
Salones con asiento fijo	300	
Salones sin asiento fijo	500	800
Escenarios y circulaciones	500	
Garajes		
Garajes para automóviles de pasajeros	250	Ver 3.3(c)
Garajes para vehículos de carga (2,000 Kg)	500	Ver 3.3(c)
Rampas de uso colectivo	750	Ver 3.3(c)
Corredores de circulación	500	Ver 3.3(c)
Servicio y reparación	500	Ver 3.3(c)
Instalaciones deportivas públicas		
Zonas de circulación	500	
Zonas de asientos	400	
Zonas sin asientos	800	
Canchas deportivas	ver nota ^(a)	
Almacenes		
Minoristas	500	800
Mayoristas	600	1,200
Bodegas		
Cargas livianas	600	800
Cargas pesadas	1,200	1,200
Fábricas		
Industrias livianas	500	800
Industrias pesadas	1,000	1,200
Cubiertas pesadas (inciso 3.3 (f))		
Azoteas de concreto con acceso	200	
Azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	100	
Azoteas con inclinación mayor de 20°	75 ^(b)	
Cubiertas usadas para jardín o para reuniones	500	
Cubiertas livianas (inciso 3.3 (g))		
Techos de láminas, tejas, cubiertas plásticas, lonas, etc. (aplica a la estructura que soporta la cubierta final)	50 ^(b)	

Nota: (a) carga depende del tipo de cancha
(b) sobre proyección horizontal

Fuente: Normas Agies.

Anexo 4. Tablas y figuras para cálculo hidráulico y sanitario, consumo de agua por persona y día

Tabla 3.1. Consumo de agua por persona y día (litros)

Hoteles y casas de apartamentos	200 a 450
Casas de oficinas	60 a 120
Casas de viviendas, por ocupante, incluyendo cocina, baño y lavadero.	120 a 300
Caballo (invierno: 15 a 30 litros; verano: 30 a 70 litros)	45
Vaca	45
Cerdo	4
Oveja	4
Gallinas (por 100 cabezas)	15
Riego de campos y jardines (manga de 1/2"), por hora	750
Riego de campos y jardines (manga de 3/4"), por hora	1100
Riego de césped (rociadores de lluvia), por hora	450

PRESIONES Y CAUDALES NECESARIOS EN LOS APARATOS

INSTALACIONES EN

Tabla 3.2. Presiones y caudales necesarios para los distintos aparatos *

(A) Aparato	(B) Diámetro de la tubería (pulgadas)	(C) Presión (kg/cm ²)	(D) Caudal (litros por minuto)
Lavabo	3/8	0,58	12
Grifo de cierre automático	1/2	0,87	10
Lavabo público, 3/8"	5/8	0,73	15
Fregadero, 1/2"	3/2	0,36	15
Bañera	1/2	0,36	25
Lavadero	1/2	0,36	20
Ducha	1/2	0,58	20
Water closet con tanque de descarga	1/2	0,58	12
Water closet con válvula de descarga	1	0,73~1,46	75~150
Mingitorio con válvula de descarga	1	1,09	60
Manga de jardín, de 15 m	1/2	2,19	20

CAUDALES DE LOS ARTEFACTOS SANITARIOS

Continuación del anexo 4.

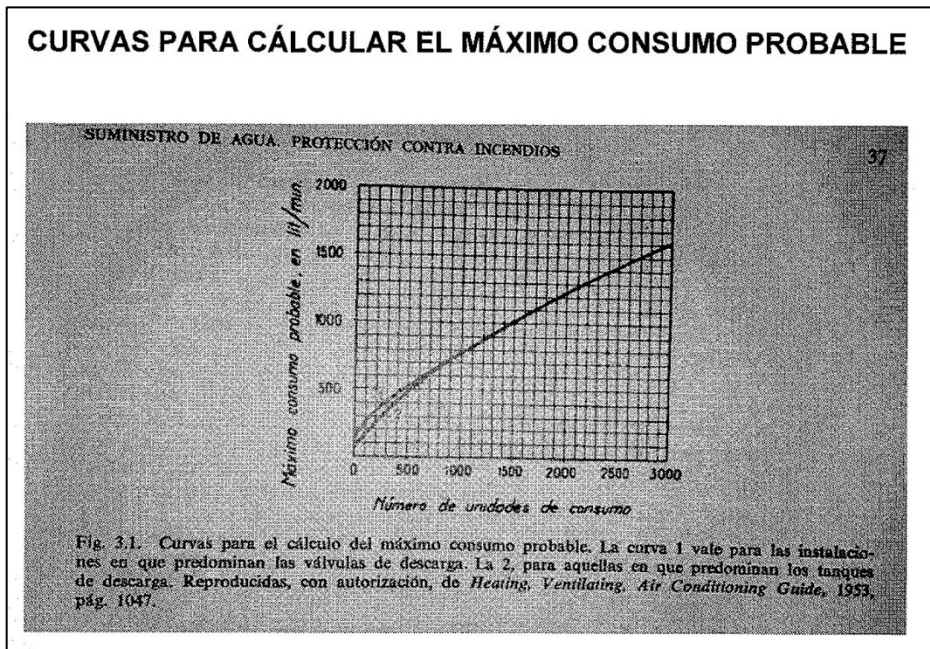
Tabla 3.3. Caudal correspondiente a cada clase de aparatos, en unidades de consumo *

Unidades de consumo

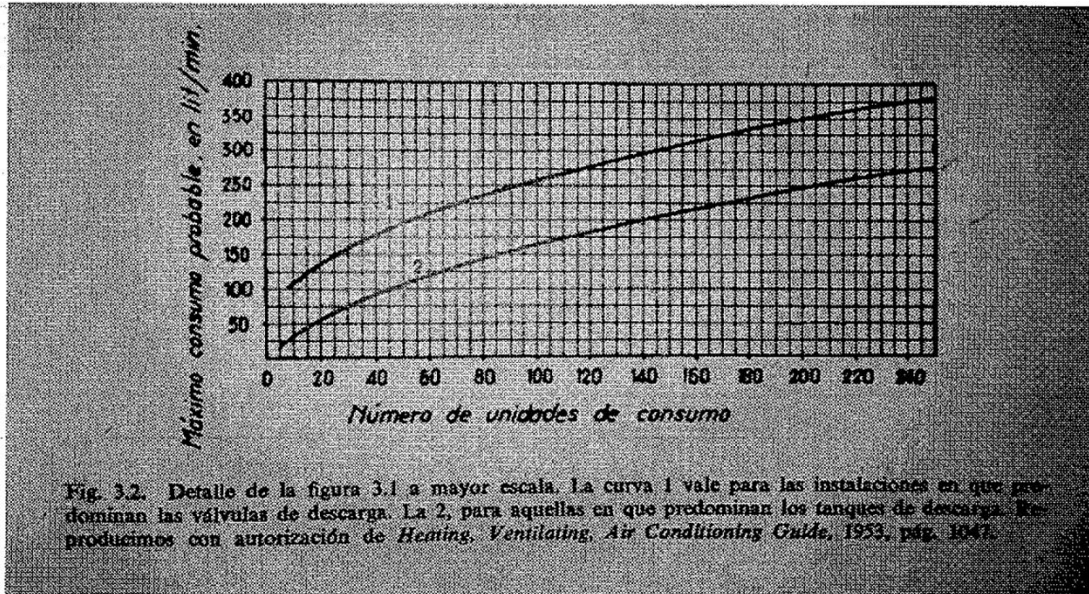
Aparato o grupo de aparatos	Unidades de consumo		Forma de instalación
	Uso público	Uso particular	
Water closet	10	6	Válvula de descarga.
Water closet	5	3	Tanque de descarga.
Lavabo	2	1	Grifo.
Bañera	4	2	Grifo.
Ducha	4	2	Válvula mezcladora.
Fregadero	4	2	Grifo.
Pileta de office	3		Grifo.
Mingitorio de pedestal	10		Válvula de descarga.
Mingitorio mural	5		Válvula de descarga.
Mingitorio mural	3		Tanque de descarga.
Cuarto de baño completo		8	Válvula de descarga para el WC.
Cuarto de baño completo		6	Tanque de descarga para el WC.
Ducha adicional		2	Válvula mezcladora.
Lavadero		3	Grifo.
Combinación de fregadero y lavadero		3	Grifo.

Observación. Para aparatos con instalación de agua caliente y fría, el número de unidades para cada uno de los suministros se tomará igual a los tres cuartos de las cifras citadas.

* Datos tomados, con autorización, de *Heating, Ventilating, Air Conditioning Guide*, 1953, página 1046.



Continuación del anexo 4.



ARTEFACTOS POR CIRCUITO DE VENTILACIÓN

Tabla 6.1. Número de aparatos para un circuito de ventilación

(1) Diámetro del rama horizontal (pulgadas)	(2) Número de WC y mingitorios de pedestal	(3) Número de unidades de descarga para aparatos distintos de los citados en la columna 2
2	ninguno	6
3	2	20
4	8	60
5	16	120
6	24	180

Continuación del anexo 4.

DIÁMETROS DE COLECTORES DE AGUAS PLUVIALES

Tabla 6.2. Diámetro de los colectores de aguas pluviales

Diámetro de la tubería (pulgadas)	Pendiente de la tubería		
	1 por 100	2 por 100	4 por 100
	Superficies de cubierta, en metros cuadrados		
3	70	95	140
4	150	200	290
5	250	340	500
6	390	560	780
8	810	1100	1620
10	1410	1820	2820

DRENAJE DE ARTEFACTOS SANITARIOS

Tabla 6.3. Desagüe de los aparatos sanitarios, en unidades de descarga

Aparatos	Número de unidades de descarga	
	Privado	Público
Lavabo	1	2
Water closet	6	10
Bañera	2	4
Ducha	2	4
Mingitorio		5 a 10
Fregadero de cocina	2	
Cuarto de baño	8	
Cuarto de baño con ducha independiente	10	
Dos o tres lavaderos, un sifón	3	
Combinación de lavadero y fregadero	3	

Continuación del anexo 4.

TAMAÑOS DE BAJADAS DE AGUA PLUVIAL

Tabla 6.4. Tamaños de los bajantes para aguas pluviales

Diámetro (pulgadas)	Superficie de cubierta (m ²)
2	50
2 ½	90
3	140
4	290
5	500
6	780
8	1620

Precipitación: 100 mm/hora.

TAMAÑOS DE RAMALES Y BAJADAS DE AGUAS NEGRAS

78

Tabla 6.5. Tamaños de ramales y bajantes. Edificios de una a tres plantas

Diámetro (pulgadas)	Unidades de descarga	
	por ramal	por bajante
1 ¼	1	2
1 ½	3	4
2	6	10
3, cocinas	32	48
3, aseos	20	30
4	160	240
5	260	540
6	540	960
8	1200	2240
10	1600	3780

Continuación del anexo 4.

CAPACIDAD DE LAS BAJADAS DE AGUAS NEGRAS

Tabla 6.6. Número de unidades de descarga por bajante
Edificios de muchos pisos

Diámetro (pulgadas)	Intervalos de entronque										Número de unidades de descarga por bajante
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1 1/4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
1 1/2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	8
2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	24
3	32	16	13	12	11	10	10	10	9	9	80
4	240	120	100	90	84	80	77	75	73	72	600
5	540	270	225	202	189	180	173	168	165	162	1500
6	960	480	400	360	336	320	308	300	293	288	2800
8	1800	900	750	675	630	600	578	562	550	540	5400
10	2700	1350	1125	1012	945	900	868	844	825	810	8000
12	4200	2100	1750	1575	1475	1400	1350	1312	1283	1260	14000

CÁLCULO DE TUBERÍAS DE VENTILACIÓN

TUBERÍAS DE DESAGÜE, ACCESORIOS Y MONTAJE 79

Tabla 6.7. Diámetro y longitud de las tuberías de ventilación

Diámetro del bajante (pulgadas)	Número de unidades que descargan en el bajante	Diámetro de la tubería de ventilación, en pulgadas									
		1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8	
		Longitud máxima en metros									
1 1/4	2	22,85									
1 1/2	8	21,35	45,70								
2	24	8,50	21,35	91,40							
3	40		6,10	24,40	79,25	198,10					
3	80		5,50	22,85	73,15	182,90					
4	310			9,15	28,95	73,15	305				
4	620			6,70	21,35	54,85	230				
5	750				8,50	21,35	97,50	305			
5	1500				6,10	15,25	73,15	230			
6	1440					6,10	28,95	73,15	305		
6	2880					5,50	21,35	55	230		
8	3100						9,15	24,40	105	335	
8	6200						7,60	18,30	76	240	

Continuación del anexo 4.

CAPACIDAD DE RAMALES DE DRENAJES DE AGUAS NEGRAS

Tabla 6.3. Capacidades de los ramales

Diámetro del tubo (pulgadas)	Número máximo de unidades de descarga				
	Ramales de aparato con la pendiente mínima o con mayor pendiente	Ramales que van del pie de los bajantes al colector			
		Pendiente ½ por 100	Pendiente 1 por 100	Pendiente 2 por 100	Pendiente 4 por 100
1 ¼	1			2	2
1 ½	3			5	7
2	6			21	26
3, cocinas	32		36	42	50
3, aseos	20		24	27	36
4	160		180	216	250
5	360	360	400	480	560
6	600	600	660	790	940
8	1200	1400	1600	1920	2240
10	1800	2400	2700	3240	3780
12	2800	3600	4200	5000	6000

Fuente: GAY, Charles; FAWCET; MCGUINNESS; STEIN. *Instalaciones en edificios.*

Anexo 5. Tablas para cálculo, iluminación eléctrica

Tabla 36-1. Iluminaciones recomendadas para interiores públicos y comerciales.

A, B, C. Iluminaciones suplementarias. Se les obtienen, pero no siempre, por medio de focos adicionales. Resultan de tres grupos de acuerdo con las dificultades que entraña la visibilidad. Estos grupos son:

CLASE A. 700 a 1300 lux o más. Necesaria cuando se requiere observar: 1. detalles extraordinariamente finos; 2. detalles en condiciones de poca luz; 3. detalles en tiempo prolongado.

CLASE B. 300 a 700 lux. Necesaria cuando se requiere observar: 1. detalles finos; 2. materiales de color; 3. detalles de observación no muy prolongada.

CLASE C. 150 a 300 lux. Necesaria cuando se han de examinar: 1. detalles no muy finos; 2. materiales de color; 3. observación intermitente.

	Lux		Lux
Bancos		Galerías de arte	
vestibulo	200	general	100
cajas y oficinas	B 500	sobre los cuadros	A 500
Bibliotecas		Garajes	
lectura	300-400	coches parados	90
depósito	100	id. en marcha	100
Casas para oficinas		reparación, lavado	B 500
secretaría, contaduría	400	Hangares de aviación	
máquinas de contabilidad	B 400	depósito de aviones	100
sala de conferencias	200	reparaciones	C 500
despacho, trabajo eventual	300-600	Hospitales	
id. trabajo prolongado	C 400-600	pasillos	50
vestibulo	200	laboratorios	300
pasillos	50-80	vestibulo, recepción	100
recepción	200	sala de operaciones	200
Clubs, asociaciones		mesa de operaciones	A 300
salas de conversación y de		Hotels	
lectura	200	vestibulo	200
salas de conferencias	100	comedor	50-100
Clubs nocturnos y bares	70-100	cocina	200-400
Cuartiles de bomberos		habitaciones	150-300
al sonar la alarma	100	pasillos	50-100
en espera	25	sala de lectura	300
Escuelas		Iglesias	
auditorios	700	templo	100
aulas, salas de estudio	100	escuela dominical	200
pasillos, escaleras	50	pulpito	200
salas de dibujo	500-750	Museos	
gimnasio	200-500	general	100
laboratorios, alumbrado general	300	exposición especial	B 500
id. trabajos delicados de laboratorio	C 500	Oficinas de correos	
id. trabajos manuales	B 400	vestibulo	200
salas de lectura	300	cartera	500
exhibiciones especiales	B 300	depósitos	100
biblioteca, oficinas	300-500	oficinas privadas	300-400
salas de costura	B 600	pasillos	50
Espacios para servicios		Oficinas de teléfonos	
pasillos	50	sala de operadores	100-500
ascensores	100	cabinas	200
vestibulos	50	galerías de cables	60
escaleras	100	Peluquerías y salones belleza	B 500
almacenes	50	Restaurantes y cafés	
cuartos de aseo	150-300	comedores	100
Estudios profesionales		mostradores	B 200
salas de espera	200	Salas de conferencias	100
consultorios	300	Salas de dibujo	500-750
oficinas generales	300-500	Salas de exposición	300
sillones de dentista	2000	Salones de baile	50-100
Servicios de transportes		foyer	100
coches	300	vestibulo	100
correo	300-400	Viviendas	
furgones, camión	50	general	100
servicios urbanos	300	lectura	200
salas de espera, pasillos	C 200-300	lectura, películas	300
andenes	200-300	comedor	100
Teatros y salas		cajas	100
sala (platea)	50	mostradores	100

Fuente: Fuente: GAY, Charles; FAWCET; MCGUINNESS; STEIN. *Instalaciones en edificios.*

Continuación del anexo 6.

<p>c) Área total disponible:</p> <p>d) Área que ocupará la actividad:</p> <p>e) Tipo de ambiente donde se desarrollará el proyecto (comercial, público, domiciliar, otro):</p> <p>f) Número de personas vinculadas directamente a la actividad (empleados y/o colaboradores):</p> <p>g) Número de personas (clientes, usuarios, beneficiarios) a atender por unidad de tiempo mes/semana/día (especifique):</p>
3 EFECTOS SOBRE EL AMBIENTE
3.1 EFECTOS SOBRE EL AGUA
<p>a) ¿La actividad propuesta se realiza a más de 50 metros de una fuente de agua?</p> <p>b) ¿Existe algún riesgo de afectar alguna fuente de agua o manto freático con el proyecto propuesto?</p> <p>c) ¿Qué tipo de Riesgo?</p> <p>d) ¿Qué medida propone para evitar o minimizar el riesgo de afectar fuentes de agua o manto freático?</p>
3.1.1 CONSUMO DE AGUA:
<p>a) Fuente de abastecimiento de agua:</p> <p>b) Cantidad de agua requerida (mes/semana/día):</p> <p>c) Uso que se dará al agua:</p> <p>d) Qué medida propone para disminuir el consumo de agua o promover el ahorro de la misma:</p>
3.1.2 MANEJO Y TRATAMIENTO DE AGUAS
<p>a) Indique que cantidad y tipo de aguas residuales se producirán:</p> <p>b) Que tipo de manejo dará a las aguas residuales y que medidas de mitigación se implementarán:</p> <p>c) Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo: pozo de absorción, colector municipal, otro. Indique si se le efectuará algún tipo de tratamiento previo</p> <p>d) Describa que tipo de mantenimiento se implementará. (Mantenimiento de fosa séptica, pozo de absorción, biodigestor u otro.)</p>
3.2 EFECTOS SOBRE EL SUELO
<p>a) ¿Cuál es el uso actual del suelo donde se desarrollará la actividad?</p> <p>b) ¿La actividad generará algún tipo de impacto al suelo?</p> <p>Si _____ No _____</p> <p>c) ¿Qué tipo de impacto?</p> <p>d) ¿Que medida propone para evitar o disminuir los impactos al suelo?</p>
3.3 EFECTOS SOBRE LA FAUNA
Describe las razones por las que considera que el proyecto no afectará de manera significativa la fauna:

Continuación del anexo 6.

3.4 EFECTOS SOBRE LA FLORA
Describe las razones por las que considera que el proyecto no afectará de manera significativa la flora:
3.5 EFECTOS SOBRE LA ATMOSFERA
a) Describe las razones por las que considera que el proyecto no afectará significativamente el ambiente con la generación de polvo u otras partículas:
b) Describe las razones por las que considera que el proyecto no afectará significativamente el ambiente con la generación de sonido o vibraciones:
c) Describe las razones por las que considera que el proyecto no generará impacto visual significativo:
4. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA
4.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes):
4.2 Forma de suministro de energía (marque con una X)
a) Sistema público
b) Sistema Privado
c) Generación Propia
d) No se requiere energía
5. DESECHOS SÓLIDOS
5.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios que genera la actividad (cantidad por día, semana o mes)
5.2 Caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de proceso, orgánicos, otros)
5.3 De qué forma dispondrá los desechos sólidos para evitar que se conviertan en un foco de contaminación
6. RIESGOS POTENCIALES
6.1 ¿Existe algún tipo de riesgo que pueda afectar al proyecto o a las personas? Si _____ No _____
6.2 ¿Qué tipo de Riesgo?
6.3 ¿Qué medidas propone para evitar o disminuir los riesgos del proyecto?

DOCUMENTOS QUE DEBE ADJUNTAR AL FORMULARIO:

- Fotocopia del formulario para sellar de recibido
- Fotocopia de cédula de vecindad o DPI
- Declaración jurada
- Fotocopia del Nombramiento del Representante Legal (Personas Jurídicas)
- Plano de ubicación o croquis
- Croquis de distribución

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala 2015.