



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

**DISEÑO DE TRES EDIFICIOS DE DOS NIVELES PARA MÓDULO DE CONSULTA  
EXTERNA Y ADMINISTRACIÓN DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE  
SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA**

**Juan Manuel García**

Asesorado por la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto

Guatemala, abril de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE TRES EDIFICIOS DE DOS NIVELES PARA MÓDULO DE CONSULTA  
EXTERNA Y ADMINISTRACIÓN DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE  
SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JUAN MANUEL GARCÍA**

ASESORADO POR LA INGA. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, ABRIL DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Roberto Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE TRES EDIFICIOS DE DOS NIVELES PARA MÓDULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACIÓN DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha de noviembre de 2015.



**Juan Manuel García**



Guatemala, 31 de octubre de 2018  
REF.EPS.DOC.916.10.2018

Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.

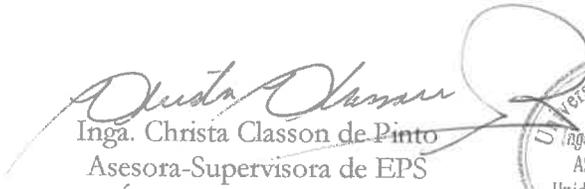
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Juan Manuel García**, **Registro Académico 201114601** y **CUI 2064 92987 0101** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE TRES EDIFICIOS DE DOS NIVELES PARA MÓDULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACIÓN DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Christa Classon de Pinto  
Asesora-Supervisora de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
CCdP/ra



**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



Guatemala,  
 18 de febrero de 2019

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

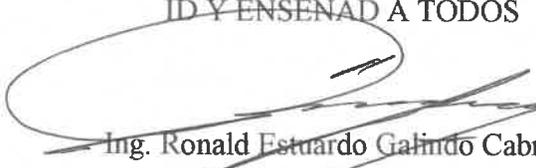
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE TRES EDIFICIOS DE DOS NIVELES PARA MÓDULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACIÓN DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Juan Manuel García, con Registro Estudiantil No. 201114601, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto.

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,

LEER Y ENSEÑAR A TODOS

  
 Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
 Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO  
 DE  
 ESTRUCTURAS  
 USAC

/mrrm.



*Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua*



Guatemala, 21 de febrero de 2019  
Ref.EPS.D.54.02.19

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE TRES EDIFICIOS DE DOS NIVELES PARA MÓDULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACIÓN DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Juan Manuel García, CUI 2064 92987 0101 y Registro Académico 201114601**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Christa Classon de Pinto.

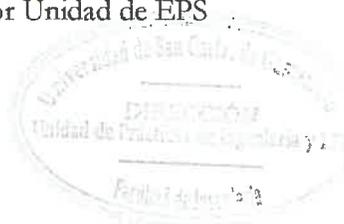
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte de la Asesora-Supervisora, como Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS

OAH/ra





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto y del Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación del estudiante Juan Manuel García titulado **DISEÑO DE TRES EDIFICIOS DE DOS NIVELES PARA MÓDULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACIÓN DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, abril 2019

/mrrm.



Universidad de San Carlos  
de Guatemala

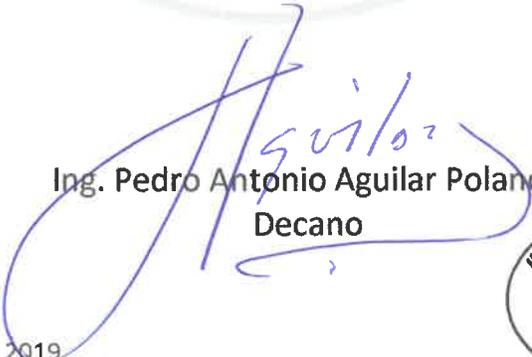


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 181.2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE TRES EDIFICIOS DE DOS NIVELES PARA MÓDULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACIÓN DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA**, presentado por el estudiante universitario: **Juan Manuel García**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, abril de 2019



/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por todas sus bendiciones y darme fuerzas para nunca rendirme ante las adversidades.
- Mi madre** Sonia Edith García Mendoza. Por ser una madre ejemplar y brindarme cada día su apoyo y amor incondicional. Te amo madre, soy lo que soy gracias a ti.
- Mis hermanos** Erick y Mónica Colmenares. Por ser claros ejemplos de vida y brindarme apoyo cuando más lo he necesitado.
- Mi abuela** María Gregoria Susana Mendoza. Por ser tan atenta y cariñosa conmigo. Toda la vida estaré agradecido.
- Mis sobrinos** Isis Velásquez, Erick Andrés y Andrea Colmenares, Natalia y Marcela Bonilla. Por llenarme de alegría y apoyo en momentos que más lo necesite.
- Mis amigos** Vilma Dueñas, José Gerardo González, Marvin García, Kevin Dubois y Elvis Galicia. Por todo su apoyo y los momentos llenos de alegría compartidos.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por darme entendimiento para enfrentar a las adversidades, por darme salud, amigos y una familia maravillosa.
<b>Mi madre</b>	Sonia García. Por todos sus consejos y los esfuerzos que solamente una madre haría para darme la oportunidad de ser un profesional.
<b>Mis hermanos</b>	Por brindarme el apoyo y las palabras de aliento para nunca rendirme para alcanzar las metas.
<b>Mi familia</b>	Por mostrarme que todo en la vida tiene una solución siendo una familia unida y amorosa. Muchas gracias por todo su cariño y apoyo.
<b>Mi novia</b>	Vilma Dueñas. Por brindarme su amor y darme apoyo en cada día de nuestra carrera, siendo fundamental para alcanzar las metas.
<b>Familia Dueñas Juárez</b>	Por hacerme sentir parte de su familia. Muchas gracias por el cariño que me demuestran.
<b>Mis amigos</b>	Por brindarme esos momentos de alegría necesarios para enfrentar adversidades.

**Inga. Christa del Rosario  
Classon de Pinto**

Por su colaboración y asesoría como supervisora de EPS.

**Ing. Luis Estuardo  
Saravia**

Por su apoyo y profesionalismo al compartir sus conocimientos.

**Departamento de  
Infraestructura  
Institucional del  
Instituto Guatemalteco  
de Seguridad Social**

Por darme la oportunidad de realizar mi EPS en la institución y un especial agradecimiento a los arquitectos Giovanni Vásquez y Leslie García, por su apoyo y amistad.

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por forjarme como un profesional con conciencia social y ser mi casa de estudios y mi *alma mater*.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa.....	1
1.1.1. Ubicación .....	1
1.1.2. Localización .....	2
1.1.3. Extensión territorial .....	3
1.1.4. Población .....	4
1.1.5. Clima .....	5
1.1.6. Topografía .....	6
1.1.7. Orografía.....	6
1.1.8. Hidrografía .....	7
1.1.9. Vías de comunicación.....	8
1.1.10. Servicios públicos con los que cuenta .....	9
1.1.11. Aspectos socioeconómicos.....	11
1.2. Investigación diagnóstica sobre las necesidades en salud en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa.....	11
1.2.1. Descripción de las necesidades .....	12
1.2.2. Análisis y priorización de necesidades .....	12

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO .....	15
2.1.	Diseño de la edificación de dos niveles para el módulo de consulta externa y administración del hospital del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social .....	15
2.1.1.	Descripción del proyecto y criterios de diseño .....	15
2.1.2.	Estudio preliminar.....	16
2.1.2.1.	Terreno disponible.....	16
2.1.2.2.	Estudio de suelos .....	16
2.1.2.2.1.	Límites de Atterberg.....	17
2.1.2.2.2.	Análisis granulométrico .....	18
2.1.2.2.3.	Ensayo de compresión triaxial .....	18
2.1.3.	Diseño arquitectónico.....	21
2.1.3.1.	Ubicación del edificio en el terreno.....	21
2.1.3.2.	Distribución de ambientes .....	22
2.1.3.3.	Alturas y niveles .....	22
2.1.4.	Estructuración .....	22
2.1.4.1.	Selección del sistema estructural a usar .....	23
2.1.5.	Análisis estructural .....	23
2.1.5.1.	Predimensionamiento estructural .....	24
2.1.5.2.	Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos .....	29
2.1.5.3.	Cargas aplicadas a los marcos dúctiles con AGIES .....	33
2.1.5.3.1.	Cargas verticales en marcos dúctiles por AGIES NSE 10.....	33

	2.1.5.3.2.	Cargas horizontales.....	44
	2.1.5.4.	Análisis de marcos dúctiles utilizando software ETabs 2013 y comprobación por el método de distribución de momentos.....	69
	2.1.5.5.	Momentos últimos por envolventes de momentos.....	76
	2.1.5.6.	Diagramas de momentos y cortes .....	76
2.1.6.		Diseño estructural.....	81
	2.1.6.1.	Diseño de losas .....	81
	2.1.6.2.	Diseño de vigas .....	94
	2.1.6.3.	Diseño de columnas .....	105
	2.1.6.4.	Diseño de cimentación .....	128
		2.1.6.4.1. Zapata aislada concéntrica Z-1.....	128
	2.1.6.5.	Diseño de gradas.....	138
	2.1.6.6.	Diseño de muros de cerramiento.....	150
2.1.7.		Instalaciones eléctricas.....	151
	2.1.7.1.	Instalaciones hidrosanitarias.....	152
	2.1.7.2.	Instalaciones especiales.....	153
2.1.8.		Evaluación de impacto ambiental .....	154
2.1.9.		Planos constructivos.....	155
2.1.10.		Presupuesto.....	155
CONCLUSIONES .....			159
RECOMENDACIONES.....			161
BIBLIOGRAFÍA.....			163
APÉNDICES .....			165
ANEXOS .....			171



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación de Santa Lucía Cotzumalguapa en Escuintla.....	2
2.	Localización del terreno .....	3
3.	Distribución de área disponible para ampliación .....	4
4.	Topografía de terreno del IGSS .....	6
5.	Cuencas vertiente del Pacífico.....	7
6.	Vías de comunicación .....	9
7.	Ubicación de la consulta externa en el terreno .....	21
8.	Ubicación de losa analizada en predimensionamiento.....	28
9.	Distribución de vigas y columnas .....	29
10.	Ubicación de marcos para análisis estructural .....	30
11.	Marco típico en sentido X.....	31
12.	Marco típico en sentido Y.....	31
13.	Marco típico en sentido X.....	32
14.	Marco típico en sentido X.....	32
15.	Losa 1, del edificio A .....	38
16.	Áreas tributarias edificio A.....	39
17.	Áreas tributarias edificio B.....	39
18.	Áreas tributarias edificio C .....	40
19.	Cargas vivas en marco 2, eje Y .....	42
20.	Cargas vivas en marco C, eje X.....	42
21.	Cargas muertas en marco 2, eje Y.....	43
22.	Cargas muertas en marco C, eje X.....	44
23.	Fuerzas por marco en sentido X .....	66

24.	Fuerzas por marco en sentido Y .....	66
25.	Espacio entre junta sísmica .....	67
26.	Momentos de ETabs, por carga muerta marco 2 – Eje Y .....	70
27.	Momentos de ETabs, por carga viva marco 2 – Eje Y .....	70
28.	Momentos de ETabs, carga sismo en marco 2 – Eje Y .....	71
29.	Momentos de ETabs, carga muerta en marco C – Eje X.....	71
30.	Momentos de ETabs, carga viva en marco C – Eje X.....	72
31.	Momentos de ETabs por carga sismo en marco C – Eje X .....	72
32.	Ubicación de nudos en marco 2 – Eje Y .....	73
33.	Ubicación de nudos en marco C – Eje X .....	73
34.	Momentos últimos en vigas sentido Y (kg-m) .....	77
35.	Momentos últimos en columnas sentido Y (kg-m) .....	77
36.	Momentos últimos en vigas sentido X (kg-m) .....	78
37.	Momentos últimos en columnas sentido X.....	78
38.	Cortantes últimos en vigas sentido Y.....	79
39.	Cortantes últimos en vigas sentido Y.....	79
40.	Cortantes últimos en columnas sentido Y.....	80
41.	Cortantes últimos en columnas sentido X.....	80
42.	Tipo y número de losas del edificio A .....	84
43.	Momentos de losas no balanceados.....	86
44.	Momentos de losas balanceados.....	88
45.	Detalle de sección transversal de VIGA H-I X .....	99
46.	Fuerzas cortantes en viga.....	103
47.	Detalle de estribos en VIGA H-I X.....	105
48.	Columna seleccionada para diseño .....	106
49.	Detalle de armado de columna típica C1 .....	120
50.	Corte simple en zapata .....	132
51.	Corte punzonante en zapata concéntrica .....	133
52.	Detalle de cimiento corrido .....	138

53.	Detalle de escalón.....	139
54.	Módulo de gradas .....	150

## TABLAS

I.	Distribución de casos médicos en el hospital.....	5
II.	Actividades productivas de Santa Lucía Cotzumalguapa .....	11
III.	Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas .....	25
IV.	Predimensionamiento de vigas .....	25
V.	Predimensionamiento de columnas .....	27
VI.	Predimensionamiento de losa .....	27
VII.	Cargas vivas de uso frecuente.....	34
VIII.	Cargas vivas para diseño.....	35
IX.	Cargas muertas para diseño .....	36
X.	Índice de sismicidad por municipio.....	45
XI.	Guía para clasificación de sitio tabla 4-4.....	46
XII.	Resumen peso de losas de ambos niveles.....	52
XIII.	Resumen de peso de vigas de ambos niveles .....	53
XIV.	Resumen de peso de columnas de ambos niveles .....	53
XV.	Resumen de peso de pañuelos en terraza .....	53
XVI.	Peso de muros en nivel de entepiso .....	54
XVII.	Peso sobre losa en nivel de entepiso .....	54
XVIII.	Resumen de cargas muertas en ambos niveles .....	54
XIX.	Resumen de cargas vivas para segundo nivel.....	55
XX.	Resumen de cargas vivas para primer nivel .....	56
XXI.	Peso total de la estructura .....	56
XXII.	Distribución vertical de fuerzas sísmicas .....	57
XXIII.	Centro de masa segundo nivel .....	59
XXIV.	Centro de masa primer nivel .....	60

XXV.	Rigidez de los elementos.....	62
XXVI.	Centro de rigidez en segundo nivel .....	62
XXVII.	Centro de rigidez en primer nivel .....	63
XXVIII.	Fuerzas por marco eje X en ambos niveles.....	65
XXIX.	Fuerzas por marco eje Y en ambos niveles.....	65
XXX.	Comparación ETabs – Kani, marco C – nivel 2 .....	74
XXXI.	Comparación ETabs-Kani, marco C – nivel 1 .....	74
XXXII.	Comparación ETabs-Kani, marco 2 – nivel 2 .....	75
XXXIII.	Comparación de resultados ETabs-Kani, marco 2 – nivel 1 .....	75
XXXIV.	Momentos sin balancear nivel 1 del edificio A .....	85
XXXV.	Características de losas .....	86
XXXVI.	Momentos balanceados nivel 1, edificio A en sentido X.....	87
XXXVII.	Momentos balanceados nivel 1, edificio A en sentido Y .....	88
XXXVIII.	Datos para cálculos de columna C-2.....	106
XXXIX.	Longitud de desarrollo .....	127
XL.	División de tramos de módulo de gradas.....	141
XLI.	Presupuesto para la construcción del proyecto .....	156

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>H</b>	Altura de la sección transversal del elemento
<b>h<sub>i</sub></b>	Altura de nivel i
<b>b<sub>w</sub></b>	Ancho tributario o efectivo
<b>Ø</b>	Ángulo de fricción interna
<b>A<sub>s</sub></b>	Área de acero de refuerzo
<b>A<sub>sL</sub></b>	Área de acero longitudinal
<b>A<sub>smax</sub></b>	Área de acero máxima
<b>A<sub>smin</sub></b>	Área de acero mínima
<b>A<sub>stemp</sub></b>	Área de acero por temperatura
<b>A<sub>t</sub></b>	Área de acero transversal
<b>A<sub>p</sub></b>	Área de punzonamiento
<b>A</b>	Área de una superficie
<b>A<sub>z</sub></b>	Área de zapata
<b>A<sub>g</sub></b>	Área gruesa
<b>A<sub>t</sub></b>	Área tributaria
<b>b</b>	Base de viga
<b>q<sub>d</sub></b>	Capacidad de soporte de suelo
<b>P<sub>u</sub></b>	Carga axial última
<b>CS</b>	Carga de sismo
<b>P'<sub>t</sub></b>	Carga de trabajo
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>P<sub>n</sub></b>	Carga nominal
<b>P</b>	Carga puntual

<b>Cu</b>	Carga última
<b>Cv</b>	Carga viva
<b>ML</b>	Clasificación de suelos, del tipo limo inorgánico combinado con arenas muy finas
<b>cm</b>	Centímetro
<b>cm<sup>2</sup></b>	Centímetro cuadrado
<b>Cm</b>	Centro de masa
<b>Cmx</b>	Centro de masa en X
<b>Cmy</b>	Centro de masa en Y
<b>Cr</b>	Centro de rigidez
<b>Crx</b>	Centro de rigidez en X
<b>Cry</b>	Centro de rigidez en Y
<b>k</b>	Coefficiente de longitud efectiva
<b>Ca<sup>+</sup></b>	Coefficiente para momentos actuantes en losa
<b>C</b>	Cohesión
<b>CH</b>	Contrahuella
<b>pb</b>	Cuantía balanceada de acero
<b>ρ</b>	Cuantía de acero
<b>P<sub>min</sub></b>	Cuantía mínima de acero
<b>Df</b>	Desplante
<b>Ø</b>	Diámetro
<b>E</b>	Esbeltez
<b>V</b>	Esfuerzo de corte
<b>Vc</b>	Esfuerzo de corte del concreto
<b>V<sub>col</sub></b>	Esfuerzo de corte en columnas
<b>q<sub>max</sub></b>	Esfuerzo portante máximo
<b>q<sub>min</sub></b>	Esfuerzo portante mínimo
<b>S</b>	Espaciamiento
<b>S<sub>max</sub></b>	Espaciamiento máximo

<b>e</b>	Excentricidad
<b>ex</b>	Excentricidad en X
<b>ey</b>	Excentricidad en Y
<b>Ca</b>	Factor de carga a
<b>Cb</b>	Factor de carga b
<b>FCU</b>	Factor de carga última
<b>Fs</b>	Factor de seguridad
<b>Nq, Nc, Nr</b>	Factores de carga para fórmula de Terzaghi
<b>°</b>	Grados
<b>H</b>	Huella
<b>I</b>	Inercia
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>Lo</b>	Longitud de confinamiento
<b>Lu</b>	Longitud efectiva
<b>L</b>	Luz libre
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>Ec</b>	Módulo de elasticidad del concreto
<b>Es</b>	Módulo de elasticidad del refuerzo y acero estructural
<b>G</b>	Módulo de rigidez del concreto
<b>M</b>	Momento
<b>t</b>	Peralte o espesor del elemento
<b>T</b>	Periodo
<b>Ta</b>	Periodo fundamental de vibración
<b>W</b>	Peso
<b>Wc</b>	Peso específico del concreto
<b>rs</b>	Peso específico del suelo
<b>Pp</b>	Peso propio

<b>%</b>	Porcentaje
<b>f'c</b>	Resistencia a la compresión del concreto
<b>fy</b>	Resistencia a la fluencia del refuerzo
<b>Vc</b>	Resistencia nominal al cortante, proporcionada por el concreto
<b>Vs</b>	Resistencia nominal al cortante, proporcionada por el refuerzo transversa
<b>K</b>	Rigidez
<b>Km</b>	Rigidez del marco en análisis
<b>T</b>	Tonelada
<b>Tm</b>	Tonelada métrica

## GLOSARIO

<b>Acero mínimo</b>	Cantidad de acero que es determinada por el límite de fluencia del acero y la sección del elemento, necesaria para evitar grietas por expansión o contracción por temperatura del concreto.
<b>ACI 318-11</b>	Instituto Americano del Concreto (siglas en inglés). Comité 318: reglamento estructural para edificaciones, edición en español, año 2011.
<b>AGIES</b>	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
<b>Capacidad de soporte</b>	Capacidad de carga del suelo, en unidades de fuerza sobre unidad de área.
<b>Carga muerta</b>	Peso constante en una estructura, en magnitud y posición.
<b>Carga viva</b>	Peso que puede variar, su magnitud y distribución depende del tipo de uso y ocupación que se le dará a la estructura.
<b>Cimiento corrido</b>	Estructura que transmite las cargas de muros directamente al suelo.

<b>Confinamiento</b>	Zona en la que se colocan elementos transversales de refuerzo a fin de evitar fallas provocadas por cortante y limitar el movimiento de la estructura.
<b>Columna esbelta</b>	Columnas cuyas dimensiones en su sección transversal son pequeñas comparándolas con su longitud. Elemento bajo compresión axial o flexocompresión.
<b>Corte basal</b>	Carga diseñada para el reemplazo de un efecto de sismo en una edificación, para simular fuerzas laterales equivalentes que actúan en la base de la estructura.
<b>Desplante</b>	Profundidad de cimentación respecto a la superficie del terreno.
<b>Estribo</b>	Refuerzo transversal utilizado para absorber esfuerzos de corte inducidos a los elementos estructurales.
<b>Estudios preliminares</b>	Estudios utilizados para conocer características técnicas del proyecto previo a la ejecución.
<b>E-Tabs</b>	Software de diseño utilizado para el dimensionamiento, análisis y diseño estructural de edificaciones de distintos materiales.

<b>Excentricidad</b>	Distancia que separa el centro de masa del centro de rigidez. Produce esfuerzos adicionales por torsión en la estructura.
<b>Fluencia</b>	Capacidad de un material de soportar esfuerzos de tensión o compresión, sufriendo deformaciones uniformes y luego regresando a su estado inicial.
<b>IGSS</b>	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social -IGSS-, de ahora en adelante se denominará Instituto.
<b>Longitud de desarrollo</b>	Medida longitudinal de una varilla de acero anclada a concreto, para evitar que se produzca una falla por falta de adherencia.
<b>Momento</b>	Resultado de aplicación de fuerza a cierta distancia de su centro de masa.
<b>Momento último</b>	Momento resistente afectado por un factor de magnificación, el cual asegura que los elementos son diseñados para soportar fuerzas internas con un margen de seguridad.
<b>Predimensionamiento</b>	Procedimiento previo al análisis estructural, estima medidas adecuadas para los elementos que conformaran la estructura.
<b>Recubrimiento</b>	Espesor de concreto entre la cara exterior de la superficie del concreto y la varilla de refuerzo.



## RESUMEN

En el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, se ha demostrado, mediante un estudio de la atención hospitalaria brindada, que el hospital ha sobrepasado su capacidad de atención en consulta externa, según el Departamento de Estadística del Instituto.

Surge entonces como prioridad la construcción de edificios que alberguen la consulta externa y área administrativa del instituto en dicho municipio, por lo que se propone una planificación de tres edificios de dos niveles, que ocupan 1491,84 metros cuadrados, en dos plantas con dimensiones de 29,00m x 16,30 y una planta de 29,00m x 16,00m. Separados por una junta sísmica adecuada para su funcionamiento.

El desarrollo del diseño estructural fue posible gracias a la realización previa de estudios preliminares como topografía y estudio de suelos del terreno donde se ubicará el terreno, estos proporcionaron información indispensable para realizar el diseño estructural. El trabajo cuenta con 2 capítulos con fases de investigación y servicio técnico profesional. La fase de investigación incluye la monografía del lugar, tomando en cuenta estadísticas actuales, diagnósticos realizados por el instituto y priorización de necesidades que se presentan en el municipio. La fase de servicio técnico incluye el análisis del estudio de suelos realizado, diseño arquitectónico, Predimensionamiento, análisis estructural, y diseño estructural de todos los elementos que conforman la edificación.

Para el diseño de los elementos estructurales se tomaron las consideraciones sísmicas vigentes, estipuladas en el código ACI 318-11 y en las Normas NSE 2010 del AGIES.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Realizar un análisis y diseño estructural de tres edificios de dos niveles para albergar los módulos de consulta externa y área administrativa del Hospital del IGSS de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla

### **Específicos**

1. Diseñar edificios sismoresistentes cumpliendo todos los requerimientos que solicita el entorno físico, tipo de uso y ocupación que se le dará al edificio, según lo indica el código ACI 318-11 y las Normas de AGIES.
2. Abastecer al Instituto Guatemalteco de Seguridad Social de un análisis completo con planos y presupuesto para la ejecución del proyecto a desarrollar.
3. Por medio de una investigación monográfica, realizar un diagnóstico de las necesidades que se presentan en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, para ayudar a priorizar las acciones inmediatas requeridas para cubrir las necesidades identificadas.



## INTRODUCCIÓN

Tras realizar el Ejercicio Profesional Supervisado, en el Departamento de Infraestructura Institucional del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, se presenta el análisis y diseño estructural de tres edificios de dos niveles que albergarán la consulta externa y área administrativa del Hospital de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

Antes del diseño estructural se realizó una investigación monográfica del lugar donde se desarrollará el proyecto objeto del Ejercicio Profesional Supervisado, para determinar las necesidades geográficas, socioeconómicas y servicios necesarios para el óptimo funcionamiento de la infraestructura hospitalaria.

El presente informe de graduación contiene características generales y técnicas del proyecto, de las cuales será beneficiario directo el Instituto, pero sobre todo los afiliados del IGSS en el municipio mencionado. Es preciso mencionar que el diseño se realizará con marcos rígidos sismoresistentes, que trabajan aprovechando las rigideces de los elementos estructurales como vigas y columnas, compensando y distribuyendo las fuerzas verticales y horizontales a las cuales sea sometida la estructura.

La arquitectura de los edificios debe obedecer a un plan médico funcional, documento que debe ser avalado por médicos expertos en el funcionamiento de hospitales para optimizar las rutas de acceso y distribución de ambientes que formarán parte de la estructura.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa**

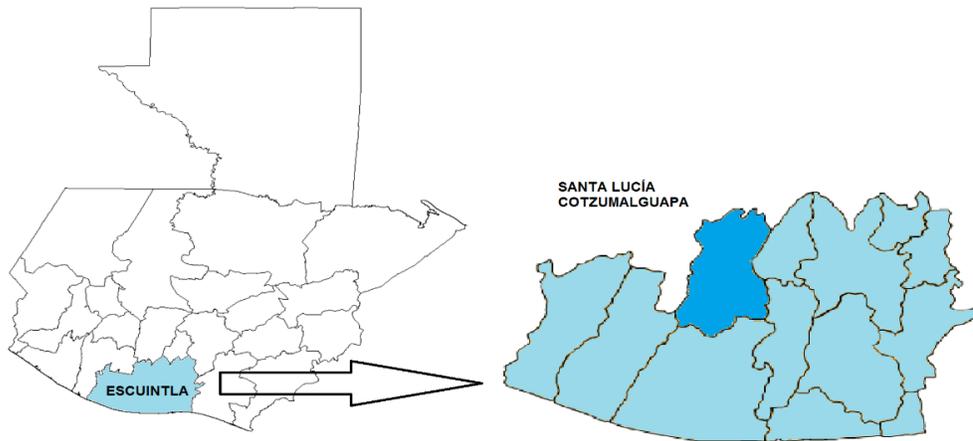
A continuación se detalla la ubicación exacta y colindancias que tiene el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa con sus municipios vecinos en todas las direcciones.

### **1.1.1. Ubicación**

El municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa se encuentra ubicado al sur occidente del país, al norte del departamento de Escuintla a 90 kilómetros de la ciudad capital y a 32 kilómetros de la cabecera departamental. Limita al sur con los municipios de La Gomera y Nueva Concepción; al este con el municipio de Siquinalá; al oeste con los municipios de Nueva Concepción, Escuintla y Patulul, Suchitepéquez; y al norte con el municipio de San Pedro Yepocapa, del departamento de Chimaltenango.

Las coordenadas geográficas del municipio son: latitud norte 14° 19' 54" y longitud Oeste 91° 01' 30".

Figura 1. **Ubicación de Santa Lucía Cotzumalguapa en Escuintla**

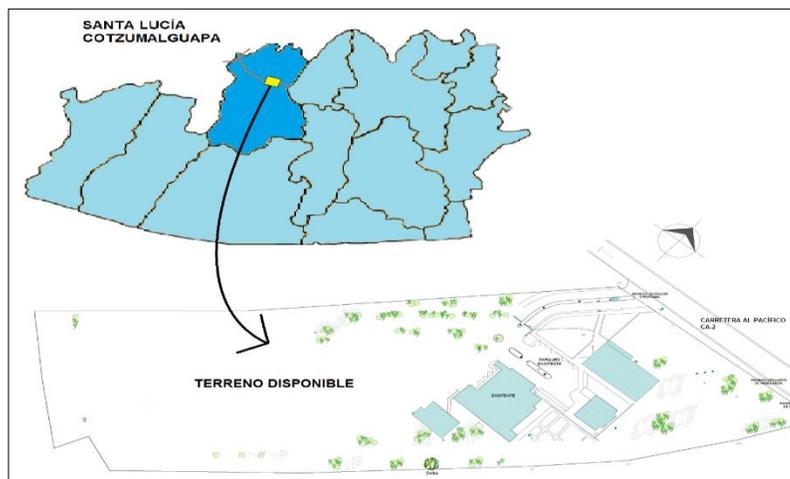


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCad 2016.

### **1.1.2. Localización**

El IGSS es propietario de un terreno localizado en el área urbana del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, en este terreno se encuentra construido el hospital actual del municipio. El área libre donde se pretende realizar la ampliación del hospital se encuentra en el costado sur-oeste del hospital actual. Este terreno es utilizado actualmente como paso peatonal por personas aledañas al hospital.

Figura 2. **Localización del terreno**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCad 2016.

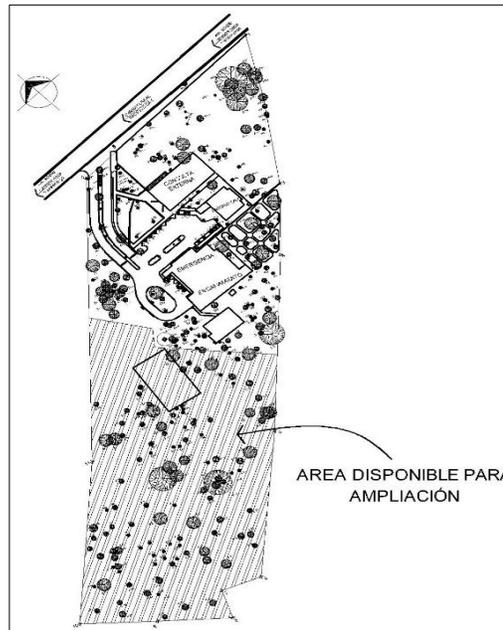
### 1.1.3. **Extensión territorial**

El municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa tiene una altitud que va desde los 115,82 msnm hasta los 844,28 msnm y una extensión territorial de 432 kilómetros cuadrados.

El IGSS posee, dentro del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, un terreno a su disposición de 34 490,37 metros cuadrados de la cual se utiliza un área de 877,70 m<sup>2</sup> para el Módulo de Emergencia, un área de 630,87 m<sup>2</sup> para el módulo de consulta externa y un área de 388,05 m<sup>2</sup> para el módulo de laboratorio clínico.

El resto de la extensión territorial está disponible para realizar ampliaciones o instalaciones que se requieran para optimizar el funcionamiento del hospital.

Figura 3. **Distribución de área disponible para ampliación**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCad 2016.

#### **1.1.4. Población**

Las proyecciones desarrolladas por el Instituto Nacional de Estadística (INE), para el 2016, indican una población de 145 065 habitantes en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa. Entre esta población, en el 2014 se registraron 63 059 casos de consulta externa y 61 108 casos de emergencia, casos que fueron atendidos dentro de las instalaciones del hospital del IGSS del municipio.

La población tiene una distribución por género de un 49 % mujeres y 51 % hombres, y según su área se distribuye con un 42,48 % para el área rural y 57,52 % en el área urbana. La distribución etaria del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa es mayoritariamente joven, la mayor concentración se

encuentra entre 0 y 24 años, lo que corresponde a un 61 % y entre los 25 y 48 años un 29 %.

Tabla I. **Distribución de casos médicos en el Hospital**

	<b>Consulta externa</b>	<b>Emergencia</b>	<b>Total</b>
<b>Enfermedad</b>	53 678	51 119	104 797
<b>Maternidad</b>	4 957	2 425	7 382
<b>Accidentes</b>	4 424	7 564	11 988
<b>Total</b>	63 059	61 108	<b>124 167</b>

Fuente: Sistema Integral de Información SII-IGSS. Departamento Actuarial y Estadístico.

### **1.1.5. Clima**

En el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa predomina el clima cálido, sobre todo en las partes más bajas del municipio, mientras que en la meseta superior es ligeramente templado. Los meses cálidos son: marzo, abril, mayo, junio y julio; los meses templados son: noviembre, diciembre y enero. La temperatura media en el municipio ronda por los 25,75 grados centígrados, mientras que la temperatura mínima promedio es de 20,20 grados centígrados y la máxima promedio es de 32,4 grados centígrados.

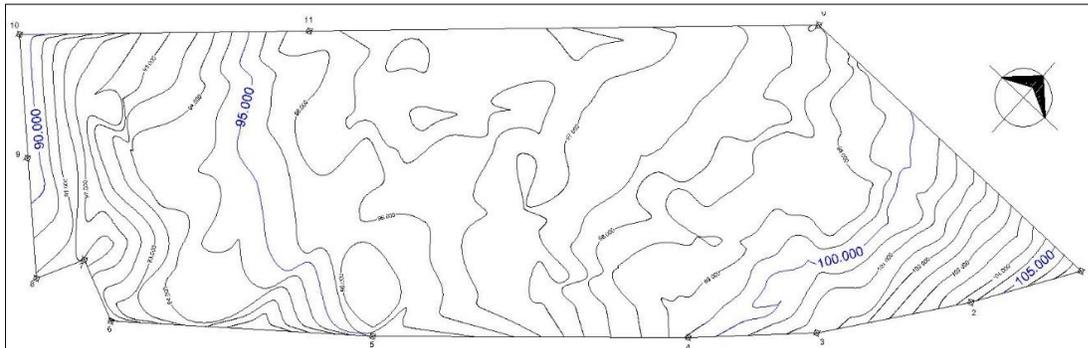
El municipio está ubicado en una de las zonas más castigadas por los fenómenos atmosféricos, sobre todo en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre, que llueve abundantemente, con tempestades, vientos fuertes y tormentas eléctricas. La temporada lluviosa inicia a mediados de abril y termina a finales del mes de octubre o las primeras semanas de noviembre y en los últimos años se ha registrado un promedio de lluvia acumulada anual de 5 336mm.

### 1.1.6. Topografía

La topografía del casco urbano del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa tiene una topografía suavemente ondulada, sin diferencias de nivel considerables. En el perímetro se encuentran cotas de nivel que oscilan entre 325 y 400 metros sobre el nivel del mar.

Dentro del terreno que es propiedad del IGSS, donde se ubica el hospital actual y se pretende realizar una ampliación, se tiene una diferencia de alturas de 15 metros desde el punto más alto hasta el más bajo del terreno.

Figura 4. Topografía de terreno del IGSS



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCad 2016.

### 1.1.7. Orografía

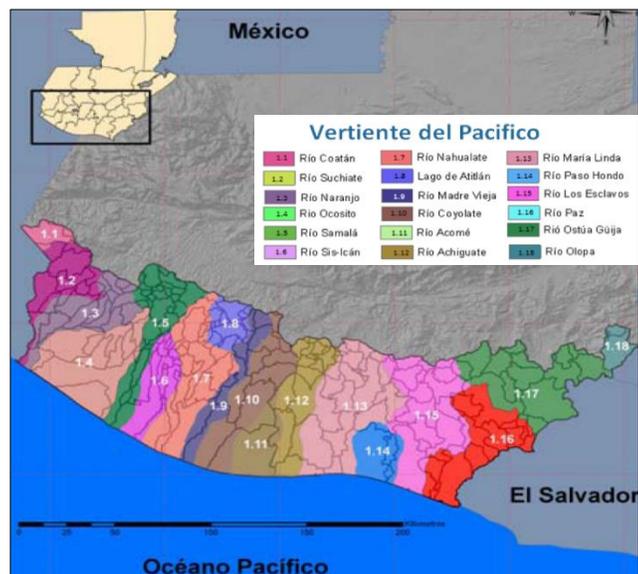
La superficie del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa es, en general, bastante plana, existen muy pocos accidentes orográficos dignos de ser mencionados, a excepción de la parte colindante al Volcán de Fuego. La planicie del municipio se debe a que su superficie plana se dirige hacia las

costas del Océano Pacífico, como accidentes geográficos-orográficos se pueden mencionar la Montaña China y la Montaña los Achiotes.

### 1.1.8. Hidrografía

El municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa abarca dos de las dieciocho cuencas del sur del país, dichas cuencas forman parte de la vertiente del pacífico, que llega a desembocar al Océano Pacífico. Las dos cuencas que abarca el municipio son: la cuenca del río Coyolate y la cuenca del río Acomé.

Figura 5. **Cuencas vertiente del pacífico**



Fuente: Cuencas vertientes del Pacífico

[http://sintet.net/index2.php?option=com\\_sobi2&sobi2Task=dd\\_download&fid=309&format=html&Itemid=0](http://sintet.net/index2.php?option=com_sobi2&sobi2Task=dd_download&fid=309&format=html&Itemid=0), Consulta: noviembre 2018.

Dentro del municipio cruzan principalmente los siguientes ríos: en la cuenca del río Acomé, Cabeza de Toro y Agüero; cuenca de río Coyolate,

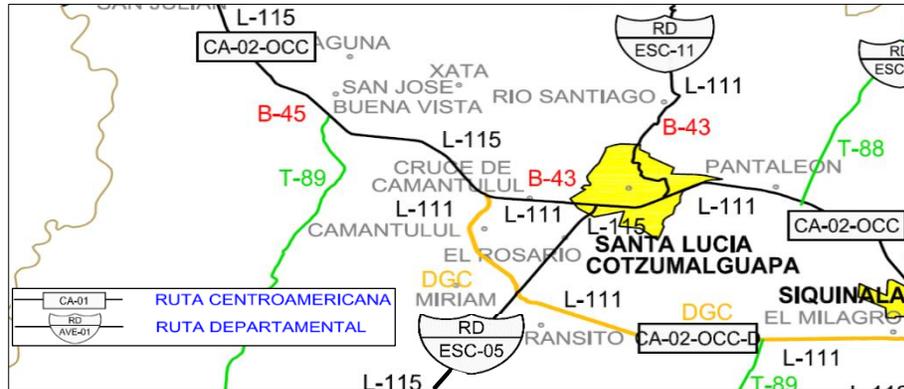
Aguna, San Cristóbal, Coyolate, Xatá, Pantaleón, Cabeza de Toro, Pacaya y Pantaleoncito. Todos los ríos que cruzan el municipio, desembocan en el océano pacífico.

#### **1.1.9. Vías de comunicación**

El municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa tiene una vía principal de comunicación con el resto del país, esta es la carretera CA-02, llamada carretera Internacional del Pacífico. La carretera CA-02 es una vía de primer orden que comunica la ciudad de Santa Lucía Cotzumalguapa al occidente con las ciudades de Retalhuleu, Coatepeque, Mazatenango, entre otras. Y hacia el oriente comunica con Escuintla y Guatemala.

Existen dos rutas departamentales que comunican a Santa Lucía Cotzumalguapa con otros poblados: la Ruta Departamental ESC-11, comunica al norte con el municipio de San Pedro Yepocapa del departamento de Chimaltenango y la Ruta Departamental ESC-05, comunica al sur con otras Rutas Departamentales que llegan a La Gomera, Sipacate, hasta llegar al mar.

Figura 6. **Vías de comunicación**



Fuente: COVIAL - *Departamento de Infraestructura y Tecnología del Ministerio de Comunicaciones Infraestructura y Vivienda.*

### 1.1.10. **Servicios públicos con los que cuenta**

Los servicios con los que cuenta el Municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa son proporcionados por instituciones públicas y privadas. Estos servicios son: educación, salud, agua, drenajes, energía eléctrica, extracción y recolección de desechos sólidos, telefonía e internet.

- El municipio cuenta con 247 centros educativos para atender a la población estudiantil, 105 de ellos se ubican en el área urbana y 142 en el área rural. La cobertura estudiantil conforme las capacidades de impartir el servicio a la población estudiantil se encuentra baja en el área de preprimaria con un 46 %; el nivel con una mayor cobertura es el de primaria con un 99 %; el nivel básico del municipio tiene una cobertura de 73 %: el nivel diversificado tiene un 59 %.
- Para brindar el servicio de salud a la población, el municipio cuenta con: el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social -IGSS-, un Centro de Atención

Permanente -CAP- con atención de partos sin riesgo, dos puestos de salud ubicados en la aldea El Cajón y El Jabalí, clínicas privadas, sanatorios, laboratorios y un consultorio parroquial.

- Respecto al servicio de agua potable, el municipio tiene deficiencias con la cobertura del servicio, el cual es irregular debido a la racionalización del mismo a causa del uso inadecuado que le da la población, por tal motivo los hogares cuentan con pozos propios. Existen comunidades que no cuentan con el servicio de agua potable, especialmente en el área rural.
- Se cuenta con un sistema municipal de drenajes combinado, pero estos no reciben ningún tipo de tratamiento debido a que el municipio no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales.
- El servicio de energía eléctrica en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa es brindado por la Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. -EGSSA-. La cobertura del mismo se tiene en el 94 % de la población.
- Existe un sistema de recolección de desechos sólidos por parte de la Municipalidad a través de un camión de volteo y un pick up, adicional a esto se cuenta con el servicio que proporcionan personas particulares en los centros poblados del área urbana y rural. En el municipio existe solamente un basurero oficial, éste recauda de 20 a 25 toneladas diarias de basura. También existen cerca de 35 basureros clandestinos en todo el municipio.
- El municipio cuenta con servicios de comunicación de telefonía celular, telefonía domiciliar, telefonía pública, fax, correo electrónico e internet.

### 1.1.11. Aspectos socioeconómicos

El municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa cuenta con una serie de actividades productivas que ayudan a la economía de los pobladores. Las actividades más desarrolladas son la agrícola, pecuaria, artesanal, agroindustrial, comercio y servicios, las cuales contribuyen a generar empleo e ingresos para la población del municipio.

Tabla II. **Actividades productivas de Santa Lucía Cotzumalguapa**

<b>Actividades económicas</b>	<b>Trabajadores</b>	<b>%</b>	<b>Valor de la producción</b>	<b>%</b>
<b>Agrícola</b>	63 070	95,86	980 623,729	42,01
<b>Pecuaria</b>	197	0,30	3 661,065	0,16
<b>Artesanal</b>	46	0,07	8 844,175	0,38
<b>Agroindustrial</b>	2 000	3,04	1 341 106,912	57,45
<b>Servicios</b>	379	0,58	-	-
<b>Comercio</b>	100	0,15	-	-
<b>Total</b>	65 792	100	2 334 235,881	100

Fuente: ARRECIS, Ana. *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión*. p. 63.

### 1.2. Investigación diagnóstica sobre las necesidades en salud en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa.

A continuación, se describen las necesidades en salud que se padecen en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, para lo cual se hace una descripción, análisis y priorización de las mismas tomando en cuenta el crecimiento poblacional del lugar.

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

Anteriormente el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa solamente brindaba el servicio de accidentes, pero con el paso de los años, las necesidades han ido cambiando y se ha incrementado al servicio de enfermedad, maternidad y accidentes, programas que en conjunto son conocidos como EMA.

Los principales problemas que atañen al municipio respecto a los servicios de salud se fundamentan en lo siguiente: 1. No se tiene un control de crecimiento de población, autoridades del instituto afirman que el hospital ya superó el número de afiliados para el que fue diseñado. 2. Las normas de seguridad e higiene establecidas por la Organización Mundial de la Salud y el Ministerio de Salud Pública, debido al incremento poblacional en el hospital y 3. La consulta externa del hospital no cumple con el espaciamiento adecuado para todas las clínicas provocando hacinamiento en horas pico e incomodidad para el derechohabiente.

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

La problemática principal del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa se basa en el crecimiento poblacional tanto del municipio como de sus alrededores, esto repercute en la demanda de mejores condiciones de vida y mejoras en los servicios e infraestructura del hospital del seguro social.

El desarrollo del proyecto beneficiaría directamente a la población afiliada del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa y municipios aledaños, dando un mejor servicio, ya que podrán ser atendidos en instalaciones de calidad para

realizar sus consultas médicas y así acabar con la deficiencia actual de la consulta externa y administración del hospital.



## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO**

### **2.1. Diseño de la edificación de dos niveles para el módulo de consulta externa y administración del hospital del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social**

Para desarrollar un proyecto que cumpla con las dimensiones que permitan una funcionalidad en sus diferentes características y dimensiones se han analizado los aspectos estructurales y arquitectónicos del edificio.

#### **2.1.1. Descripción del proyecto y criterios de diseño**

El diseño de tres edificios de dos niveles se realizó con el objetivo de satisfacer las necesidades de atención y servicio que el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social presta a todos sus afiliados en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, los tres edificios tienen funciones administrativas en todo el segundo nivel, el cual contará con área de recepción, sala de espera, sala de reuniones, archivo general, dirección de administración financiera, secretaría de administración, servicios sanitarios para personal, oficinas de: superintendencia de enfermería, fondo rotativo, compras, estadística, encargo de prestaciones en dinero, contabilidad, administración financiera y oficinas de jefaturas. El primer nivel de cada módulo está destinado a dar el servicio de consulta externa al derechohabiente y contará con área de admisión de afiliados, registro médico, archivo pasivo, vestidores y servicios sanitarios, oficinas de jefatura de enfermería, jefatura de consulta externa, encargada de registros médicos y secretaría general, bodega de insumos, clínicas de: accidentes y trauma, yesos, enfermedad común, IVS (para pacientes con insuficiencia venosa superficial),

pediatría, urología, ginecología, curaciones, hipodermia curaciones, terapia respiratoria, odontología pediátrica, vacunas, obstetricia y clínicas en general.

## **2.1.2. Estudio preliminar**

Se refiere a toda la información inicial requerida para el desarrollo del proyecto, información que debe recopilarse antes de iniciar el diseño.

### **2.1.2.1. Terreno disponible**

Según el levantamiento topográfico realizado en el terreno propiedad del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, se determinó que se cuenta con un terreno de 34 490,37 m<sup>2</sup> de los cuales aproximadamente 1 900 m<sup>2</sup> se encuentran utilizados por el hospital actual y el área restante está a disposición del Instituto para posibles ampliaciones o instalaciones que ayuden a la optimización del servicio proporcionado al derechohabiente.

### **2.1.2.2. Estudio de suelos**

El estudio de suelos fue realizado con el apoyo del Centro de Investigaciones de Ingeniería -CII-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se realizó una excavación de un pozo a cielo abierto de 3,50 metros de profundidad para realizar la extracción de la muestra a una profundidad de 3,00 m y a la vez se observó la estratigrafía del terreno. La muestra fue trasladada al CII para ser analizada mediante tres ensayos que son: límites de Atterberg, análisis granulométrico y ensayo de compresión triaxial. Estos ensayos determinan el tipo de suelo y las características

mecánicas del mismo, siendo la característica de mayor importancia la capacidad de soporte del suelo.

#### **2.1.2.2.1. Límites de Atterberg**

Los límites de Atterberg son ensayos de laboratorio normalizados que permiten determinar los límites del rango de humedad en el cual un suelo se mantiene en estado plástico. Con estos límites es posible clasificar el suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos -SUCS-.

Según los resultados obtenidos en el ensayo se determinó que el suelo del terreno tiene una clasificación ML, según carta de plasticidad, describiendo el suelo como un limo arenoso de color café. Ver anexo 1.

La clasificación ML en la clasificación unificada de suelos determina las siguientes características:

- Pueden ser limos inorgánicos y arenas muy finas como polvo de roca, arenas arcillosas o limosas con ligera plasticidad.
- Tienen una permeabilidad en estado compactado entre semipermeable a impermeable.
- Pueden tener una resistencia al corte en estado compacto y saturado regular.
- Compresibilidad media en estado compactado y saturado.
- Y tienen una regular facilidad de tratamiento en obra.

#### **2.1.2.2.2. Análisis granulométrico**

La finalidad de un análisis granulométrico es obtener una distribución por tamaño de partículas presentes en una muestra de suelo. Con esta distribución es posible clasificar el suelo mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos -SUCS-. Para emplear el ensayo se utilizaron tamices con aperturas desde 75 a 4,75 milímetros. Ver anexo 1.

#### **2.1.2.2.3. Ensayo de compresión triaxial**

El ensayo de compresión triaxial tiene como finalidad obtener parámetros del suelo y la relación esfuerzo-deformación a través de la determinación del esfuerzo cortante. Es un ensayo complejo, pero los resultados obtenidos pueden ser los más representativos del comportamiento del suelo al esfuerzo cortante.

Este ensayo puede aplicarse a todos los tipos de suelo excepto para arcillas muy sensibles, la prueba se realiza con una probeta cilíndrica de suelo con una relación altura/diámetro de 2:1. Del ensayo se obtuvieron los siguientes resultados. Ver anexo 1.

Probeta núm. 1

- Clasificación visual: limo arenoso de color café
- Desviación en rotura  $q$ : 15,34 t / m<sup>2</sup>
- Deformación en rotura  $E_r$ : 2 %
- Densidad seca: 1,11 t / m<sup>3</sup>
- Densidad húmeda: 1,45 t / m<sup>3</sup>
- Humedad: 33,59 %

- Ángulo de fricción interna:  $\phi = 28,33^\circ$
- Cohesión:  $C_u = 1,88 \text{ t / m}^2$

#### Probeta núm. 2

- Clasificación visual: limo arenoso de color café
- Desviación en rotura q:  $27,73 \text{ t / m}^2$
- Deformación en rotura  $E_r$ : 4 %
- Densidad seca:  $1,11 \text{ t / m}^3$
- Densidad húmeda:  $1,45 \text{ t / m}^3$
- Humedad: 33,59 %
- Ángulo de fricción interna:  $\phi = 28,33^\circ$
- Cohesión:  $C_u = 1,88 \text{ t / m}^2$

#### Probeta núm. 3

- Clasificación visual: limo arenoso de color café
- Desviación en Rotura q:  $42,43 \text{ t / m}^2$
- Deformación en rotura  $E_r$ : 6 %
- Densidad seca:  $1,11 \text{ t / m}^3$
- Densidad húmeda:  $1,45 \text{ t / m}^3$
- Humedad: 33,59 %
- Ángulo de fricción interna:  $\phi = 28,33^\circ$
- Cohesión:  $C_u = 1,88 \text{ t / metro}^2$

Con estos resultados obtenidos se determinó la capacidad de soporte del suelo para proceder con el diseño de las cimentaciones del edificio.

Tomando en consideración los tres ensayos realizados al suelo del terreno donde se ubicaría el proyecto, en relación a las características y necesidades

estructurales de los edificios a diseñar, se procedió a calcular el valor soporte utilizando los datos de la probeta núm. 3.

Tomando en cuenta que el ángulo de fricción interna y la cohesión proporcionados en el ensayo, fueron reducidos en un 20 % de su valor inicial, debido a posibles errores humanos al realizar la extracción y también por el traslado de la muestra inalterada. Entonces los datos quedan de la siguiente forma: las características que se mantienen constantes en los resultados obtenidos son el ángulo de fricción interna que es de  $23,61^\circ$  y la cohesión =  $1,57 \text{ t / m}^2$ ; por lo tanto, los factores de capacidad de carga son  $N_c= 22,71$ ,  $N_q= 10,93$  y  $N_w= 8,46$  el valor de  $B=1,50 \text{ m}$ , el desplante es  $D_f=2,20 \text{ m}$ , el peso unitario es  $1,45 \text{ t/m}^3$ ; para zapatas cuadradas se tiene la siguiente ecuación:

- $q_c = (1,3 * C * N_c) + (\text{peso unitario} * D_f * N_q) + (0,4 * \text{peso unitario} * B * N_w)$   
(De Terzaghi)

Al sustituir valores se tiene que:

- $q_c = (1,3 * 1,57 * 22,71) + (1,45 * 2,20 * 10,93) + (0,4 * 1,45 * 1,5 * 8,46)$   
 $= 46,26 + 34,87 + 7,36 = 88,47 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$

El factor de seguridad comúnmente utilizado tiene un valor  $FS=3$ , entonces se tiene que:

$$q_d = \frac{q_c}{FS} = \frac{88,47}{3} = 29,49 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

- $q_d$  trabajo es  $30 \text{ ton / m}^2$  para fines prácticos.

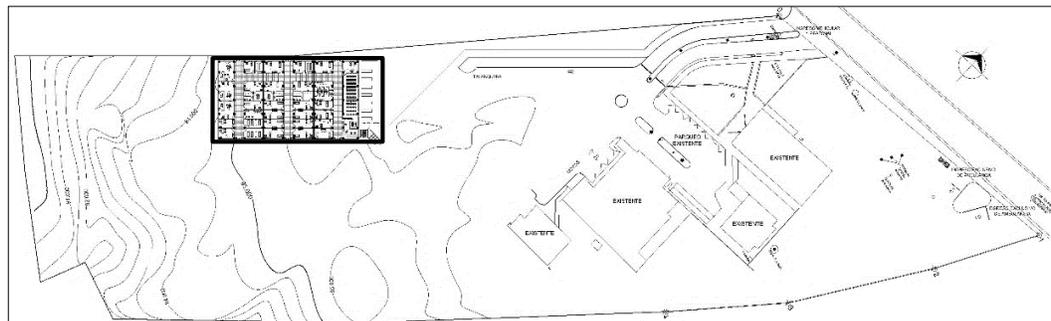
### 2.1.3. Diseño arquitectónico

Para el diseño arquitectónico se realizó una distribución de ambientes respecto a un programa de necesidades proporcionado por el Departamento de Infraestructura Institucional -DII- del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, buscando un ordenamiento óptimo para los ambientes según el propósito de cada ambiente, dimensiones adecuadas para la comodidad de los usuarios y otros elementos arquitectónicos que correspondan.

#### 2.1.3.1. Ubicación del edificio en el terreno

La ubicación de los edificios en el terreno será como lo muestra la siguiente imagen:

Figura 7. Ubicación de la Consulta Externa en el terreno



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCad 2016

### **2.1.3.2. Distribución de ambientes**

La distribución de ambientes se realizó mediante un análisis de circulación respecto a la función de ambientes, acceso rápido a las clínicas de consulta externa y comunicación entre ambientes con relación directa entre sí.

Para evitar un congestionamiento de personas en los ambientes se realizó una distribución del área administrativa en el segundo nivel, mientras que en el primer nivel se destinó para la distribución de clínicas de consulta externa y oficinas de mayor concurrencia.

### **2.1.3.3. Alturas y niveles**

El clima en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa es caluroso, por lo tanto, la altura del edificio será de 4,00 m por nivel, esto ayudará a que la estadía en el interior de los ambientes se de en condiciones de frescura y confort. La altura total del edificio será de 8,00 m.

El nivel en el cual se propone ubicar las bases del edificio es en la cota 96,00 de la topografía del terreno.

### **2.1.4. Estructuración**

La estructuración del proyecto consiste en conformar todos los elementos y partes del proyecto para que trabajen como un todo, tomando en cuenta la optimización de recursos, tiempo y desarrollo del diseño del proyecto.

#### **2.1.4.1. Selección del sistema estructural a usar**

Para la selección de un sistema estructural adecuado se deben tomar en cuenta factores que influyan al comportamiento de la estructura, como la calidad de los materiales, resistencia requerida de los elementos, facilidad de adquisición de los materiales en el lugar y los costos que estos puedan representar.

El sistema estructural a utilizar para el diseño de los edificios estará conformado por marcos dúctiles (vigas, columnas) y nudos rígidos, con losas planas de concreto reforzado y para las cimentaciones se utilizarán zapatas aisladas y cimientos corridos.

#### **2.1.5. Análisis estructural**

El análisis estructural permite predecir el comportamiento aproximado de una estructura cuando esta se encuentra bajo los efectos de cargas verticales y horizontales, determinando así los momentos generados en cada marco estructural lo que permite obtener un diseño lo suficientemente cercano a la realidad.

El análisis estructural se realizó con el método iterativo de Kani, éste método es más conservador que el método de distribución de momentos y sus resultados fueron comparados con los resultados obtenidos del análisis de la estructura utilizando un software de diseño estructural denominado ETabs 2016.

Es importante indicar que el diseño estructural del proyecto consiste en tres módulos de dos niveles, identificados como módulo A, B y C, pero los

módulos A y C serán estructuralmente idénticos, por lo tanto, es necesario realizar un diseño de estos dos módulos y otro diseño distinto para el módulo B.

#### **2.1.5.1. Predimensionamiento estructural**

Al realizar un predimensionamiento de elementos estructurales se busca determinar las dimensiones y características adecuadas a las condiciones de los elementos antes de realizar un diseño estructural.

El proyecto se basó para el predimensionamiento en lo recomendado por ACI-318-11, existen otros tipos de procedimientos para desarrollar un predimensionamiento, pero lo recomendado en este reglamento se adecúa de buena manera a las necesidades del proyecto.

- Vigas

El ACI 318-11 en la sección 9.5.2.1, tabla I, recomienda calcular el peralte y altura mínima de una viga por medio de la longitud que abarca la misma y del tipo de apoyos a los cuales se encuentra fijada, ya sea empotrada en ambos extremos, empotrada solamente en uno de los extremos y vigas en voladizo.

Para el análisis de las vigas se tomó en consideración una viga de cada módulo, tomando la que posee la mayor longitud entre apoyos. Debe cumplirse también con lo recomendado por el reglamento del ACI- 318-11 en la sección 21.5.1.3, donde indica que el ancho de un elemento no debe ser menor que el más pequeño de  $0,3h$  y 250mm.

Tabla III. **Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas**

<b>TABLA 9.5(a) – Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones</b>				
	<b>Espesor mínimo, h</b>			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Con ambos extremos continuos	En voladizo
<b>Elementos</b>	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
<b>Losas macizas en una dirección</b>	$l/20$	$l/24$	$l/28$	$l/10$
<b>Vigas o losas nervadas en una dirección</b>	$l/16$	$l/18,5$	$l/21$	$l/8$

Fuente: Norma ACI 318-11, Capítulo 9, tabla 9.5(a).

Según el tipo de marcos estructurales que se tienen en el proyecto se definen los casos basándose en la tabla anterior y se calcula el peralte de vigas de la siguiente forma:

Tabla IV. **Predimensionamiento de vigas**

<b>Elemento</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Peralte Sugerido (m) ACI 318-11</b>		<b>Dimensiones a utilizar</b>	
				<b>Peralte (h)</b>	<b>Base (b)</b>
Vigas eje Y	6,70	$h=l/18,5$	0,32	0,50	0,25
Vigas eje X	5,25	$h=l/21$	0,25	0,40	0,25

Fuente: elaboración propia.

Con la finalidad de uniformizar la tipología estructural de los módulos se utilizaron las vigas de 0,25m x 0,50m de sección en vigas a lo largo del eje Y y de 0,25m x 0,40m de sección para vigas a lo largo del eje X, en los tres módulos del proyecto.

- Columnas

Respecto al pre dimensionamiento de columnas el ACI 318-11 desarrolla recomendaciones para las características de los elementos en las secciones 21.6.1.1-2, las cuales mencionan lo siguiente:

- La dimensión menor de la sección transversa, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, no debe ser menor que 300mm.
- La relación entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión perpendicular no debe ser menor que 0,4.

Para realizar el cálculo de predimensionamiento de columnas se estableció la altura (h) de la columna con mayor longitud y la sección como un décimo de dicha longitud, verificando las recomendaciones mencionadas en el ACI 318-11.

Los tres edificios tienen la misma altura, por lo tanto, las alturas de las columnas serán:

- Altura de columna del primer nivel = 6,30m.
- Altura de columna del segundo nivel = 4,00m.

Tabla V. **Predimensionamiento de columnas**

Elemento	Longitud (m)	Sección sugerida		Dimensiones a utilizar	
				Altura (h)	Base (b)
<b>Columna n1</b>	6,30	b=l/10	0,63	0,60	0,60
<b>Columna n2</b>	4,00	b=l/10	0,40	0,60	0,60

Fuente: elaboración propia.

Con la intención de darle a los edificios una estética y simetría estructural, la sección de columna del primer nivel se mantuvo hasta las columnas del segundo nivel, las cuales son de 0,60m x 0,60m, para los tres edificios.

- Losas

El método a utilizar para el predimensionamiento de losas será de acuerdo a lo establecido en el A2003-Método 3 y la sección 9.5.3 del ACI 318-11, donde se indica que se debe realizar una relación entre el lado a y b de la losa a predimensionar, para averiguar si la losa trabaja en dos direcciones o solamente en una dirección.

Para predimensionar la losa se realizó un análisis de todas las losas de las que comprende el diseño de los edificios y se seleccionó la losa con mayores dimensiones. El espesor de la losa se definió mediante una relación de su perímetro como lo indica la tabla VI.

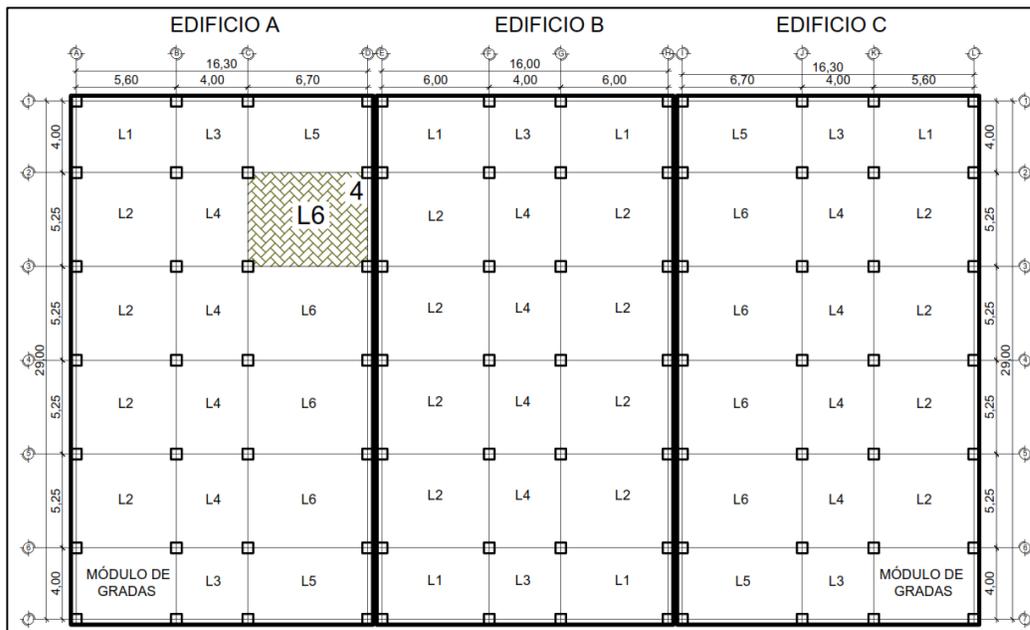
Tabla VI. **Predimensionamiento de losa**

Losa crítica En Edificio A	Perímetro (m)	Espesor recomendado (m)		Dimensión a utilizar (m)
		t=P/180	t= 0,12	
<b>L6 - 4 6,45m x 4,95m</b>	22,8	t=P/180	t= 0,12	0,12

Fuente: elaboración propia.

Para mantener uniformidad en el espesor de las losas de los tres edificios, se seleccionó el espesor de 0,12m y se les aplicó a todas las losas que conforman los módulos de los tres edificios.

Figura 8. **Ubicación de losa analizada en predimensionamiento**



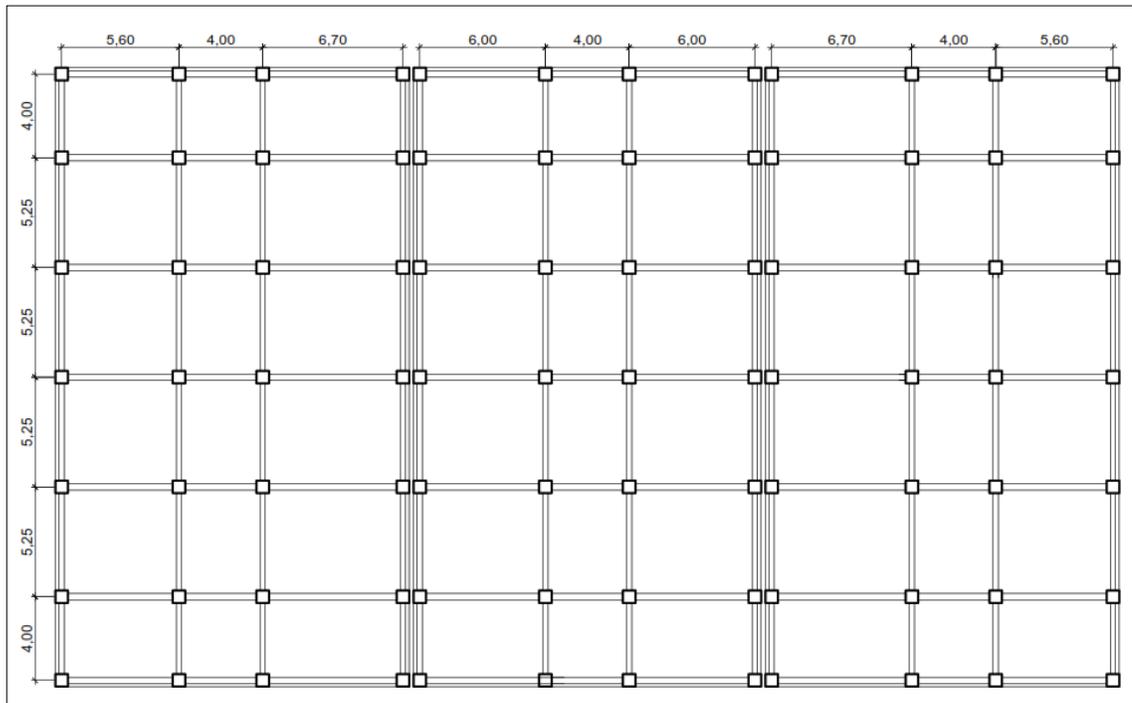
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

- **Cimientos**

Para el predimensionamiento de las cimentaciones se deben tomar en consideración los datos obtenidos en el análisis estructural y estudio de suelos. La cota de cimentación es de 2,20m y se emplearán zapatas aisladas cuadradas y concéntricas, el pre dimensionamiento de estas zapatas se encuentra incluido en el diseño de la misma.

Con el predimensionamiento desarrollado, se presenta la planta de distribución de vigas y columnas, con los espaciamientos respectivos:

Figura 9. **Distribución de vigas y columnas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

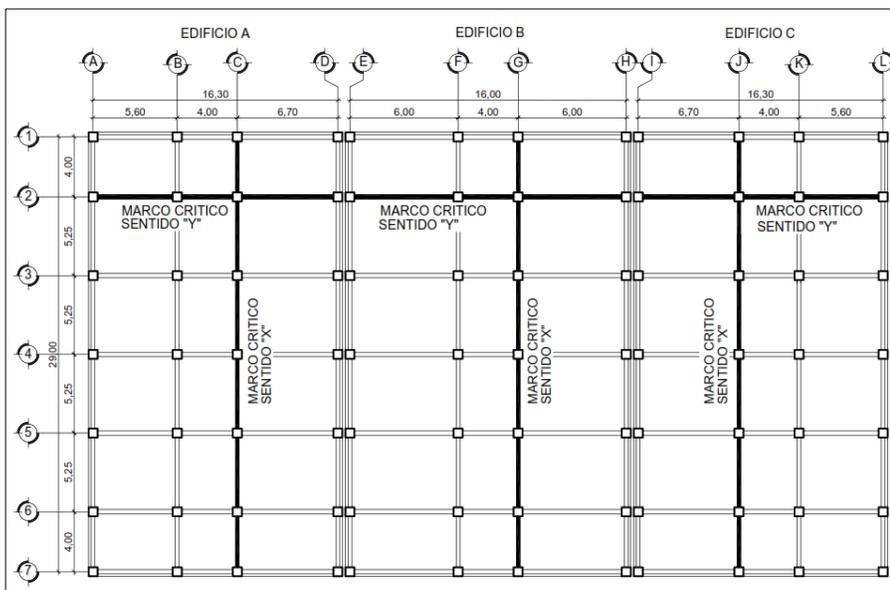
### 2.1.5.2. Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos

Se le llama marco dúctil de concreto armado a aquel que está conformado por vigas y columnas, estos marcos tienen la característica de equilibrarse mediante las rigideces y la flexibilidad de los materiales de los cuales están contruidos. Los modelos matemáticos son utilizados para analizar el

comportamiento de la estructura, al estar bajo la aplicación de cargas, de una manera más exacta.

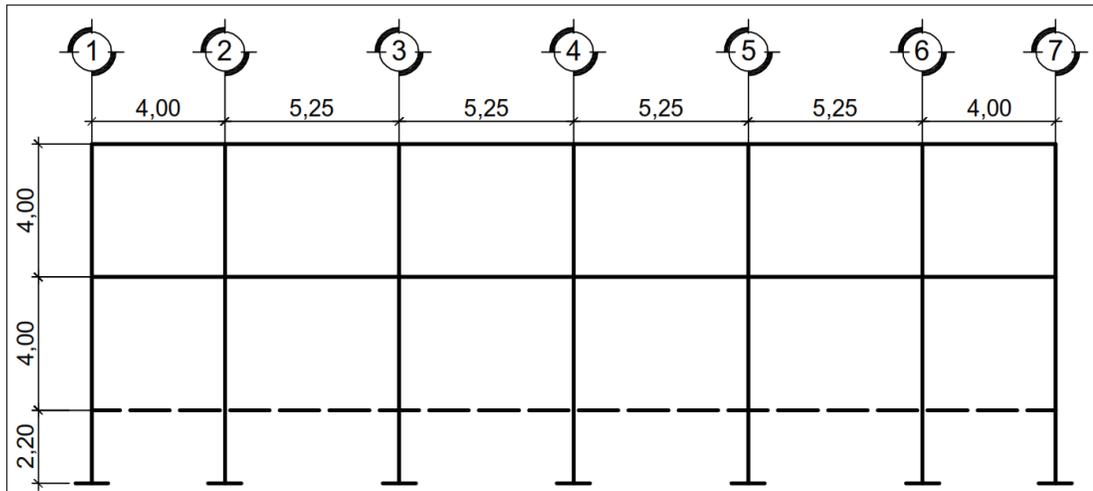
Gracias a la distribución de los marcos estructurales de los edificios diseñados, en algunos casos puede aprovecharse la simetría para simplificar el análisis estructural. Por lo tanto, en el edificio A, se analizaron los marcos de los ejes C y 2 en el sentido X y Y, respectivamente.

Figura 10. **Ubicación de marcos para análisis estructural**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

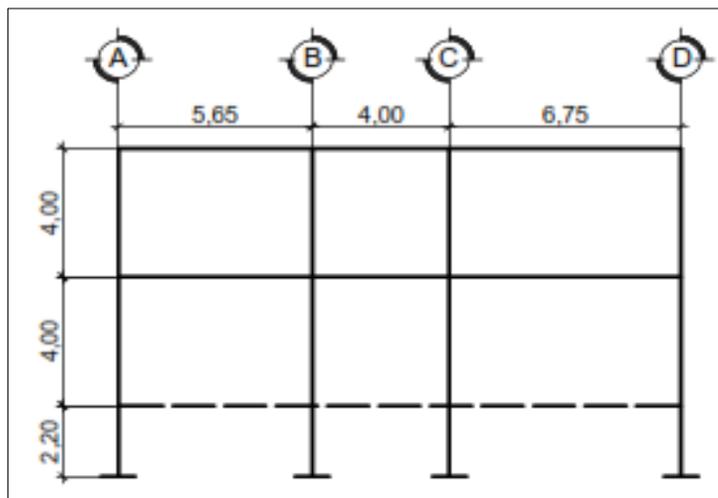
Figura 11. Marco típico en sentido X



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

- Edificio A

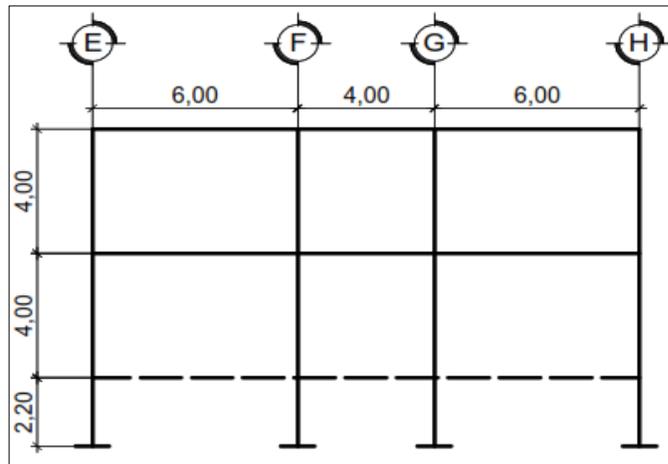
Figura 12. Marco típico en sentido Y



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

- Edificio B

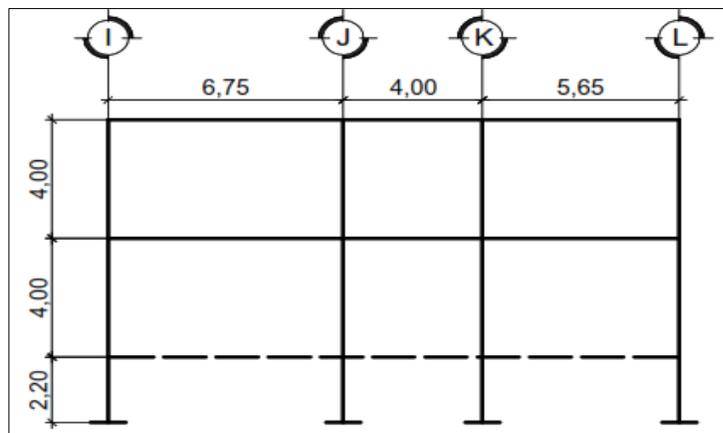
Figura 13. **Marco típico en sentido X**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

- Edificio C

Figura 14. **Marco típico en sentido X**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

### **2.1.5.3. Cargas aplicadas a los marcos dúctiles con AGIES**

Los marcos estructurales serán sometidos a cargas verticales y cargas horizontales, estas cargas servirán para analizar el comportamiento de la estructura mientras se aplican las mismas.

#### **2.1.5.3.1. Cargas verticales en marcos dúctiles por AGIES NSE 10**

Las cargas verticales pueden denominarse también como cargas vivas y cargas muertas, son cargas que se aplican directamente a los marcos de los edificios.

- Cargas vivas

Las cargas vivas son aquellas que se producen por el uso de los ambientes que forman la estructura, pueden cambiar de magnitud y posición en cualquier instante. Estas cargas no están fijadas a la estructura en sí, toman en cuenta a los ocupantes y mobiliario no fijo.

En la tabla VII, se muestran los valores de carga viva para diferentes tipos de ocupación, según AGIES NSE 2-10 en la sección 3.4.

Tabla VII. Cargas vivas de uso frecuente

Tipo de ocupación o uso	W <sub>v</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	P <sub>v</sub> (kg)
<b>Vivienda</b>		
Balcones	500	
Habitaciones y pasillos	200	
Escaleras	300	
<b>Oficina</b>		
Pasillos y escaleras	300	
Oficinas	250	800
Áreas de cafetería	500	
<b>Hospitales</b>		
Pasillos	500	450
Clínicas y encamamiento	250	
Servicios médicos y laboratorio	350	800
Farmacia	500	
Escaleras	500	
Cafetería y cocina	500	
<b>Hoteles</b>		
Habitaciones	200	450
Servicios y áreas públicas	500	800
<b>Educativos</b>		
Aulas	200	400
Pasillos y escaleras	500	
Salones de lectura de biblioteca	200	400
Área de estanterías de biblioteca	700	800
<b>Reunión</b>		
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	
<b>Garajes</b>		
Garajes para automóviles de pasajeros	250	Ver 3,3(c)
Garajes para vehículos de carga (2 000kg)	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)
<b>Instalaciones deportivas públicas</b>		
Zonas de circulación	500	
Zonas de asientos	400	
Zonas sin asientos	800	

Continuación de la tabla VII.

Canchas deportivas	Ver nota <sup>(a)</sup>	
<b>Almacenes</b>		
Minoristas	500	800
Mayoristas	600	1,200
<b>Bodegas</b>		
Cargas livianas	600	800
Cargas pesadas	1 200	1 200
<b>Tipo de ocupación o uso</b>	<b>W<sub>v</sub> (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>P<sub>v</sub> (kg)</b>
<b>Fábricas</b>		
Industrias livianas	500	800
Industrias pesadas	1 000	1 200
<b>Cubiertas pesadas (inciso 3,3 (f))</b>		
Azoteas de concreto con acceso	200	
Azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	100	
Azoteas con inclinación mayor de 20°	75 <sup>(b)</sup>	
Cubiertas usadas para jardín o para reuniones	500	
<b>Cubiertas livianas (inciso 3,3 (g))</b>		
Techos de láminas, tejas, cubiertas plásticas, lonas, entre otros. (aplica a la estructura que soporta la cubierta final)	50 <sup>(b)</sup>	
Nota:	(a) carga depende del tipo de cancha	
	(b) sobre proyección horizontal	

Fuente: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGIES. Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala.

Según los ambientes y tipos de uso a tener en la edificación, los valores de cargas vivas a utilizar para el análisis de los marcos estructurales, son:

Tabla VIII. **Cargas vivas para diseño**

<b>Cargas Vivas</b>		
Oficina	250	kg/m <sup>2</sup>
Pasillos	300	kg/m <sup>2</sup>
Azotea sin acceso	100	kg/m <sup>2</sup>
Bodegas livianas	600	kg/m <sup>2</sup>
Escaleras	500	kg/m <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

- Cargas muertas

Son cargas que se generan por todos los elementos permanentes de la estructura: peso propio de los elementos de la edificación (columnas, losas, vigas, puertas, ventanas, tabiques, piso, instalaciones, entre otros), equipo y maquinaria fija. Estas no cambian en ningún sentido y son permanentes sobre la estructura.

Tabla IX. **Cargas muertas para diseño**

<b>Cargas Muertas</b>		
Peso del concreto	2 400	kg/m <sup>3</sup>
Acabados	30	kg/m <sup>2</sup>
Piso + mezlón	175	kg/m <sup>2</sup>
Cielo falso	15	kg/m <sup>2</sup>
Instalaciones	10	kg/m <sup>2</sup>
Sobrecarga	110	kg/m <sup>2</sup>
Tabiques	65	kg/m <sup>2</sup>
Muros de cerramiento	180	kg/m <sup>2</sup>
Pañuelos	100	kg/m <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

- Áreas tributarias

Las cargas sobre vigas de apoyo para una losa rectangular, podrán suponerse como las cargas dentro de las áreas tributarias de la losa limitadas por la intersección de líneas a 45° desde la esquina con la línea media de la losa paralela al lado largo.

Para determinar el área tributaria de losas en dos direcciones dependerá de la geometría de la misma, para lo cual se tomará en cuenta lo siguiente:

- Lado corto de la losa (área triangular)

$$\text{Area} = \frac{1}{2} * b * h$$

Donde:

$$b = L_{\text{viga}}$$

$$h = b/2$$

Entonces se tiene:

$$A_{\text{triangular}} = \frac{1}{2} * b * \left(\frac{b}{2}\right) = \frac{b^2}{4}$$

- Lado largo de la losa (área trapezoidal)

$$\text{Area} = \frac{1}{2} * (b_1 + b_2) * h$$

Donde:

$b_1$  = lado largo del trapecio (B)

$b_2$  = lado largo – lado corto (B-A)

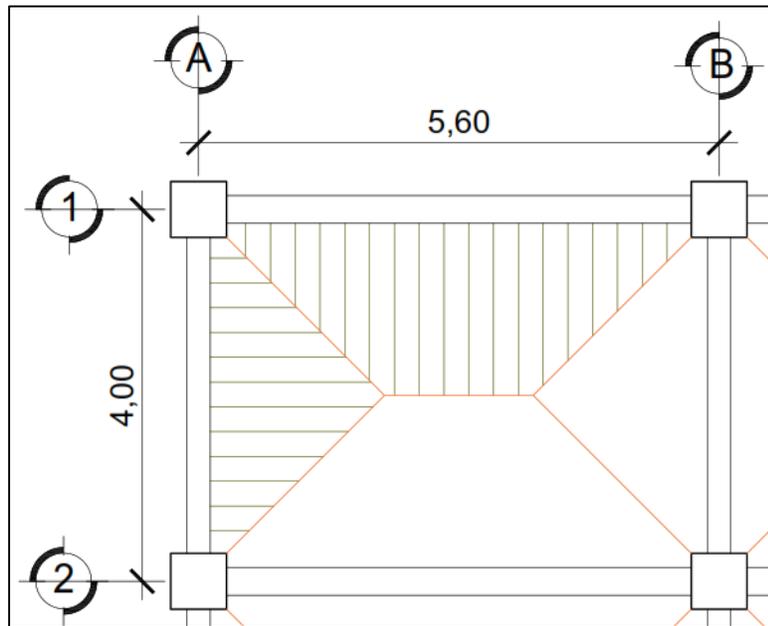
$h$  = altura del trapecio (A/2)

$$A_t = \frac{1}{2} * (B + (B - A)) * \frac{A}{2}$$

$$A_{\text{trapezoidal}} = \frac{\text{lado corto}(A)}{4} * (2 * \text{lado largo}(B) - \text{lado corto}(A))$$

Como ejemplo se realizará el cálculo del área tributaria de la losa 1, del edificio A, la cual tiene las siguientes medidas:

Figura 15. Losa 1, del edificio A



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

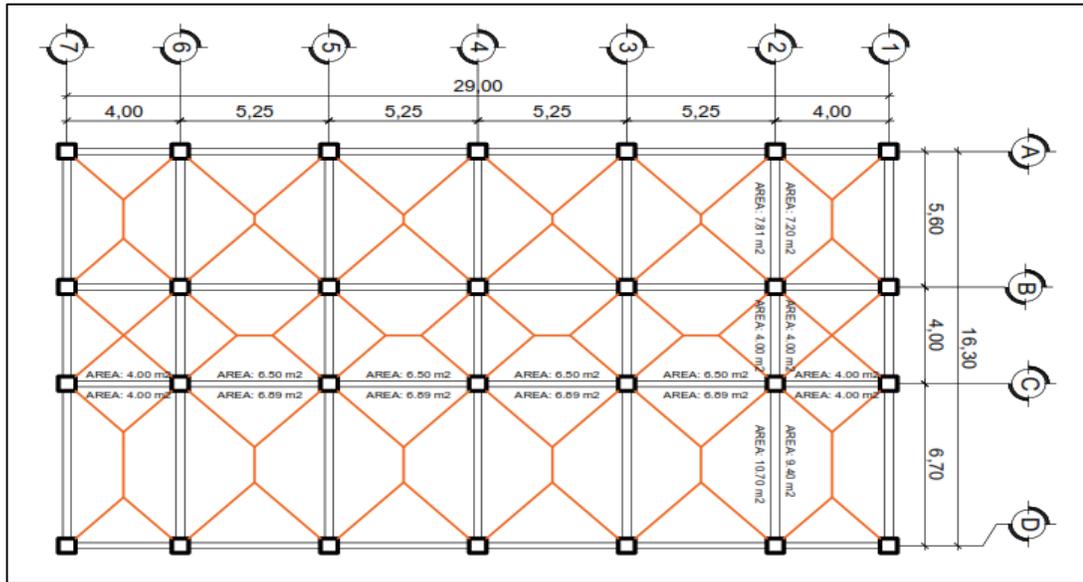
- Para el área triangular:

$$A_{\text{triangular}} = \frac{(4,00)^2}{4} = \frac{16}{4} = 4 \text{ m}^2$$

- Para el área trapezoidal:

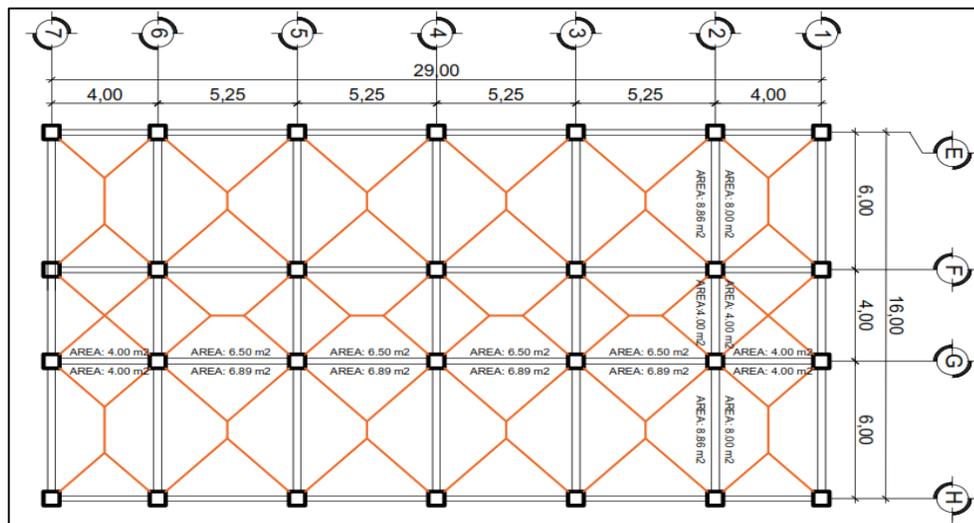
$$A_{\text{trapezoidal}} = \frac{4,00}{4} * ((2 * 5,60) - 4,00) = 7,20 \text{ m}^2$$

Figura 16. Áreas tributarias edificio A



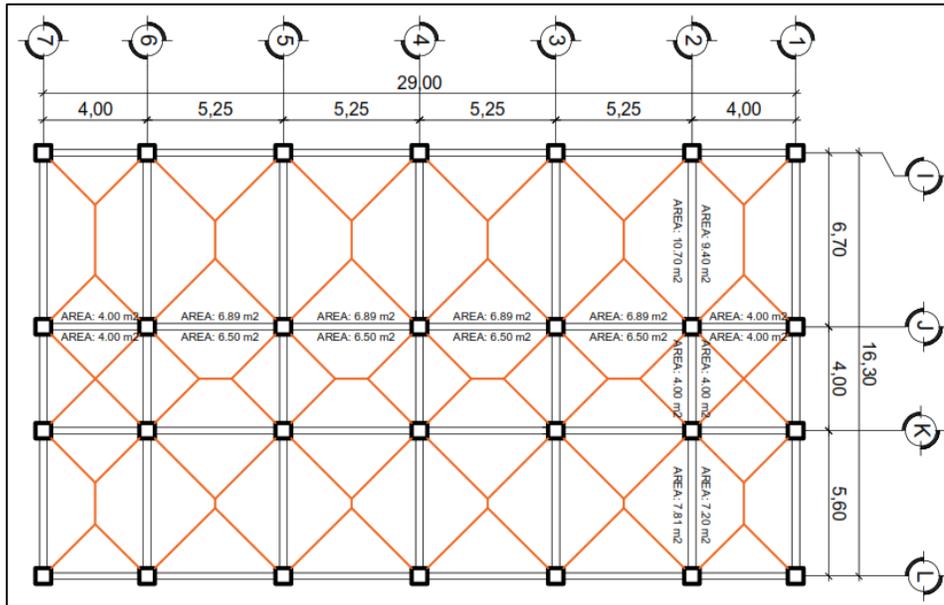
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Figura 17. Áreas tributarias edificio B



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Figura 18. Áreas tributarias edificio C



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

De las figuras 15, 16 y 17 se obtienen las áreas tributarias requeridas para las vigas a las cuales se realizará la integración de cargas, en los marcos indicados.

El proceso de cálculo de cargas actuantes en cada marco se realizará integrando cargas muertas y vivas para los marcos críticos del edificio A, que corresponden a los marcos C en el sentido X y marco 2 en el sentido Y. Los demás marcos serán calculados de la misma forma.

Los valores calculados en la integración de cargas distribuidas mostradas en modelos matemáticos, utilizando el procedimiento siguiente:

$$CV = \frac{At * Vcv}{L}$$

Donde:

CV = carga viva

At = área tributaria

Vcv = valor de carga viva

L = longitud de viga

$$CM = \frac{At * [(Wc * t) + P_{sobre\ losa}]}{L} + (b_{viga} * h_{viga} * Wc)$$

CM = carga muerta

At = área tributaria

Wc = peso específico del concreto

$P_{sobre\ losa}$  = sumatoria de cargas sobre losa (acabados, piso, cielo falso, instalaciones, sobrecarga y tabiques).

L = longitud de viga

- Carga viva

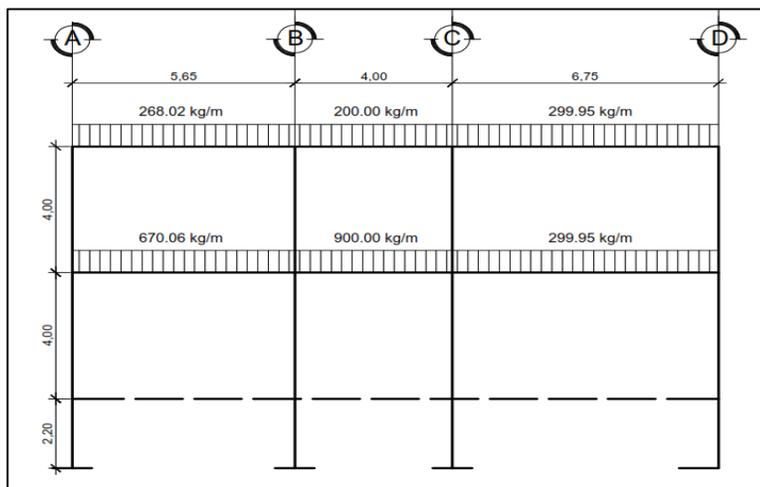
Como ejemplo se muestra el cálculo de integración de cargas para la viga en el marco 2, sentido Y del entrepiso, en tramo C-D, la cual tiene cargas de servicio en dos áreas tributarias, una con carga de oficina (250kg/m<sup>2</sup>) y otra con carga de pasillo (300kg/m<sup>2</sup>).

$$CV = \frac{(9,40 * 250) + (10,70 * 300)}{6,70}$$

$$CV = 829,71 \text{ kg/m}$$

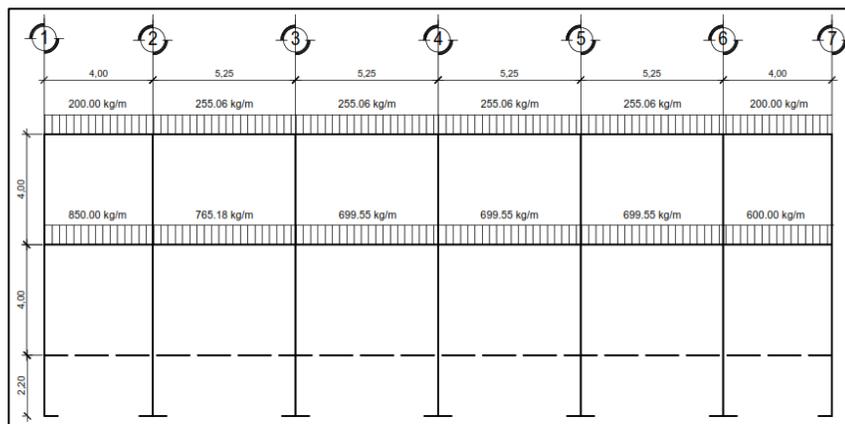
De esta forma fueron integradas las cargas vivas de todos los marcos críticos, para el análisis estructural.

Figura 19. **Cargas vivas en marco 2, eje Y**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Figura 20. **Cargas vivas en marco C, eje X**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

- Carga muerta

Como ejemplo se muestra el cálculo de integración de cargas muertas para la viga en el marco 2, sentido Y del entrepiso, en tramo C-D.

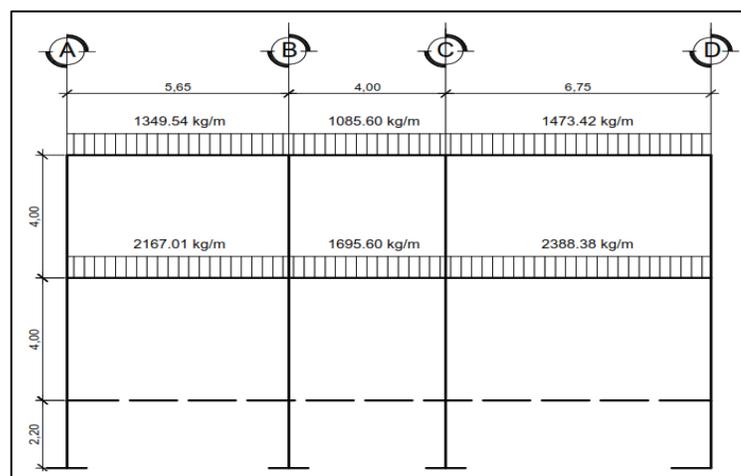
$$CM = \frac{At * [(Wc * t) + P_{\text{sobre losa}}]}{L} + (b_{\text{viga}} * h_{\text{viga}} * Wc)$$

$$CM = \left[ \frac{(9,40 * [(2\ 400 * 0,12)] + 405)}{6,70} \right] + \left[ \frac{(9,40 * [(2\ 400 * 0,12)] + 405)}{6,70} \right] + (0,25 * 0,50 * 2,400)$$

$$CM = 2\ 388,28$$

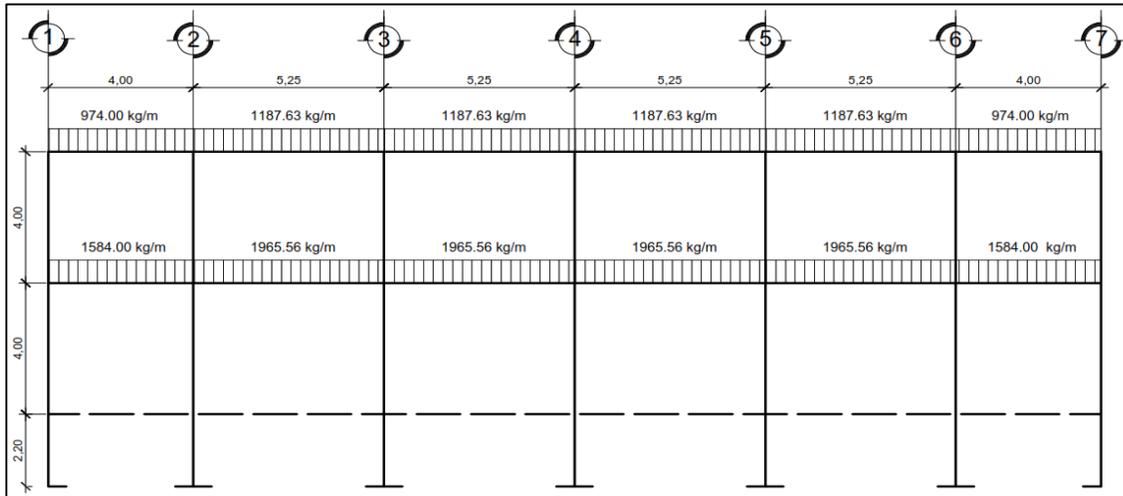
De esta forma fueron integradas las cargas muertas de todos los marcos críticos, para el análisis estructural.

Figura 21. **Cargas muertas en marco 2, eje Y**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Figura 22. **Cargas muertas en marco C, eje X**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

### 2.1.5.3.2. **Cargas horizontales**

Este tipo de cargas son inciertas en cuanto a su magnitud y distribución. Las cargas horizontales actúan en forma perpendicular a la línea de acción de la fuerza de gravedad, son provocadas por sismos, vientos y por presiones de suelo, son cargas dinámicas.

Guatemala es un país altamente sísmico debido a que se encuentra en una zona distribuida en tres placas tectónicas: Caribe, Norteamérica y Cocos. Por esta razón es necesario que las estructuras en el territorio guatemalteco necesitan un diseño sismo resistente, ya que estas fuerzas de sismo serán las fuerzas horizontales que más puedan afectar a la estructura.

Las fuerzas de sismo dependen del peso propio de la estructura, ya que la fuerza lateral es directamente proporcional a las cargas muertas; siendo una

estructura que se encuentra fija en la base, es allí donde se aplicará la fuerza resultante. La fuerza resultante de los movimientos sísmicos es conocida como Corte Basal y es transmitida a todos los elementos de la estructura según sus tamaños, rigideces, formas y posiciones, tanto en elevación como en planta.

- Cálculo de corte basal (V): fuerza que el suelo transmite al edificio en la base, resultante de un movimiento sísmico. La fórmula según AGIES NSE 2-10 es la siguiente:

$$V = C_s * P$$

Donde:

V = cortante basal

C<sub>s</sub> = coeficiente sísmico al límite de la cedencia

P = peso de la estructura

- Zonificación sísmica y caracterización de sitio en Guatemala

Tabla X. **Índice de sismicidad por municipio**

No.	Municipio	Departamento	I <sub>o</sub>	S <sub>cr</sub>	S <sub>1r</sub>
284	Sta. Lucía Cotzumalguapa	Escuintla	4	1,65	0,60

Fuente: *Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGIES. Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala.*

Donde:

I<sub>o</sub> = índice de sismicidad.

S<sub>cr</sub> = ordenada espectral de período corto del sismo extremo considerado en el basamento de roca en el sitio de interés.

$S_{1r}$  = ordenada espectral de periodo 1s. del sismo extremo considerado en el basamento de roca en el sitio de interés.

Tabla XI. **Guía para clasificación de sitio tabla 4-4**

Tabla 4-4					
Guía para clasificación de sitio					
Clase de sitio		Vps todo el perfil	Np todo el perfil	Nnc sector no cohesivo	Suc sector cohesivo
AB	Roca	750 m/s	No aplica	No aplica	No aplica
C	Suelo muy denso o roca suave	750 a 360 m/s	$\geq 30$	$\geq 30$	> 200k Pa
D	Suelo firme y rígido	360 a 180 m/s	30 a 5	30 a 5	200 a 50 kPa
E	Suelo suave	Cualquier perfil de suelo con un estrato de 3m o más con índice de plasticidad $IP > 20$ ; humedad $W \geq 40\%$ y $Suc < 25kPa$			
F	Suelo con problemas especiales	Véase en NSE 2.1 Capítulo 5			

Fuente: Norma AGIES 4.5.4 NSE 2-10

Según resultados de laboratorio realizados al suelo del terreno y lo estipulado en AGIES NSE 2, se determina que los limos y arcillas se encuentran en la clase de sitio E.

- Probabilidad de sismo – sistema estructural

Según las indicaciones de la tabla 4-1 de la Norma NSE 2 y lo indicado en el inciso 1.5.1 de la Norma NSE 3, se determina que el tipo de estructura y probabilidad de sismo será E1.

- Periodo fundamental de vibración  $T_a$

De la sección 2.1.4.1 del NSE-3 se obtiene el periodo fundamental de vibración de una edificación que se estimará en forma empírica y genérica como:

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

Donde:

$h_n$  = es la altura del edificio, en metros, desde la base definida en la sección 1.10.4 y según el sistema estructural se dan los siguientes cinco casos de la ecuación.

- (a) →  $K_T = 0,049$ ,  $x = 0,75$  para sistemas estructurales E2, E3, E4 o E5.
- (b) →  $K_T = 0,047$ ,  $x = 0,90$  solamente para sistemas estructurales E1 de concreto reforzado que sean abiertos o con fachadas de vidrio o paneles livianos y pocas particiones rígidas.
- (c) →  $K_T = 0,047$ ,  $x = 0,85$  para sistemas E1 de concreto reforzado con fachadas rígidas o que no cumplan con el párrafo anterior.
- (d) →  $K_T = 0,072$ ,  $x = 0,80$  solamente para sistemas estructurales E1 de acero que sean abiertos o con fachadas de vidrio o paneles livianos y pocas particiones rígidas.
- (e) →  $K_T = 0,072$ ,  $x = 0,75$  para sistemas E1 de acero rigidizados.

Según el inciso (c) para una estructura tipo E1 se tienen los factores:

$K_T = 0,047$ ,  $x = 0,85$ ,  $h_m = 10,20\text{m}$ , por lo tanto:

$$T_a = 0,047 * (10,20)^{0,85} = 0,34\text{s}$$

La sección 2.1.3 del NSE-3 indica que si  $T_a < 0,50$  se debe usar  $S_{cr} = 1,50g$ .

- Ajustes por clase de sitio e intensidad sísmica

Los valores  $S_{cs}$  y  $S_{1r}$  deberán ser ajustados a las condiciones en la superficie, según el perfil del suelo que cubra al basamento en el sitio y los coeficientes por proximidad amenazas especiales de vibración. Esto podrá hacerse en forma específica, según se indica en la sección 4.3.3.3 de la NSE 2-10, en la forma genérica siguiente:

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

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

Donde:

$S_{cs}$  = es la ordenada espectral del sismo extremo del sitio de interés para estructuras con período de vibración corto.

$S_{1s}$  = la ordenada espectral correspondiente a períodos de vibración de 1 segundo.

$S_{cr}$ ,  $S_{1r}$  = son parámetros que están especificados para la Guatemala (ver apéndice 2).

$F_a$ ,  $F_v$  = coeficientes de sitio para períodos de vibración cortos y largos, respectivamente. Tabla 4-2 NSE 2-10.

$N_a$ ,  $N_v$  = coeficientes por proximidad de amenazas especiales para periodos cortos y largos Tabla 4-3 NSE 2-10.

Según tablas de la Norma NSE 2-10 los factores son:

$$S_{cr} = 1,50, S_{1r} = 0,60, F_a = 0,90, F_v = 2,40, N_a = 1,00 \text{ y } N_v = 1,00.$$

$$S_{cs} = 1,50 * 0,90 * 1,00 ; S_{cs} = 1,35$$

$$S_{1s} = 0,60 * 2,40 * 1,00 ; S_{1s} = 1,44$$

- Construcción de espectros de diseño

La tabla mostrada en el inciso 4.3.4.1 de la norma NSE 2-10, muestra los factores de escala a utilizar dependiendo de la probabilidad de un evento de sismo. Por ser una estructura de carácter esencial, que debe prevalecer a pesar de cualquier desastre natural, se tomará en cuenta para el diseño un espectro de sismo extremo con  $K_d = 1,00$ .

- Espectro calibrado

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

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

Donde:

$S_{cd}$  = espectro calibrado al sismo de diseño.

$S_{1d}$  = espectro calibrado a 1 segundo.

$K_d$  = factor de determinación de los niveles de diseño.

$S_{cs}$  = ordenada espectral ajustada del sismo extremo en el sitio de interés para estructuras con período de vibración corto.

$S_{1s}$  = ordenada espectral ajustada del sismo extremo en el sitio de interés para estructuras con período de vibración de 1 segundo.

$$S_{cd} = K_d * S_{cs} = 1,00 * 1,35 = 1,35$$

$$S_{1d} = K_d * S_{1s} = 1,00 * 1,44 = 1,44$$

- Período de transición

El período  $T_s$  (en segundos) que separa los períodos cortos de los largos está dado por:

$$T_s = \frac{S_{1d}}{S_{cd}}$$

Donde:

$T_s$  = período de transición empírico (en segundos).

$S_{1d}$  = espectro calibrado a 1 segundo.

$S_{cd}$  = espectro calibrado al sismo de diseño.

$$T_s = \frac{S_{1d}}{S_{cd}} = \frac{1,44}{1,35} = 1,07s$$

- Selección del período  $T$  a utilizar en el diseño estructural

Los períodos  $T$  que se utilizarán con el método estático equivalente en la ecuación 2-2 en cada dirección de análisis, según norma AGIES 2.1.6 NSE 3-10, podrán ser:

- Directamente los períodos empíricos  $T_a$  calculados con la sección 2.1.4.1.
- Para sistemas estructurales E1, E3 o E4 con muros de concreto reforzados o mampostería reforzada podrá recurrirse al período  $T_a$  obtenido con la sección 2.1.4.2.
- Los períodos  $T_F$  calculados con la sección 2.1.5 limitados conforme la ecuación 2-6.  $T = T_F \leq 1,4 * T_a$

Es preciso indicar que existe una relación entre los períodos de transición  $T_a$  y  $T_s$ , cuando el período  $T_a$  es menor o igual al período  $T_s$ , entonces el valor de  $S_a(T)$  se puede tomar como el mismo valor de  $S_{cd}$ .

$$\text{Si } T_a \leq T_s \quad \rightarrow \quad S_a(T) = S_{cd} = 1,35$$

- Factor genérico de reducción R

Por ser un sistema de marcos estructurales tipo E1, se considerará un marco tipo A (los sistemas tipo A también llamados especiales), de concreto reforzado y acero estructural. Por lo tanto, el factor genérico de reducción será igual a  $R = 8$ .

- Coeficiente sísmico al límite de cedencia

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

Donde:

$C_s$  = coeficiente sísmico al límite de cedencia

$S_a(T)$  = es la demanda sísmica de diseño para una estructura con periodo T obtenida del espectro de diseño sísmico establecido para el sitio en la sección 4.3.4 Norma AGIES NSE 2-10, y calibrado según la probabilidad de ocurrencia requerida.

R = factor genérico de reducción que se obtiene en la sección 1.6.1 tabla 1, Norma AGIES NSE 3-10.

$$C_s = \frac{S_a(T)}{R} = \frac{1,35}{8} = 0,17$$

El valor de  $C_s$  debe cumplir con los valores mínimos aceptables que se muestran a continuación:

$$C_s > 0,44 * S_{cd}$$

$$0,17 > 0,044 * 1,35$$

$$0,17 > 0,0653 \rightarrow \text{Sí cumple}$$

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

$$0,17 \geq 0,5 * 0,075$$

$$0,17 > 0,0375 \rightarrow \text{Sí cumple}$$

- **Peso de la estructura (P)**

La Norma AGIES NSE 3-10, en el numeral 1.10.3 indica que el peso de la estructura debe estar conformado por la carga muerta total de la edificación y el veinticinco por ciento (25 %) de las cargas vivas.

- **Cargas muertas de ambos niveles.**

Peso concreto	2 400	kg/m <sup>3</sup>
CM sobre losa	405	kg/m <sup>2</sup>
Peso de muros	180	kg/m <sup>2</sup>
Peso de pañuelos	100	kg/m <sup>2</sup>

$$P_{losa} = \text{área} * t_{losa} * \text{peso concreto}$$

Tabla XII. **Resumen peso de losas de ambos niveles**

Nivel	Leje (m)		(b)/(h) <sub>col</sub>	A <sub>losa gradas</sub>	A <sub>total</sub> (m <sup>2</sup> )	t <sub>losa</sub> (m)	Peso/nivel (kg)
2	X	16,3	0,6	0,00	500,24	0,12	144 069,12
	Y	29	0,6				
1	X	16,3	0,6	22,4	477,84	0,12	137 617,92
	Y	29	0,6				

Fuente: elaboración propia.

$$P_{\text{viga}} = L_{\text{viga}} * (\text{peralte} - t_{\text{losa}}) * \text{base} * \text{ejes} * \text{peso concreto}$$

Tabla XIII. **Resumen de peso de vigas de ambos niveles**

Nivel	Eje	L <sub>eje</sub> (m)	(b)/(h) <sub>col</sub>	Peralte - t <sub>losa</sub>	Base(m)	#Ejes	Peso/Nivel (kg)
2	Y	16,3	0,6	0,38	0,25	7	23 142,0
	X	29	0,6	0,33	0,25	4	20 116,8
1	Y	16,3	0,6	0,38	0,25	7	23 142,0
	X	29	0,6	0,33	0,25	4	20 116,8

Fuente: elaboración propia.

$$P_{\text{col}} = L_{\text{col}} * \text{sección columnas} * \text{num col} * \text{peso concreto}$$

Tabla XIV. **Resumen de peso de columnas de ambos niveles**

Nivel	L <sub>col</sub> (m)	Sección Columnas	# Col	Peso/Nivel (kg)
2	2,00	0,36	28	45 480,96
1	8,20	0,36	28	195 471,36

Fuente: elaboración propia.

$$P_{\text{pañuelos}} = \text{área} * \text{peso de pañuelos (100kg/m}^2\text{)}$$

Tabla XV. **Resumen de peso de pañuelos en terraza**

Área (m <sup>2</sup> )	Peso (kg)
500,24	50 024

Fuente: elaboración propia.

$$P_{\text{muros}} = L_{\text{muro}} * h_{\text{muro}} * \text{peso de muro (180kg/m}^2\text{)}$$

Tabla XVI. **Peso de muros en nivel de entrepiso**

Nivel	L <sub>muro</sub> (m)	h <sub>muro</sub> (m)	Peso (kg)
2	X	29	3,4
	Y	50,8	3,4
			17 748,0
			31 089,6

Fuente: elaboración propia.

$$P_{\text{sobre losa}} = \text{área} * \text{peso sobre losa (405kg/m}^2\text{)}$$

Tabla XVII. **Peso sobre losa en nivel de entrepiso**

Área (m <sup>2</sup> )	Peso (kg)
477,84	193 525,2

Fuente elaboración propia

$$P_{\text{CM nivel 2}} = P_{\text{losa}} + P_{\text{viga}} + P_{\text{col}} + P_{\text{muros}} + P_{\text{pañuelos}}$$

$$P_{\text{CM nivel 1}} = P_{\text{losa}} + P_{\text{viga}} + P_{\text{col}} + P_{\text{sobre losa}}$$

Tabla XVIII. **Resumen de cargas muertas en ambos niveles**

Nivel	Elemento	Peso	Total (ton)
2	Losa	144 069,12	331,67
	Viga	43 258,80	
	Columna	45 480,96	
	Muros	48 837,60	
	Pañuelos	50 024,00	
1	Losa	137 617,92	569,87
	Viga	43 258,80	
	Columna	195 471,36	
	Carga sobre losa	193 525,20	
<b>PESO TOTAL (ton)</b>			<b>901,54</b>

Fuente: elaboración propia.

- Cargas vivas de ambos niveles

Uso	W <sub>uso</sub>	
Oficina	250	kg/cm <sup>2</sup>
Pasillos	300	kg/cm <sup>2</sup>
Azotea sin acceso	100	kg/cm <sup>2</sup>
Bodega liviana	600	kg/cm <sup>2</sup>

$$P_{CV \text{ nivel } 2} = \text{área} * \text{cantidad de losas} * W_{uso}$$

Tabla XIX. **Resumen de cargas vivas para segundo nivel**

Tramo	Losa Tipo	# Losas	A <sub>losa</sub>	W <sub>uso</sub>	Peso (kg)
A-B	1	2	22,4	100	4 480
	2	4	29,4	100	11 760
B-C	3	2	16	100	3 200
	4	4	21	100	8 400
C-D	5	2	26,8	100	5 360
	6	4	35,175	100	14 070
<b>25 % CARGA VIVA (ton)</b>					<b>11,82</b>

Fuente: elaboración propia.

$$P_{CV \text{ nivel } 1} = \text{área} * \text{cantidad de losas} * W_{uso}$$

Tabla XX. **Resumen de cargas vivas para primer nivel**

Tramo	Losa Tipo	# Losas	A <sub>losa</sub>	W <sub>uso</sub>	Peso (kg)
A-B	1	1	22,4	250	5 600
	2	4	29,4	250	29 400
B-C	3	1	16	600	9 600
	4	4	21	300	25 200
	3	1	16	300	4 800
C-D	5	1	26	250	6 700
	6	1	35,175	300	10 552,5
	6	3	35,175	250	26 381,25
	5	1	26,8	300	8 040
25 % CARGA VIVA (ton)					31,57

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXI se muestra un resumen del peso total de la estructura, respecto al cien por ciento (100 %) de cargas muertas y un veinticinco por ciento (25 %) de las cargas vivas.

$$P = P_{CM \text{ nivel } 2} + P_{CV \text{ nivel } 1} + P_{CM \text{ nivel } 2} + P_{CV \text{ nivel } 1}$$

Tabla XXI. **Peso total de la estructura**

Nivel	Tipo de Carga	Peso	Peso Total (ton)
2	Muerta	331,67048	945
	Viva	11,8175	
1	Muerta	569,87328	
	Viva	31,5684375	

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de corte basal

$$V = C_s * P = 0,17 * 944929,70\text{kg} = 159,46 \text{ ton}$$

- Distribución vertical de fuerzas sísmicas (NSE 3-10 sección 2.2)

$$F_x = C_{vx} * V \quad C_{vx} = \frac{W_x * h_x^k}{\sum W_i * h_i^k}$$

Donde:

$W_i$  = peso de cada nivel

$h_i$  = altura de cada nivel medido desde la cimentación

$V$  = corte basal

$k = 1$ , para  $T_a \leq 0,5s$

$F_x$  = cortante de cedencia en el nivel "x" de la edificación

Tabla XXII. **Distribución vertical de fuerzas sísmicas**

Nivel	$W_i$ (ton)	$h$ (m)	$W_i * h_x$	$C_{vx}$	$V$ (ton)	$F_x$ (ton)
3	0	0	0	0	0	0
2	343,49	10,2	3 503,6	0,4844	159,46	77,244
1	601,44	6,2	3 728,9	0,5156	159,46	82,213
Total	944,93		7 232,5			159,460

Fuente: elaboración propia.

- Fuerzas por marco

La distribución de cargas sísmicas dependerá de la existencia o no de la simetría estructural, ya que de existir diferencia entre el centro de rigidez y el

centro de masa la capacidad torsional del edificio se verá afectado y experimentará una fuerza de marco mayor.

La fuerza sísmica se distribuye en los marcos dependiendo de su simetría estructural, si el espaciamiento entre marcos es simétrico la fuerza de un nivel se divide entre el número de marcos paralelos a la fuerza, pero cuando el espaciamiento de los marcos es asimétrico se debe realizar un cálculo de distribución de la fuerza horizontal para cada marco, de manera proporcional.

- Centro de masa

El centro de masa de la estructura es un par de ejes coordenados con base en los elementos estructurales que resisten las fuerzas horizontales, tales como columnas, muros, y vigas; en este caso los muros no resistirán fuerza, por lo que no se tomarán en cuenta en el cálculo.

$$C_{mx} = \frac{\sum(W_i) \cdot (x_i)}{\sum W_i} \quad C_{my} = \frac{\sum(W_i) \cdot (y_i)}{\sum W_i}$$

Donde:

$C_{mx}$  = centroide de masa de la estructura en el eje X(m)

$C_{my}$  = centroide de masa de la estructura en el eje Y(m)

$W_i$  = peso concentrado en el elemento (kg)

$x_i$  = distancia del elemento estructural en el eje X (m)

$y_i$  = distancia del elemento estructural en el eje Y (m)

Tabla XXIII. Centro de masa segundo nivel

Losa	Area (m <sup>2</sup> )	W <sub>CM</sub> (kg)	W <sub>CV</sub> (kg)	W <sub>TOTAL</sub> (kg)	L <sub>x</sub> (m)	W <sub>i</sub> *L <sub>ix</sub>	L <sub>y</sub> (m)	W <sub>i</sub> *L <sub>iy</sub>
1	22	8 691	2 240	10 931	3	30 607	27	295 142
2	16	6 208	1 600	7 808	8	59 341	27	210 816
3	27	10 398	2 680	13 078	13	169 365	27	353117
4	29	11 407	2 940	14 347	3	40 172	22	321 090
5	21	8 148	2 100	10 248	8	77 885	22	229 350
6	35	13 648	3 518	17 165	13	222 292	22	384 162
7	29	11 407	2 940	14 347	3	40 172	17	245 768
8	21	8 148	2 100	10 248	8	77 885	17	175 548
9	35	13 648	3 518	17 165	13	222 292	17	294 043
10	29	11 407	2 940	14 347	3	40 172	12	170 445
11	21	8 148	2 100	10 248	8	77 885	12	121 746
12	35	13 648	3 518	17 165	13	222 292	12	203 925
13	29	11 407	2 940	14 347	3	40 172	7	95 122
14	21	8 148	2 100	10 248	8	77 885	7	67 944
15	35	13 648	3 518	17 165	13	222 292	7	113 807
16	22	8 691	2 240	10 931	3	30 607	2	21 862
17	16	6 208	1 600	7 808	8	59 341	2	15 616
18	27	10 398	2 680	13 078	13	169 365	2	26 157
TOTAL				230 678	140	1 880 022	261	3 345 660

Fuente: elaboración propia.

$$C_{mx} = \frac{1\ 880\ 022}{230\ 677} \quad C_{my} = \frac{3\ 345\ 660}{230\ 677}$$

$$C_{mx} = 8,15\ m \quad C_{my} = 14,50\ m$$

Tabla XXIV. Centro de masa primer nivel

Losa	Area (m <sup>2</sup> )	W <sub>CM</sub> (kg)	W <sub>CV</sub> (kg)	W <sub>TOTAL</sub> (kg)	L <sub>x</sub> (m)	W <sub>i</sub> *L <sub>ix</sub>	L <sub>y</sub> (m)	W <sub>i</sub> *L <sub>iy</sub>
1	22	15 523	5 600	21123	3	59 145	27	570 326
2	16	11 088	9 600	20 688	8	157 229	27	558 576
3	27	18 572	16 080	34 652	13	448 749	27	935 615
4	29	20 374	7 350	27 724	3	77 628	22	620 468
5	21	14 553	6 300	20 853	8	158 483	22	466 690
6	35	24 376	10 553	34 929	13	452 328	22	781 706
7	29	20 374	7 350	27 724	3	77 628	17	474 916
8	21	14 553	6 300	20 853	8	158 483	17	357 212
9	35	24 376	8 794	33 170	13	429 552	17	568 203
10	29	20 374	7 350	27 724	3	77 628	12	329 363
11	21	14 553	6 300	20 853	8	158 483	12	247 734
12	35	24 376	8 794	33 170	13	429 552	12	394 060
13	29	20 374	7 350	27 724	3	77 628	7	183 811
14	21	14 553	6 300	20 853	8	158 483	7	138 255
15	35	24 376	8 794	33 170	13	429 552	7	219 917
16	0	0	0	0	3	0	2	0
17	16	11 088	4 800	15 888	8	120 749	2	31 776
18	27	18 572	8 040	26 612	13	344 631	2	53 225
TOTAL				447 712	140	3 815 927	261	6 931 853

Fuente: elaboración propia.

$$C_{mx} = \frac{3\,815\,927}{447\,712} \quad C_{my} = \frac{6\,931\,853}{447\,712}$$

$$C_{mx} = 8,52 \text{ m} \quad C_{my} = 15,48 \text{ m}$$

- Centro de rigidez

Consiste en un par de ejes coordenados con base en los elementos estructurales verticales que actúan en la estructura, tales como columnas y muros de corte, en el presente diseño no existen muros de corte, por lo que solamente se aplicará a las columnas.

$$CR_x = \frac{\sum K_{iy} * X_i}{\sum K_{iy}} \quad CR_y = \frac{\sum K_{iy} * X_i}{\sum K_{iy}}$$

La rigidez de los elementos dependerá del tipo de estructura que se esté analizando, las ecuaciones para el cálculo de rigideces pueden ser las siguientes:

- Voladizo, se refiere a edificios de un nivel o a los últimos niveles de edificios multiniveles. O también para muros y columnas en voladizo.

$$K_c = \frac{1}{\frac{F * h^3}{3 * E_c * I} + \frac{1,2 * F * h}{A * G}}$$

Donde:

F = fuerza actuante en el nivel (kg)

h = altura de columnas (cm)

I = inercia de la sección (cm<sup>4</sup>)

G = módulo de cortante G=0,4E<sub>c</sub>

E<sub>c</sub> = módulo de elasticidad del concreto E<sub>c</sub> = 15 100\*√f'c

A = área de la sección (cm<sup>2</sup>)

- Doblemente empotrado: se refiere a los primeros niveles o niveles intermedios de edificios multiniveles. O para muros y columnas doblemente empotrados.

$$K_c = \frac{1}{\frac{F * h^3}{12 * E_c * I} + \frac{1,2 * F * h}{A * G}}$$

Tabla XXV. **Rigidez de los elementos**

Fuerza $F_{N1}$ =	92 108,04	$h_{N1}$ =	400	$I$ =	1 080 000
Fuerza $F_{N2}$ =	82 158,42	$h_{N2}$ =	620	$E_c$ =	252 671,33
$G$ =	101 068,531	$A$ =	3 600		
$K_{C1}$ =	0,52	$K_{C2}$ =	0,04		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Centro de rigidez en segundo nivel**

CENTRO DE RIGIDEZ - NIVEL 2X						
Marco	#Col	$K_c(\text{cm}^{-1})$	$K_m(\text{cm}^{-1})$	L (m)	$K_m \cdot L$	CRx  8,00
E	4	0,042	0,1661	0,00	0	
F	4	0,042	0,1661	6,00	1,00	
G	4	0,042	0,1661	10,00	1,66	
H	4	0,042	0,1661	16,00	2,66	

CENTRO DE RIGIDEZ - NIVEL 2Y						
Marco	#Col	$K_c(\text{cm}^{-1})$	$K_m(\text{cm}^{-1})$	L (m)	$K_m \cdot L$	CRy  14,50
1	7	0,042	0,2906	0	0,00	
2	7	0,042	0,2906	4	1,2	
3	7	0,042	0,2906	9,25	2,7	
4	7	0,042	0,2906	14,5	4,2	
5	7	0,042	0,2906	19,75	5,7	
6	7	0,042	0,2906	25	7,3	
7	7	0,042	0,2906	29	8,4	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. Centro de rigidez en primer nivel

CENTRO DE RIGIDEZ - NIVEL 1X						
Marco	#Col	Kc(cm <sup>-1</sup> )	Km(cm <sup>-1</sup> )	L (m)	Km*L	CRx  8,00
E	4	0,520	2,0815	0,00	0,00	
F	4	0,520	2,0815	6,00	12,49	
G	4	0,520	2,0815	10,00	20,81	
H	4	0,520	2,0815	16,00	33,30	

CENTRO DE RIGIDEZ - NIVEL 1Y						
Marco	#Col	Kc(cm <sup>-1</sup> )	Km(cm <sup>-1</sup> )	L (m)	Km*L	CRy  14,50
1	7	0,520	3,6426	0	0,00	
2	7	0,520	3,6426	4	14,57	
3	7	0,520	3,6426	9,25	33,69	
4	7	0,520	3,6426	14,5	52,82	
5	7	0,520	3,6426	19,75	71,94	
6	7	0,520	3,6426	25	91,07	
7	7	0,520	3,6426	29	105,64	

Fuente: elaboración propia.

- Excentricidad

Se define como excentricidad a la distancia generada a partir de la resta entre la distancia horizontal y vertical del centro de masa, donde las fuerzas provocadas por un sismo son aplicadas a la estructura, y el centro de rigidez, donde pasa el eje rotacional.

$$e_x = C_{mx} - C_{rx} \qquad e_y = C_{my} - C_{ry}$$

N1	$e_x = 8,523 - 7,875 = 0,648$
	$e_y = 15,48 - 14,50 = 0,98$
N2	$e_x = 8,150 - 7,875 = 0,275$
	$e_y = 14,50 - 14,50 = 0,00$

- Excentricidad de diseño

$$e_{\text{diseño}} = (e_{\text{real}}) + 0,05 * B \quad B = \text{Longitud del eje afectado}$$

N1	$e_x \text{ diseño} =$	0,65	+	$0,05 * 16,30$	$=$	1,46
	$e_y \text{ diseño} =$	0,98	+	$0,05 * 16,30$	$=$	1,80
N2	$e_x \text{ diseño} =$	0,28	+	$0,05 * 29,00$	$=$	1,73
	$e_y \text{ diseño} =$	0,00	+	$0,05 * 29,00$	$=$	1,45

- Distribución de fuerzas por marco

El cálculo de la fuerza que llega a cada marco se realiza por medio de la suma algebraica de la fuerza de torsión  $F_i''$  (fuerza rotacional) y la fuerza directamente proporcional a la rigidez de los marcos  $F_i'$  (fuerza traslacional).

$$E_i = \frac{\sum(K_m * d_i^2)}{K_m * d_i}$$

$$F_i' = \frac{K_m * F}{\sum K_m}$$

$$F_i'' = \frac{e * F}{E_i}$$

$$F_m = F_i' + F_i''$$

Donde:

$E_i$  = relación entre rigideces y brazo de palanca de marco

$K_m$  = rigidez del marco analizado

$\sum K_m$  = sumatoria de rigideces de marcos paralelos a la carga

$d_i$  = distancia del Cr al eje de marco considerado

$F$  = fuerza de marco por nivel

$F_i'$  = fuerza o corte traslacional

$F_i''$  = fuerza o corte inducido por sismo

$e$  = excentricidad.

Tabla XXVIII. **Fuerzas por marco eje X en ambos niveles**

Eje	$K_m$	$d_i$	$K_m \cdot d_i$	$K_m \cdot d_i^2$	$E_i$		
A	4	-8	-32	248	-18		
B	4	-2	-9	21	-62		
C	4	2	7	12	82		
D	4	8	34	284	17		
NIVEL 1			NIVEL 2				
$e_x$ diseño=	1	$F_{N1} =$	90,434	$e_x$ diseño=	2	$F_{N2} =$	84,969
Eje	$F_i'$	$F_i''$	$F_m$	Eje	$F_i'$	$F_i''$	$F_m$
A	20,553	-6,716	13,838	A	19,311	-7,439	11,872
B	20,553	-1,943	18,610	B	19,311	-2,152	17,159
C	20,553	1,466	22,019	C	19,311	1,624	20,935
D	20,553	7,176	27,729	D	19,311	7,949	27,260
$F_{MAXIMA N1} =$			<b>27,729</b>	$F_{MAXIMA N2} =$			<b>27,260</b>

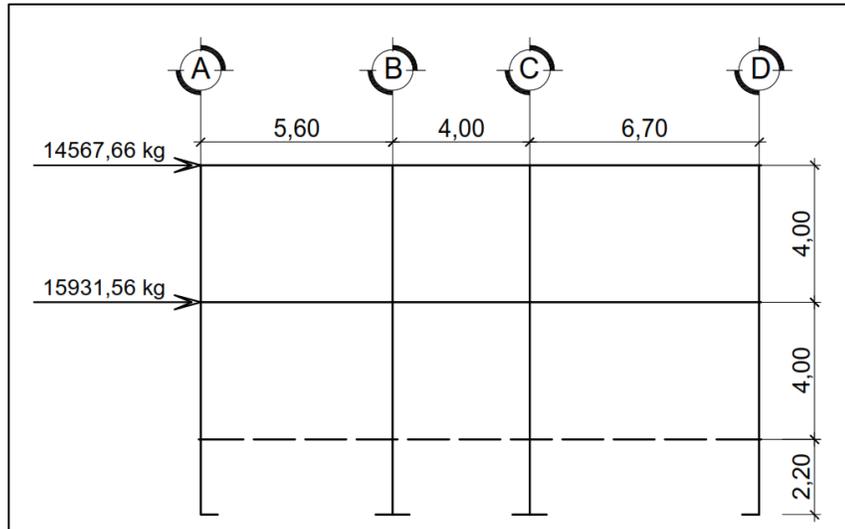
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Fuerzas por marco eje Y en ambos niveles**

FUERZAS POR MARCO EJE Y - AMBOS NIVELES							
Eje	$K_m$	$d_i$	$K_m \cdot d_i$	$K_m \cdot d_i^2$	$E_i$		
1	7	15	102	1,472	48		
2	7	11	74	772	66		
3	7	5	37	193	133		
4	7	-5	-37	193	-133		
5	7	-11	-74	772	-66		
6	7	-15	-102	1,472	-48		
NIVEL 1			NIVEL 2				
$e_y$ diseño=	2	$F_{N1} =$	90,434	$e_y$ diseño=	1	$F_{N2} =$	84,969
Eje	$F_i'$	$F_i''$	$F_m$	Eje	$F_i'$	$F_i''$	$F_m$
1	13,702	3,079	15,932	1	12,874	2,339	15,213
2	13,702	2,229	15,932	2	12,874	1,694	14,568
3	13,702	1,115	14,817	3	12,874	847	13,721
4	13,702	-1,115	12,587	4	12,874	-847	12,027
5	13,702	-2,229	11,473	5	12,874	-1,694	11,180
6	13,702	-3,079	10,623	6	12,874	-2,339	10,535
$F_{MAXIMA N1} =$			<b>16,781</b>	$F_{MAXIMA N2} =$			<b>15,213</b>

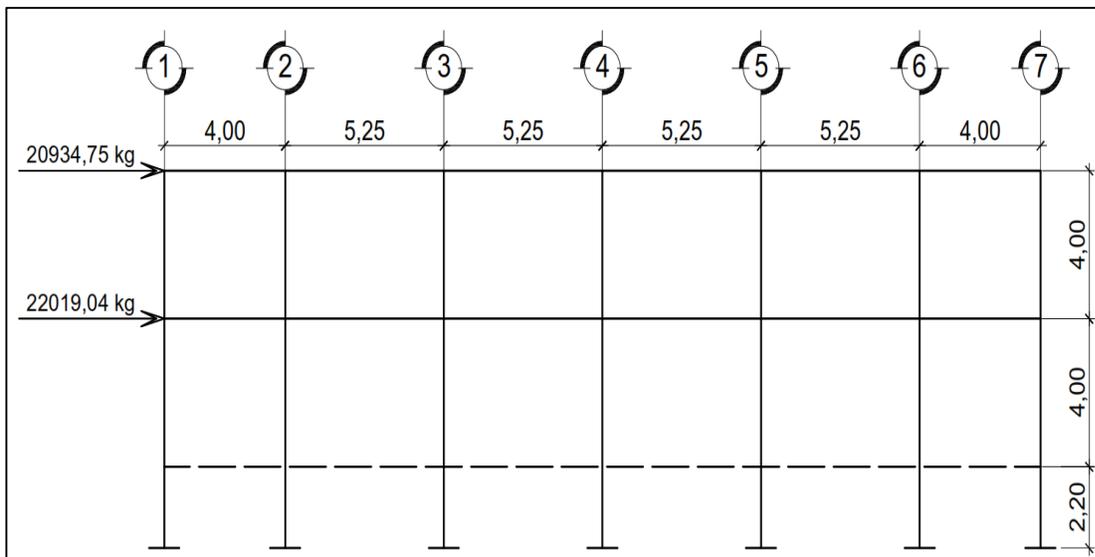
Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Fuerzas por marco en sentido X**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Figura 24. **Fuerzas por marco en sentido Y**



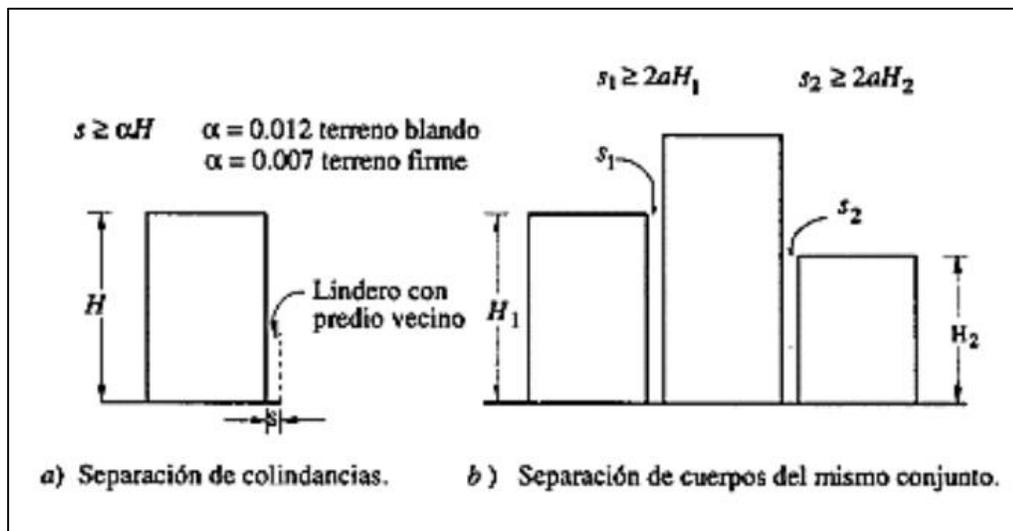
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

- Distancia entre junta sísmica

Cuando se tienen dos o más edificios en un mismo terreno y estos estarán cerca uno del otro, es importante tomar en cuenta la separación que existirá entre ellos, esta es llamada junta sísmica. Esta junta sirve para evitar que éstos choquen entre sí al momento de sufrir un movimiento causado por sismo. Los edificios que más problema podrían causar son los edificios demasiado altos y sobre todo cuando se encuentran en terrenos blandos.

Existen diversas recomendaciones que proponen una separación mínima entre dos edificios dependiendo de su altura o punto posible de contacto más alto. Las Normas del reglamento de construcciones para el distrito federal - RCDF- establecen un valor más conservador, tomando en consideración el tipo de terreno sobre el cual se encuentra la edificación y la altura del mismo.

Figura 25. **Espacio entre junta sísmica**



Fuente: BAZAN, Enrique; MELI, Roberto. *Diseño sísmico de edificios* p. 181.

Según la imagen anterior el espaciamiento correspondiente para cada junta sísmica estará dado por:

$$S \geq 2 * \alpha * H_T$$

Donde:

$S$  = espaciamiento de la junta sísmica.

$\alpha$  = factor que considera las condiciones del suelo donde se apoyarán las estructuras  $\alpha=0,007$  para suelo uniforme,  $\alpha=0,012$  para suelo blando.

$H_T$  = altura total de la edificación en m.

Entonces:

$$S \geq 2 * \alpha * H_T$$

$$S \geq 2 * 0,012 * (4 * 2niveles)$$

$$S \geq 0,192$$

Del resultado obtenido, se tomará como espaciamiento de junta sísmica una distancia correspondiente a  $S = 0,20\text{m}$ .

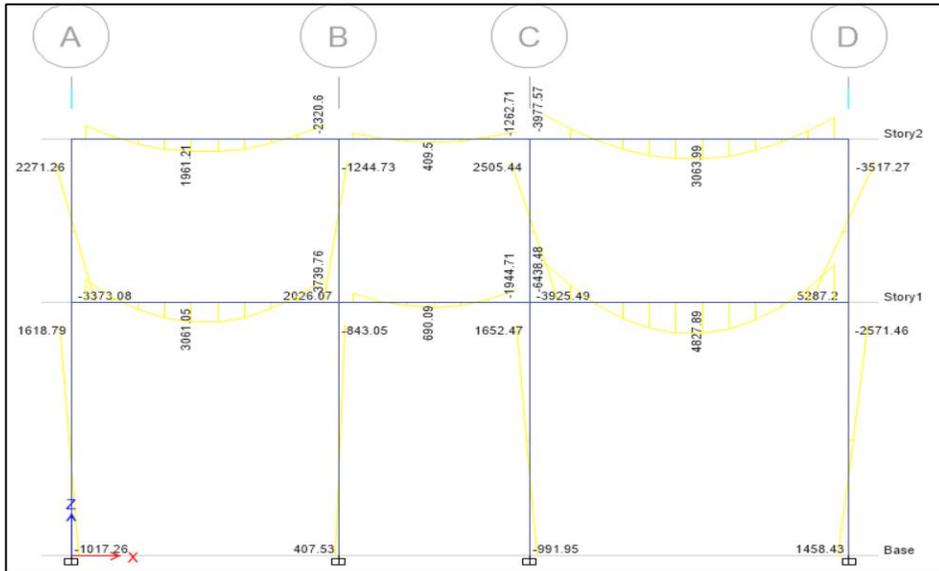
#### **2.1.5.4. Análisis de marcos dúctiles utilizando software ETabs 2013 y comprobación por el método de distribución de momentos**

El análisis estructural de los marcos dúctiles con nudos rígidos, fue realizado por el método de Kani, debido a que el método de distribución de momentos para edificios de más de un nivel es poco conservador, en comparación a como lo es el método de Kani. Este método se basa en la distribución de momentos a los extremos de los marcos y a los miembros adyacentes en un número de iteraciones repetitivas a modo de llegar a un equilibrio natural; este método realiza dos suposiciones, la primera que se realiza una variación al suponer que la estructura posee marcos con ladeo y que utiliza esto para calcular las reacciones de cargas horizontales, la segunda es que la estructura posee nudos rígidos, es decir marcos sin ladeo y lo usa para determinar las reacciones verticales provocadas por cargas vivas y muertas.

El análisis de marcos dúctiles en el programa de análisis y diseño estructural ETabs 2013, se realizó de una forma bidimensional de los marcos críticos de cada edificio de la edificación, esto con el fin de obtener resultados cercanos a los que se obtengan del diseño por medio de Kani.

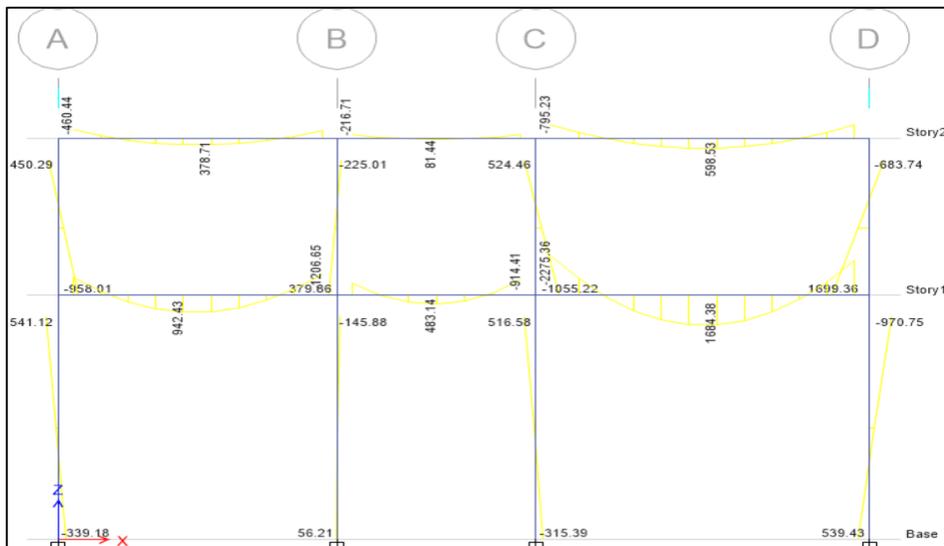
A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos en el análisis de marcos estructurales utilizando el programa de diseño estructural ETabs 2013. Los marcos críticos tomados para el análisis fueron el marco 2 en Y y el C en X.

Figura 26. **Momentos de ETabs, por carga muerta Marco 2 – Eje Y**



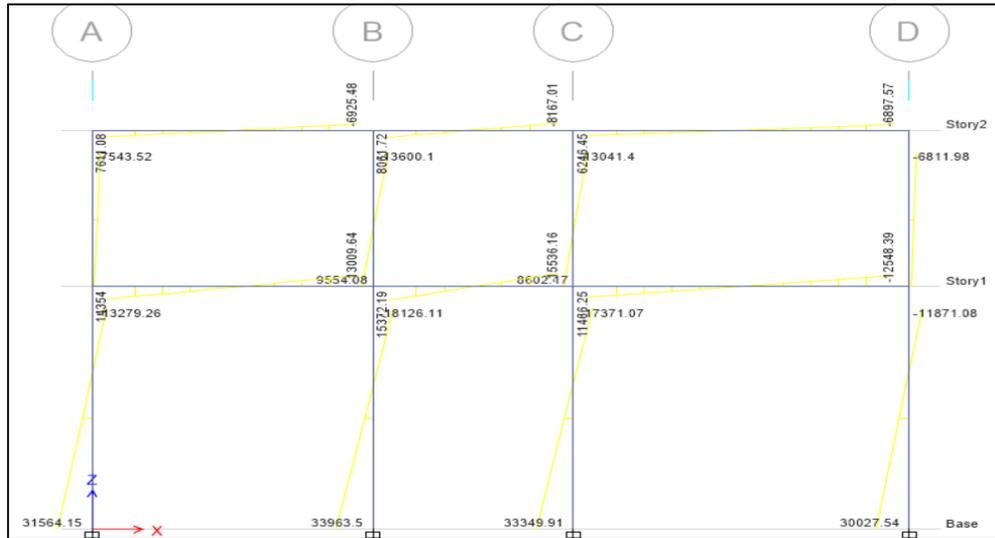
Fuente: elaboración propia, empleando ETabs 2013.

Figura 27. **Momentos de ETabs, por carga viva Marco 2 – Eje Y**



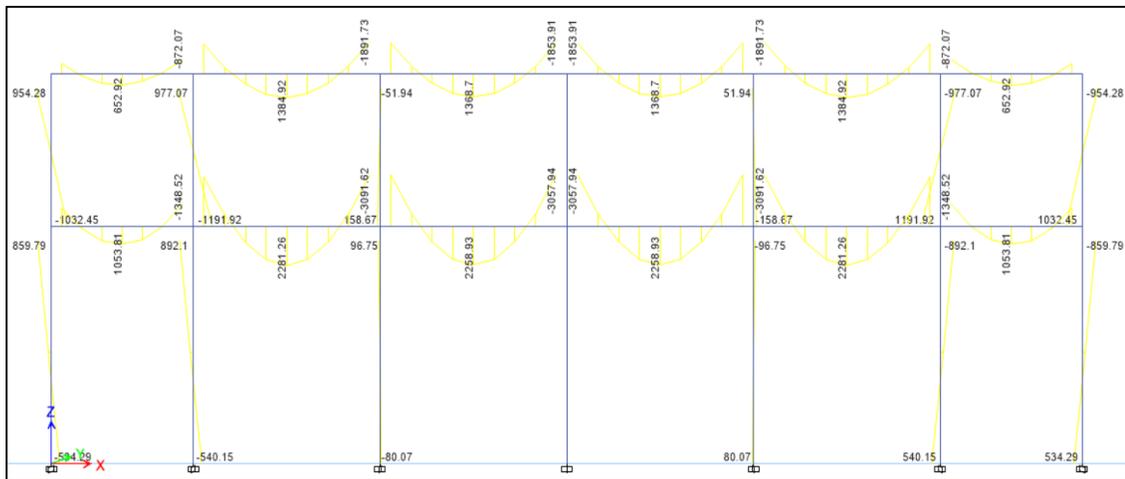
Fuente: elaboración propia, empleando ETabs 2013.

Figura 28. **Momentos de ETabs, carga sismo en Marco 2 – Eje Y**



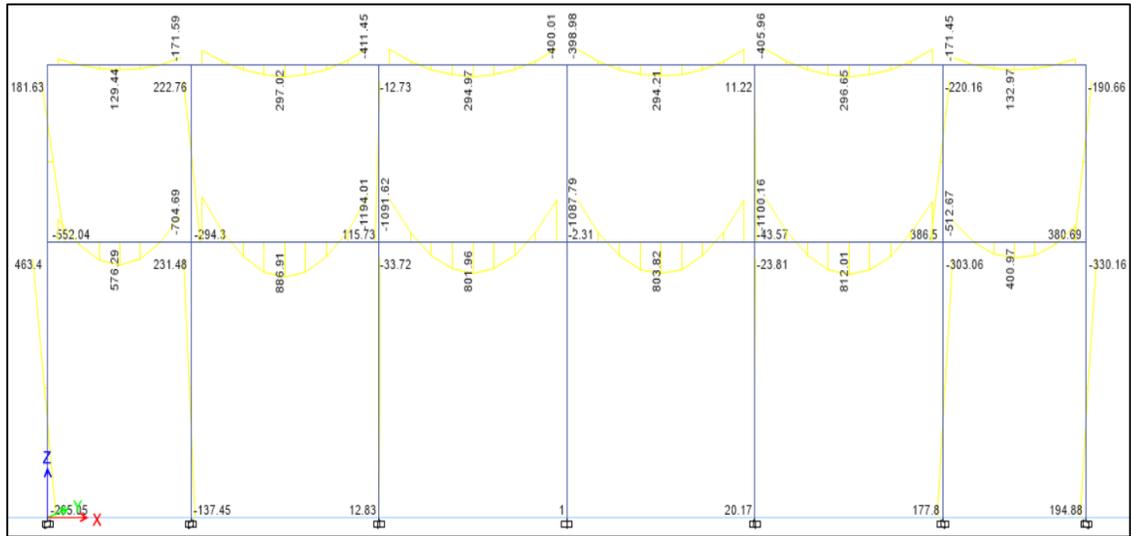
Fuente: elaboración propia, empleando ETabs 2013.

Figura 29. **Momentos de ETabs, carga muerta en Marco C – Eje X**



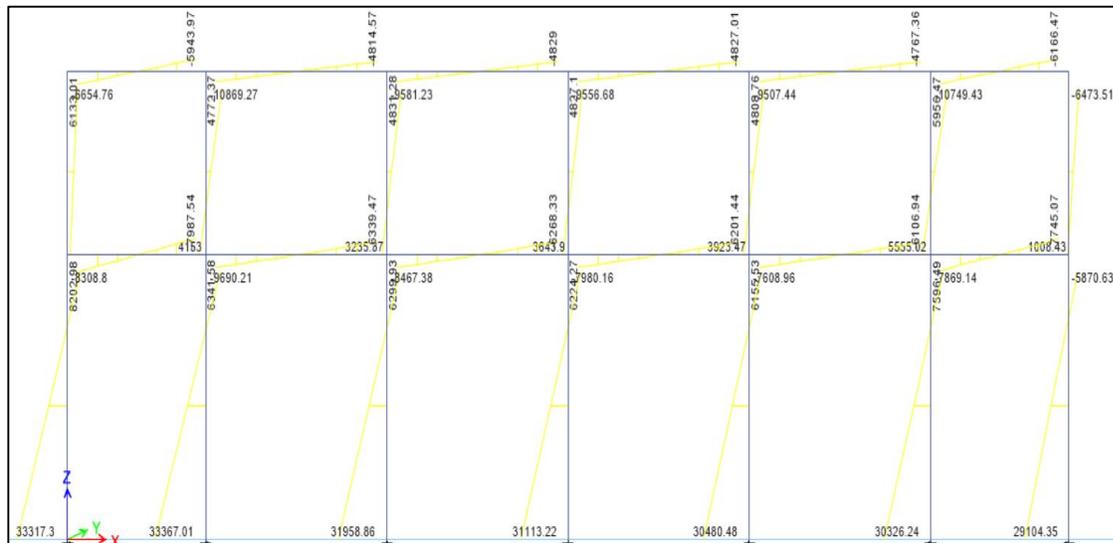
Fuente: elaboración propia, empleando ETabs 2013.

Figura 30. **Momentos de ETabs, carga viva en Marco C – Eje X**



Fuente: elaboración propia, empleando ETabs 2013.

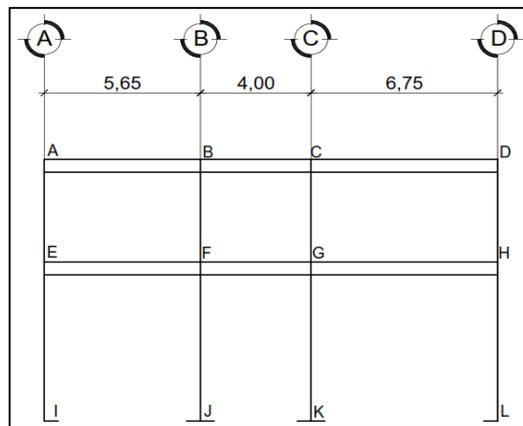
Figura 31. **Momentos de ETabs por carga sismo en Marco C – Eje X**



Fuente: elaboración propia, empleando ETabs 2013.

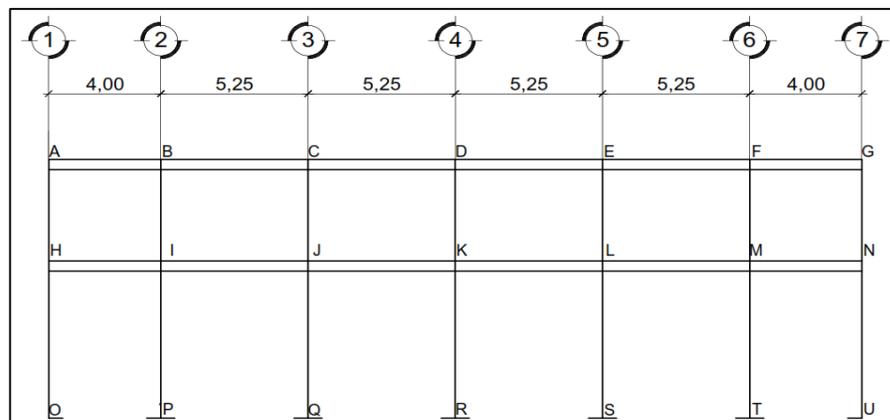
Para realizar la comparación de resultados obtenidos con el programa ETabs 2013 con los obtenidos con el método de Kani, se tomarán los datos mostrados en las figuras 25, 26, 27, 28, 29 y 30; se comparará cada resultado tomando como valor 100 % los resultados obtenidos en ETabs 2013.

Figura 32. **Ubicación de nudos en Marco 2 – Eje Y**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Figura 33. **Ubicación de nudos en Marco C – Eje X**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Tabla XXX. **Comparación ETabs – Kani, Marco C – Nivel 2**

	X	KANI			ETABS			% ERROR		
		muerta	viva	sismo	muerta	viva	sismo	muerta	viva	sismo
A-B	0,25	689,91	170,25	7 393,64	636,96	147,53	6 133,01	8 %	8 %	10 %
	3,75	994,18	192,87	7 149,59	872,07	171,59	5 943,97	10 %	7 %	9 %
B-C	X	Muerta	Viva	Sismo	muerta	viva	sismo	muerta	viva	sismo
	0,25	1 904,96	406,36	5 291,74	1 758,32	373,26	4 772,37	8 %	9 %	10 %
	4,9	1741,95	378,65	5 351,11	1 891,73	411,45	4 814,57	8 %	8 %	10 %
C-D	X	Muerta	Viva	Sismo	muerta	viva	sismo	muerta	viva	sismo
	0,25	1 988,44	422,85	5 419,76	1 828,57	388,82	4 831,28	9 %	9 %	9 %
	4,9	1 708,20	368,37	5 417,35	1 853,91	400,01	4829	8 %	8 %	7 %
D-E	X	Muerta	Viva	Sismo	muerta	viva	sismo	muerta	viva	sismo
	0,25	1 984,24	426,78	5 417,38	1 853,91	398,98	4 827,1	7 %	7 %	8 %
	4,9	1 712,23	367,01	5 419,87	1 828,57	391,35	4 827,01	6 %	6 %	9 %
E-F	X	Muerta	Viva	Sismo	muerta	viva	sismo	muerta	viva	sismo
	0,25	2 020,51	432,09	5 352,21	1 891,73	405,96	4 808,76	7 %	6 %	10 %
	4,9	1 631,27	355,13	5 292,48	1 758,32	379,49	4 767,36	7 %	6 %	10 %
F-G	X	Muerta	Viva	Sismo	muerta	viva	sismo	muerta	viva	sismo
	0,25	994,18	192,04	7 136,75	872,07	171,45	5 956,47	10 %	12 %	9 %
	3,75	689,91	158,56	7 371,26	636,96	140,61	6 288,33	8 %	13 %	9 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Comparación ETabs-Kani, Marco C – Nivel 1**

	X	KANI			ETABS			% ERROR		
		muerta	viva	sismo	muerta	viva	sismo	muerta	viva	sismo
H-I	0,25	1 148,62	617,22	11 606,60	1 121,62	599,23	9 841,25	2 %	3 %	11 %
	3,75	1 598,32	820,33	11 307,53	1 348,52	704,69	9 586,2	9 %	6 %	9 %
I-J	X	Muerta	Viva	Sismo	muerta	viva	sismo	muerta	viva	sismo
	0,25	3 161,05	1 252,84	8 428,54	2 970,93	1 168,44	7 956,24	6 %	7 %	6 %
	4,9	2 880,23	1 103,59	8 504,61	3 091,62	1 194,01	8 124,2	7 %	8 %	5 %
J-K	X	Muerta	Viva	Sismo	muerta	Viva	sismo	muerta	viva	sismo
	0,25	3 289,86	1 181,26	8 593,72	3 049,28	1 091,62	7 685,25	8 %	8 %	9 %
	4,9	2 827,59	1 002,23	8 591,60	3 057,94	1 085,97	7 652,85	8 %	8 %	8 %
K-L	X	Muerta	Viva	Sismo	muerta	Viva	sismo	muerta	viva	sismo
	0,25	3 284,47	1 168,37	8 591,46	3 057,94	1 087,79	7 649,65	7 %	7 %	8 %
	4,9	2 832,75	1 008,64	8 593,48	3 049,28	1 086,08	7 664,89	7 %	7 %	10 %
L-M	X	Muerta	Viva	Sismo	muerta	Viva	sismo	muerta	viva	sismo
	0,25	3 341,09	1 189,21	8 388,40	3 091,62	1 100,18	7 998,58	8 %	8 %	5 %
	4,9	2 707,81	963,07	8 368,54	2 970,93	1 057,33	7 854,12	9 %	9 %	7 %
M-N	X	Muerta	Viva	Sismo	muerta	Viva	sismo	muerta	viva	sismo
	0,25	1 598,31	606,78	11 320,99	1 348,52	512,67	9 758,45	9 %	8 %	9 %
	3,75	1 148,62	427,22	11 624,59	1 121,62	419,39	9 985,69	2 %	2 %	11 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Comparación ETabs-Kani, Marco 2 – Nivel 2**

		KANI			ETABS			% ERROR			
A-B	X	muerta	viva	sismo	muerta	viva	sismo	muerta	viva	sismo	
		0.25	2 278,75	488,32	8 284,78	2 110,78	460,44	7 611,08	8 %	6 %	9 %
	5.25	2 210,27	425,15	7 709,64	2 320,6	438,97	6 925,48	5 %	3 %	8 %	
B-C	X	muerta	Viva	Sismo	muerta	viva	sismo	muerta	viva	sismo	
		0.25	1 030,32	202,45	9 937,12	1 055,67	216,71	8 061,72	2 %	7 %	6 %
		3.75	1 449,50	243,66	10 020,97	1 262,71	198,42	8 167,01	9 %	3 %	5 %
C-D	X	Muerta	Viva	Sismo	muerta	viva	sismo	muerta	viva	sismo	
		0.25	4 198,60	842,98	6 612,23	3 977,57	795,23	6 246,45	6 %	6 %	6 %
		6.45	3 878,85	851,23	7 119,64	3 528,49	776,62	6 897,57	10 %	10 %	3 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Comparación de resultados ETabs-Kani, Marco 2 – Nivel 1**

		KANI			ETABS			% ERROR			
E-F	X	muerta	viva	sismo	muerta	viva	sismo	muerta	viva	sismo	
		0,25	3 745,74	1,116,30	15 753,96	3 537,71	1 060,87	14 354	6 %	5 %	7 %
	5,25	3 556,35	1 154,05	14 622,52	3 739,76	1 206,65	13 009,64	5 %	4 %	1 %	
F-G	X	Muerta	Viva	Sismo	muerta	viva	Sismo	muerta	viva	sismo	
		0,25	1 583,12	750,36	18 784,76	1 575,4	720,31	15 372,19	0 %	4 %	8 %
		3,75	2 212,05	1 037,66	18 947,99	1 944,1	914,41	15 536,16	1 %	3 %	7 %
G-H	X	Muerta	viva	Sismo	muerta	viva	Sismo	muerta	viva	sismo	
		0,25	6 810,71	2 409,59	12 553,59	6 438,48	2 275,36	11 466,25	6 %	6 %	9 %
		6,45	6 401,18	2 170,15	13,555,43	5 980,72	2,032,54	12 548,39	7 %	7 %	8 %

Fuente: elaboración propia.

El porcentaje de variación entre los análisis es considerado aceptable, el método de Kani es más conservador.

### **2.1.5.5. Momentos últimos por envolventes de momentos**

Los momentos últimos por la envolvente de momentos es una representación de los esfuerzos máximos que pueden darse al maximizar los efectos de carga muerta, viva y carga de sismo en las vigas y columnas. La Norma ACI 318-11 en su apéndice C proporciona factores para combinaciones específicas de carga, tomando en cuenta la probabilidad de que estas ocurran simultáneamente.

$$U_1 = 1,4 CM + 1,7CV \quad CM = \text{carga muerta}$$

$$U_2 = 0,75(1,4CM + 1,7CV + CS) \quad CV = \text{carga viva}$$

$$U_3 = 0,75(1,4CM + 1,7CV - CS) \quad CS = \text{carga de sismo}$$

$$U_4 = 0,9CM + CS$$

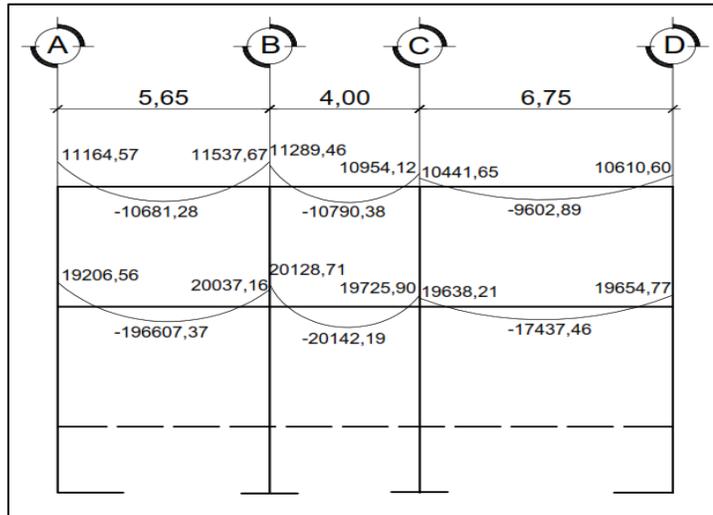
$$U_5 = 0,9CM - CS$$

### **2.1.5.6. Diagramas de momentos y cortes**

Al obtener valores críticos en la envolvente de momentos se puede formar el diagrama de momentos en vigas y columnas a utilizar para los diseños de elementos estructurales.

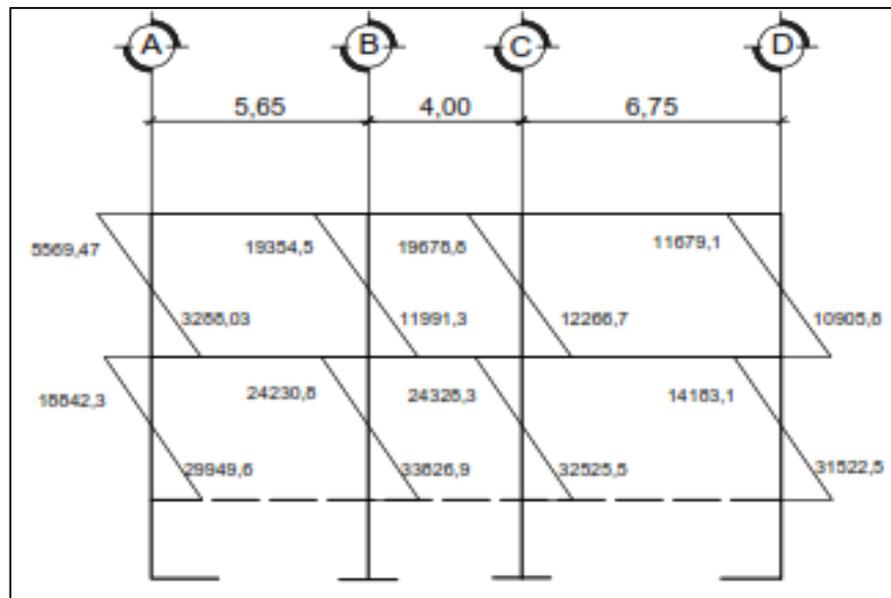
Los datos obtenidos en la envolvente de momentos se presentan en las figuras de la 34 a la 41

Figura 34. **Momentos últimos en vigas sentido Y (kg-m)**



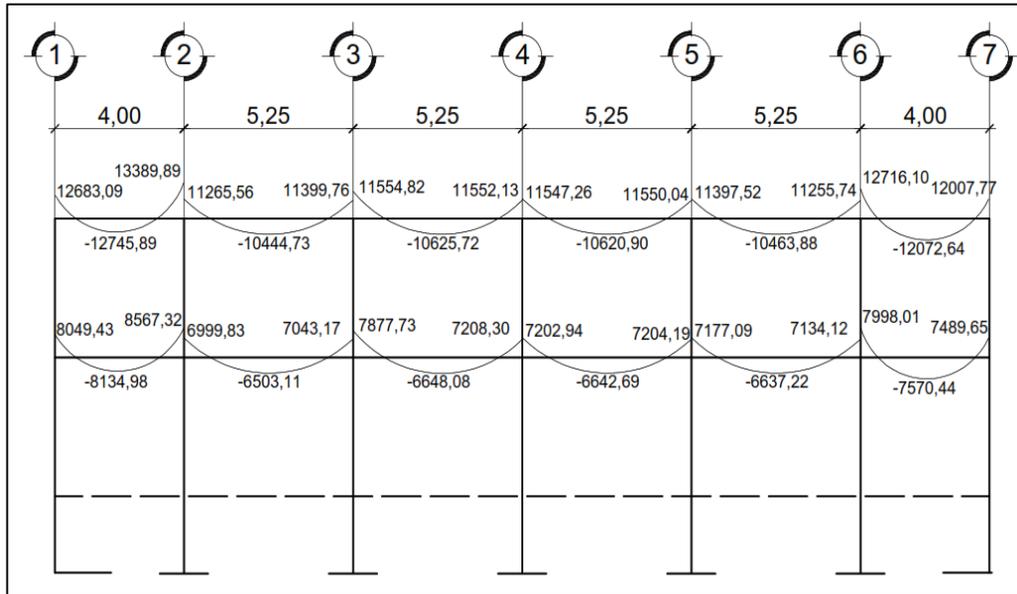
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Figura 35. **Momentos últimos en columnas sentido Y (kg-m)**



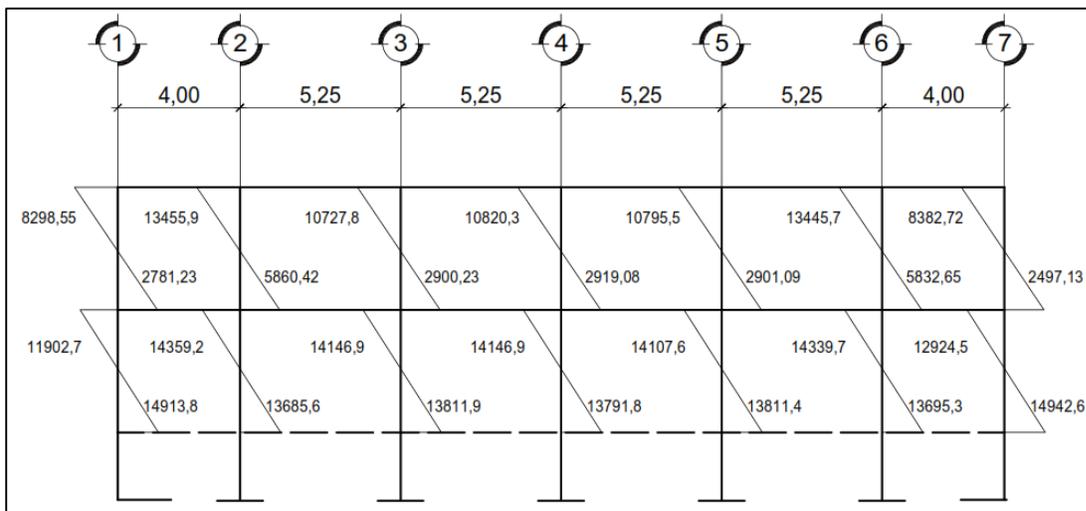
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Figura 36. **Momentos últimos en vigas sentido X (kg-m)**



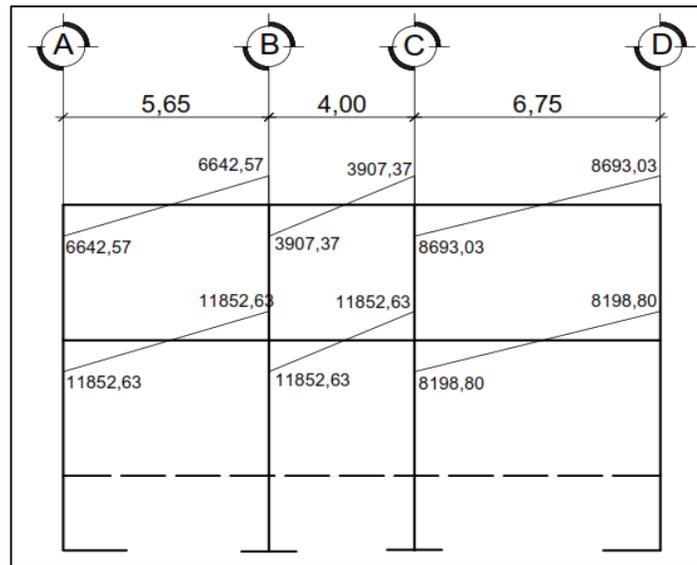
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD2017.

Figura 37. **Momentos últimos en columnas sentido X**



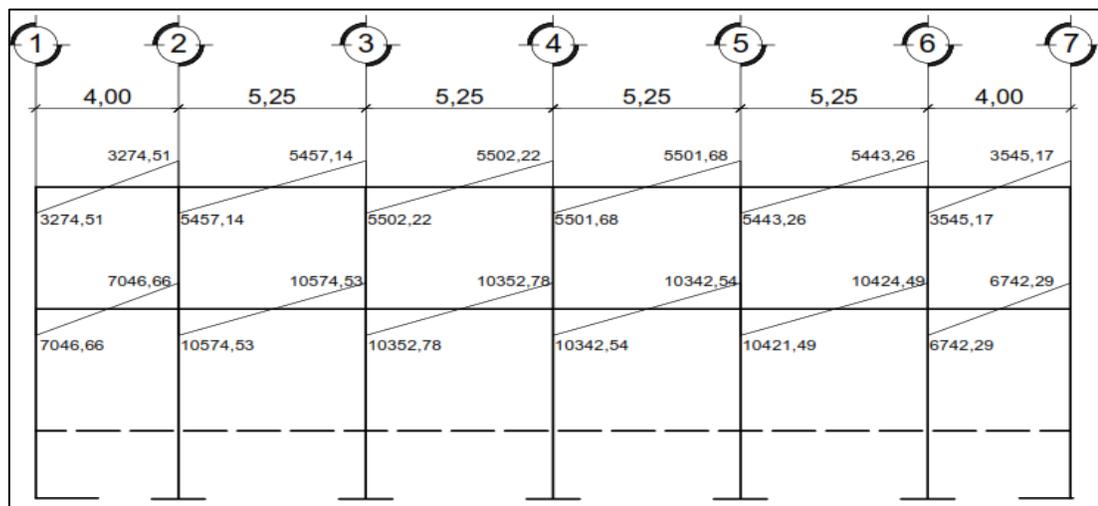
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Figura 38. **Cortantes últimos en vigas sentido Y**



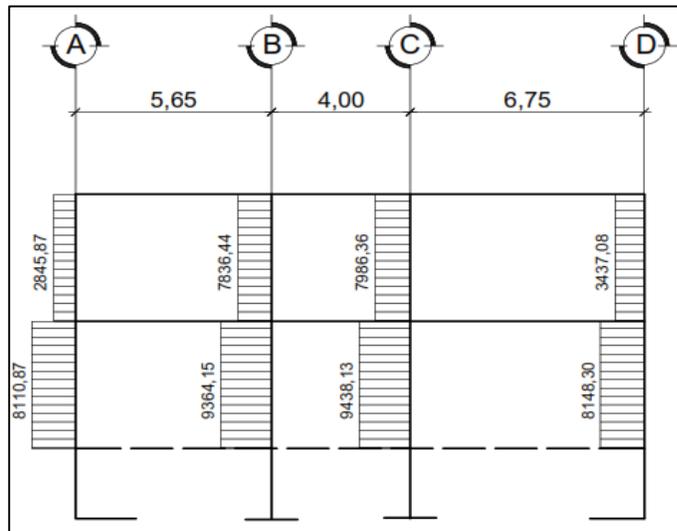
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Figura 39. **Cortantes últimos en vigas sentido Y**



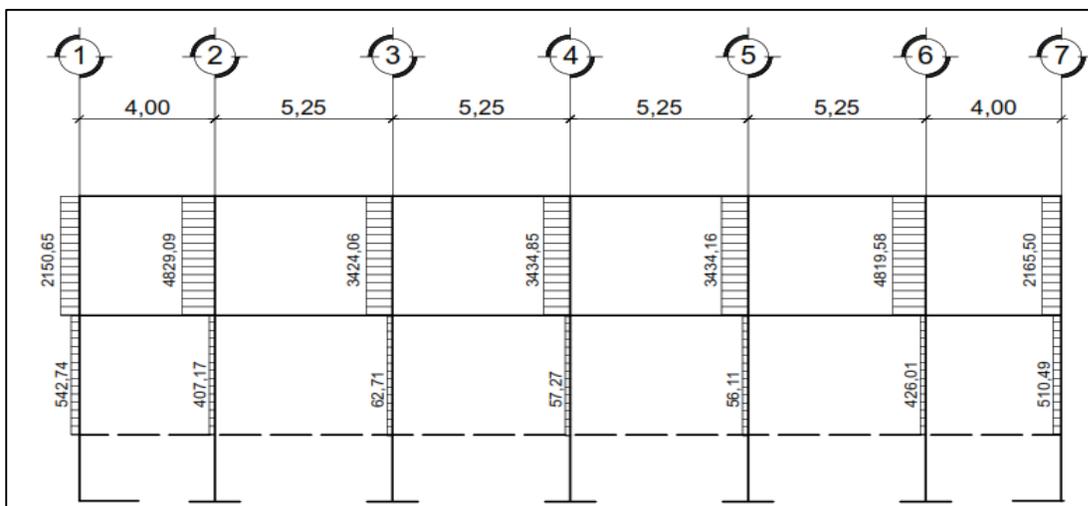
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Figura 40. Cortantes últimos en columnas sentido Y



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Figura 41. Cortantes últimos en columnas sentido X



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

## **2.1.6. Diseño estructural**

Todos los datos obtenidos del análisis estructural serán utilizados en esta sección, para el dimensionamiento final de los elementos estructurales. También se diseñarán los armados que se requieren para soportar los momentos que actuarán sobre cada elemento, a fin que éste sea funcional y resistente a los esfuerzos a los que será sometido cada elemento.

### **2.1.6.1. Diseño de losas**

Las losas son elementos que se utilizan para proporcionar superficies planas y útiles para el uso ambientes en una edificación. Es un elemento estructural que posee características necesarias para ser empleada como cubierta, protege de la intemperie y cuando es utilizada en un entrepiso son capaces de transmitir cargas verticales o como diafragmas pueden también transmitir cargas horizontales.

Existen varios métodos para el diseño de losas dependiendo los distintos códigos de construcción, utilizando el código ACI 318-11, el método que se puede utilizar es el método de coeficientes, también llamado método 3 propuesto en el ACI de 1963, pero que sigue siendo aplicable según la sección 13.5.1 del capítulo 13 del ACI 318-11. Este método simplifica el diseño, debido a que está basado en la continuidad de sus bordes. Como ejemplo se analizarán las losas del entrepiso del edificio A.

- Sentido en que trabaja la losa

El sentido en que la losa distribuye sus cargas depende del criterio de la relación entre el lado corto (a) y el lado largo (b) de la losa.

$$\frac{a}{b} \leq 0,50 ; \text{ Losa en un sentido}$$

$$\frac{a}{b} \geq 0,50 ; \text{ Losa en dos sentidos}$$

Por ejemplo, la losa 1 del edificio A:

$$a = 4,00 \quad b = 5,60$$

$$\frac{a}{b} = \frac{4,00}{5,60} = 0.701 \rightarrow \text{ Losa en dos sentidos}$$

- Espesor de losa

El espesor de losa fue calculado en la sección de predimensionamiento de los elementos, en la sección 2.5.1.1, tabla VI.

$$t_{losa} = 0,12m$$

- Cálculo de momentos

Los momentos flexionantes en las franjas centrales se calcularán mediante el uso de tablas, con las ecuaciones siguientes:

$$M_a = C \cdot W \cdot a^2 \quad M_b = C \cdot W \cdot b^2$$

- Momentos negativos en bordes continuos:

$$M_a^- = C_a \cdot (Cut) \cdot a^2$$

$$M_b^- = C_b \cdot (Cut) \cdot b^2$$

- Momentos positivos:

$$M_a^+ = C_a^{**}(CV_u) \cdot a^2 + C_a^{**}(CM_u) \cdot a^2$$
$$M_b^+ = C_b^{**}(CV_u) \cdot b^2 + C_b^{**}(CM_u) \cdot b^2$$

- Momentos negativos en bordes discontinuos:

$$M_a^- = (1/3) \cdot M_a^+$$
$$M_b^- = (1/3) \cdot M_b^+$$

Donde:

a = lado corto de losa

b = lado largo de losa

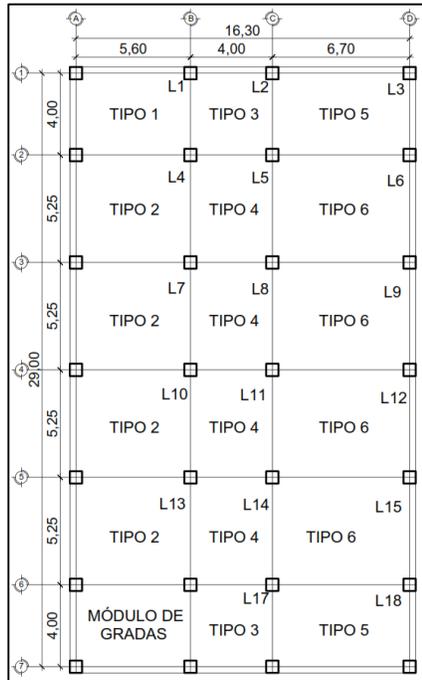
$M_a^+$ ,  $M_b^+$  = momentos positivos

$M_a^-$ ,  $M_b^-$  = momentos negativos

$C_a$ ,  $C_b$  = coeficientes de distribución

Los momentos flexionantes en las franjas de columnas se reducirán gradualmente del valor total de  $M_a$  y  $M_b$  del borde de la franja intermedia a un tercio (1/3) de estos valores en el borde del tablero.

Figura 42. Tipo y número de losas del edificio A



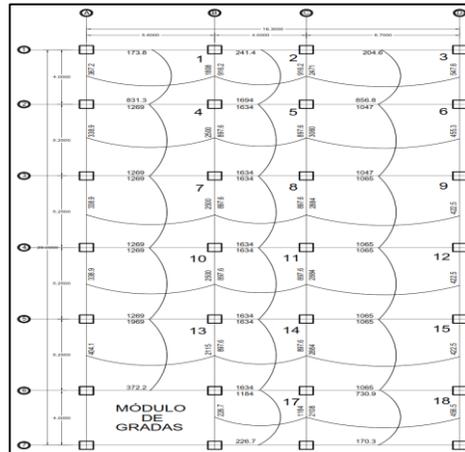
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017

Tabla XXXIV. Momentos sin balancear nivel 1 del edificio A

Losa #	NIVEL 1 (ENTREPISO)										Continuos						Discontinuos	
	m	a	b	Ca-	Cb-	Ca+cm	Cb+cm	Ca+cv	Cb+cv	CV	CM	Cut	Ma-	Mb-	Ma+	Mb+	Ma-	Mb-
1	0,71	4,00	5,60	0,081	0,019	0,046	0,011	0,057	0,014	425	970,2	1 395	1 808	831,3	1 102	521,3	367,2	173,8
2	1,00	4,00	4,00	0,061	0,033	0,023	0,02	0,03	0,028	765	970,2	1 735	1 694	916,2	724,2	653,2	241,4	217,7
3	0,60	4,00	6,70	0,089	0,011	0,053	0,007	0,067	0,009	765	970,2	1 735	2 471	856,8	1 643	613,9	547,6	204,6
4	0,94	5,25	5,60	0,065	0,029	0,024	0,017	0,032	0,025	425	970,2	1 395	2 500	1 269	1 017	850,4	338,9	283,5
5	0,76	4,00	5,25	0,069	0,022	0,028	0,009	0,045	0,014	510	970,2	1 480	1 634	897,6	801,8	437,5	267,3	145,8
6	0,78	5,00	6,45	0,075	0,017	0,029	0,01	0,042	0,017	510	970,2	1 480	2 775	1 047	1 239	764,3	413	254,8
7	0,94	5,25	5,60	0,065	0,029	0,024	0,017	0,032	0,025	425	970,2	1 395	2 500	1 269	1 017	850,4	338,9	283,5
8	0,76	4,00	5,25	0,069	0,022	0,028	0,009	0,045	0,014	510	970,2	1 480	1 634	897,6	801,8	437,5	267,3	145,8
9	0,78	5,00	6,45	0,075	0,017	0,029	0,01	0,042	0,017	425	970,2	1 395	2 616	986,7	1 150	704,2	383,2	234,7
10	0,94	5,25	5,60	0,065	0,029	0,024	0,017	0,032	0,025	425	970,2	1 395	2 500	1 269	1 017	850,4	338,9	283,5
11	0,76	4,00	5,25	0,069	0,022	0,028	0,009	0,045	0,014	510	970,2	1 480	1 634	897,6	801,8	437,5	267,3	145,8
12	0,78	5,00	6,45	0,075	0,017	0,029	0,01	0,042	0,017	425	970,2	1 395	2 616	986,7	1 150	704,2	383,2	234,7
13	0,94	5,25	5,60	0,055	0,045	0,03	0,024	0,035	0,029	425	970,2	1 395	2 115	1 969	1 212	1 117	404,1	372,2
14	0,76	4,00	5,25	0,069	0,022	0,028	0,009	0,045	0,014	510	970,2	1 480	1 634	897,6	801,8	437,5	267,3	145,8
15	0,78	5,00	6,45	0,075	0,017	0,029	0,01	0,042	0,017	425	970,2	1 395	2 616	986,7	1 150	704,2	383,2	234,7
16	0,71	4,00	5,60															
MÓDULO DE GRADAS																		
17	1,00	4,00	4,00	0,05	0,05	0,027	0,027	0,032	0,032	510	970,2	1 480	1 184	1 184	680,2	680,2	226,7	226,7
18	0,60	4,00	6,70	0,089	0,011	0,053	0,007	0,067	0,009	510	970,2	1 480	2 108	730,9	1 369	510,9	456,5	170,3

Fuente: elaboración propia.

Figura 43. **Momentos de losas no balanceados**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Tabla XXXV. **Características de losas**

Losa tipo	Eje	L <sub>eje</sub> (m)	L <sub>rostro</sub> (m)		$\beta_m$		A <sub>t</sub>	A <sub>losa</sub>
1	X	5,60	>	5,35	0,701	↑→	7,2	22,4
	Y	4,00	<	3,75			4	
2	X	5,60	>	5,35	0,935	↑→	7,81	29,4
	Y	5,25	<	5,00			6,89	
3	X	4,00	>	3,75	1	↑→	4	16
	Y	4,00	<	3,75			4	
4	X	4,00	<	3,75	0,75	↑→	4	21
	Y	5,25	>	5,00			6,5	
5	X	6,70	>	6,45	0,581	↑→	9,4	26,8
	Y	4,00	<	3,75			4	
6	X	6,70	>	6,45	0,775	↑→	10,70	35,18
	Y	5,25	<	5,00			6,89	

Fuente: elaboración propia.

Cuando el momento negativo en un lado de un apoyo es menor que el ochenta por ciento (80 %) que el del otro lado, la diferencia se distribuirá en proporción a la rigidez relativa de las losas.

$0,8M < M1$   $M_{ba} = (M1+M2)/2$   
 $0,8M > M1$   $M_{ba} =$  Distribuir por rigideces relativas

$$K_n = 1/L$$

$$D_n = (K_n / \sum K_n)$$

$$\Delta = M2 - M1$$

$$M_{ba(-)1} = M1 + \Delta * D1$$

$$M_{ba(-)2} = M2 - \Delta * D2$$

$$M_{ba(+)}1 = M(+)_1 - (M_{ba} - M1)/2$$

$$M_{ba(+)}2 = M(+)_2 - (M2 - M_{ba})/2$$

Donde:

$K_n$  = rigideces de losas

$L_n$  = longitud de losas

$D_n$  = factores de distribución

Tabla XXXVI. **Momentos balanceados nivel 1, edificio A en sentido X**

Losa #	L	Mizq	Mder	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	M <sub>BAL</sub>
1	5,60	184,9	924,3	0,179	0,25	0,42	0,58	1 153
2	4,00	376,6	376,6	0,25	0,15	0,63	0,37	776,7
3	6,70	1 016	214,3	0,149	0,25	0,37	0,63	-
4	5,60	169,8	1 278	0,179	0,25	0,42	0,58	1 630
5	4,00	432,5	432,5	0,25	0,15	0,63	0,37	999
6	6,70	1 337	190,8	0,149	0,25	0,37	0,63	-
7	5,60	169,8	1 278	0,179	0,25	0,42	0,58	1 630
8	4,00	432,5	432,5	0,25	0,15	0,63	0,37	999
9	6,70	1 337	190,8	0,149	0,25	0,37	0,63	-
10	5,60	169,8	1 278	0,179	0,25	0,42	0,58	1 630
11	4,00	432,5	432,5	0,25	0,15	0,63	0,37	999
12	6,70	1 337	190,8	0,149	0,25	0,37	0,63	-
13	5,60	169,8	1 278	0,179	0,25	0,42	0,58	1 630
14	4,00	432,5	432,5	0,25	0,15	0,63	0,37	999
15	6,70	1 337	190,8	0,149	0,25	0,37	0,63	-
16	5,60	184,9	924,3	0,179	0,25	0,42	0,58	1 153
17	4,00	376,6	376,6	0,25	0,15	0,63	0,37	776,7
18	6,70	1 016	214,3	0,149	0,25	0,37	0,63	-

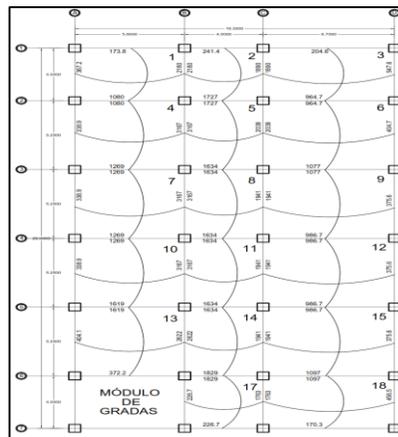
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Momentos balanceados nivel 1, Edificio A en sentido Y**

Losa #	L	Mizq	Mder	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	M <sub>BAL</sub>	
1	4,00	173,8	831,3	0,25	0,19	0,57	0,43	1 080	
4	5,25	1 269	1 269	BAL	BAL	#####	#####	1 269	
7	5,25	1 269	1 269	BAL	BAL	#####	#####	1 269	
10	5,25	1 269	1 269	0,19	0,19	0,50	0,50	1 619	
13	5,25	1 969	372,2	0,19	0,19	0,50	0,50	-	
16	4,00	MÓDULO DE GRADAS							
2	4,00	241,4	1 694	0,25	0,19	0,57	0,43	1 727	
5	5,25	1 634	1 634	BAL	BAL	#####	#####	1 634	
8	5,25	1 634	1 634	BAL	BAL	#####	#####	1 634	
11	5,25	1 634	1 634	BAL	BAL	#####	#####	1 634	
14	5,25	1 634	1 634	0,19	0,25	0,43	0,57	1 829	
17	4,00	1 184	226,7	0,25	0,19	0,57	0,43	-	
3	4,00	204,6	856,8	0,25	0,19	0,57	0,43	964,7	
6	5,25	1 047	1 047	0,19	0,19	0,50	0,50	1 077	
9	5,25	986,7	986,7	BAL	BAL	#####	#####	986,7	
12	5,25	986,7	986,7	BAL	BAL	#####	#####	986,7	
15	5,25	986,7	986,7	0,19	0,25	0,43	0,57	1 097	
18	4,00	730,9	170,3	0,25	0,19	0,57	0,43	-	

Fuente: elaboración propia.

Figura 44. **Momentos de losas balanceados**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

- Diseño de armado de losa

Para el diseño de armado de losas se considera como si fuera el diseño de una viga, con un ancho unitario en forma de una franja de 1 metro ( $b_w = 100$  cm), los datos a considerar para el diseño de losas son los siguientes:

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

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

$$t = 12 \text{ cm}$$

$$b_w = 100 \text{ cm} \rightarrow \text{Franja unitaria}$$

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

$$\emptyset \text{ var} = 0,375 \text{ " } \rightarrow \emptyset \text{ var} = 0,5 \text{ "}$$

$$d = 8,87 \text{ cm}$$

$$\rho_{\min} = 0,002$$

- Área de acero mínima

El área de acero mínima para una franja unitaria de una losa corresponde al resultado de evaluar ecuaciones fijadas en la sección 10,5 del ACI 318-11, donde estipula que todo elemento a flexión debe tener un esfuerzo mínimo establecido conforme:

$$A_{s\min} = \rho_{\min} * b_w * d$$

$$A_{s\min} = 0,002 * 100 * 8,87$$

$$A_{s\min} = 1,60 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento para  $A_{smin}$

Con el área de acero mínimo, se calcula un espaciamiento usando una varilla de acero núm. 3, que tiene un área en su sección transversal de  $0,71 \text{ cm}^2$ .

El espaciamiento se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$S = A_{s \text{ var}} * 100 / A_{smin}$$

$$S = 0,71 * 100 / 1,60$$

$$S = 44,65 \text{ cm}$$

El ACI 318-11 estipula que, para muros y losas, la separación del refuerzo principal por flexión no debe ser mayor de tres veces el espesor del muro o de la losa, ni de 450mm. Entonces:

$$S_{max} = 3 * t$$

$$S_{max} = 3 * 0,12m \rightarrow S_{max} = 0,36m$$

El espaciamiento calculado con el área de acero mínima no es mayor que el espaciamiento máximo ni mayor que los 450mm permitidos, por lo tanto, se propone un espaciamiento para área de acero mínima de 20 centímetros (0,20m).

- Momento soportado por  $A_{smin}$

$$M_{Asmin} = \phi * ((A_s * f_y) * (d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f'_c * b}))$$

$$M_{Asmin} = 115\ 154,28 \text{ kg-cm} \rightarrow 1\ 151,54 \text{ kg-m}$$

- Refuerzo para momentos que sobrepasen el momento cubierto por  $A_{Smin}$

Para todos los momentos menores al  $M_{Asmin}$  se utilizará el refuerzo mínimo, para los momentos que lo excedan deberá calcularse el área de acero y espaciamiento requerido, con la siguiente expresión:

$$A_s = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot b_w \cdot d}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot 0,85 \cdot f'_c \cdot b_w \cdot d^2}} \right)$$

Donde:

$M_u$  = momento último en kg-cm

$b_w$  y  $d$  = en cm

$f'_c$  y  $f_y$  = en kg/cm<sup>2</sup>

$A_s$  = resultante en cm<sup>2</sup>

Se mostrarán los cálculos para la losa Núm. 11 del entrepiso del edificio A.

- Momento positivo, dirección X:

Para  $M_u = 43\,746,65$  kg-cm

$A_s = 1,322911$ cm <sup>2</sup>	Varilla núm. 3
$A_{s\,var} = 0,71$ cm <sup>2</sup>	S = 20 cm
	$A_s = 3\,563$ cm <sup>2</sup>

- Momento negativo izquierdo, dirección X:

Para  $M_u = 316\,710,12$  kg-cm

$A_s = 10,56154$ cm <sup>2</sup>	Varilla núm. 4
$A_{s\,falta} = 7,00$	S = 18,10
$A_{s\,var} = 1,27$ cm <sup>2</sup>	S = 20 cm
	$A_s = 6\,334$ cm <sup>2</sup>

- Momento negativo derecho, dirección X:

Para  $M_u = 197\,359,11$  kg-m

$A_s = 6,282458$  cm<sup>2</sup>

$A_{s\text{ falta}} = 2,72$

$A_{s\text{ var}} = 0,71$  cm<sup>2</sup>

Varilla núm. 3

S= 26,20

S= 20 cm

$A_s = 3\,563$  cm<sup>2</sup>

- Momento positivo, dirección Y:

Para  $M_u = 80\,184,96$  kg-m

$A_s = 2,452767$  cm<sup>2</sup>

$A_{s\text{ var}} = 1,27$  cm<sup>2</sup>

Varilla núm. 4

S= 20 Cm

$A_s = 6\,334$  cm<sup>2</sup>

- Momento negativo izquierdo, dirección Y:

Para  $M_u = 163\,414,08$  kg-m

$A_s = 5,139532$  cm<sup>2</sup>

$A_{s\text{ falta}} = 1,58$

$A_{s\text{ var}} = 0,71$  cm<sup>2</sup>

Varilla núm. 3

S= 45,19

S= 20 Cm

$A_s = 3\,563$  cm<sup>2</sup>

- Momento negativo derecho, dirección Y:

Para  $M_u = 182\,872,71$  kg-m

$A_s = 5,791107$  cm<sup>2</sup>

$A_{s\text{ falta}} = 2,23$

$A_{s\text{ var}} = 0,71$  cm<sup>2</sup>

Varilla núm. 3

S= 31,98

S= 20 Cm

$A_s = 3\,563$  cm<sup>2</sup>

- Chequeo por corte

Las losas se someten a esfuerzos de corte, y este corte es resistido únicamente por el concreto, por lo tanto, se debe verificar si el espesor de la losa sí resiste los cortantes que actúen en la estructura.

$$V_{\max} = \text{Cut} * L/2$$

Cortante máximo resistente:

$$V_c = 0,53 * \emptyset * b_w * \sqrt{f'_c}$$

$$V_c = 5\,896,51 \text{ kg}$$

Donde:

$V_{\max}$  = cortante máximo actuante.

$V_c$  = cortante máximo resistente.

$\emptyset$  = factor de modificación para concreto liviano de peso normal, ACI 318-11  
sección 8.6.2  $\emptyset=0,85$ .

L = lado corto de la losa, tomando en cuenta el mayor de los lados cortos.

Cortante máximo actuante:

$$V_{\max} = \frac{1\,426,4 * 6,70}{2} = 2\,389,22$$

$$V_c > V_{\max} \rightarrow \text{Sí resiste}$$

El cortante máximo actuante en la sección considerada es menor a la resistencia por corte del concreto, esto confirma que el espesor de losa de 12 centímetros es adecuado.

Para el diseño de las demás losas de los edificios se siguió con el procedimiento descrito anteriormente, los resultados finales de ambos módulos se presentan en los planos de estructuras, en la sección de anexos.

### 2.1.6.2. Diseño de vigas

Una viga está sometida a esfuerzos de compresión, tensión y de corte. En una viga de concreto armado, el acero de refuerzo resiste la tensión causada por los momentos flectores y el concreto resiste los esfuerzos causados por compresión. Para el diseño de una viga es importante saber los tipos de falla que pueden presentarse en ellas, las cuales son:

- Falla por aplastamiento del concreto, esto sucede cuando el concreto alcanza el límite  $0,85 f'c$ , pero el acero aún no alcanza su límite de fluencia  $f_y$ , este tipo de falla es muy peligrosa, debido a que es de acción repentina, sin previo anuncio.
- Falla por fatiga, esta falla sucede cuando el acero alcanza su límite de fluencia, pero el concreto no alcanza la ruptura que es al llegar a  $0,85f'c$ , esta falla ocurre lentamente y puede apreciarse porque se presentan grietas y forma pronunciada del lado de la tensión.
- Falla balanceada, esta falla sucede cuando el concreto y el acero fallan simultáneamente, tanto el acero llega a su límite de fluencia  $f_y$  y el concreto llega a su límite de compresión  $0,85f'c$ .

Para ejemplificar el procedimiento, se mostrará el procedimiento de diseño de la viga del tramo 1-2 del primer nivel en el marco C, sentido X, del edificio A; esta viga se denomina VIGA "H-I" X.

Según los resultados del análisis estructural para la viga mencionada se tendrán los siguientes datos:

M- izq=	12 683,09 kg-m	h=	45,00	cm
M- der=	13 386,89 kg-m	b=	25,00	cm

M+ =	-12 745,69 kg-m	f <sub>y</sub> =	4 200 kg/cm <sup>2</sup>
V <sub>U izq</sub> =	7 046,66 kg	f'c=	280 kg/cm <sup>2</sup>
V <sub>U rostro</sub> =	6 400,18 kg	Es=	2 100 000 kg/cm <sup>2</sup>
W=	3 662,60 kg/m	rec=	4 cm
L <sub>eje</sub> =	4,00 m	d=	41,00 cm
L <sub>rostro</sub> =	3,40 m		

- Acero mínimo

Según código ACI 318-11 en la sección 10.5.1, toda sección de un elemento sometido a flexión, tendrá un área de acero proporcionada no menor que la obtenida por medio de:

$$A_{Smin} = (14,1 * b_w * d) / f_y$$

$$A_{Smin} = ((0,8 * \sqrt{f'c}) / f_y) * b_w * d$$

$$A_{Smin} = 3,44 \text{ cm}^2$$

$$A_{Smin} = 3,27 \text{ cm}^2$$

En caso que todas las vigas requieran un porcentaje de acero menor al del porcentaje mínimo se debe reducir la viga optimizar costos.

- Acero máximo

$$A_{Smax} = 0,5 * \rho_b * b_w * d$$

$$\rho_b = \frac{\beta_1 * 0,85 f'c}{f_y} * \frac{6 120}{6 120 + f_y}$$

Donde:  $\beta_1 = 0,85$  si  $f'c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$

$$\rho_b = 0,028$$

$$A_{Smax} = 14,64 \text{ cm}^2$$

- Refuerzo longitudinal requerido

Conociendo los valores límites para el refuerzo, se procede a encontrar el área de acero requerido por los momentos actuantes, por medio de la siguiente ecuación:

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

Para  $M_{-izq} = 12\ 683,09$  kg-m

$$A_s = 8,86 \text{ cm}^2$$

Para  $M_{-der} = 13\ 386,89$  kg-m

$$A_s = 9,40 \text{ cm}^2$$

Para  $M_+ = -12\ 745,69$  kg-m

$$A_s = 8,91 \text{ cm}^2$$

Puede notarse que el área de acero requerida no se encuentra cercana al área de acero máxima con las dimensiones propuestas, por lo tanto, es factible realizar una disminución del área gruesa del elemento estructural, a fin de reducir los costos de materiales y construcción; se realizará el cálculo ahora con una viga de dimensiones 25 x 40 cm.

Acero mínimo:

$$A_{smin} = (14,1 \cdot b_w \cdot d) / f_y$$

$$A_{smin} = 3,02 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = ((0,8 \cdot \sqrt{f'_c}) / f_y) \cdot b_w \cdot d$$

$$A_{smin} = 2,87 \text{ cm}^2$$

Acero máximo:

$$A_{s_{max}} = 0,5 * \rho_b * b_w * d$$

$$\rho_b = \frac{\beta_1 * 0,85 f'c}{f_y} * \frac{6\ 120}{6\ 120 + f_y}$$

$$\rho_b = 0,02856$$

$$A_{s_{max}} = 12,8537791 \text{ cm}^2$$

○ Acero requerido:

$$\text{Para } M_{-izq} = 12\ 683,09 \text{ kg-m}$$

$$A_s = 10,38 \text{ cm}^2$$

$$\text{Para } M_{-der} = 13\ 386,89 \text{ kg-m}$$

$$A_s = 11,03 \text{ cm}^2$$

$$\text{Para } M_{+} = -12\ 745,69 \text{ kg-m}$$

$$A_s = 10,43 \text{ cm}^2$$

Los datos de área de acero requerido con la nueva sección de viga, resultan cercanos al acero máximo, sin sobrepasarlo; tomando en cuenta que los valores seleccionados para el cálculo fueron los datos de la viga crítica del edificio, puede decirse que éstas dimensiones optimizan el diseño del elemento estructural.

Para calcular las áreas finales y refuerzo a flexión en cada sección de la viga, se deben considerar los requerimientos del capítulo 21 del ACI 318-11. El

código establece parámetros para el armado de elementos a flexión, los cuales son los siguientes:

- Cama superior

Colocar dos varillas longitudinales corridas como mínimo (ACI 318-11 sección 21.2.1), con el mayor de los siguientes valores:

$$A_{s_{\min}} = 3,02 \text{ cm}^2$$

$$\text{Un tercio del } A_s \text{ M (-) mayor} = (1/3) * 11,03 \text{ cm}^2 = 3,68 \text{ cm}^2$$

Criterio: utilizar dos varillas núm. 6 grado 60 continuas, que suman un  $A_{sL} = 5,70 \text{ cm}^2$  y completar el área de acero adicional con bastones.

- Cama inferior

Colocar dos varillas longitudinales corridas como mínimo (ACI 318-11 sección 21.2.1), con el mayor de los siguientes valores

$$A_{s_{\min}} = 3,02 \text{ cm}^2$$

$$\text{Un medio del } A_s \text{ M (-) mayor} = (1/2) * 11,03 \text{ cm}^2 = 5,52 \text{ cm}^2$$

Criterio: utilizar dos varillas Núm. 6 grado 60 continuas, que suman un  $A_{sL} = 5,70 \text{ cm}^2$  y completar el área de acero adicional tensiones.

Para el cálculo del acero adicional en la cama superior e inferior se utilizó la siguiente expresión:

$$A_{s_{\text{adic}}} = A_s - A_{sL}$$

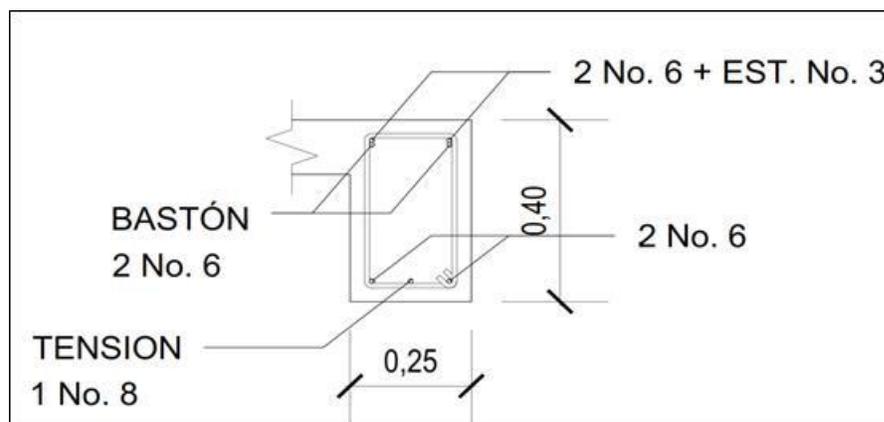
Por ejemplo, para el momento:  $M_{-der} = 133386,89 \text{ kg-m}$

$$A_{sadic} = 11,03 - 5,70 = 5,33 \text{ cm}^2$$

Criterio: utilizar cuatro bastones núm. 6  $A_{sadic} = 11,40 \text{ cm}^2$  grado 60.

El refuerzo propuesto es el necesario para cumplir con los requisitos sísmicos y cubrir el momento actuante en la viga, el cálculo para las demás vigas es análogo, el resto de las vigas se calculan de manera similar, el detalle de armado de cada viga se presenta en los planos estructurales, en la sección de anexos.

Figura 45. **Detalle de sección transversal de VIGA H-I X**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

- Chequeo por corte

Las vigas son elementos estructurales que estarán sometidos a esfuerzos cortantes, el refuerzo por corte (estribos) es el encargado de darle la capacidad de resistir estos esfuerzos, en tal caso que la sección del concreto no sea capaz

de resistirlos y por otra parte, contribuye a que el refuerzo longitudinal se mantenga en su posición y dar un confinamiento al concreto.

El chequeo por corte debe realizarse según:

Si  $V_c > V_u$ , la viga necesita estribos solo por un espaciamiento máximo  $S_{max} = d/2 < 30\text{cm}$ .

Si  $V_c < V_u$ , se necesitan estribos por corte.

$$V_c = \phi * 0,53 * (\sqrt{f'_c}) * b_w * d$$

$$V_c = 6\,784,48 \quad \text{kg}$$

De los datos proporcionados al inicio del diseño de vigas:

$$V_{u \text{ izq}} = 7\,046,66 \quad \text{kg} \quad \rightarrow \quad \text{Estribo por corte}$$

$$V_{u \text{ der}} = 6\,400,18 \quad \text{kg} \quad \rightarrow \quad \text{Estribo } S_{max}$$

Debido a que uno de los lados de la viga tiene una relación  $V_c < V_u$ , es necesario diseñar la viga con estribos por corte.

- Longitud de confinamiento:

Debido a que la estructura se integra por pórticos resistentes a momentos, el ACI-318-11 indica en el Cap. 21, en ambos extremos del elemento deben disponerse estribos cerrados de confinamiento en al menos una longitud igual a 2 veces la altura del elemento, medida desde la cara de apoyo del elemento, hacia el centro de la luz.

$$L_{conf} = 2 * h$$

$$L_{conf} = 0,80 \quad \text{m}$$

- Separación de estribos por confinamiento

El primer estribo se debe ubicar a no más de 50mm de la cara del elemento de apoyo y el espaciamiento máximo de los estribos en la zona de confinamiento no debe excede los siguientes criterios:

- $d/4 = 36/4 = 9 \text{ cm}$
- $8 * \text{diámetro de la varilla longitudinal} = 8 * 1,91 = 15,24\text{cm}$
- $24 * \text{diámetro de la varilla transversal} = 24 * 0,95 = 22,86\text{cm}$
- $300 \text{ mm} = 30\text{cm}$

Según ACI 318-11 en sección 21.5.3.4 cuando se requieran estribos cerrados de confinamiento, deben ser colocados con ganchos sísmicos en ambos extremos, espaciados no más de  $d/2$  en toda la longitud del elemento.

$$S = d/2$$

$$S = 18 \quad \text{cm}$$

Los requisitos de resistencia a cortante en el Cap. 21.5.4 del ACI 318-11 indican que la fuerza cortante de diseño,  $V_e$ , se debe determinar a partir de las fuerzas estáticas en las partes comprendidas entre las caras del nudo. Se debe suponer que, en las caras del nudo localizados en los extremos del elemento, actúan momentos opuestos correspondientes a la resistencia probable  $M_{pr}$  y que el elemento está cargado además con cargas aferentes gravitacionales mayoradas a lo largo de la luz.

$$M_{pr} = 1,25 * f_y * A_s * (d - a/2)$$

$$a = (1,25 \cdot f_y \cdot A_s) / (0,85 \cdot f'_c \cdot b)$$

Por flexión negativa

Por flexión positiva

$$A_{s1} = 11,40 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = 5,70 \text{ cm}^2$$

$$a_1 = 10,06 \text{ cm}^2$$

$$a_2 = 5,0298 \text{ cm}^2$$

$$M_{pr1} = 18\,537,477 \text{ kg-m}$$

$$M_{pr2} = 10\,021,2208 \text{ kg-m}$$

Para determinar la fuerza cortante:

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{L} \pm \frac{WL}{2}$$

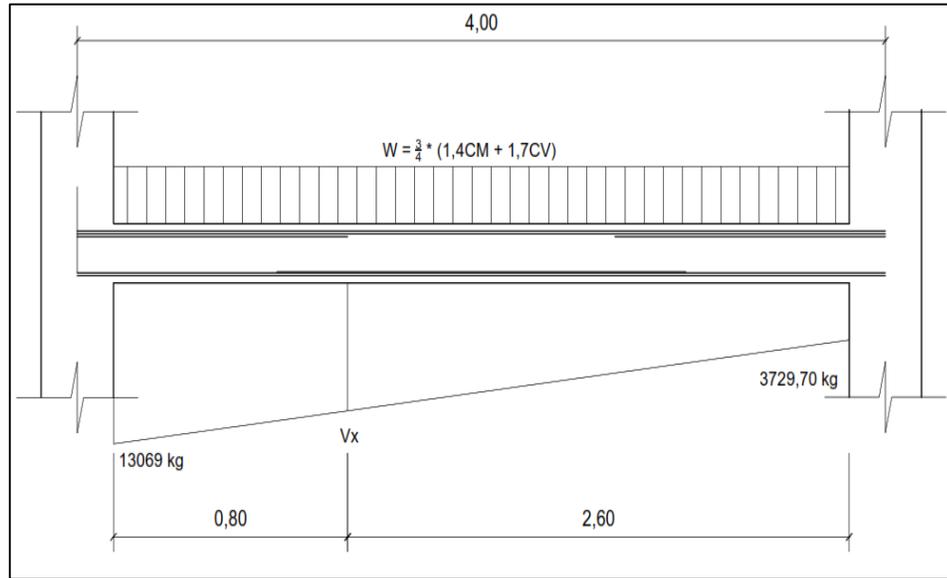
$$W = (3/4) \cdot (1,4CM + 1,7CV)$$

$$W = 2\,746,95 \text{ kg}$$

$$V_{e1} = 8\,399,52 + 4\,669,815 = 13\,069,34 \text{ kg}$$

$$V_{e2} = 8\,399,52 - 4\,669,815 = 3\,729,71 \text{ kg}$$

Figura 46. Fuerzas cortantes en viga



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

- Cálculo de  $V_x$  a una distancia de 0,80m.

$$\frac{V}{13\,069,34 - 3\,729,71} = \frac{2,60}{2,60 + 0,80} \quad ; \quad V_x = 7\,142,07 + 3\,729,71 = 10\,871,78 \text{ kg}$$

La sección 21.5.4.2 del ACI 318-11 indica que se debe diseñar el cortante suponiendo la capacidad de corte del hormigón igual a cero si la fuerza cortante inducida por sismo representa la mitad o más de las resistencias del corte requerido en estas zonas.

$$\begin{array}{l} \text{Corte por sismo} \quad 8\,399,52 \text{ kg} \\ \text{Corte total} \quad \quad 13\,069,34 \text{ kg} \end{array} \rightarrow 64 \%$$

El código ACI 318-11 requiere que para elementos controlados por corte se debe aplicar un factor de reducción  $\phi = 0,85$ , proponiendo estribos No. 3 área de acero  $2 \times 0,71 \text{ cm}^2 = 1,42 \text{ cm}^2$ .

$$S = \frac{\phi * 2 * A_s * f_y * d}{V_e}$$

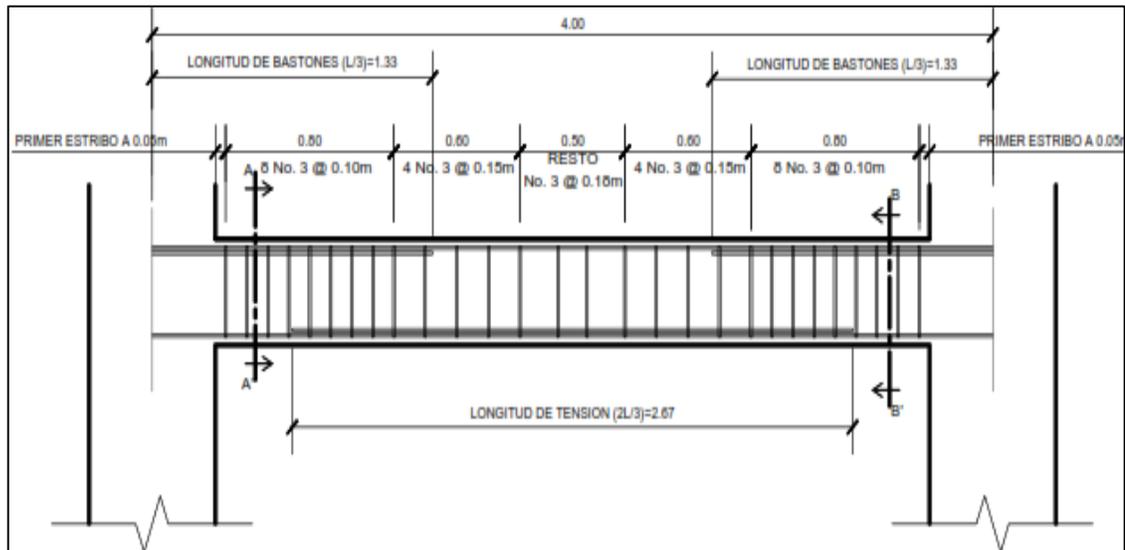
$$S = \frac{0,85 * (1,42) * 4\,200 * 36}{13\,069,34} ; S = 14,01 \text{ cm}$$

$$S = \frac{0,85 * (1,42) * 4,200 * 36}{10\,871,78} ; S = 16,85 \text{ cm}$$

Con estos cálculos realizados el espaciamiento de estribos en la longitud de la viga quedará de la siguiente forma:

	L(m)
Primer estribo de la cara del apoyo	5,00 cm
Estribo en zona de confinamiento	8,00 cm 0,80
Estribo fuera de zona de confinamiento	15,00 cm 0,60
Resto de la viga	18,00 cm resto

Figura 47. **Detalle de estribos en VIGA H-I X**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

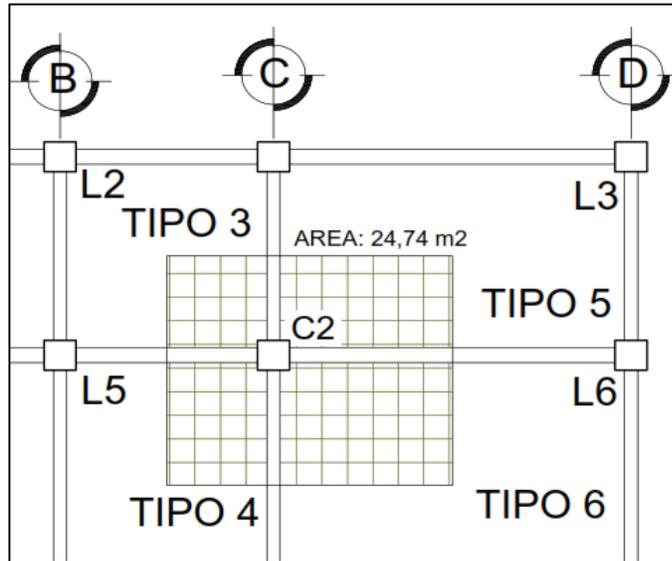
### 2.1.6.3. **Diseño de columnas**

Las columnas son elementos estructurales que trabajan a compresión por cargas axiales y también resistentes a momentos flectores. El refuerzo principal de una columna es el longitudinal, que sigue la dirección de la fuerza axial a la que se somete, el refuerzo transversal tiene un cálculo distinto del longitudinal y éste puede ser cuadrado, rectangular o circular, dependiendo de la tipología estructural utilizada.

- Diseño a compresión

Se utilizarán los momentos flectores que se obtuvieron en el análisis estructural y se determinará la columna crítica, es decir, la que soporte mayor carga axial, dependiendo de su área tributaria y cargas que influyen.

Figura 48. **Columna seleccionada para diseño**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Tabla XXXVIII. **Datos para cálculos de columna C-2**

<b>Vigas Y</b>	=	0,25 m x 0,50 m
<b>Vigas X</b>	=	0,25 m x 0,40 m
$L_{Viga Y} = 5,35$ m		$L_{Viga X} = 4,625$ m
<b>Columnas</b>	=	0,6 m x 0,6 m
<b>Peso específico del Concreto</b>	=	2 400 kg/m <sup>3</sup>
<b>Área Tributaria</b>		
Eje X =	6,7 + 7,35	Eje Y = 5,25 + 5,45
<b>Marco C – Eje Y</b>		<b>Marco 2 – Eje X</b>
$M_{u\ sup} =$	11 352,33 kg-m	$M_{u\ sup} =$ 13 538,75 kg-m
$M_{u\ inf} =$	3 431,89 kg-m	$M_{u\ inf} =$ 5 331,03 kg-m
$V_u =$	4 829,09 kg	$V_u =$ 7 986,36 kg

Fuente: elaboración propia.

- Carga axial

Se debe determinar la carga axial que se le aplicará a la columna analizada, el valor se puede calcular sumando las cargas verticales últimas en cada nivel.

- Carga axial sobre columna en nivel 2

$$CM_2 = W_{\text{losa}} + W_{\text{pañuelos}} + W_{\text{sobrecarga}} = 488 \text{ kg/m}^2$$

$$CV_2 = (\text{losa sin acceso}) = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$CU_2 = 1,4CM + 1,7 CV = 853,2 \text{ kg/m}^2$$

$$FCU_2 = CU/(CM+CV) = 1,451$$

Cálculo de la carga axial sobre las columnas del nivel 2 por medio de la expresión:

$$PU_2 = (At \cdot CU_2) + (W_{\text{viga}} \cdot L_{\text{vigax}} + W_{\text{viga}} \cdot L_{\text{vigay}}) \cdot FCU_2$$

$$PU_2 = (24,74 \cdot 853,2) + (1\ 605 + 1\ 110) \cdot 1,45 = 25\ 050,89 \text{ kg}$$

- Carga axial sobre columna en nivel 1

En el nivel de entrepiso se tienen cargas vivas por distinto tipo de uso de cada ambiente, por lo tanto, debe calcularse un valor proporcional de las cargas vivas aplicadas. Las cargas aplicadas son cargas de oficina ( $250 \text{ kg/m}^2$ ) y cargas de pasillo ( $300 \text{ kg/m}^2$ ), se realiza un promedio de las cargas aplicadas respecto a las áreas tributarias y se fijará una carga viva de  $450 \text{ kg/m}^2$ .

$$CM_1 = W_{\text{losa}} + W_{\text{piso}} + W_{\text{instalaciones}} + W_{\text{acabados}} + W_{\text{cielo falso}} + W_{\text{sobrecarga}} + W_{\text{tabiques}} = 693 \text{ kg/m}^2$$

$$CV_1 = (\text{proporcional a cargas}) = 450 \text{ kg/m}^2$$

$$CU_1 = 1,4CM + 1,7 CV = 1735,20 \text{ kg/m}^2$$

$$FCU_1 = CU/(CM+CV) = 1,52$$

Cálculo de la carga axial sobre las columnas del nivel 2 por medio de la expresión:

$$PU_1 = PU_2 + (At \cdot CU_1) + (W_{\text{col}} \cdot L_{\text{col}} \cdot FCU_1) + (W_{\text{viga}} \cdot L_{\text{vigax}} + W_{\text{viga}} \cdot L_{\text{vigay}}) \cdot FCU_2$$

$$PU_1 = 25\,050,89 + (864 \cdot 6,2 \cdot 1,45) + (24,74 \cdot 1\,735,2) + (1\,605 + 1\,110) \cdot 1,52$$

$$PU_1 = 80\,240,13 \text{ kg}$$

- Efectos de esbeltez

Las columnas son consideradas esbeltas cuando los lados de su sección transversal son pequeños a comparación con la longitud del elemento. Las columnas esbeltas pueden ser consideradas en tres categorías, las cuales son:

- Columna corta ( $E < 22$ ), diseñarlas con los valores obtenidos en el diseño estructural.
- Columna intermedia ( $22 > E > 100$ ), diseño por magnificación de momentos actuantes.
- Columnas largas ( $E > 22$ ), no se recomienda su uso.

El cálculo del coeficiente que indica el grado de empotramiento a la rotación en columnas ( $\psi$ ) es la relación de rigidez de los elementos a compresión (columnas), con respecto a la rigidez de todos los elementos a flexión (vigas) en un plano de un extremo de la columna.

$$\psi = \frac{\sum ( E * \frac{I}{Lu} ) \text{ col}}{\sum ( E * \frac{I}{Lu} ) \text{ viga}} ; \quad \psi = \frac{\sum(K_{\text{col}})}{\sum(K_{\text{viga}})}$$

- Esbeltez de columna en sentido X

$$I_{\text{col}} = 0,60 * 0,60^3 / 12 = 0,011$$

$$I_{\text{viga}} = 0,25 * 0,50^3 / 12 = 0,003$$

$$K_{\text{col sup}} = 0,011 / 4,00 = 0,003$$

$$K_{\text{col inf}} = 0,011 / 6,20 = 0,002$$

$$K_{\text{viga}} = 0,003 / 5,35 = 0,0005$$

$$\psi_a = (0,003 + 0,002) / (0,0005 + 0,0005) = 4,56$$

$$\psi_p = (4,56 + 0) / 2 = 2,28$$

Cálculo de K (factor de longitud efectiva)

$$\text{Si } \psi_p < 2 : K = \frac{20 - \psi_p}{20} * \sqrt{(1 + \psi_p)}$$

$$\text{Si } \psi_p > 2 : K = 0,90 * \sqrt{(1 + \psi_p)}$$

Como  $\psi_p = 2,28 > 2$  entonces:

$$\begin{array}{l} K = 1,6048 \\ r = 0,3h \end{array} \rightarrow E = \frac{K * Lu}{r} = 55,277$$

Donde:

E = esbeltez

K = factor de longitud efectiva de pandeo (ecuaciones de Furlong)

Lu = longitud libre de la columna

R = radio de giro; 0,3\*lado menor, cuando es una columna de sección rectangular y 0,25\*diámetro de columna, cuando es una columna de sección circular.

$$22 < 55,28 < 100 \rightarrow \text{Intermedia}$$

Esbeltez en columna sentido Y

Como  $\psi_p = 3,85 > 2$  entonces:

$$\begin{array}{l} K = 1,9825 \\ r = 0,3h \end{array} \rightarrow \frac{K \cdot Lu}{r} = 68,284$$
$$22 < 68,28 < 100 \rightarrow \text{Intermedia}$$

Al ser columnas intermedias, según la relación de esbeltez en sentidos X y Y se deben magnificar los momentos.

Magnificación de momentos

Según el código ACI 318-11 en su sección 10.12.3 indica que se requiere que la columna se diseñe para carga axial mayorada Pu y el momento magnificado por efectos de curvatura del elemento.

Cálculo de factor de amplificación

$$\delta = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi * P_{CR}}}$$

Donde:

$\delta$  = factor de amplificación

$C_m = 1$ , con ladeo;  $C_m = (0,60 + 0,4 * (m_1 + m_2))$ , sin ladeo

$P_u$  = carga axial

$P_{CR}$  = carga de pandeo de Euler

$\phi = 0,70$  para columnas

Cálculo de la carga analizada de pandeo de Euler

$$P_{CR} = \frac{\pi^2 * EI}{(K * Lu)^2}$$

Donde:

$P_{CR}$  = carga de pandeo de Euler.

$EI$  = parámetro de rigidez.

$K * Lu$  = longitud de pandeo

Cálculo del parámetro de rigidez

$$EI = \frac{(15 100 \sqrt{f'c}) * (1/12) * b * h^3}{2,5(1 + \beta d)}$$

Donde:

EI = parámetro de rigidez

$\beta_d$  = factor de flujo plástico

$f'_c$  = 280 kg/cm<sup>2</sup>

Cálculo de flujo plástico del concreto

$$\beta_d = \frac{1,4 \text{ CM}}{1,4\text{CM} + 1,7\text{CV}}$$

Donde:

$\beta_d$  = flujo plástico del concreto

CM = cargas muertas

CV = cargas vivas

Momento de diseño en X

$$\beta_d = 0,56$$

$$EI = 7\,000,96 \text{ ton-m}^2$$

$$P_{CR} = 697,94 \text{ ton}$$

$$\delta = 1,20$$

$$MD_x = 17\,180,94 \text{ kg-m}$$

Momento de diseño en Y

$$\beta_d = 0,53$$

$$EI = 7\,000,96 \text{ ton-m}^2$$

$$P_{CR} = 457,37 \text{ ton}$$

$$\delta = 1,35$$

$$MD_y = 28\,282,55 \text{ kg-m}$$

- Refuerzo longitudinal, por el método de cargas inversas

Este es un método aproximado que consiste en determinar el valor igual a  $1/P_u$  localizando un punto en la gráfica conocida como Diagrama de Interacción, dicho punto es determinado a través de tres valores: carga axial pura ( $P^o$ ), carga de falla para una excentricidad  $e_x$  ( $P^u_x$ ) y carga de falla para una excentricidad  $e_y$  ( $P^u_y$ ).

- Límites de acero

El ACI 318-11 en la sección 21.6.3.1 establece el mínimo y máximo de área de acero longitudinal que debe tener una columna perteneciente a un pórtico especial resistente a momentos.

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

- Área de acero mínima

$$A_{smin} = 1 \% * A_g = 0,01 * (60 \times 60) = 36 \text{ cm}^2$$

- Área de acero máxima

$$A_{smin} = 6 \% * A_g = 0,06 * (60 \times 60) = 216 \text{ cm}^2$$

El armado propuesto será de 12 varillas núm. 8 que equivalen a  $60,80 \text{ cm}^2$  de acero.

En este método se requiere el uso de diagramas de interacción para diseño de columnas, los valores a utilizar en los diagramas serían los siguientes:

- Valor de la gráfica

$$\gamma = \frac{b - 2 \cdot \text{rec}}{h} = 0,87$$

$$\rho = \frac{A_s}{A_g} = 1,69 \%$$

- Valores de la curva

$$\rho_{tu} = \frac{A_s \cdot f_y}{\phi \cdot f'_c \cdot A_g} = 0,30$$

- Excentricidades

$$e_x = \frac{M_{Dx}}{P_u} = 0,2141$$

$$e_y = \frac{M_{Dy}}{P_u} = 0,3432$$

Al calcular los valores de excentricidad se calcula el valor de las diagonales

$$E_x / h_x = 0,3569$$

$$E_y / h_y = 0,572$$

De los diagramas de interacción se obtuvieron los siguientes valores:

$$X \rightarrow K_x = 0,45$$

$$Y \rightarrow K_y = 0,5$$

- Cargas

Carga resistente de la columna a una excentricidad ex:

$$P'_{ux} = K_x * f'_c * A_g = 453\,600,00 \text{ kg}$$

Carga resistente de la columna a una excentricidad ey:

$$P'_{uy} = K_y * f'_c * A_g = 504\,000,00 \text{ kg}$$

Carga de resistencia axial de la columna:

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

$$P'_o = 845\,010,47 \text{ kg}$$

Carga resistente de la columna:

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{ux}} + \frac{1}{P'_{uy}} + \frac{1}{P'_o}} = 186\,145,91 \text{ kg}$$

El valor de P'u debe ser mayor o igual al valor de Pu para que la propuesta del acero cumpla con los requisitos de diseño; de no ser así, se debe aumentar el área de acero o bien cambiar la sección de la columna.

$$\begin{array}{ccc} P'_u & & P_u \\ 186\,145,91 & > & 80\,240,13 \rightarrow \text{armado adecuado} \end{array}$$

Dado que P'u > Pu, el armado propuesto para la columna es el adecuado, pero puede notarse una diferencia muy grande entre los datos obtenidos, por lo

tanto, se procederá al cambio de sección de la columna, a fin de optimizar el diseño de la misma; se tomará una sección transversal de 50cm x 50cm.

Al realizar todos los cálculos anteriormente descritos para una sección de columna de 50cm x 50cm se tienen los siguientes valores:

$$\begin{array}{ccc} P'u & P_u & \\ 114\,059,17 & > & 77\,755,28 \rightarrow \text{armado adecuado} \end{array}$$

El armado y sección de columna propuestos son adecuados.

- Refuerzo transversal

La columna estará afectada por esfuerzos de corte, por lo tanto, es necesario el cálculo del refuerzo transversal. El confinamiento de la columna se realizará según lo indicado en el código ACI 318-11, utilizando estribos núm. 3, este refuerzo necesita soportar el valor del cortante máximo que resiste el concreto de la columna ( $V_c$ ), comparado el valor de cortante máximo actuante en la columna ( $V_u$ ), de acuerdo a lo siguiente:

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

Si  $V_c < V_u$  se diseñan los estribos por corte

Se calcula el corte resistente:

$$V_c = 0,85 \cdot 0,53 \cdot \sqrt{f_c \cdot b \cdot d}$$

$$V_c = 12\,061,29 \quad \text{kg}$$

De los datos obtenidos en cálculos anteriores se tiene:

$$V_u = 9\,438,13 \quad \text{kg}$$

El cortante resistente es mayor que el cortante que actúa en la columna. Puesto que  $V_c > V_u$ , se pueden colocar estribos a una separación máxima.

$$S_{\text{max}} = d/2$$

$$d = 42 \quad \text{cm} \quad \rightarrow \quad S = 21 \quad \text{cm}$$

○ Longitud de confinamiento

Se debe considerar que Guatemala es un país altamente sísmico, por lo que es necesario que la columna tenga un confinamiento acorde a las solicitaciones sísmicas. Para elementos sometidos a flexión y carga axial, pertenecientes a pórticos especiales resistentes a momentos, el código ACI 318-11 en la sección 21.6.4.1, especifica que, para el cálculo de la longitud de confinamiento medida desde la cara interna del nodo en ambos extremos de la columna, se debe tomar  $l_0$  como el mayor de:

- La altura del elemento en la cara del nudo o en la sección donde puede ocurrir fluencia por flexión = 0,55 m.
- Un sexto de la luz libre del elemento del techo = 0,58 m.
- Un sexto de la luz libre del elemento del entrepiso = 0,95 m.
- 450mm = 0,45m.

Criterio: se utilizará una longitud de confinamiento de 0,55 m para las columnas que tengan una altura de 4,00 m, mientras que para las columnas de 6,20 m de altura tendrán una longitud de confinamiento de 1,00 m.

- Refuerzo fuera de la zona de confinamiento

El refuerzo en la zona de confinamiento obedecerá a lo indicado en el código ACI 318-11 en la sección 21.6.4.3, especifica que la separación del refuerzo transversal a lo largo del eje longitudinal no debe ser menor de:

- La cuarta parte de la dimensión mínima del elemento  $(1/4) * 50\text{cm} = 12,5 \text{ cm}$ .
- Seis veces el diámetro de refuerzo longitudinal menor  $6 * 2,54 = 15,24 \text{ cm}$ .
- $S_o$ , según lo definido por la expresión siguiente:

$$S_o = 10 + \left( \frac{35 - h_x}{3} \right)$$

Donde:

$S_o$  = espaciamiento medido de centro a centro de los estribos

$h_x$  = separación máxima entre ramas de los estribos cerrados de confinamiento y ganchos suplementarios en toda la cara de la columna

$$h_x = 4(4+1,27) = 21,08 \text{ cm}$$

$$S_o = 10 + \left( \frac{35 - 21,08}{3} \right) = 14,64 \text{ cm}$$

El valor  $S_o$  no debe ser mayor a 150mm y no es necesario tomarlo menor a 100mm.

- Refuerzo en la zona de confinamiento

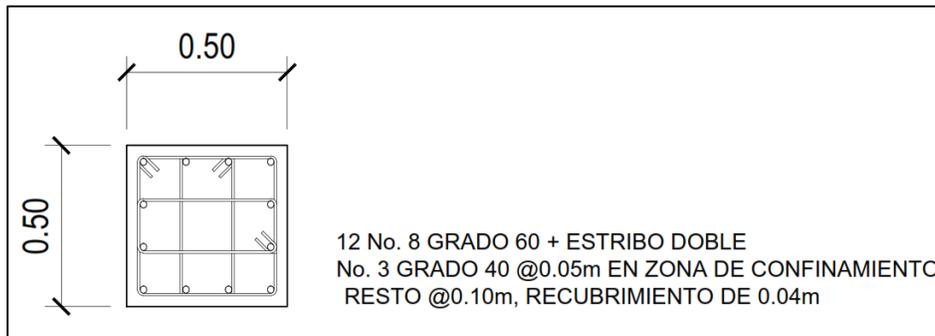
El confinamiento del elemento debe realizarse en ambos extremos y cada zona de confinamiento debe tener estribos cerrados con un espaciamiento de  $S_o$  por una longitud  $l_o$ , medida desde la cara del nudo. El espaciamiento  $S_o$  no debe ser menor de los siguientes valores:

- Un cuarto de la dimensión efectiva =  $42,00 / 8 = 10,5$  cm.
- 8 veces el diámetro de la barra de refuerzo longitudinal menor  $8 * 2,54 = 20,32$  cm.
- 24 veces el diámetro de la barra de amarre núm. 3  $24 * 0,9525 = 22,86$  cm.
- 300 mm = 30 cm.

Criterio: el primer estribo de confinamiento será colocado a 0,05m de varilla núm. 3 de la cara del apoyo y luego se colocarán a cada 0,10m de varilla núm. 3 a lo largo de la zona de confinamiento. El resto del armado será a cada 0,15m de varilla núm. 3.

El procedimiento es análogo para todas las demás columnas. El detalle de armado de la columna analizada se muestra a continuación.

Figura 49. **Detalle de armado de columna típica C1**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

- **Diseño de nudos sísmicos**

El diseño de nudos sísmicos es de gran importancia debido a que el comportamiento de un nudo viga-columna en pórticos especiales resistentes a momento, al ser afectados por fuerzas de sismo, afectan directamente la estabilidad de la estructura, debido a que éstos tienen una pérdida de rigidez y resistencia, lo que puede provocar una falla crítica en la estructura. Un nudo se define como una porción de una columna que se adentra en una viga, por lo tanto, un nudo tiene más parte columna que viga.

Los nudos son importantes debido a que:

- Garantizan estabilidad general de la estructura.
- Es la zona donde el acero de la viga debe soportar el máximo esfuerzo, provocado por los momentos flectores negativos de los apoyos.
- En ellos se presenta una inversión de momentos durante un sismo.
- Proporcionan el valor máximo de cortante de una columna.

- Clasificación de nudos

- Nudo interior o central:

Tiene vigas que llegan desde los cuatro lados del nudo y para clasificarlo como nudo interior, las vigas deben cubrir al menos  $\frac{3}{4}$  del ancho de la columna y la altura total de la viga de menor altura no debe ser menor que  $\frac{3}{4}$  de la altura total de la viga mayor que llega hasta el nudo. El nudo que no cumpla con estos requisitos se catalogará como un nudo exterior

- Nudo exterior o perimetral:

Tiene al menos dos vigas que están en caras opuestas al nudo y para clasificarlo como nudo exterior debe cumplir que las vigas deben cubrir al menos  $\frac{3}{4}$  del ancho de la columna y la altura total de la viga de menor altura no debe ser menor que  $\frac{3}{4}$  de la altura total de la viga mayor que llega hasta el nudo. El nudo que no cumpla con estos requisitos debe clasificarse como un nudo de esquina.

- Nudo de esquina:

Es una variación del nudo exterior y para clasificarlo como nudo de esquina debe cumplir con que las vigas cubran al menos  $\frac{3}{4}$  del ancho de la columna y la altura total de la viga de menor altura no debe ser menor que  $\frac{3}{4}$  de la altura total de la viga mayor que llega hasta el nudo.

El ACI 318-11 indica lo siguiente:

ACI 21.7.2.1 – Las fuerzas en el refuerzo longitudinal de vigas en la cara del nudo deben determinarse suponiendo que la resistencia en el refuerzo de tracción por flexión es  $1,25f_y$ .

ACI 21.7.2.2 – El refuerzo longitudinal de una viga que termine en una columna, debe prolongarse hasta la cara más distante del núcleo confinado de la columna y anclarse, en tracción, de acuerdo con 21.7.5, y en compresión de acuerdo con el capítulo 12.

ACI 21.7.2.3 – Donde el refuerzo longitudinal de una viga atraviesa un nudo viga-columna, la dimensión de la columna paralela al refuerzo de la viga no debe ser menor que 20 veces el diámetro de la barra longitudinal de viga de mayor diámetro, para concretos de peso normal. Para concretos livianos, la dimensión no debe ser menor que 26 veces el diámetro de la barra.

El edificio tiene vigas de 0,25m de ancho por 0,50m de alto, con refuerzo núm. 8 y las columnas tienen dimensiones de 0,50 x 0,50m con refuerzo núm. 8, con estos datos se revisará el ancho de la columna.

$$b \geq 20d_b$$

$$0,50 \geq 20 * 0,025$$

$$0,50 = 0,50 \rightarrow \text{Sí cumple}$$

Refuerzo transversal del nudo, según ACI 318-11

ACI 21.7.3.1 – El refuerzo transversal del nudo debe satisfacer 21.6.4.4(a) o 21.6.4.4(b) y además cumplir con 21.6.4.2, 21.6.4.3 y 21.6.4.7, excepto lo permitido en 21.7.3.2.

ACI 21.7.3.2 – Cuando existan elementos que llegan en cuatro lados del nudo y el ancho de cada elemento mide por lo menos tres cuartas partes del ancho de la columna, debe disponerse refuerzo transversal igual, por lo menos, a la mitad de la cantidad requerida en 21.6.4.4(a) o 21.6.4.4(b), dentro del  $h$  del elemento de menor altura que llegue al nudo. En estos lugares se permite que el espaciamiento especificado en 21.6.4.3 se incremente a 150mm.

El edificio tiene vigas de 0,25m de ancho, altura de 0,50m con refuerzo núm. 8 y las columnas tienen dimensiones de 0,50 x 0,50m con refuerzo núm. 8, con estos datos se chequeará la relación de ancho viga-columna.

$$b_y \geq 3/4h_y$$
$$0,25 \geq 0,50 * 3/4$$
$$0,25 < 0,375$$

El refuerzo transversal de las columnas en su zona de confinamiento se propusieron estribos normales núm. 3 a cada 0,05m, debe disponerse un refuerzo transversal igual, por lo menos, a la mitad de la cantidad requerida en el área de confinamiento de las columnas, sin embargo, para garantizar el paso del concreto la distancia entre estribos dentro del nudo también será de 0,05m.

ACI 21.7.3.3 – debe disponerse refuerzo transversal que pase a través del nudo para proporcionar confinamiento al refuerzo longitudinal de viga que pasa fuera del núcleo de la columna, que cumpla con los requisitos de espaciamiento

de 21.5.3.2, y los requisitos de 21.5.3.3 y 21.5.3.6, cuando dicho confinamiento no es suministrado por una viga que llegue al nudo.

Resistencia al cortante, según ACI 318-11

ACI 21.7.4.1 –  $V_n$  en el nudo no debe ser mayor que los valores especificados a continuación, para concreto de peso normal.

Para nudos confinados en las cuatro caras

$$1,7\sqrt{f'c} * A_j$$

Para nudos confinados en tres caras o en dos caras opuestas.

$$1,2\sqrt{f'c} * A_j$$

Para otros casos

$$1,0\sqrt{f'c} * A_j$$

Donde  $A_j$  es el área efectiva de la sección transversal dentro del nudo, calculada como el producto de la profundidad del nudo por su ancho efectivo.

$$A_j = 50cm * 40cm = 2000cm^2$$

El cálculo del cortante nominal máximo disponible ( $V_n$ ) para un nudo interior del primer nivel será:

$$\begin{aligned} & 1,7\sqrt{f'c} * A_j \\ & 1,7\sqrt{280} * 2\ 000 \\ V_n & = 56\ 892,88\ kg \end{aligned}$$

El cálculo del cortante máximo actuante ( $V_u$ ) para un nudo interior del primer nivel será:

De la condición de equilibrio del nudo se tiene:

$$V_u = T_L + T_R - V_p$$

Donde:

$V_u$  = cortante máximo actuante

$T_L$  = fuerza de tensión izquierda del acero de la viga considerando fluencia del acero  $f_s=1,25f_y$

$T_R$  = fuerza de tensión derecha del acero de la viga considerando post fluencia del acero  $f_s=1,25f_y$

$V_p$  = cortante de la columna que equilibra los máximos momentos probables en vigas

Debido a la naturaleza alternante de las cargas, el cortante máximo aplicado se debe calcular con la combinación de fuerzas de tensión que resulte más desfavorable, por lo tanto:

$$T_L = 1,25 * A_{SL}(\pm) * f_y$$

$$V_u = T_L + T_R - V_p$$

$$V_u = 1,25 * A_{S1} * f_y + 1,25 * A_{S2} * f_y - V_p$$

$$V_u = 1,25 * 2 * 3,80 * 4\,200 + 1,25 * 3,80 * 4\,200 - 9\,438,13$$

$$V_u = 50\,416,69 \text{ kg}$$

Cálculo de relación demanda vs capacidad

$$\frac{V_u}{V} \leq 1 \rightarrow \text{Nudo competente para resistir fuerzas requeridas}$$

Entonces:

$$\frac{V_u}{V_n} = \frac{50\,416,69 \text{ kg}}{56\,892,88 \text{ kg}} = 0,886 < 1$$

ACI 21.7.4.2 – Para el concreto con agregado liviano, la resistencia nominal al cortante del nudo no debe exceder de las tres cuartas partes de los límites señalados en 21.7.4.1.

Longitud de desarrollo de barras en tracción, según ACI 318-11

ACI 21.7.5.1 – Para tamaños de barras núm. 3 a núm. 11, la longitud de desarrollo  $l_{dh}$  para una barra con gancho estándar de 90° en concreto de peso normal no debe ser menor que el mayor valor de  $8d_b$ , 150mm y la longitud requerida por la ecuación:

$$l_{dh} = \frac{f_y * d_b}{17,2 * \sqrt{f'_c}}$$

Tabla XXXIX. Longitud de desarrollo

Var Núm.	8d <sub>b</sub> (cm)	15 cm	Cálculo Fórmula	L <sub>dh</sub> (cm)		L <sub>dh</sub> (cm)
3	7,62	15	13,90	15	→	15
4	10,16	15	18,53	19		20
5	12,70	15	23,17	24		25
6	15,24	15	27,80	28		30
7	17,78	15	32,43	33		35
8	20,32	15	37,07	38		40

Fuente: elaboración propia.

El gancho de 90° debe estar colocado dentro del núcleo confinado de una columna o elemento de borde.

ACI 21.7.5.2 – Para barras núm. 3 a núm. 11, la longitud de desarrollo en tracción  $l_{dh}$  para una barra recta, no debe ser menor que la mayor de:

2,5 veces la longitud requerida en 21.7.5.1 si el espesor de concreto colocado fresco en una sola operación debajo la barra no excede de 300mm.

3,25 veces la longitud requerida en 21.7.5.1 si el espesor de concreto colocado fresco en una sola operación debajo de la barra excede de 300mm.

ACI 21.7.5.3 – Las barras rectas que terminan en un nudo deben pasar a través del núcleo confinado de la columna o elemento de borde. Cualquier porción de  $l_{dh}$  fuera del núcleo confinado debe incrementarse mediante un factor de 1,6.

#### **2.1.6.4. Diseño de cimentación**

Los cimientos son elementos estructurales encargados de transmitir las cargas aplicadas a sí mismos y también las cargas propias, directamente sobre el suelo. El sistema de cimentación debe diseñarse tomando en cuenta el tipo de suelo sobre el que se realizará el proyecto, el tipo de estructura a diseñar, los tipos de carga que se aplicarán y también el costo.

Este proyecto contará con zapatas aisladas concéntricas y excéntricas para distribuir las cargas transmitidas hacia las columnas y un cimiento corrido para transmitir las cargas de muros de cerramiento que se encontrarán en el perímetro de los edificios diseñados.

##### **2.1.6.4.1. Zapata aislada concéntrica Z-1**

La zapata requiere de un pre dimensionamiento para luego verificar que las dimensiones cumplan con los distintos chequeos que se deben realizar. Para realizar los cálculos se tienen datos proporcionados por el laboratorio de suelos realizado en el ensayo triaxial a una muestra inalterada, y también los datos del análisis estructural de la estructura, los cuales se muestran a continuación:

Momento en X	$M_x = 13\ 093,46$	kg-m
Momento en Y	$M_y = 32\ 525,50$	kg-m
Carga axial en columna	$PU_2 = 77\ 755,28$	kg
Factor de carga última	$FCU = 1,52$	
Desplante	$D_f = 2,2$	m
Esfuerzo máximo concreto	$f'_c = 280$	kg/cm <sup>2</sup>

Límite de fluencia	$f_y =$	4 200	kg/cm <sup>2</sup>
Peso específico concreto	$\gamma_c =$	2,4	ton/m <sup>3</sup>
Densidad húmeda de suelo	$\gamma_s =$	1,45	ton/m <sup>3</sup>
Capacidad Soporte	$q_{dis} =$	29,49	ton/m <sup>2</sup>
Base de columna	$b_{col} =$	0,5	m
Altura de columna	$h_{col} =$	0,5	m
Longitud de columna	$L_{col} =$	10,20	m

La carga ejercida sobre la zapata se determinó por carga axial que soporta la columna del primer nivel analizada, el peso propio de la columna y cargas inducidas a ella.

- Cargas de trabajo

Las cargas y momentos que afectan la estructura deben ser convertidos a cargas de trabajo, utilizando el factor de carga última de la manera siguiente:

$$P_U = P_{U2} + (W_{col} * L_{col} * FCU)$$

$$P_U = 87\,046,12 \text{ kg}$$

$$P't = \frac{P_U}{FCU} = 57,34 \text{ ton}$$

$$M't_x = \frac{M_x}{FCU} = 8,62 \text{ ton-m}$$

$$M't_y = \frac{M_y}{FCU} = 21,42 \text{ ton-m}$$

Donde:

PU = carga axial última

P't = carga axial de trabajo sobre zapata

M'tx, M'ty = momentos de trabajo en el sentido indicado

Mx, My = momentos últimos en el sentido indicado

FCU = factor de carga última

- Predimensionamiento de zapata

$$A_z = \frac{1,5 * P't}{q_d} = 2,917 \text{ m}^2$$

Si se supone una zapata cuadrada de 2,70m x 2,70m, para un área de zapata de 7,29 m<sup>2</sup>, y se estimará un espesor de zapata de 0,50 m, se procede con los chequeos de estas dimensiones.

- Chequeo de la presión sobre el suelo

La zapata transmite de forma vertical todas las cargas hacia el suelo, todas las cargas aplicadas a ella, esta presión es un valor que se define con la expresión:

$$q_{\max/\min} = \frac{P_{\text{total}}}{A_z} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} \pm \frac{M_{ty}}{S_y}$$

$$S = \frac{b * h^2}{6}$$

$$P_{\text{total}} = P_t + W_{\text{suelo}} + W_{\text{zapata}}$$

Este valor no puede ser negativo y tampoco debe exceder el valor soporte del suelo ( $q_{\text{dis}}$ ).

$$S_x = S_y = (2,70 * 2,70^2) / 6 = 3,28$$

$$P_{\text{total}} = 57,34 + (7,29 * 2,20 * 1,45) + (7,29 * 0,50 * 2,40) = 77,37 \text{ ton}$$

$$q_{\text{max}} = 18,9504971 \text{ ton/m}^2 < 29,49 \text{ ton/m}^2 \rightarrow \text{cumple}$$

$$q_{\text{min}} = 0,63022142 \text{ ton/m}^2 > 0,00 \text{ ton/m}^2 \rightarrow \text{cumple}$$

- Cálculo por presión última

Si se toma en cuenta los cálculos anteriores, la presión que ejerce la zapata sobre el suelo en cualquier punto es único, existen diferencias de presiones en el área que cubre la zapata, no es constante. Para efectos de diseño se tomará una presión constante, aplicando un criterio conservador, afectándola por el factor de carga última.

$$q_u = \text{FCU} * q_{\text{max}} = 28,77 \text{ ton/m}^2$$

- Chequeo de cortante simple

Cuando una zapata sufre una falla por cortante simple, suele ocurrir en forma diagonal a 45 grados medidos a partir del borde de la columna, por lo tanto, la influencia del esfuerzo cortante ocurre a una distancia horizontal igual al peralte efectivo de la zapata (d) y es necesario verificar si el espesor es capaz de soportar el corte actuante (Va) sobre la zapata.

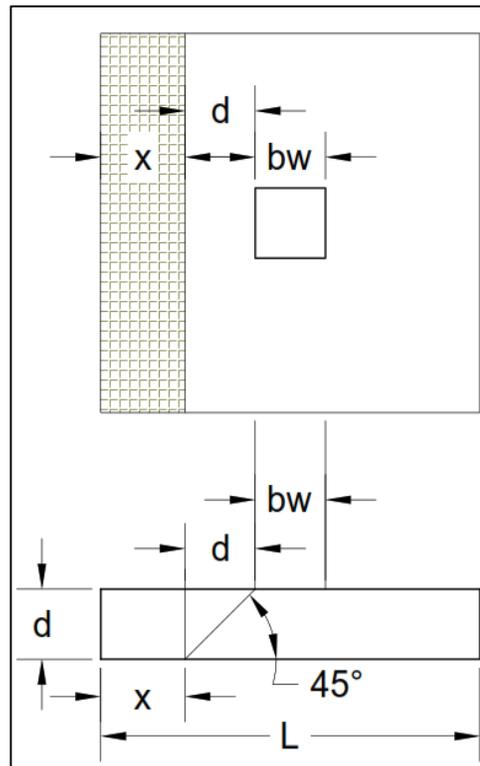
Suponiendo un refuerzo de varillas núm. 6, el diámetro de la varilla es de 1,91cm, por lo que el peralte efectivo sería:

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

$$d = 50 - 7,50 - (1,91/2)$$

$$d = 41,55 \text{ cm}$$

Figura 50. **Corte simple en zapata**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Calculando el área donde actúa el cortante simple en la zapata:

$$x = L/2 - b_{col} / 2 - d$$
$$x = 2,70 / 2 - 0,50 / 2 - 0,50 = 0,50 \text{ m}$$

Corte actuante:

$$V_a = X * b * q_u = 53,911 \text{ ton}$$

Corte resistente:

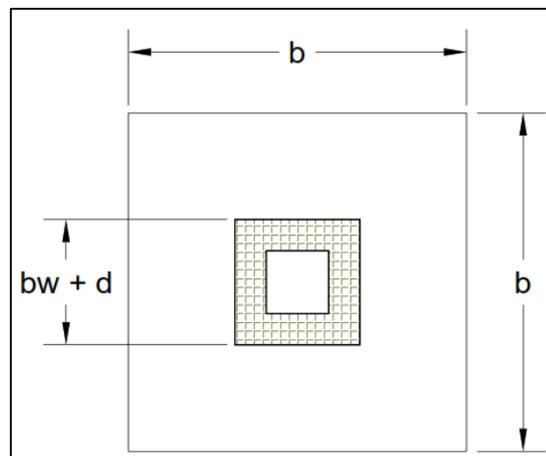
$$V_{res} = 0,53 * \phi * b * d * \sqrt{f_c} = 82,625 \text{ ton}$$

$V_{res} > V_a$ , el espesor propuesto sí resiste el cortante simple.

- Chequeo por punzonamiento

Una columna tiende a realizar un corte por punzonamiento en la zapata, debido a los esfuerzos de corte en el perímetro de la columna; el límite ocurre a una distancia  $d/2$ , del perímetro de la columna.

Figura 51. **Corte punzonante en zapata concéntrica**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

$$A_p = (b_{col} + d)^2 = 0,82 \text{ m}^2$$

$$A = A_t - A_p = 6,4693 \text{ m}^2$$

$$b_o = 4*(b_{col} + d) = 3,6238 \text{ m}$$

Corte actuante:

$$V_{act \text{ pun}} = \text{Área} * q_u = 186,11 \text{ ton}$$

Corte resistente:

$$V_{res \text{ pun}} = 1,06 * \phi * b_o * d * \sqrt{f'_c} = 221,79 \text{ ton}$$

$V_{res \text{ pun}} > V_{act \text{ pun}}$ , el espesor propuesto sí resiste el corte por punzonamiento, las dimensiones son adecuadas.

- Diseño de refuerzo transversal X-X

La zapata debe tener un diseño a flexión y trabajará como una losa en voladizo. Se diseñará para un tramo  $b=1,00\text{m}$ .

$$M_u = \frac{q_u * (b/2 - b_{col}/2)^2}{2} = 15,82 \text{ ton-m}$$

El área de acero se calcula con la ecuación para refuerzo de una losa:

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

$$A_s = 10,55 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,0018 * b * d = 7,31 \text{ cm}^2$$

$A_s > A_{smin}$ , entonces se utilizarán varillas núm. 6 a una separación de:

$$\begin{aligned} 10,55 \text{ cm}^2 &\rightarrow 100 \text{ cm} \\ 2,85 \text{ cm}^2 &\rightarrow S \end{aligned}$$

Aplicando una simple regla de tres:  $S = 2,85 * 100 / 10,55 = 27,00 \text{ cm}$

Criterio: utilizar barras núm. 6 a cada 25 centímetros.

- Diseño de refuerzo transversal Y-Y

$$M_u = \frac{q_u * (b/2 - b_{col}/2)^2}{2} = 15,82 \text{ ton-m}$$

El área de acero se calcula con la ecuación para refuerzo de una losa:

$$A_s = \frac{0,85 * f_c}{f_y} * ( b * d ) - \sqrt{((b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * f_c})}$$
$$A_s = 10,55 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,0018 * b * d = 7,31 \text{ cm}^2$$

$A_s > A_{smin}$ , entonces se utilizarán varillas núm. 6 a una separación de:

$$\begin{aligned} 10,55 \text{ cm}^2 &\rightarrow 100 \text{ cm} \\ 2,85 \text{ cm}^2 &\rightarrow S \end{aligned}$$

Aplicando una simple regla de tres:  $S = 2,85 * 100 / 10,55 = 27,00 \text{ cm}$

Criterio: utilizar barras núm. 6 a cada 25 centímetros.

- Cimiento corrido

El cimiento corrido es calculado como una franja unitaria, en la longitud de la base de los muros. Este tipo de cimiento consiste en un elemento colocado en posición horizontal, su función es la de recibir la carga de los muros y transmitir las directamente al suelo.

Para el cimiento corrido se tomará en cuenta lo estipulado en la Norma AGIES NSE 4-10, en el capítulo 5 detalla los siguientes lineamientos:

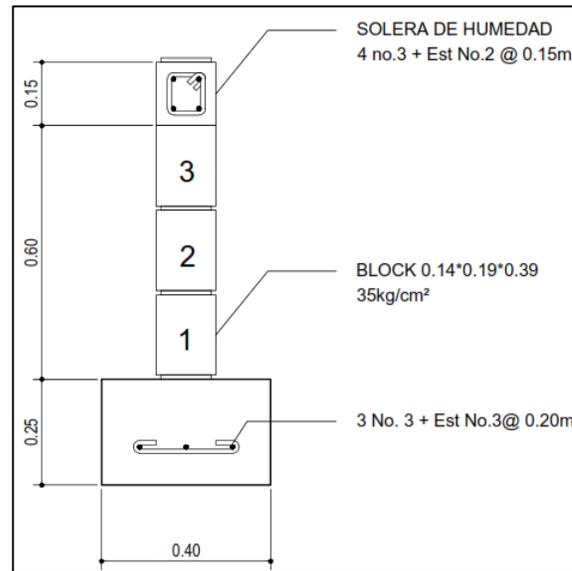
- Según la sección de generalidades 5.1.3, las viviendas deben cimentarse siempre en terreno estable y deben empotrarse por lo menos 400mm dentro del terreno para viviendas de 1 nivel de bloque o ladrillo. Para viviendas de 2 niveles de bloque o ladrillo se deben empotrar 600mm. Se debe proteger la cimentación de la acción del agua, impermeabilizándola cuando sea posible.
- Según la sección 5.3 Detalles de la cimentación, los muros deben cimentarse sobre un cimiento corrido de acuerdo al tipo de material de las paredes, el tipo de techo y número de niveles. En todo caso los cimientos o vigas de cimentación deberán estar dispuestos en cuadros cerrados cuyo lado mayor no sobrepase los 7,0m. Cuando no haya muro, debe continuarse el cimiento hasta su intersección con otro. Todo muro tendrá un cimiento corrido convencional cuyo ancho será de por lo menos dos veces el espesor del muro que soporta.
- Según la sección 5.3.3, la cimentación del muro puede consistir en un cimiento corrido de concreto reforzado con un ancho de 400mm

por 250mm de peralte, luego levantado de block o ladrillo y en seguida, una solera de humedad fundida de 150mm de peralte, sumando una profundidad mínima de 600mm medido desde la parte inferior del cimiento. El refuerzo del cimiento corrido consiste de 3 barras núm. 3 (9,5mm) corridas más eslabón núm. 3 (9,5mm) a cada 200mm. Mientras que la solera de humedad consiste de 4 barras núm. 3 (9,5mm) corridas más estribo núm. 2 (6,4mm) a cada 150mm.

Tomando en consideración los enunciados anteriores, la presión del suelo es pequeña, la cimentación de los muros quedará de la siguiente forma:

Cimiento corrido de 40cm de ancho y 25cm de peralte, con refuerzo de 3 varillas núm. 3 corridas, más eslabón núm. 3 a cada 15 cm, con un recubrimiento de 7,5 cm en la base y 5 centímetros en los laterales, seguido de 3 hileras de block de 35 kg/cm<sup>2</sup> de 14 x 18 x 39 cm, más una solera de humedad de 15 x 15 cm con refuerzo de 4 varillas núm. 3 corridas y estribos núm. 2 a cada 15 cm.

Figura 52. **Detalle de cimiento corrido**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

### 2.1.6.5. **Diseño de gradas**

El fin principal de las gradas es comunicar dos niveles que se encuentran a diferencias verticales. Un módulo de gradas debe diseñarse de forma que proporcione un recorrido amplio, rápido y seguro para el usuario. La ubicación del módulo de gradas debe estudiarse, para que donde se localice sea de fácil acceso y optimice la evacuación de personas al momento de una emergencia.

Un módulo de gradas se conforma por gradas y éstas a su vez se dividen en elementos horizontales llamados huellas (H) y elementos verticales llamados contrahuella (CH).

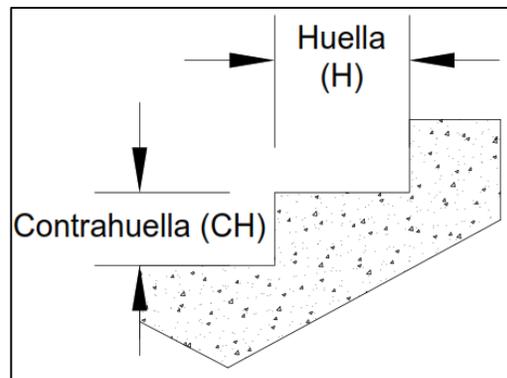
Se diseñaron dos módulos de gradas internos, ubicados en los edificios A y C, para dar comodidad y seguridad al derecho habiente.

Se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- $CH < 20 \text{ cm}$
- $H > CH$
- $61 \text{ cm} \leq 2CH + H \leq 64 \text{ cm}$
- $45 \text{ cm} \leq CH + H \leq 48 \text{ cm}$
- $450 \text{ cm}^2 \leq CH + H \leq 500 \text{ cm}^2$

Según estudios realizados se sabe que la medida estándar del ancho de una huella es de 0,30m y la altura estándar de una contrahuella está entre 0,16m y 0,17m.

Figura 53. **Detalle de escalón**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

- **Diseño de escalera**

Altura de nivel = 3,90m

# Huellas: 23      Ancho de huella: 30 cm

# Contrahuellas: 24      Ancho de escalera: 1,55 m

- Cálculo de altura de contrahuellas:

$$\frac{\text{Altura nivel}}{\text{Cantidad de CH}} = \frac{3,90}{24} = 16,50 \text{ cm}$$

Chequeo por criterios:

- $CH < 20 \text{ cm} \rightarrow 16,5$
- $H > CH \rightarrow 16,5$
- $61 \text{ cm} \leq 2CH + H \leq 64 \text{ cm} \rightarrow 63$
- $45 \text{ cm} \leq CH + H \leq 48 \text{ cm} \rightarrow 46,5$
- $450 \text{ cm}^2 \leq CH + H \leq 500 \text{ cm}^2 \rightarrow 495$

Se utilizarán 24 contrahuellas de 0,16 m de altura y las huellas tendrán 0,30 m, definidas las dimensiones se encuentra la arcotangente  $\beta$ .

$$\beta = \frac{\text{Contrahuella}}{\text{Huella}} = 28^\circ 26' 35''$$

- Análisis estructural

Para el análisis estructural el módulo de gradas será analizado en los siguientes tramos:

Tabla XL. **División de tramos de módulo de gradas**

	Escalones			L (m)	h (m)
<b>Tramo 1</b>	1	al	5	1,7	0,98
<b>Tramo 2</b>	6			1,1	
<b>Tramo 3</b>	7	al	11	1,7	1,95
<b>Tramo 4</b>	12			3,3	
<b>Tramo 5</b>	13	al	17	1,7	2,93
<b>Tramo 6</b>	18			1,1	
<b>Tramo 7</b>	19	al	23	1,7	3,90

Fuente: elaboración propia.

Según ACI 318-11 en la sección 9.5.2.1 las alturas o espesores mínimos de los elementos en una dirección que no soporten o estén ligados a particiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes, a menos que el cálculo de las deflexiones indique que se puede utilizar un espesor menor sin causar efectos adversos.

$$\text{Para losas macizas en una dirección: } t = \frac{L}{20}$$

$$t = L/20 = 3,30/20 = 0,17 \text{ m}$$

Criterio: se tomará un promedio de espesores, por lo tanto, se puede definir un espesor como  $t = 0,15 \text{ m}$ .

$$t' = t/\cos(\beta) \quad t' = 0,171$$

$$t_m = (t/\cos(\beta)) + (CH/2) \quad t_m = 0,253$$

Diseño de tramos 1, 3, 5 y 7

Datos para el diseño de tramos de losa:

$$\begin{aligned}
 f_y &= 4\,200 \text{ kg/cm}^2 \\
 f'_c &= 280 \text{ kg/cm}^2 \\
 t &= 15,00 \text{ cm} \\
 b_w &= 100 \text{ cm} \\
 rec &= 2,5 \text{ cm} \\
 \varnothing \text{ var} &= 0,375 \text{ " } \\
 d &= 12,024 \text{ cm} \\
 \rho_{min} &= 0,0018
 \end{aligned}$$

Integración de cargas:

CM	Peso Propio					Peso de Acabados		
	t =	0,25	m	→	607,42	kg/m <sup>2</sup>	100	kg/m <sup>2</sup>
	P <sub>con</sub> =	2 400	kg/m <sup>3</sup>					
TOTAL			707,42	kg/m <sup>2</sup>				

CV	500	kg/m <sup>2</sup>	Cu = 1,4 CM + 1,7 CV
L=	1,7	m	Cu = 1 840,39 kg/m <sup>2</sup>

Considerando una losa en una sola dirección sobre dos apoyos:

$$M_- = \frac{W \cdot L^2}{9} = 590,97 \text{ kg-m}$$

$$M_+ = \frac{W \cdot L^2}{14} = 379,91 \text{ kg-m}$$

Cálculo de área de acero para una franja unitaria de un metro, con varillas de acero número 3.

$$A_{smin} = \rho_{min} * b_w * d$$

$$A_{smin} = 2,16 \text{ cm}^2$$

Varilla . núm. 3

$$\emptyset_{var} = 0,95 \text{ cm}$$

$$A_{var} = 0,71 \text{ cm}^2$$

Según ACI 318-11 10.5.4 el espaciamiento máximo para losas estructurales de espesor uniforme no debe exceder tres veces el espesor (3\*t), ni 450mm.

$$S_{max} = 45 \text{ cm} \quad S < S_{max}$$

Separación para el  $A_{smin}$  utilizando varilla núm. 3, utilizando simple regla de tres:

$$2,16 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm} \quad S = 32,924 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \rightarrow S \quad S = 25 \text{ cm}$$

Para acero mínimo puede utilizarse una separación de 0,25 m que es el espaciamiento máximo permitido, con un ancho tributario de 1,00 m y varilla de acero núm. 3.

$$X \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \rightarrow 25 \text{ cm} \quad X = 2,8502$$

$$M_{Asmin} = \emptyset * ((A_s * f_y) * (d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f'c * b} ))$$

$$M_{Asmin} = 126 \ 832,76 \text{ kg-cm} \rightarrow 126,83 \text{ ton-m}$$

El área de acero requerida se calculará con la misma ecuación del refuerzo de una losa:

$$A_s = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot b_w \cdot d}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot 0,85 \cdot f'_c \cdot b_w \cdot d^2}} \right)$$

Donde:

Mu = momento último en kg-cm

b<sub>w</sub> y d = en cm.

f'c y f<sub>y</sub> = en kg/cm<sup>2</sup>

A<sub>s</sub> = resultante en cm<sup>2</sup>

Para M<sub>-</sub> = 59 096,94 kg-cm

$$A_s = 1,31 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Usar } A_{smin}$$

Para M<sub>+</sub> = 37 990,89 kg-cm

$$A_s = 0,84 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Usar } A_{smin}$$

Refuerzo longitudinal:

A<sub>s</sub> M<sub>-</sub> = 1,31 cm<sup>2</sup> → El área de acero se cubre con varilla núm. 3 a cada 0.25m

A<sub>s</sub> M<sub>+</sub> = 0,84 cm<sup>2</sup> → El área de acero se cubre con varilla núm. 3 a cada 0.25m

Refuerzo transversal:

$$A_{Stemp} = \rho_{min} \cdot b_w \cdot t \rightarrow \text{El área de acero se cubre con varilla núm. 3 a cada 0.25m}$$

$$A_{Stemp} = 2.7 \text{ cm}^2$$

## Diseño de tramo grada 12

Considerando una losa en una sola dirección sobre dos apoyos:

$$M^- = \frac{W \cdot L^2}{9} = 2\,363,9 \text{ kg-m}$$

$$M^+ = \frac{W \cdot L^2}{14} = 1\,519,6 \text{ kg-m}$$

Cálculo de área de acero para una franja unitaria de un metro, con varillas de acero número 3.

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} \cdot b_w \cdot d$$

$$A_{s_{\min}} = 2,70 \text{ cm}^2$$

Varilla . núm. 3

$$\varnothing_{\text{var}} = 0,95 \text{ cm}$$

$$A_{\text{var}} = 0,71 \text{ cm}^2$$

Según ACI 318-11 10.5.4 el espaciamiento máximo para losas estructurales de espesor uniforme no debe exceder tres veces el espesor ( $3 \cdot t$ ), ni 450mm.

$$S_{\max} = 45 \text{ cm} \quad S < S_{\max}$$

Separación para el  $A_{s_{\min}}$  utilizando varilla núm. 3, utilizando simple regla de tres:

$$2,70 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm} \quad S = 26,391 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \rightarrow S \quad S = 25 \text{ cm}$$

Para acero mínimo puede utilizarse una separación de 0,25 m que es el espaciamiento máximo permitido, con un ancho tributario de 1,00 m y varilla de acero núm. 3.

$$\begin{aligned} X \text{ cm}^2 &\rightarrow 100 \text{ cm} \\ 0,71 \text{ cm}^2 &\rightarrow 25 \text{ cm} \quad X= 2,85 \end{aligned}$$

$$M_{Asmin} = \phi * ((As * f_y) * (d - \frac{As * f_y}{1,7 * f'_c * b} ))$$

$$M_{Asmin} = 126 832,76 \text{ kg-cm} \rightarrow 126,83 \text{ ton-m}$$

El área de acero requerida se calculará con la misma ecuación del refuerzo de una losa:

$$As = \frac{0,85 * f'_c * b_w * d}{f_y} (1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{\phi * 0,85 * f'_c * b_w * d^2}})$$

Donde:

Mu = momento último en kg-cm

b<sub>w</sub> y d = en cm.

f'<sub>c</sub> y f<sub>y</sub> = en kg/cm<sup>2</sup>

As = resultante en cm<sup>2</sup>

Para M=- 236 387,76 kg-cm

As= 5,42 cm<sup>2</sup> → Usar As

Para M+= 151 963,56 kg-cm

As= 3,43 cm<sup>2</sup> → Usar As

Refuerzo longitudinal:

As M- = 5.42 cm<sup>2</sup>

Var.

num. 4

→

El área de acero se cubre con varilla

núm. 4 a cada 0,20m

$$As_{M+} = 3,43 \text{ cm}^2$$

Var.

$$\text{núm. } 4$$

→

El área de acero se cubre con varilla  
núm. 4 a cada 0,30m

Refuerzo transversal:

$$A_{Stemp} = \rho_{min} * b_w * t$$

$$A_{Stemp} = 2,7 \text{ cm}^2$$

→

El área de acero se cubre con varilla  
núm. 3 a cada 0,25m

Diseño de tramos de gradas 6 y 18

Considerando una losa en una sola dirección sobre dos apoyos:

$$M- = \frac{W * L^2}{9} = 247,43 \text{ kg-m}$$

$$M+ = \frac{W * L^2}{14} = 159,06 \text{ kg-m}$$

Cálculo de área de acero para una franja unitaria de un metro, con varillas de acero número 3.

$$As_{min} = \rho_{min} * b_w * d$$

$$As_{min} = 2,70 \text{ cm}^2$$

Varilla . núm. 3

$$\varnothing_{var} = 0,95 \text{ cm}$$

$$A_{var} = 0,71 \text{ cm}^2$$

Según ACI 318-11 10.5.4 el espaciamiento máximo para losas estructurales de espesor uniforme no debe exceder tres veces el espesor ( $3*t$ ), ni 450mm.

$$S_{\max} = 45 \text{ cm} \quad S < S_{\max}$$

Separación para el  $A_{s\min}$  utilizando varilla núm. 3, utilizando simple regla de tres:

$$\begin{array}{ll} 2,70 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm} & S = 26,391 \text{ cm} \\ 0,71 \text{ cm}^2 \rightarrow S & S = 25 \text{ cm} \end{array}$$

Para acero mínimo puede utilizarse una separación de 0,25 m que es el espaciamiento máximo permitido, con un ancho tributario de 1,00 m y varilla de acero núm. 3.

$$\begin{array}{ll} X \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm} \\ 0,71 \text{ cm}^2 \rightarrow 25 \text{ cm} & X = 2,8502 \end{array}$$

$$M_{As\min} = \phi * ((A_s * f_y) * (d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f'c * b}))$$

$$M_{As\min} = 126 \ 832,76 \text{ kg-cm} \rightarrow 126,83 \text{ ton-m}$$

El área de acero requerida se calculará con la misma ecuación del refuerzo de una losa:

$$A_s = \frac{0,85 * f'c * b_w * d}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_u}{\phi * 0,85 * f'c * b_w * d^2}} \right)$$

Donde:

$M_u$  = momento último en kg-cm

$b_w$  y  $d$  = en cm.

$f'_c$  y  $f_y$  = en kg/cm<sup>2</sup>

$A_s$  = resultante en cm<sup>2</sup>

Para  $M_-$  = 24 743,01 kg-cm

$A_s$  = 0,55 cm<sup>2</sup> → Usar  $A_{smin}$

Para  $M_+$  = 19 906,22 kg-cm

$A_s$  = 0,35 cm<sup>2</sup> → Usar  $A_{smin}$

Refuerzo longitudinal:

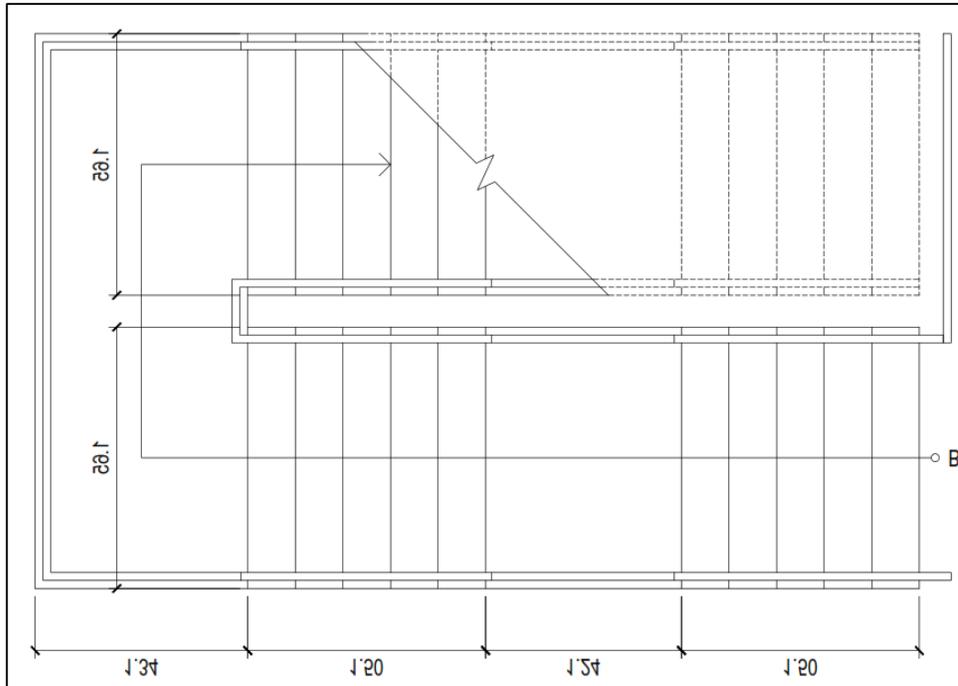
$A_s M_-$  = 0,55 cm<sup>2</sup> → Se cubre con varilla núm. 3 a cada 0,25m

$A_s M_+$  = 0,35 cm<sup>2</sup> → Se cubre con varilla núm. 3 a cada 0,25m

Refuerzo transversal:

$A_{Stemp} = \rho_{min} * b_w * t$   
 $A_{Stemp} = 2,7$  cm<sup>2</sup> → Se cubre con varilla núm. 3 a cada 0,25m

Figura 54. **Módulo de gradas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

#### **2.1.6.6. Diseño de muros de cerramiento**

Los muros de este proyecto cumplirán la función de simple cerramiento, no transmitirán cargas horizontales ni verticales que afecten a la estructura, éstos pueden ser removidos sin comprometer la seguridad estructural del conjunto. Los muros estarán solamente en el perímetro de los edificios, para divisiones de ambientes internos se utilizarán tabiques de tabla yeso, debido a que éstos tienen una mayor versatilidad y es fácil su traslado de un punto a otro.

Los muros de cerramiento estarán conformados por block de  $35\text{kg}/\text{cm}^2$ , columnas y soleras, con la característica que deberán separarse de las columnas y vigas de los marcos estructurales una distancia de 2,50 cm. Los

elementos del muro de cerramiento que resisten el volteo debido a cargas laterales son las columnas, por lo que estas tendrán, dependiendo de su tipo, la siguiente conformación:

- Columna tipo C2, tendrá dimensiones de 20 cm x 20 cm y su armado será de 4 barras núm. 3 corridas, más estribo núm. 2 a cada 15 cm. Estarán ubicadas como columnas intermedias en tramos de muro mayores a 3,50 metros.
- Columna tipo C3, tendrá dimensiones de 20 cm x 10 cm y su armado será de 2 barras núm. 3 corridas, más eslabón núm. 2 a cada 15 cm. Estarán ubicadas en los marcos de ventanas y puertas de los muros de cerramiento.

Las columnas mencionadas anteriormente, deberán anclarse a la solera de humedad del cimiento corrido y para las columnas del muro de cerramiento del segundo nivel, deberán anclarse a la viga inferior del marco.

### **2.1.7. Instalaciones eléctricas**

Estas instalaciones comprenden dos tipos, las instalaciones de iluminación y las instalaciones de fuerza, cada tipo de instalación debe tener un tablero dedicado o bien tener distintos flipones para cada tipo de instalación. Esto para facilitar la identificación que tengan fallas en determinado momento.

El procedimiento para el diseño de instalaciones eléctricas se considera un estudio inicial de requerimientos de carga para alumbrado y salidas de fuerza, luego se debe determinar la capacidad en watts de cada circuito basándose en disposiciones reglamentadas por la autoridad competente de la región, considerando aspectos de estética y características de operación de las unidades receptoras.

Las instalaciones eléctricas de iluminación se basaron en lámparas fluorescentes de 2' x 2', buscando una ubicación que optimizara la iluminación de cada ambiente. Los planos de instalaciones eléctricas incluyen información completa de la instalación, como los calibres de cables a utilizar en la instalación, tipos de artefactos de iluminación, ubicación de los artefactos, etc. La ubicación de los tableros de distribución es estratégica y de fácil acceso para las revisiones necesarias por parte del equipo de mantenimiento de las instalaciones.

#### **2.1.7.1. Instalaciones hidrosanitarias**

Estas instalaciones comprenden todos los sistemas que requieran traslado de aguas ya sea de aguas servidas o bien sistemas de distribución de agua potable, las instalaciones hidrosanitarias se pueden dividir en dos, las cuales se detallan a continuación:

- Instalación sanitaria

Al tener un sistema de agua potable es necesario tener instalaciones sanitarias. Estas instalaciones tienen como fin la recolección de aguas servidas de todos los artefactos sanitarios (inodoros, lavamanos, lavatrastos, pilas, entre otros), para trasladarlas fuera de la edificación. El traslado de las aguas servidas se realiza utilizando sistemas de tuberías que llegan a conectarse con la planta de tratamiento de aguas residuales del proyecto, si es que el proyecto cuenta con una, de lo contrario, estas se conectarían directamente al colector general que comúnmente pertenece a la red de drenajes municipal de la región.

Los sistemas de recolección de aguas servidas estarán conformados por tuberías de 4" y 2", para conectarse directamente con los artefactos y para

trasladarlos a la planta de tratamiento existente será de 6". El sistema de drenajes debe realizarse separativo, es decir, que éste debe separar las aguas servidas por artefactos de las aguas pluviales, las tuberías de drenajes pluviales tendrán diámetros de 4" y se desfogarán en un pozo de absorción, todos los detalles de la instalación serán incluidos en los planos de drenajes y aguas pluviales.

- Instalaciones hidráulicas

La instalación hidráulica se realizó empleando un sistema de circuito cerrado, esto ayuda a mantener la presión constante y uniforme del fluido en todos los puntos del sistema, ayudando a optimizar el uso de cada artefacto de salida.

El uso de llaves de paso para permitir o cerrar el paso del agua es necesario para evitar desperdicios de agua potable. La dotación será abastecida por la red municipal de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

Las instalaciones hidráulicas estarán conformadas de tubería PVC de ¾" de 250 PSI, para el circuito principal y de ½" para la distribución directa a los artefactos de salida, al igual que los accesorios como codos, tees, sifones, entre otros. Todos los detalles de instalación y distribución de agua potable se incluirán en los planos constructivos.

#### **2.1.7.2. Instalaciones especiales**

Las instalaciones especiales son sistemas y equipos que pueden ayudar al usuario de los ambientes a realizar trabajos de oficina, procesos de ensamblaje, procesos industriales, transformación de materia prima,

dependiendo del tipo de uso que se le dará a cada ambiente. Entre las instalaciones especiales se pueden mencionar:

- Red de datos y comunicación
- Televisión
- Sistemas de aire acondicionado
- Instalación de gas
- Ascensores y montacargas
- Subestaciones y plantas de emergencia
- Sistema de agua caliente y aire caliente (calderas)
- Instalaciones de gases médicos
- Sistemas de distribución de combustibles

#### **2.1.8. Evaluación de impacto ambiental**

Todo proyecto de infraestructura genera impactos en los componentes ambientales de una región; ambiente físico, biológico y social. En Guatemala el órgano encargado de velar por el cumplimiento de las normativas ambientales es el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), el cual indica que todo proyecto requiere de un Estudio de Impacto Ambiental para poder obtener permisos de construcción. Dependiendo del tipo de proyecto pueden realizarse distintos tipos de instrumentos ambientales.

En el estudio de impacto ambiental se incluyen los siguientes aspectos:

- Aguas: superficiales y subterráneas
- Contaminación térmica
- Suelo: erosión, sedimentación, contaminación por residuos, alteración de cubierta vegetal, empobrecimiento del suelo, áreas de inundación

- Ruido
- Aire: contaminación, efectos de contaminación sobre la vegetación
- Olores pestilentes o molestos
- Radiaciones
- Productos químicos tóxicos
- Protección de naturaleza: reservas, áreas protegidas, fauna, flora y especies en peligro de extinción o escasa, incendios, repoblaciones, entre otros aspectos de conservación de la naturaleza

El estudio de impacto ambiental es un documento que ayuda a tener un panorama de los cambios que podrían producirse con el desarrollo de un proyecto, no solamente es necesario para la construcción de cada proyecto, se trata también crear conciencia hacia el cuidado del medio ambiente.

### **2.1.9. Planos constructivos**

En los planos constructivos se pueden hallar plasmadas todas las características del proyecto a desarrollar, elementos como gráficas, escalas, simbologías y especificaciones se detallan, para que la ejecución del proyecto se desarrolle de la manera más ordenada posible. Un juego de planos se constituye de tres fases: arquitectónica, estructuras e instalaciones.

### **2.1.10. Presupuesto**

El presupuesto del proyecto se realizó con base en los precios actualizados de materiales y mano de obra; la integración de precios unitarios fue desarrollada para cada renglón por separado. Cualquier cambio en los renglones deberá ser cuantificado según sea necesario.

Tabla XLI. Presupuesto para la construcción del proyecto

<b>DISEÑO DE TRES EDIFICIOS DE DOS NIVELES PARA MÓDULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACIÓN DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA</b>					
2018					
<b>No.</b>	<b>Renglón</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>MONTO</b>
<b>1.0</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.1	LIMPIA Y CHAPEO	1 400,00	m <sup>2</sup>	Q 6,70	Q 9 380,00
1.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS Y NIVELACIÓN	2 100,00	m <sup>3</sup>	Q 17,80	Q 37 380,00
1.3	TRAZO Y ESTAQUEADO	1 400,00	m <sup>2</sup>	Q 24,00	Q 33 600,00
1.4	CAMPAMENTO Y BODEGA	1,00	Global	Q12 300,00	Q 12 300,00
1.5	ESTUDIO DE SUELOS Y TOPOGRAFÍA	1,00	Unidad	Q11 235,00	Q 11 235,00
1.6	ESTUDIO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL	1,00	Unidad	Q15 000,00	Q 15 000,00
1.7	ESTUDIO DE INSTALACIONES ESPECIALES	1,00	Unidad	Q 9 875,00	Q 9 875,00
1.8	ESTUDIO DE REPLANTEO, CÁLCULO Y PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO	1,00	Unidad	Q33 600,00	Q 33 600,00
					<b>Q 80 360,00</b>
<b>2.0</b>	<b>CIMENTACION</b>				
2.1	EXCAVACIÓN PARA CIMENTO CORRIDO Y ZAPATAS	1 112,50	m <sup>3</sup>	Q 452,26	Q 503 139,25
2.2	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE CIMENTACIÓN	275,60	m <sup>3</sup>	Q 240,55	Q 66 295,58
2.3	ZAPATAS TIPO Z1	30,00	unidad	Q13 895,00	Q 416 850,00
2.4	ZAPATAS TIPO Z2	12,00	unidad	Q 9 458,89	Q 113 506,68
2.5	ZAPATAS TIPO Z3	30,00	unidad	Q11 487,52	Q 344 625,60
2.6	ZAPATAS TIPO Z4	12,00	unidad	Q 8 554,36	Q 102 652,32
2.7	CIMENTO CORRIDO	271,20	m	Q 566,80	Q 153 716,16
					<b>Q 1 700 785,59</b>
<b>3.0</b>	<b>COLUMNAS</b>				
3.1	ARMADO ENCOFRADO Y FUNDICIÓN DE COLUMNAS C-1	84,00	unidad	Q 1 846,25	Q 155 085,00
3.2	ARMADO ENCOFRADO Y FUNDICIÓN DE COLUMNAS C-A	125,00	unidad	Q 985,47	Q 123 183,75
3.3	ARMADO ENCOFRADO Y FUNDICIÓN DE COLUMNAS C-B	60,00	unidad	Q 884,55	Q 53 073,00
3.4	ARMADO ENCOFRADO Y FUNDICIÓN DE COLUMNAS C-C	75,00	unidad	Q 698,45	Q 52 383,75
					<b>Q 383 725,50</b>
<b>4.0</b>	<b>MUROS</b>				
4.1	LEVANTADO DE MUROS EN CIMENTACIÓN	300,52	m <sup>2</sup>	Q 530,00	Q 159 275,60

Continuación de la tabla XLI.

4.2	LEVANTADO DE MUROS DE BLOCK DE 0,14X0,19X0,39 MTS	1 055,56	m <sup>2</sup>	Q 445,00	Q 469 724,20
4.3	MUROS DE TABLAYESO	856,25	m <sup>2</sup>	Q 265,00	Q 226 906,25
					<b>Q 855 906,05</b>
<b>5.0</b>	<b>SOLERAS</b>				
5.1	SOLERA DE HUMEDAD	271,20	m	Q 135,00	Q 36 612,00
5.2	SOLERA INTERMEDIA	236,80	m	Q 125,00	Q 29 600,00
5.3	SOLERA SILLAR	51,60	m	Q 88,70	Q 4 576,92
5.4	SOLERA FINAL	271,20	m	Q 125,30	Q 33 981,36
					<b>Q 104 770,28</b>
<b>6.0</b>	<b>VIGAS</b>				
4.6.1	ARMADO ENCOFRADO Y FUNDICIÓN DE VIGAS EJES A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L	350,00	m	Q 985,70	Q 344 995,00
4.6.2	ARMADO ENCOFRADO Y FUNDICIÓN DE VIGA EJES 1,2,3,4,5,6,7	342,30	m	Q 1 305,45	Q 446 855,54
					<b>Q 791 850,54</b>
<b>7.0</b>	<b>CUBIERTA</b>				
7.1	CONSTRUCCION DE CUBIERTA	1 409,40	m <sup>2</sup>	Q 865,98	Q 1 220 512,21
					<b>Q 1 220 512,21</b>
<b>8</b>	<b>INSTALACIONES</b>				
8.1	INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE	136,80	m	Q 115,65	Q 15 820,92
8.2	INSTALACIÓN DE DRENAJES SANITARIOS	153,90	m	Q 165,00	Q 25 393,50
8.3	INSTALACIÓN DE DRENAJES PLUVIALES	347,40	m	Q 160,00	Q 55 584,00
8.4	INSTALACIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA ILUMINACIÓN	435,00	unidad	Q 988,00	Q 429 780,00
8.5	INSTALACIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA FUERZA	288,00	unidad	Q 570,00	Q 164 160,00
					<b>Q 690 738,42</b>
<b>9.0</b>	<b>PISOS</b>				
9.1	COLOCACIÓN DE PISO CERAMICO	1 325,60	m <sup>2</sup>	Q 455,00	Q 603 148,00
9.2	COLOCACIÓN DE PISO ANTIDESLIZANTE	64,80	m <sup>2</sup>	Q 410,00	Q 26 568,00
					<b>Q 629 716,00</b>
<b>10.0</b>	<b>ACABADOS</b>				
10.1	PINTURA EPOXICA EN CIELO	1 285,70	m <sup>2</sup>	Q 135,60	Q 174 340,92
10.2	CIELO FALSO RETICULADO	1 285,70	m <sup>2</sup>	Q 453,20	Q 582 679,24
10.3	ACABADO EN PARED MUROS (REPELLO + BLANQUEADO)	1 055,45	m <sup>2</sup>	Q 119,70	Q 126 337,37
10.4	PINTURA EPOXICA EN MUROS INTERIORES	1 055,45	m <sup>2</sup>	Q 82,50	Q 87 074,63
10.5	PINTURA LATEX EN MUROS	1 103,70	m <sup>2</sup>	Q 45,70	Q 50 439,09
10.6	AZULEJO	62,70	m <sup>2</sup>	Q 195,10	Q 12 232,77
10.7	ALISADO Y BLANQUEADO DE SILLARES	11,50	m	Q 69,78	Q 802,47
10.8	IMPERMEABILIZACION LOSA	1 409,40	m	Q 145,95	Q 205 701,93
					<b>Q 1 239 608,42</b>

Continuación de la tabla XLI.

11.0		PUERTAS Y VENTANAS			
11.1	PUERTAS TIPO P-1	4,00	unidad	Q 2 876,40	Q 11 505,60
11.2	PUERTAS TIPO P-2	5,00	unidad	Q 2 298,56	Q 11 492,80
11.3	PUERTAS TIPO P-3	63,00	unidad	Q 2 199,60	Q 138 574,80
11.4	PUERTAS TIPO P-4	22,00	unidad	Q 2 456,40	Q 54 040,80
11.5	PUERTAS TIPO P-5	3,00	unidad	Q 2 578,43	Q 7 735,29
11.6	PUERTAS TIPO P-6	3,00	unidad	Q 2 113,40	Q 6 340,20
11.7	VENTANA TIPO V-1	29,00	unidad	Q 655,00	Q 18 995,00
11.8	VENTANA TIPO V-2	13,00	unidad	Q 445,00	Q 5 785,00
11.9	VENTANA TIPO V-3	8,00	unidad	Q 644,15	Q 5 153,18
11.10	VENTANA TIPO V-4	5,00	unidad	Q 515,32	Q 2 576,59
11.11	VENTANA TIPO V-5	2,00	unidad	Q 547,52	Q 1 095,05
11.12	VENTANA TIPO V-6	1,00	unidad	Q 1 417,12	Q 1 417,12
11.13	VENTANA TIPO V-7	5,00	unidad	Q 1 932,44	Q 9 662,21
11.14	VENTANA TIPO V-8	2,00	unidad	Q 2 190,10	Q 4 380,20
11.15	VENTANA TIPO V-9	2,00	unidad	Q 450,90	Q 901,81
11.16	VENTANA TIPO V-10	1,00	unidad	Q 1 417,12	Q 1 417,12
11.17	VENTANA TIPO V-11	5,00	unidad	Q 1 642,57	Q 8 212,87
11.18	VENTANA TIPO V-12	2,00	unidad	Q 547,52	Q 1 095,05
11.19	VENTANA TIPO V-13	2,00	unidad	Q 1 417,12	Q 2 834,25
11.20	VENTANA TIPO V-14	1,00	unidad	Q 1 932,44	Q 1 932,44
11.21	VENTANA TIPO V-15	13,00	unidad	Q 2 190,10	Q 28 471,30
11.22	VENTANA TIPO V-16	2,00	unidad	Q 1 417,12	Q 2 834,25
11.23	VENTANA TIPO V-17	1,00	unidad	Q 1 932,44	Q 1 932,44
11.24	VENTANA TIPO V-18	2,00	unidad	Q 547,52	Q 1 095,05
11.25	VENTANA TIPO V-19	1,00	unidad	Q 644,15	Q 644,15
					<b>Q 330 124,57</b>
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO:</b>					<b>Q 8 028 097,58</b>

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. Al desarrollar un proyecto mediante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), el estudiante tiene la oportunidad de aplicar todos los conocimientos adquiridos durante la formación académica para la solución de problemas reales que se presentan en la planificación y ejecución de un proyecto.
2. Al realizar la comparación de resultados obtenidos en el método Kani y el software de diseño ETabs 2016, no tienen una diferencia significativa, lo que demuestra que el método de Kani fue aplicado de manera correcta, tanto en cargas gravitacionales como con cargas de sismo. Los datos que se utilizaron para el diseño de elementos estructurales fueron los obtenidos en el método de Kani por ser más conservador.
3. La principal necesidad que se observó en el Municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, es la falta de espacio para realizar las consultas externas a los afiliados del Instituto, incluyendo también el hacinamiento de trabajadores en las áreas administrativas, esta sobrepoblación hace que el servicio al afiliado sea deficiente en calidad y tiempo de espera.
4. El proyecto desarrollado es factible económicamente, ya que el Instituto cuenta con presupuesto para invertir en la construcción de infraestructura hospitalaria, para brindar un mejor servicio al afiliado en sus diferentes unidades médicas.



## RECOMENDACIONES

1. Realizar una actualización de los precios contenidos en el presupuesto del proyecto, debido a que los trámites administrativos suelen ser tardados y al momento de contratación para ejecución del proyecto puede ser que estos precios sufran una variación en función de la economía del país.
2. En la ejecución del proyecto debe tenerse una supervisión constante y exigente para que los materiales a utilizar cumplan con las calidades y especificaciones establecidas en este trabajo y en los planos de construcción.
3. Si se llegaran a solicitar cambios de diseño del proyecto, estos deben ser aprobados por un profesional capacitado en el área de diseño estructural, no hacer cambios en planos ni diseño sin previa consulta.



## BIBLIOGRAFÍA

1. 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. 45 p.
2. GONZÁLES CUEVAS, Oscar. *Aspectos fundamentales del concreto reforzado*. 4a ed. México: Limusa, 2005. 802 p.
3. HIBBELER, Russell C. *Análisis Estructural*. 3a ed. México: Prentice Hall. 2012. 589 p.
4. Instituto Americano del Concreto, Comité 318. *Requisitos del reglamento para concreto estructural (ACI 318-11)*. Estados Unidos: ACI, 2011. 548 p.
5. H. NILSON, Arthur. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana, 2001. 722 p.
6. PAREDES RUIZ, Paola Anaitee. *Guía teórica y práctica del curso de diseño estructural*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1996. 160 p.
7. OLAYO ORTIZ, Luis Fernando. *Esquema preliminar de crecimiento urbano para la ciudad de Santa Lucía Cotzumalguapa*. Trabajo de

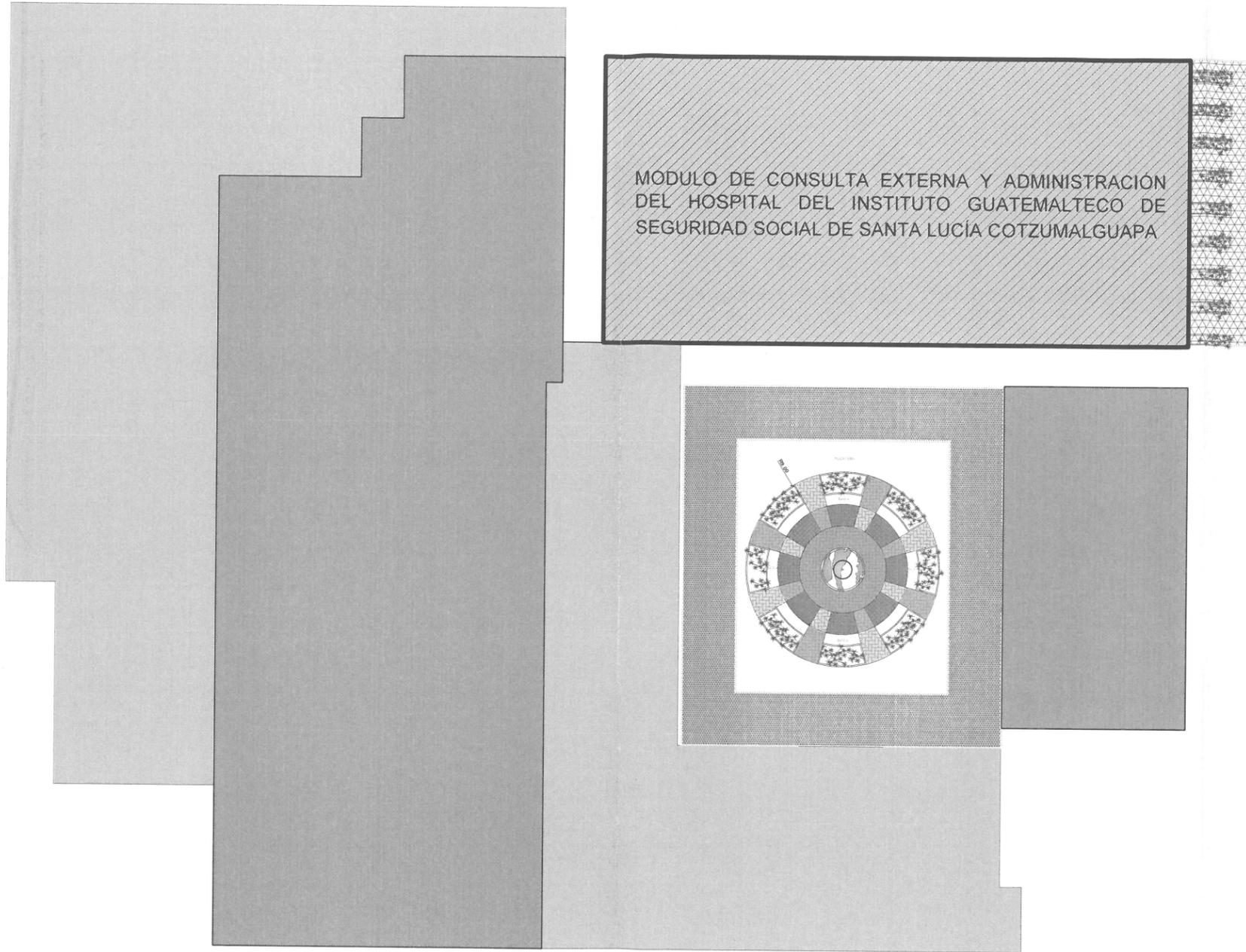
graduación de Arquitectura. Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1994. 140 p.

## **APÉNDICES**

Apéndice 1. **Planos constructivos de la fase de arquitectura de los módulos de consulta externa y área administrativa**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.





MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION  
 DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE  
 SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PLANTA DE CONJUNTO

ESC. 1:500

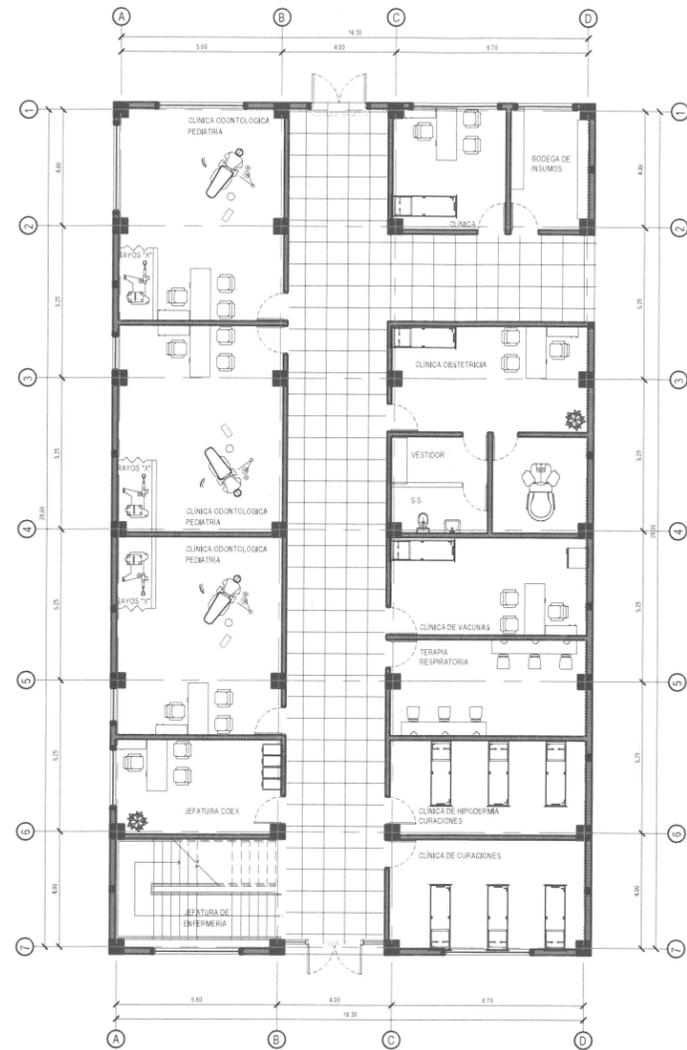
NOTAS

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
		PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA	ESCALA: INDICADA
PLANO DE: PLANTA DE CONJUNTO		FECHA: OCTUBRE 2018	REVISOR: JUAN MANUEL GARCIA
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA	FASE: A
		HOJA: 21	PS

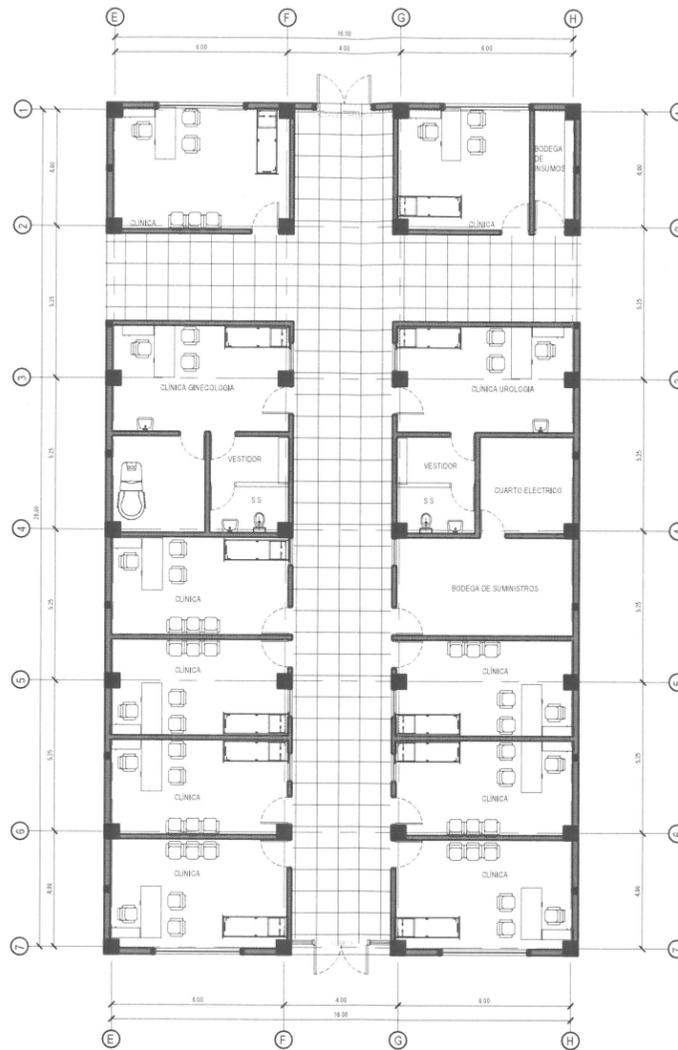




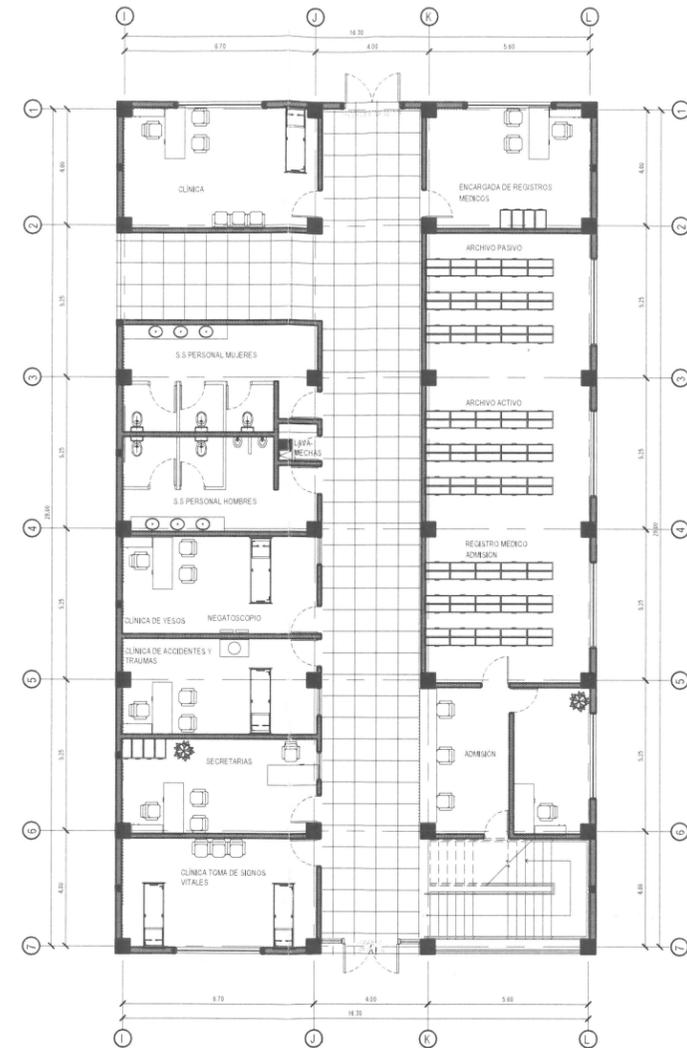
### EDIFICIO A



### EDIFICIO B



### EDIFICIO C



## PLANTA ARQUITECTONICA

PRIMER NIVEL - GENERAL

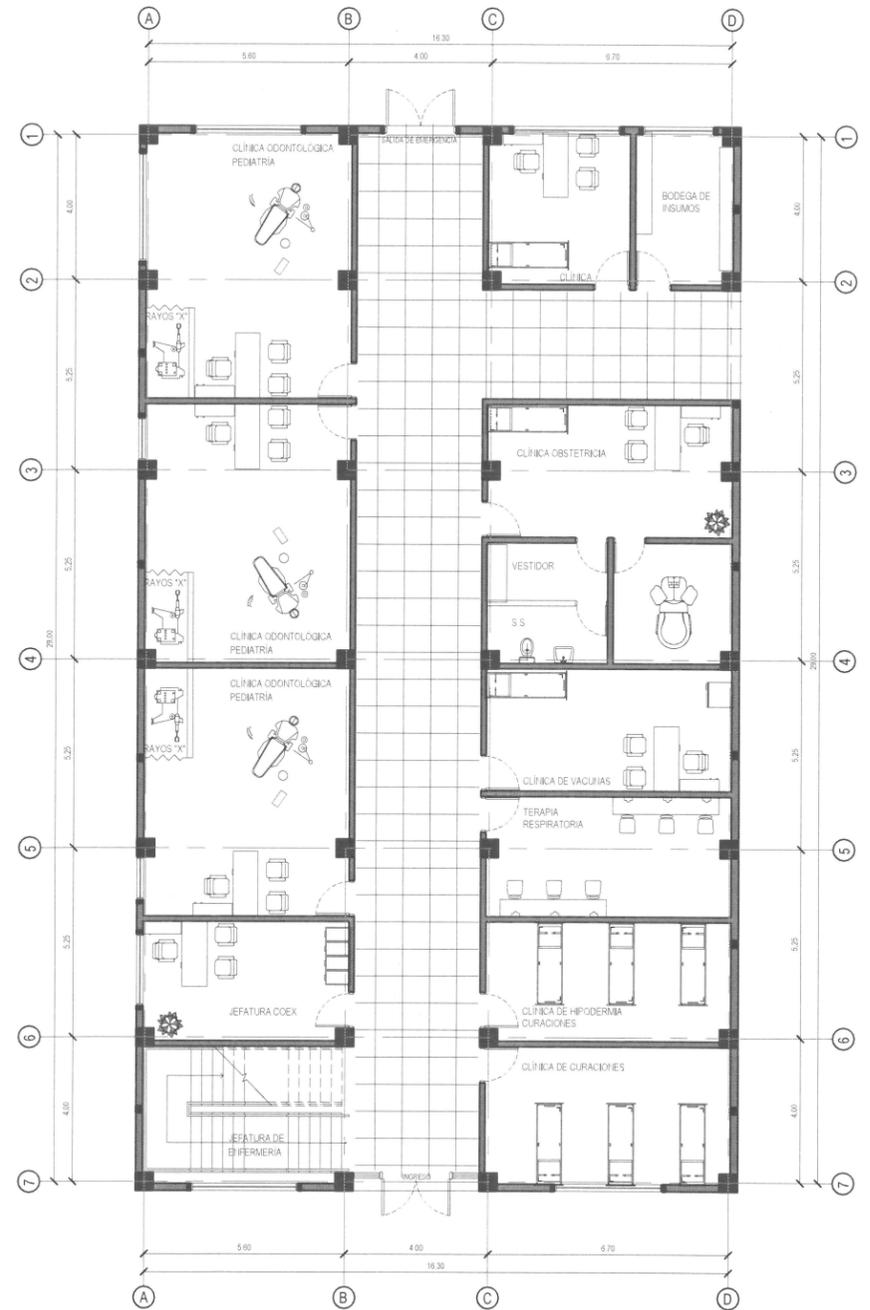
ESC. 1:250

NOTAS

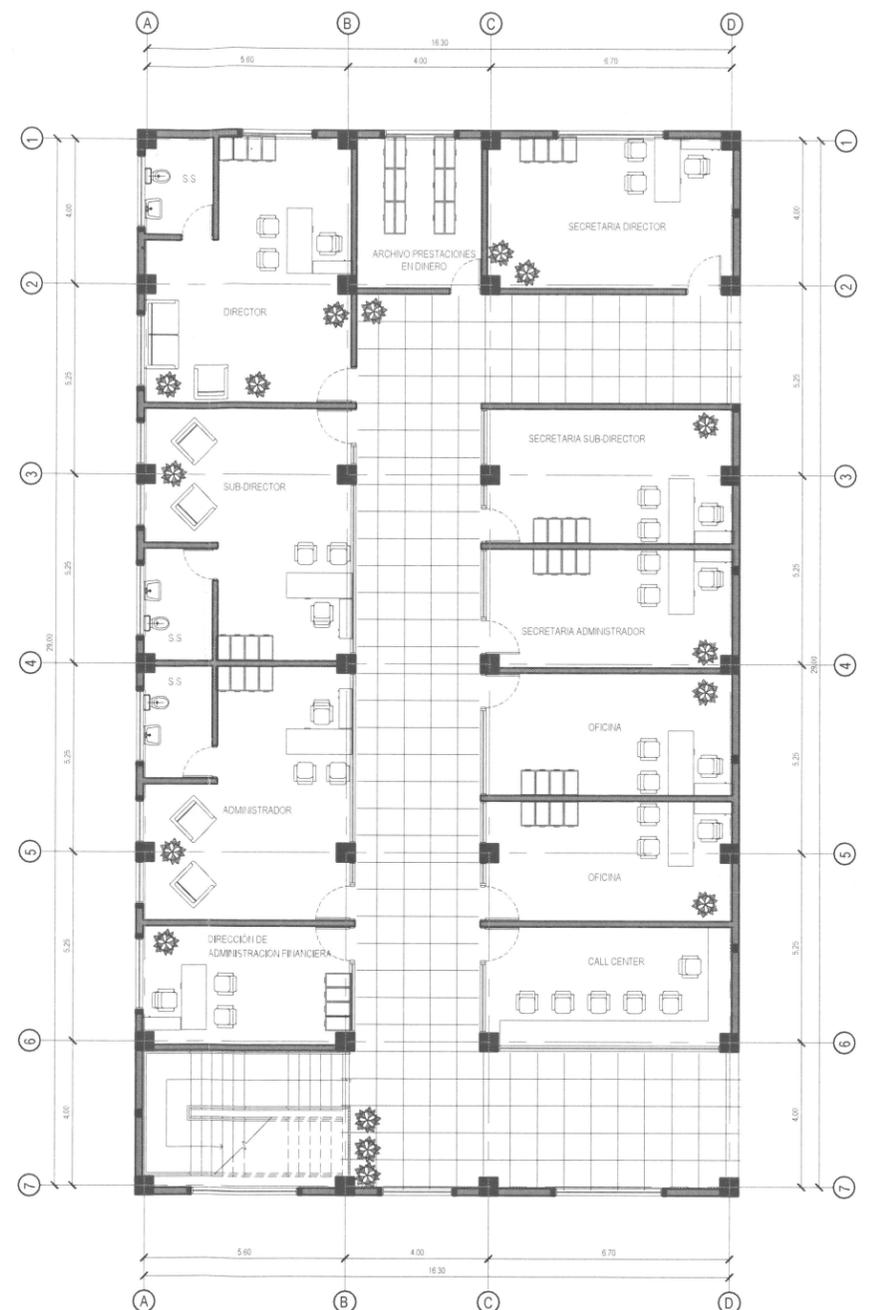
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA		FECHA: 02 OCTUBRE 2010	
PLANO DE: PLANTA ARQUITECTONICA GENERAL - SEGUNDO NIVEL		ASESORA: ING. CRISTINA GONZALEZ	
DISEÑO:	CALCULO:	DIBUJO:	FASE:
JUAN MANUEL GARCIA	JUAN MANUEL GARCIA	JUAN MANUEL GARCIA	A
			HOJA 03 21



NOTAS



**PLANTA ARQUITECTONICA**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO A  
ESC. 1:200

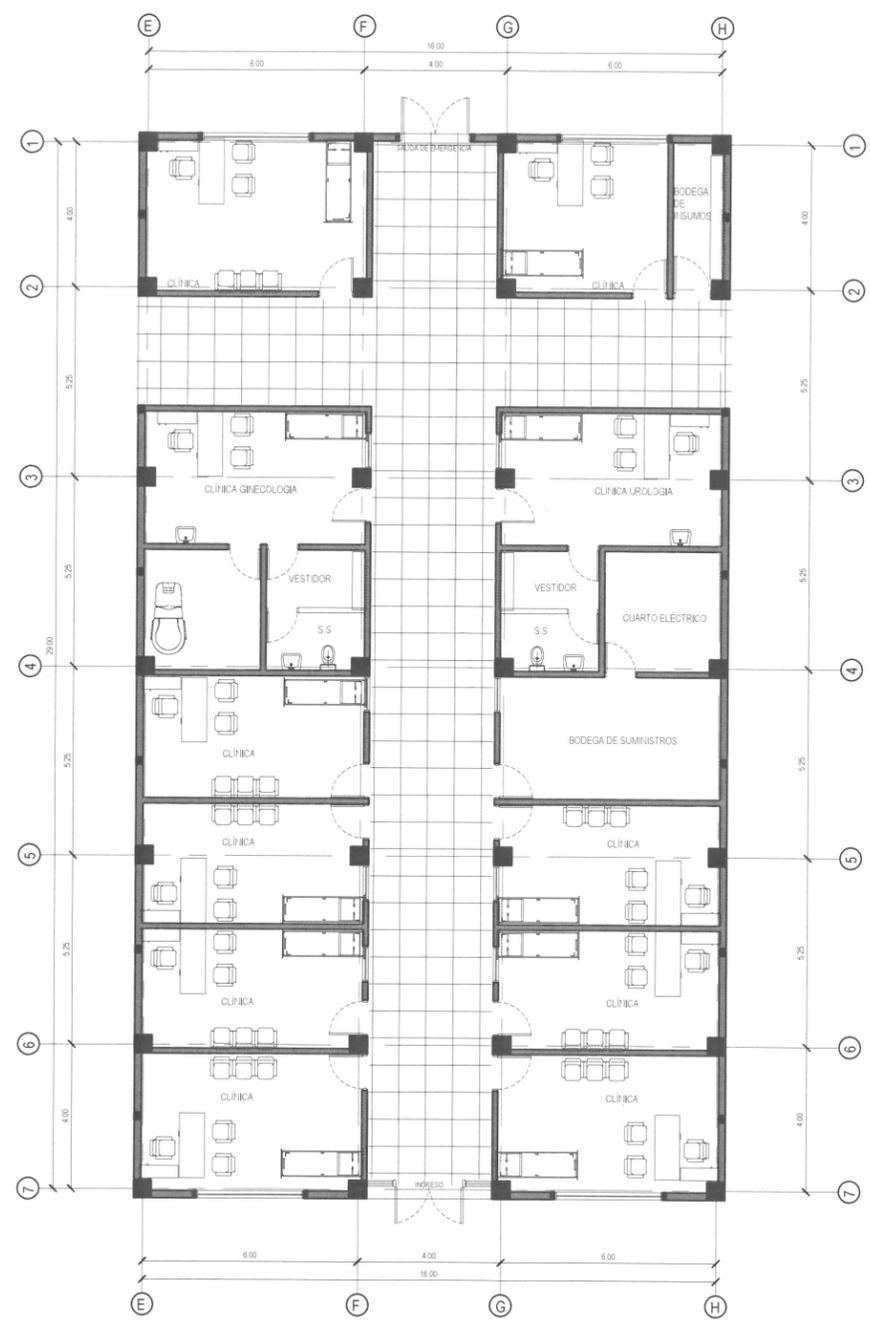


**PLANTA ARQUITECTONICA**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO A  
ESC. 1:200

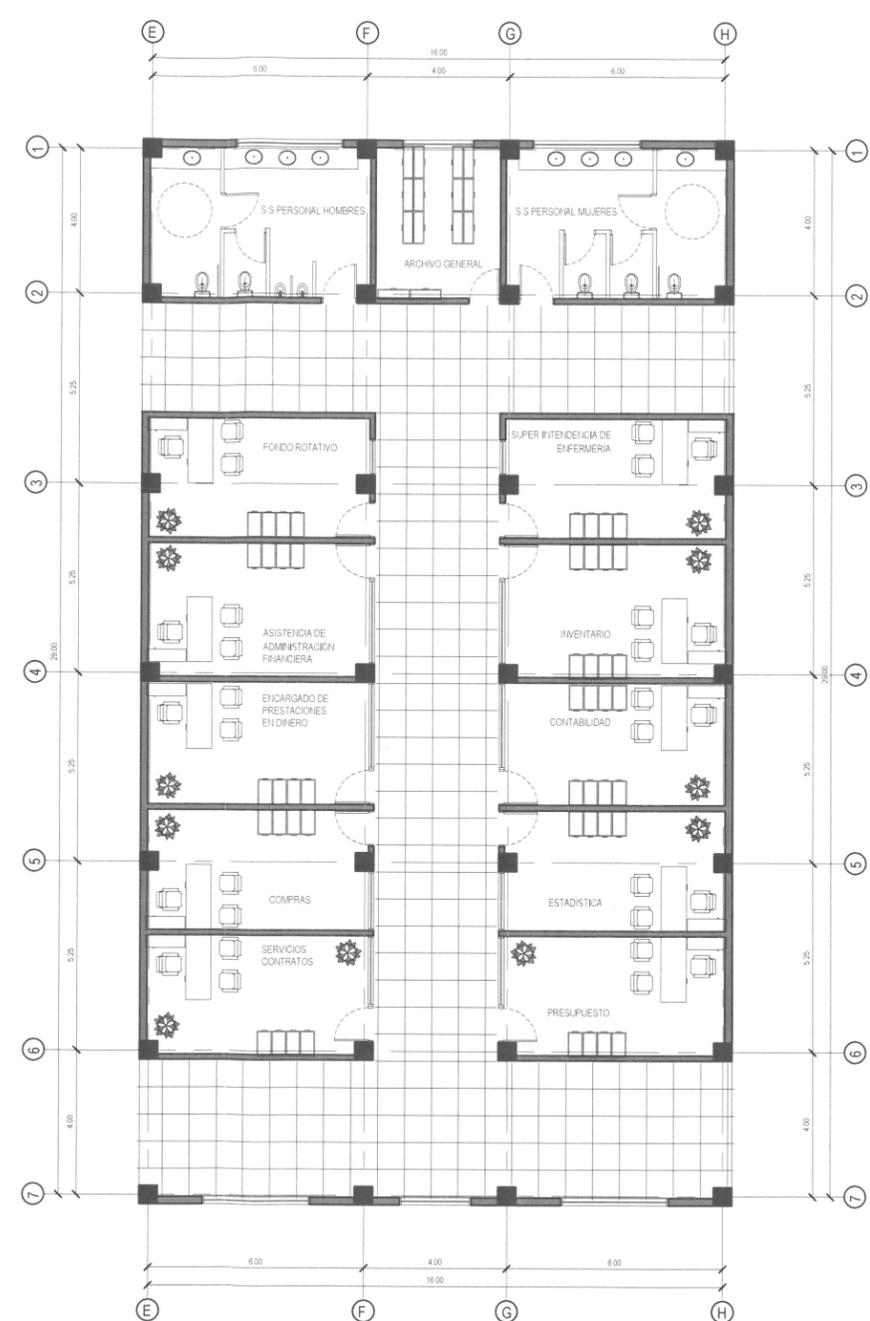
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA		ESCALA INDICADA FECHA: OCTUBRE 2018 DE: JISS INGENIERO: INGA CHRISTA OLASSON	
PLANO DE: PLANTA ARQUITECTONICA - EDIFICIO A			
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA	FASE: <b>A</b> HOJA: <b>04</b> / <b>21</b>



NOTAS



**PLANTA ARQUITECTONICA**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO B      ESC. 1:200

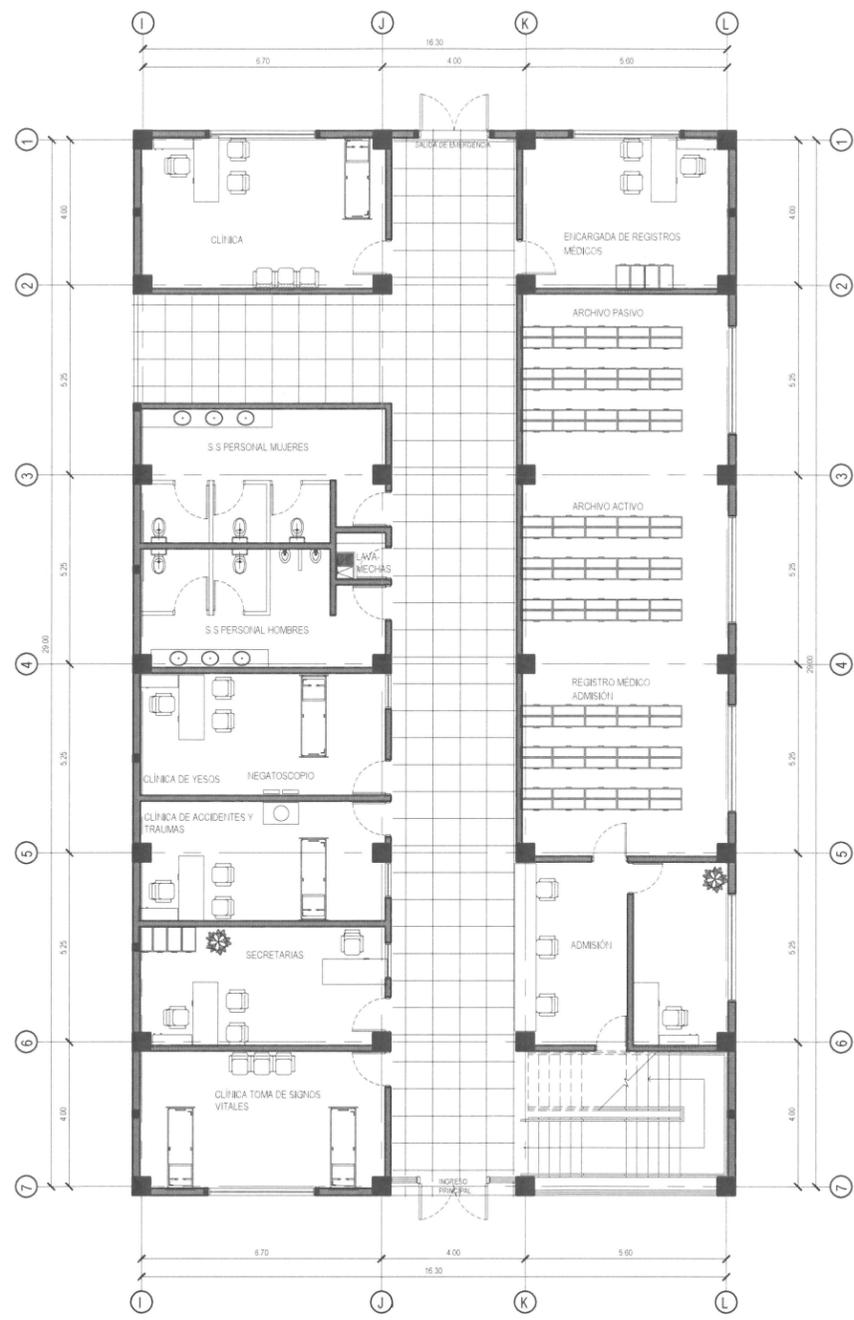


**PLANTA ARQUITECTONICA**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO B      ESC. 1:200

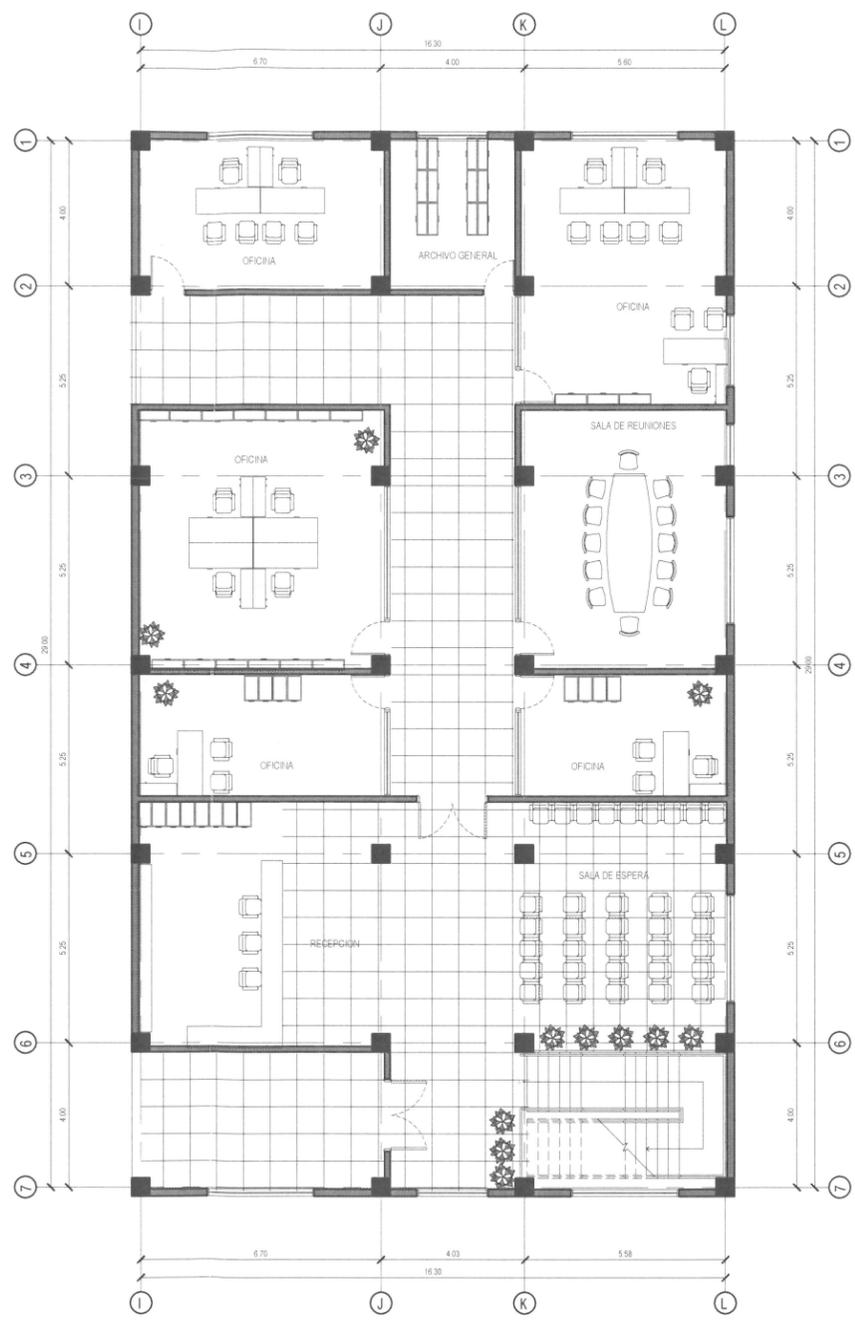
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
		PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPEDAJE DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE LA LUCIA COTZUMALGUAPA	
PLANO DE: PLANTA ARQUITECTONICA - EDIFICIO B		ESCALA: DIBUJO:	
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA		FECHA: OCTUBRE 2018	
CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA		ASESORA: Inga. Christina...	
DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA		ASESORA: Inga. Christina...	
Unidad de Práctica		HOJA <b>05</b> / 21	



NOTAS



**PLANTA ARQUITECTONICA**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO C ESC. 1:200



**PLANTA ARQUITECTONICA**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO C ESC. 1:200



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

PROYECTO:  
MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL  
DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA  
LUCIA COTZUMALGUAPA

PLANO DE:  
PLANTA ARQUITECTONICA - EDIFICIO C

ESCALA:  
INDICADA

FECHA:  
OCTUBRE 2018

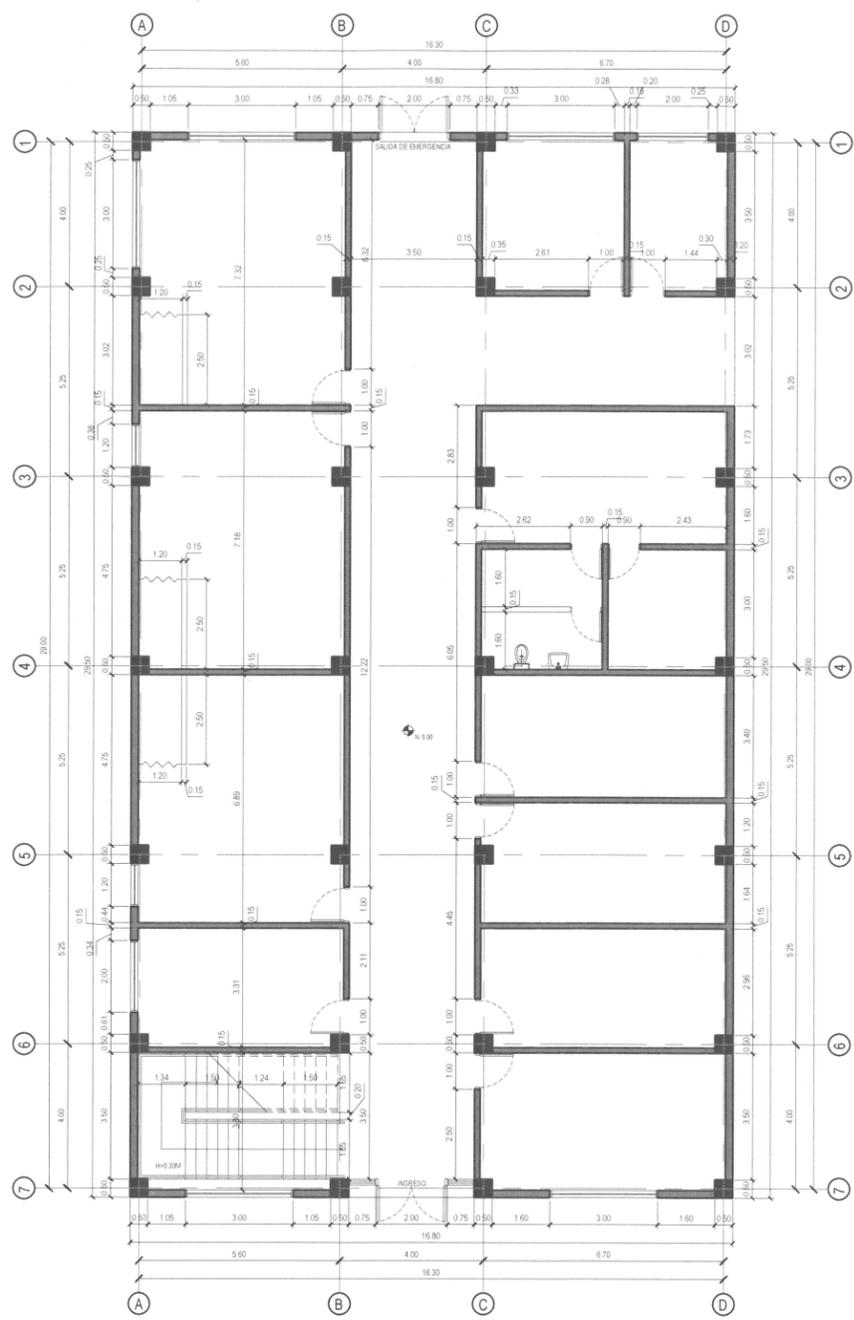
REVISOR:  
ING. CHRISTOPHER ASSON

DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA  
CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA  
DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA

FASE: A  
HOJA: 06/21



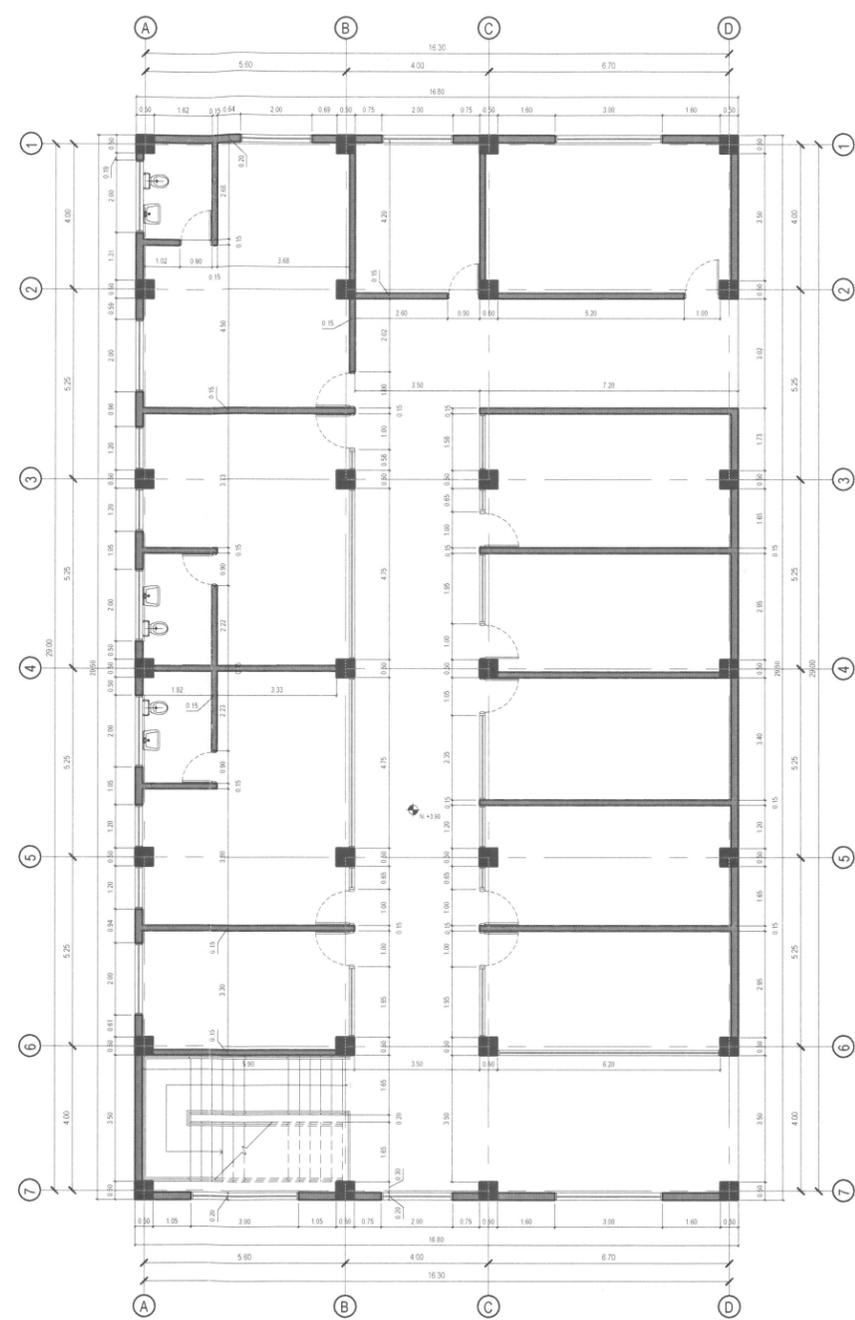
NOTAS



**PLANTA ACOTADA**

PRIMER NIVEL - EDIFICIO A

ESC. 1:200



**PLANTA ACOTADA**

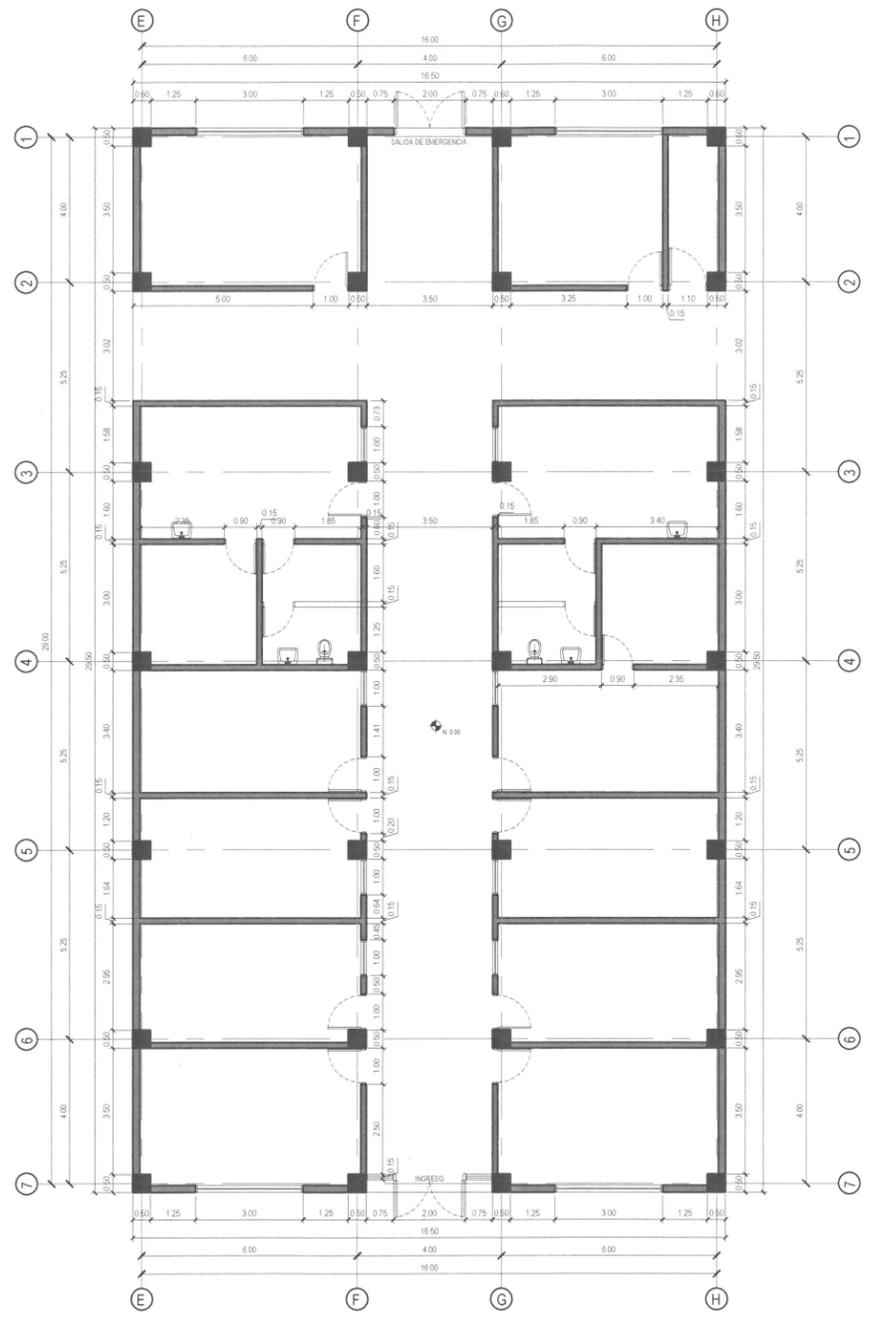
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO A

ESC. 1:200

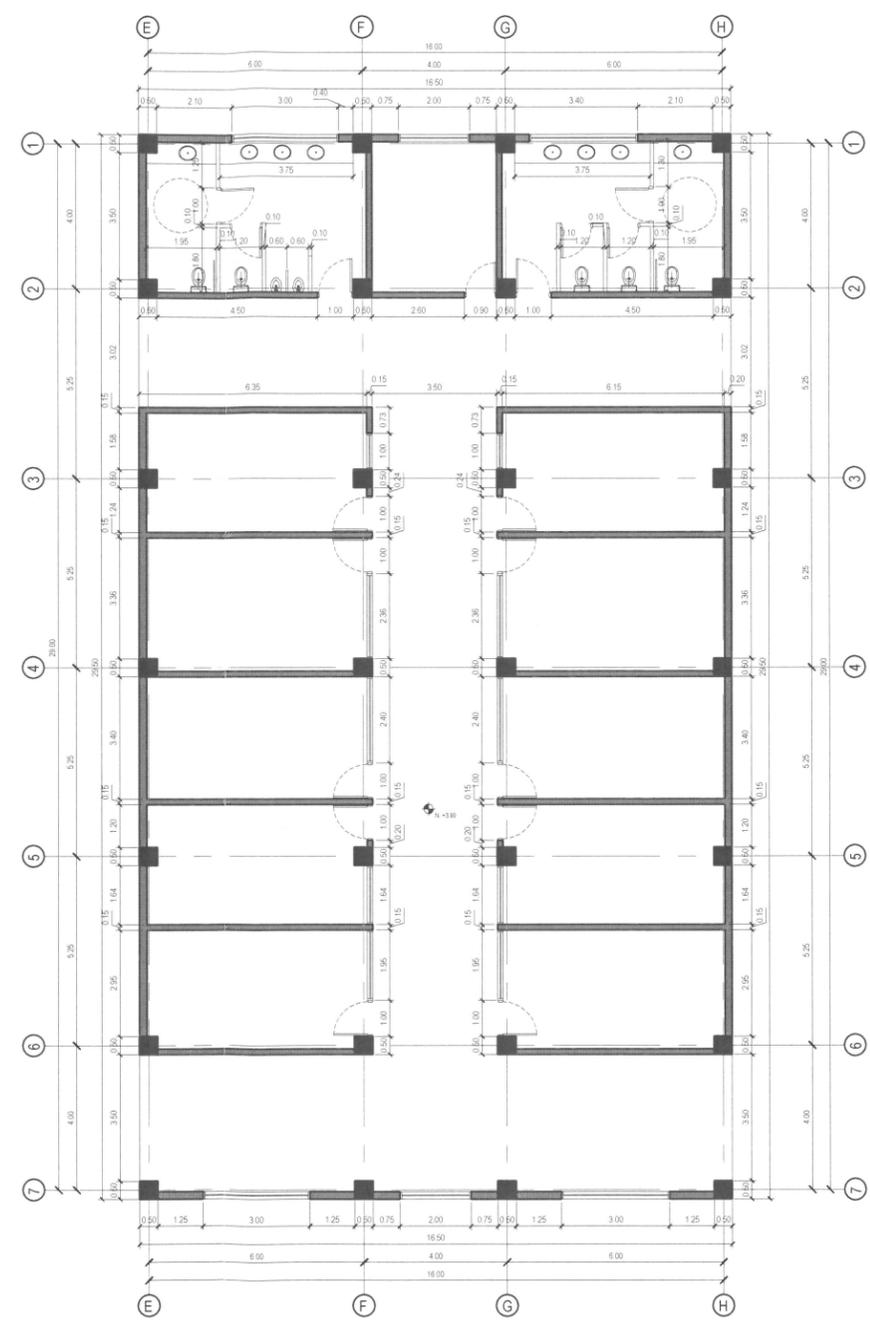
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA		
PLANO DE: PLANTA ACOTADA - EDIFICIO A		FECHA: OCTUBRE 2018 REVISOR: INGA CHRISTA CLAYSON	
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA	FASES: <b>A</b> HOJA: <b>07</b> / <b>21</b>



NOTAS



**PLANTA ACOTADA**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO B      ESC. 1:200



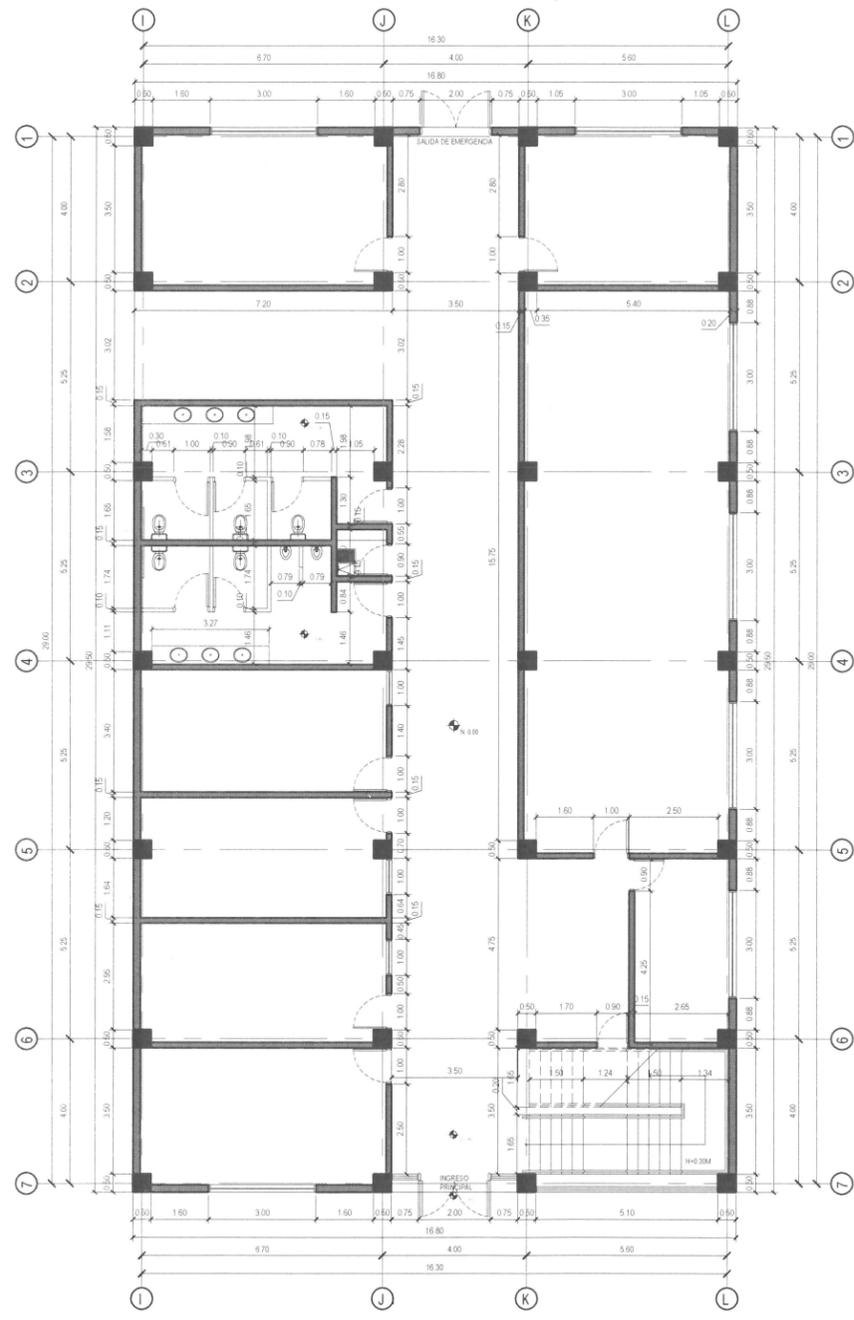
**PLANTA ACOTADA**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO B      ESC. 1:200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPEDAJE DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA		
PLANO DE PLANTA ACOTADA - EDIFICIO B		ESCALA INDICADA	FECHA OCTUBRE 2018
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA		CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA
		HOJA 08	21

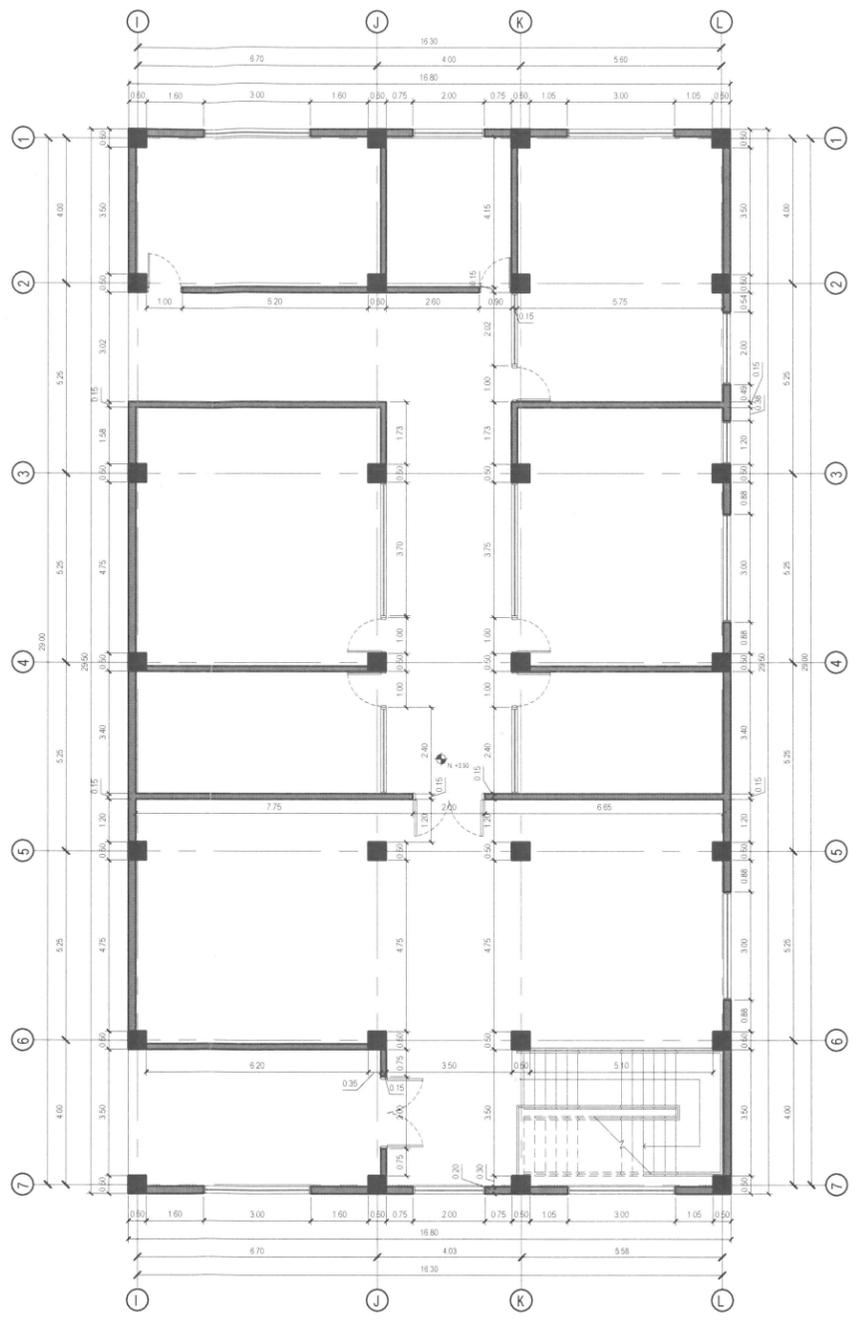
*Ing. Carlos de la Cruz*  
Ing. Christina Classon  
APESOP  
Unidad de Planeación



NOTAS



**PLANTA ACOTADA**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO C      ESC. 1:200

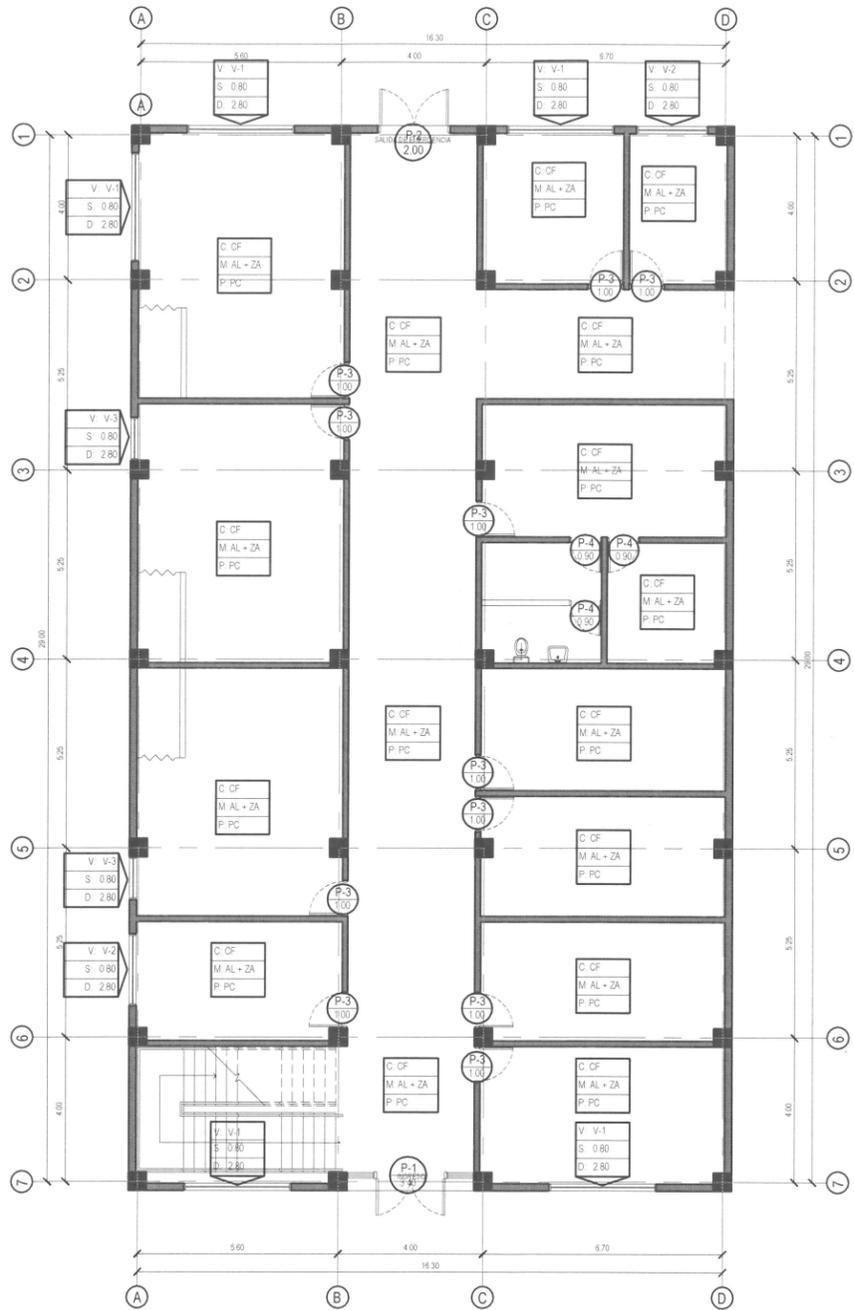


**PLANTA ACOTADA**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO C      ESC. 1:200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA	
PLANO DE PLANTA ACOTADA - EDIFICIO C		ESCALA: INDICADA FECHA: OCTUBRE 2018 REVISOR: INGA CHRISTA CASSON
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA
FASE: <b>A</b>		HOJA: <b>09</b> / <b>21</b>



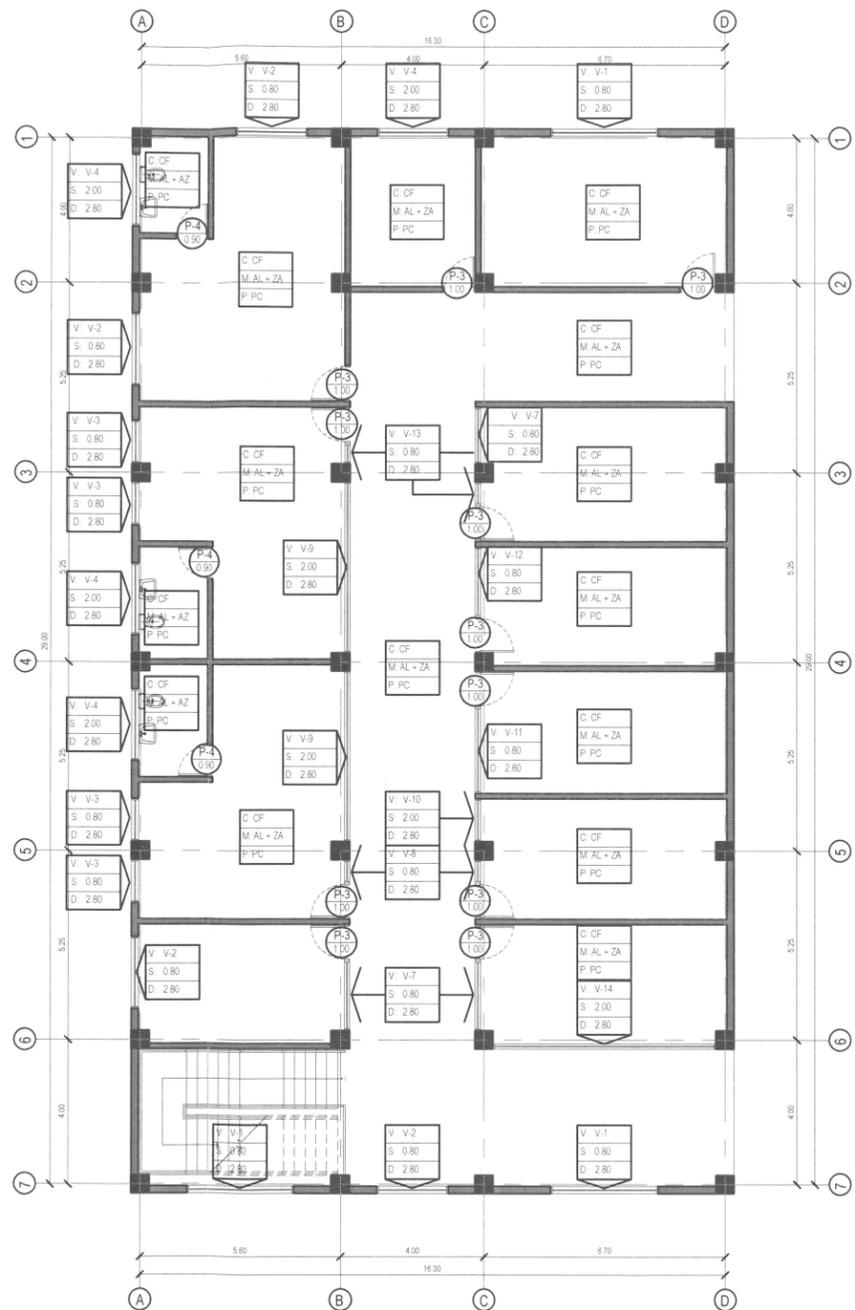
NOTAS:



**PLANTA DE ACABADOS**

PRIMER NIVEL - EDIFICIO A

ESC. 1:200



**PLANTA DE ACABADOS**

SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO A

ESC. 1:200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:  
MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL  
DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DEL SANTA  
LUCIA COTZUMALGUAPA

PLANO DE:  
PLANTA DE ACABADOS - EDIFICIO A

DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA  
CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA  
DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA

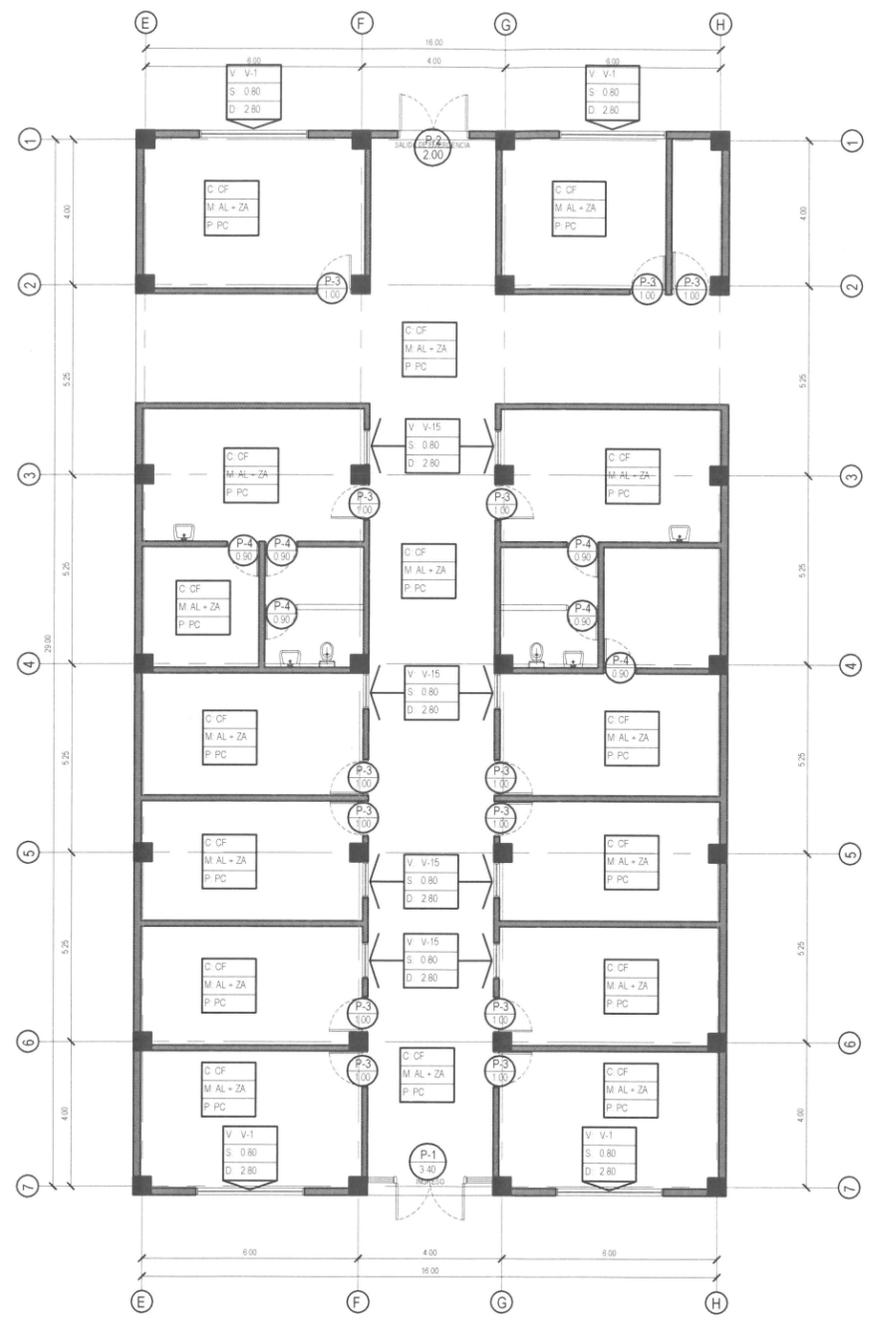
ESCALA: 1:100  
FECHA: 10 de Julio 2018  
REVISOR: ING. CHRISTA CLASSON

FASE: A

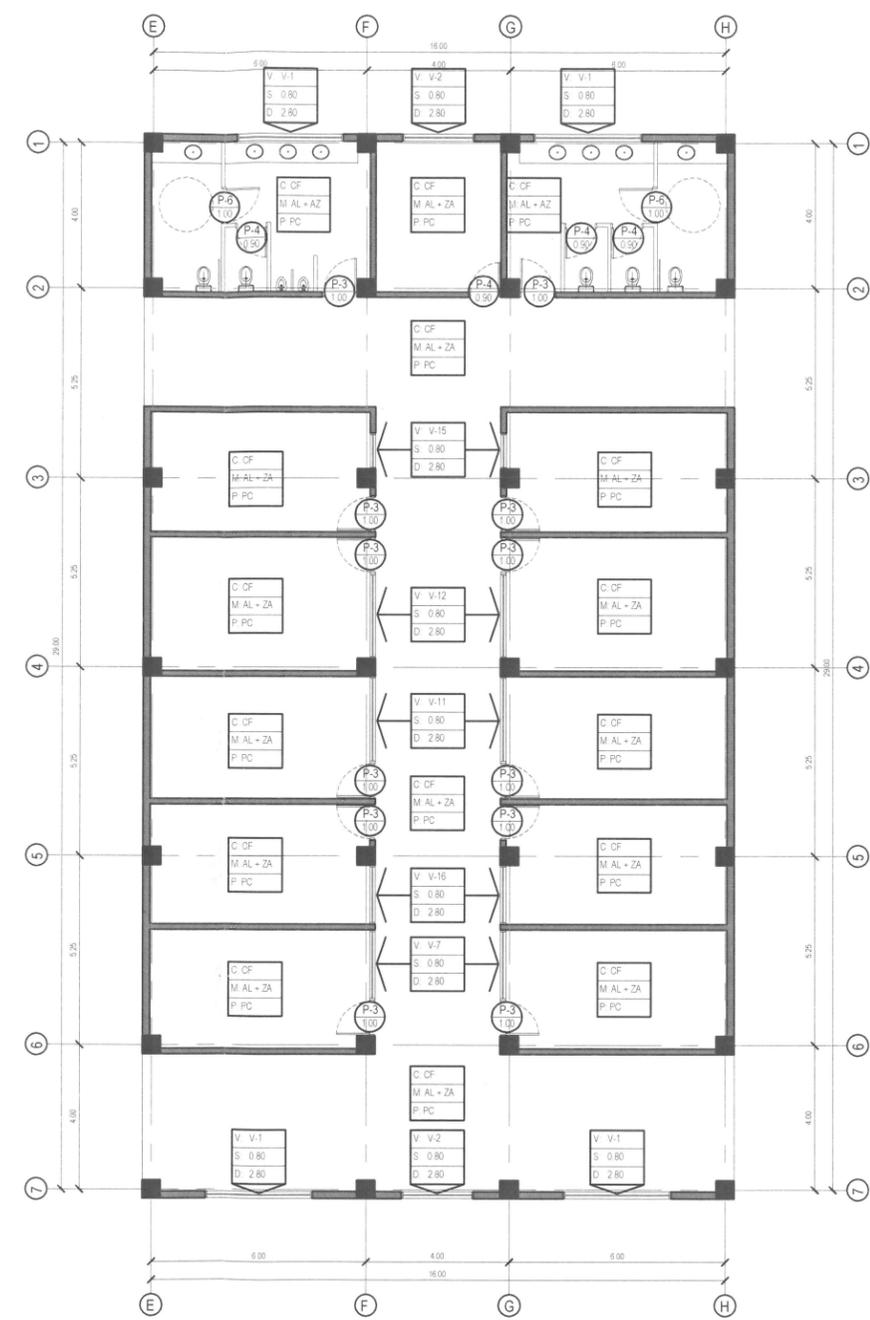
10 21



NOTAS



**PLANTA DE ACABADOS**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO B  
ESC. 1:200

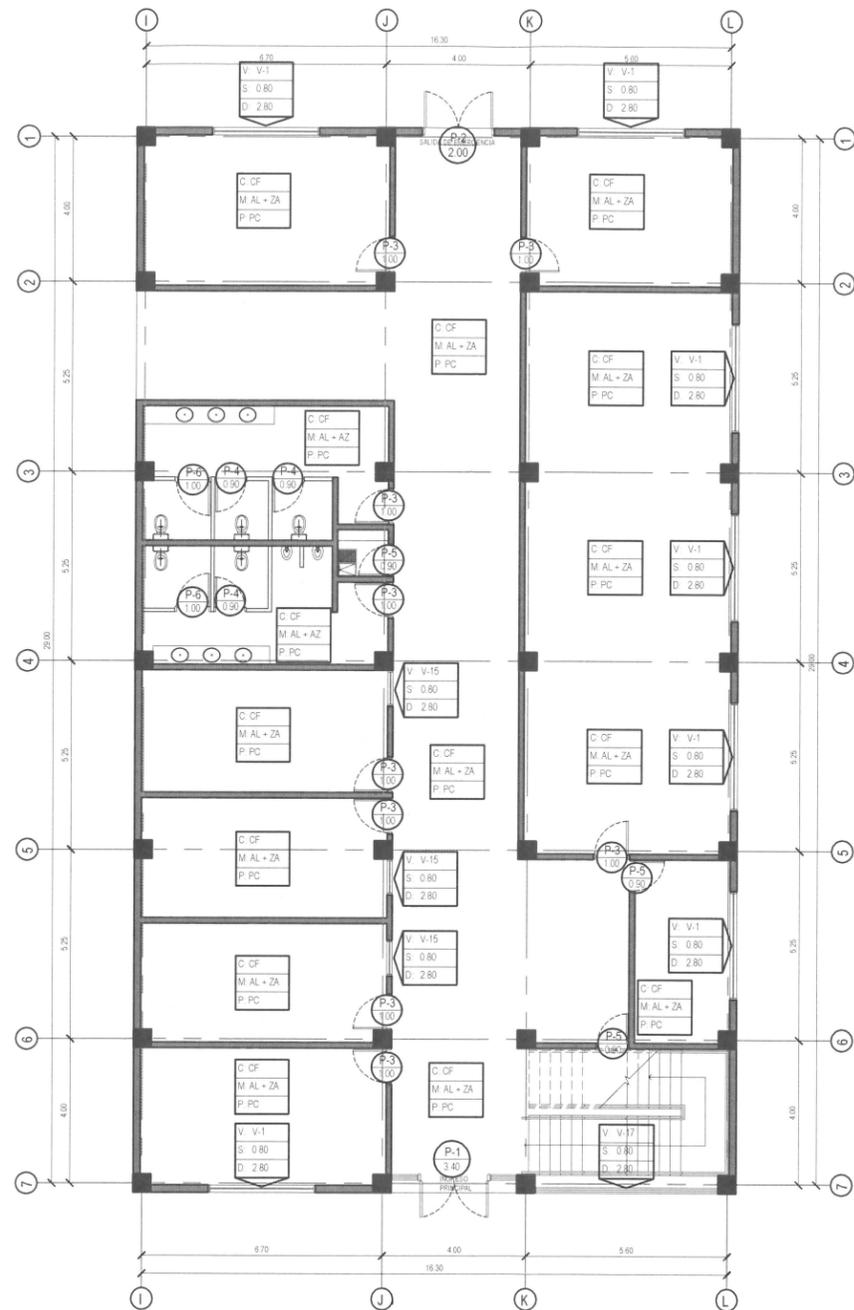


**PLANTA DE ACABADOS**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO B  
ESC. 1:200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE LUCIA COTZUMALGUAPA	ESCALA: INDICADA
PLANO DE: PLANTA DE ACABADOS - EDIFICIO B	FECHA: 11 OCTUBRE 2017 ASESORADO: INGA CHRISTA CLASSON	HOJA: 11 de 21
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA



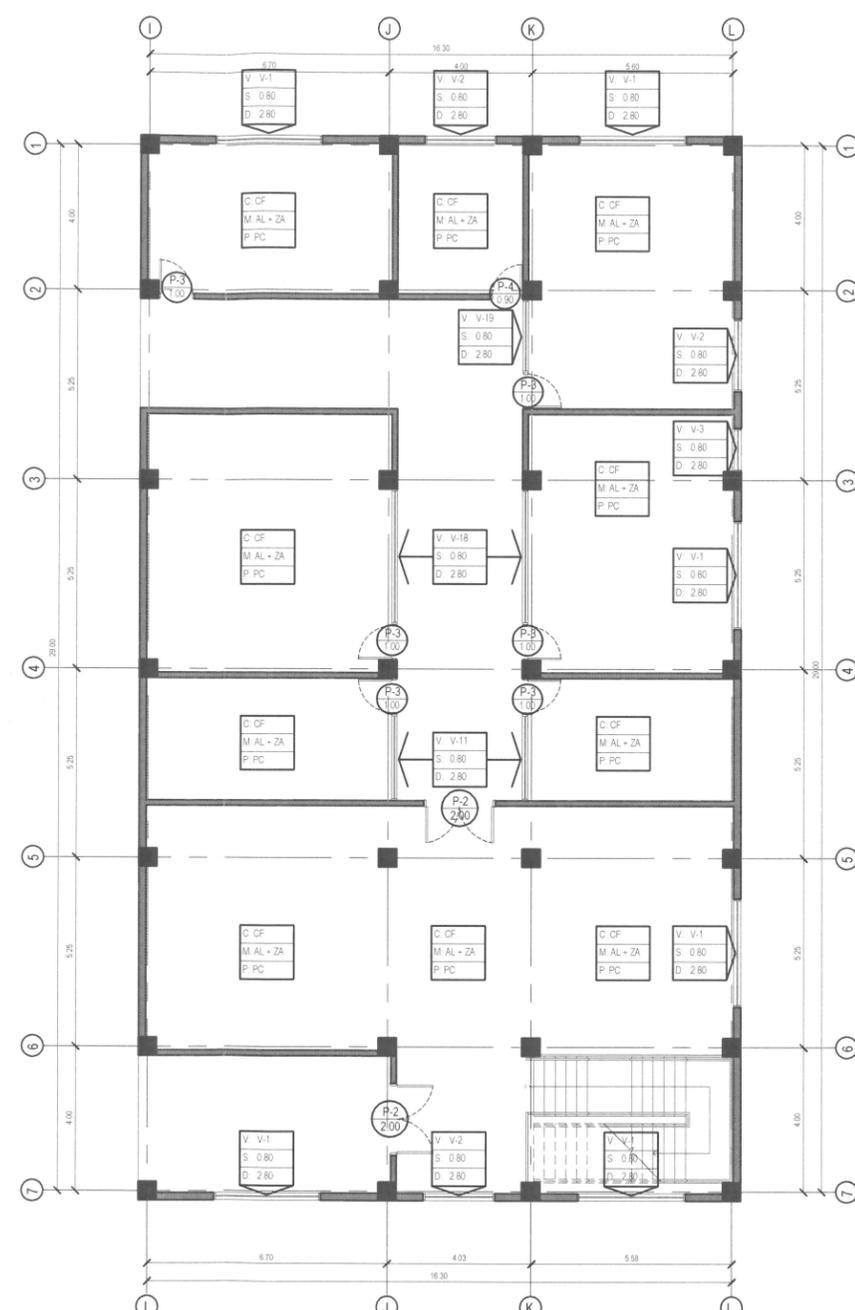
NOTAS



### PLANTA DE ACABADOS

PRIMER NIVEL - EDIFICIO C

ESC. 1:200



### PLANTA DE ACABADOS

SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO C

ESC. 1:200



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

PROYECTO:  
MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL  
DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA  
LUCIA COTZUMALGUAPA

ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
12 de Agosto de 2012

PLANO DE:  
PLANTA DE ACABADOS - EDIFICIO C

DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA  
CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA  
DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA

FASE:  
HOJA:  
12 de Agosto de 2012



NOTAS:

**SIMBOLOGÍA DE ACABADOS**

PT	PUERTA TIPO	CF (2'2)	CIELO FALSO RETICULAR
V:	VENTANA TIPO	C:	ACABADO EN CIELO
S:	SILLAR	M:	ACABADO EN MURO
D:	DINTEL	P:	ACABADO EN PISO
AZ	AZULEJO h= 1.20 SNPT	PC	PISO CERÁMICO
ZA (0.10)	ZÓCALO DE AGLOMERADO	AL	ALISADO

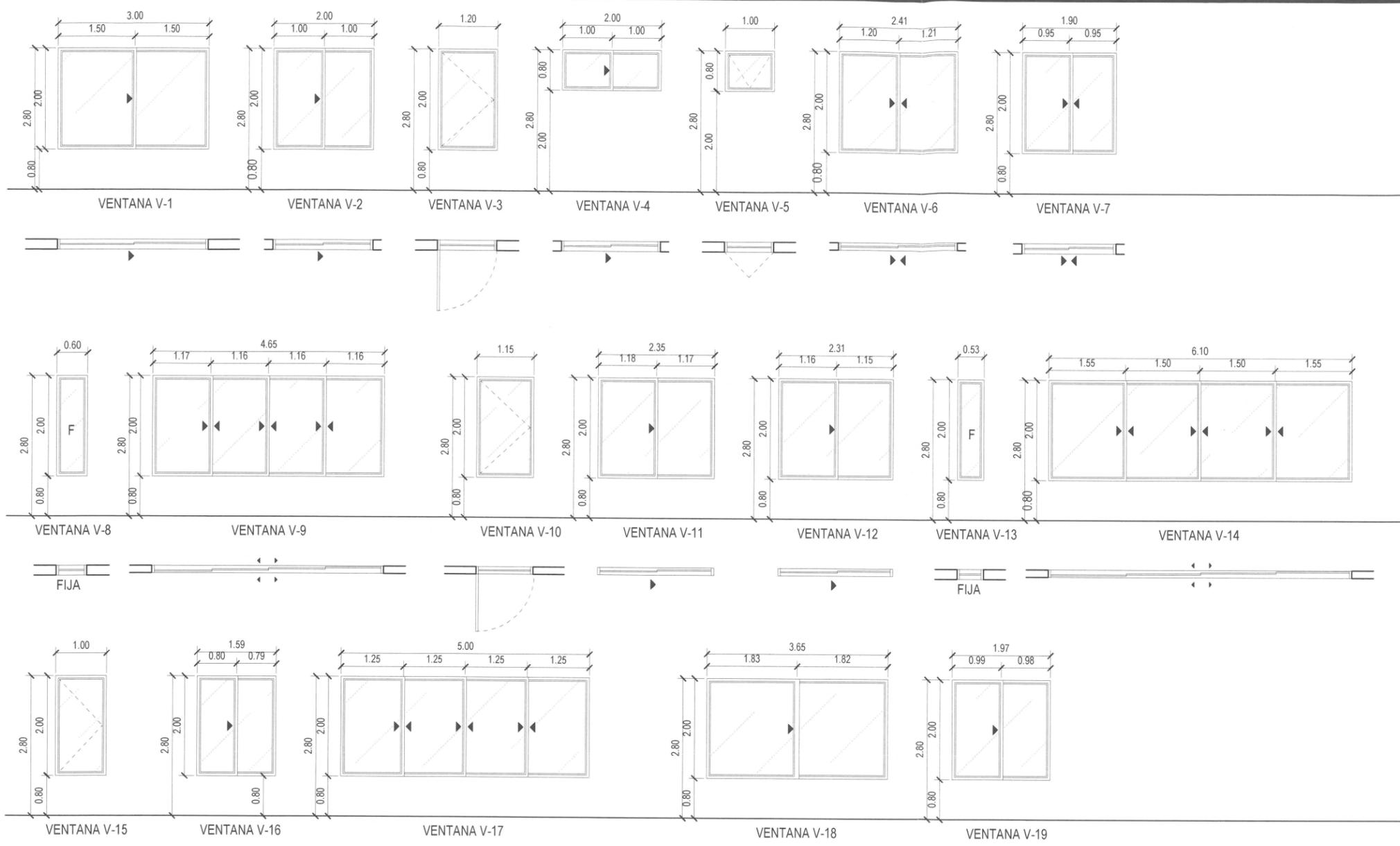
\* EL EXTERIOR SERÁ CON UN ACABADO DE ALISADO

**PLANILLA DE VENTANAS**

TIPO	SILLAR	DINTEL	UNIDADES	ANCHO	ALTO
V-1	0.80	2.80	29	3.00	2.00
V-2	0.80	2.80	11	2.00	2.00
V-3	0.80	2.80	07	1.20	2.00
V-4	2.00	2.80	05	2.00	0.80
V-5	2.00	2.80	01	1.00	0.80
V-6	0.80	2.80	00	2.41	2.00
V-7	0.80	2.80	05	1.90	2.00
V-8	0.80	2.80	02	0.60	2.00
V-9	0.80	2.80	02	4.65	2.00
V-10	0.80	2.80	01	1.15	2.00
V-11	0.80	2.80	05	2.35	2.00
V-12	0.80	2.80	03	2.31	2.00
V-13	0.80	2.80	02	0.53	2.00
V-14	0.80	2.80	01	6.10	2.00
V-15	0.80	2.80	13	1.00	2.00
V-16	0.80	2.80	02	1.59	2.00
V-17	0.80	2.80	01	5.00	2.00
V-18	0.80	2.80	02	3.65	2.00
V-19	0.80	2.80	01	1.97	2.00

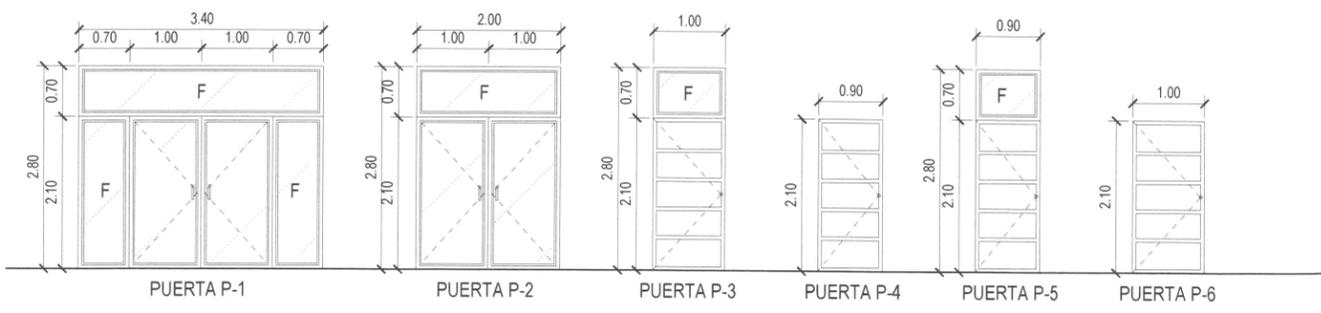
**PLANILLA DE PUERTAS**

TIPO	ANCHO	ALTO	UNIDADES
P-1	3.40	2.80	04
P-2	2.00	2.80	06
P-3	1.00	2.80	63
P-4	0.90	2.10	21
P-5	0.90	2.80	04
P-6	1.00	2.10	05



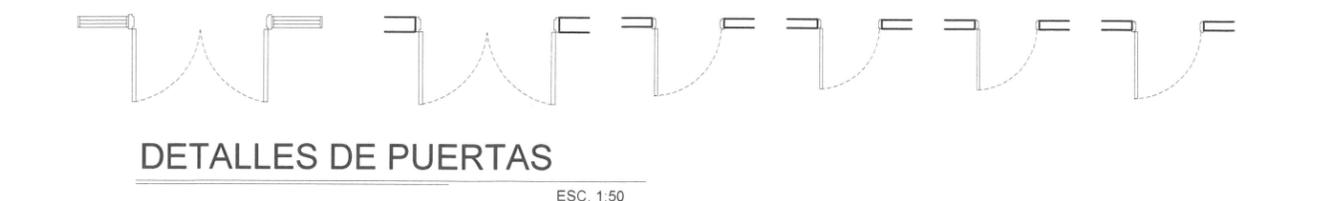
**DETALLES DE VENTANAS**

ESC. 1:100



**DETALLES DE PUERTAS**

ESC. 1:50



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

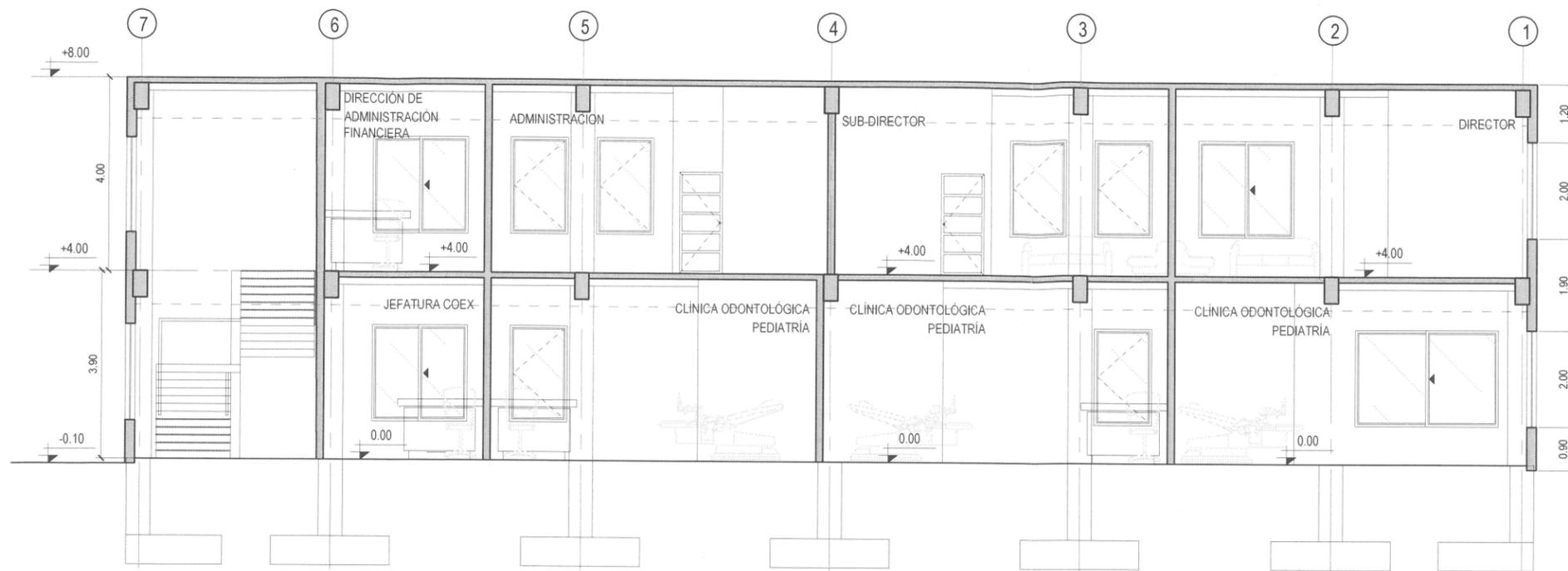
PROYECTO:  
MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL UNIDAD DE  
DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA  
LUCIA COTZUMALGUAPA

FECHA:  
OCTUBRE 2018  
DISEÑO:  
ING. CHRISTIAN CASSEN

PLANO DE:  
DETALLE DE PUERTAS  
DETALLE DE VENTANAS

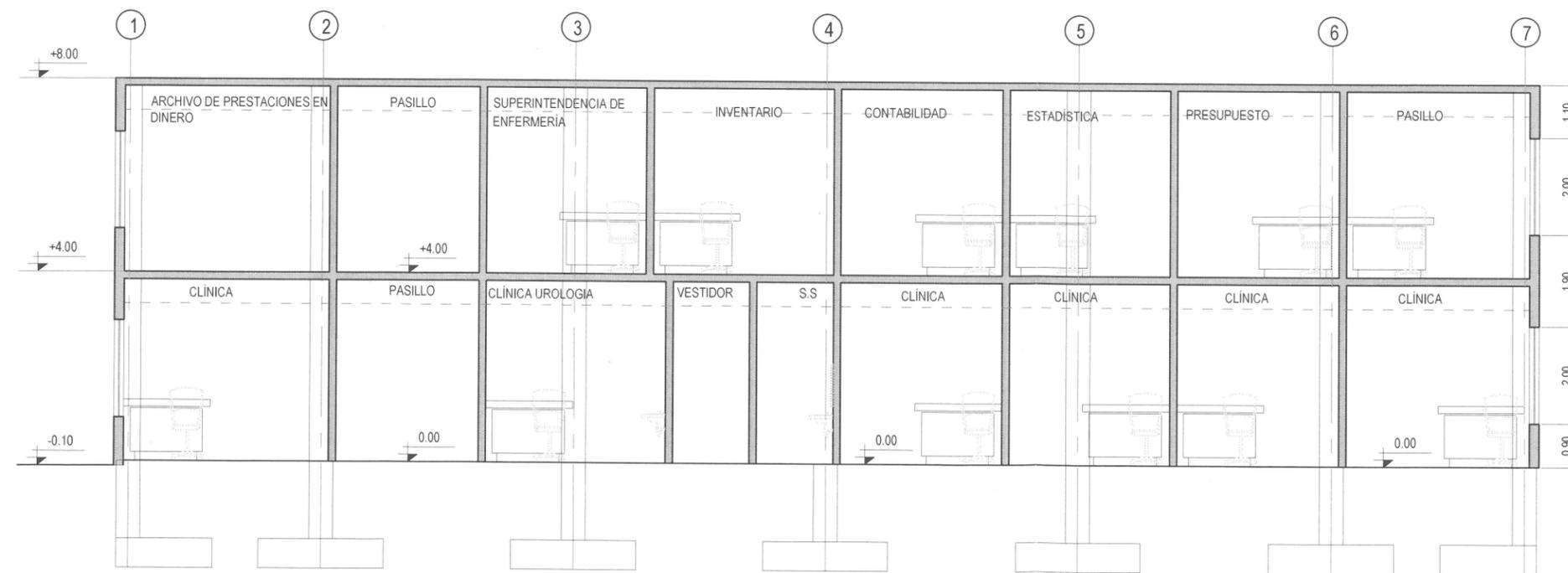
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA  
CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA  
DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA

ESCALA: A  
HOJA: 13  
DE: 21



SECCION A - A'

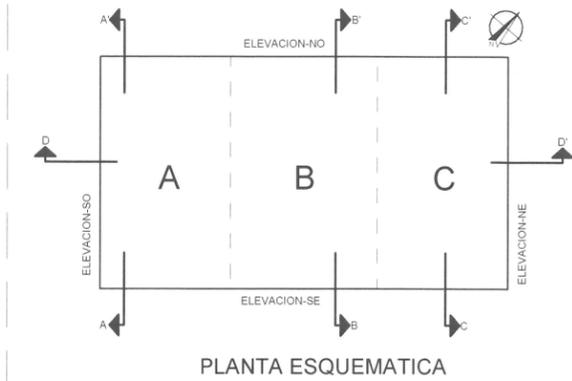
ESC. 1:125



SECCION B - B'

ESC. 1:125

NOTAS:



PLANTA ESQUEMATICA



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

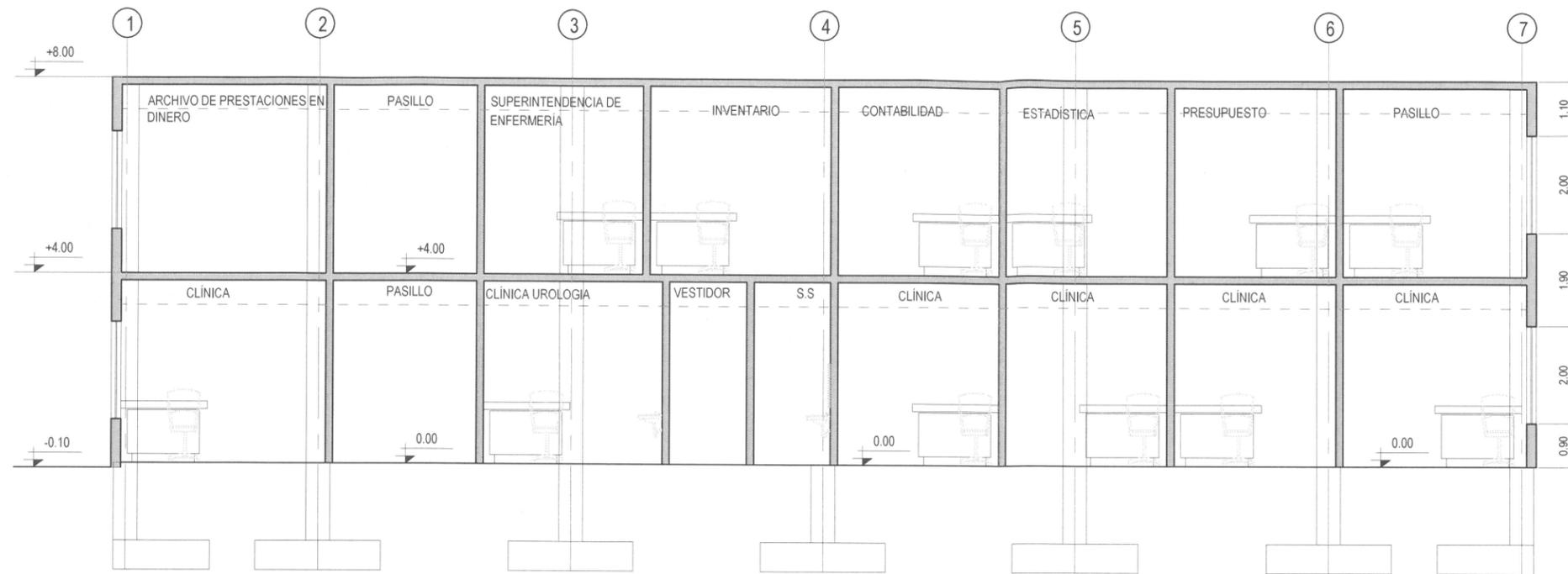
PROYECTO:  
MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACIÓN DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA

ESCALA INDICADA  
OCTUBRE 2011

PLANO DE:  
SECCIONES A-A' Y B-B'

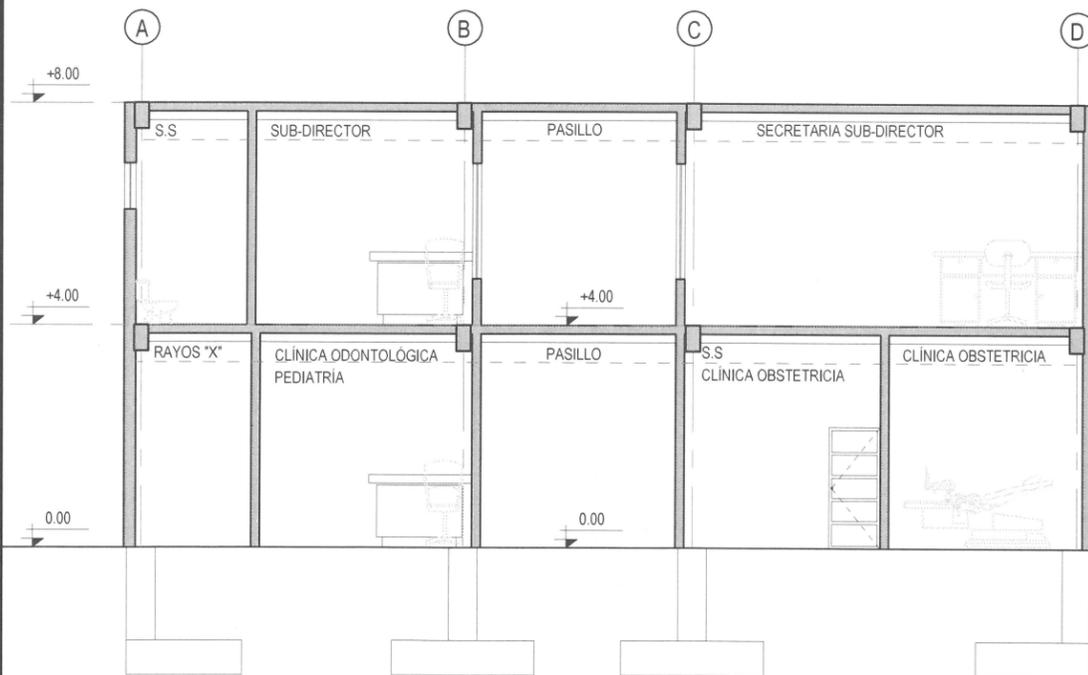
REVISOR:  
INGENIERA CRISTINA CLASION

DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULÓ: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJÓ: JUAN MANUEL GARCIA	FASE: <b>A</b>	HOJA: <b>14</b> / <b>21</b>
-------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	-------------------	--------------------------------



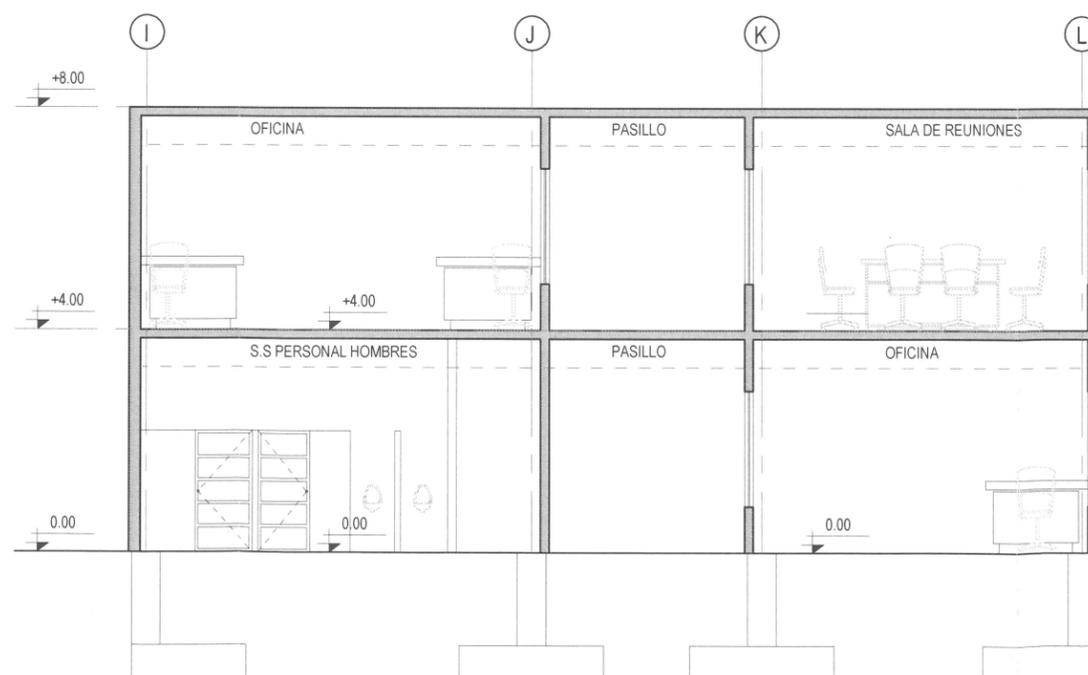
SECCION C - C'

ESC. 1:125



SECCION D - D'

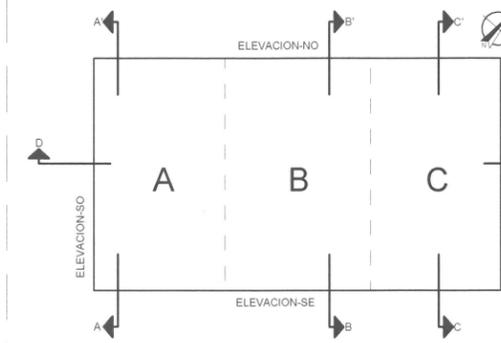
ESC. 1:125



SECCION D - D'

ESC. 1:125

NOTAS



PLANTA ESQUEMATICA



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

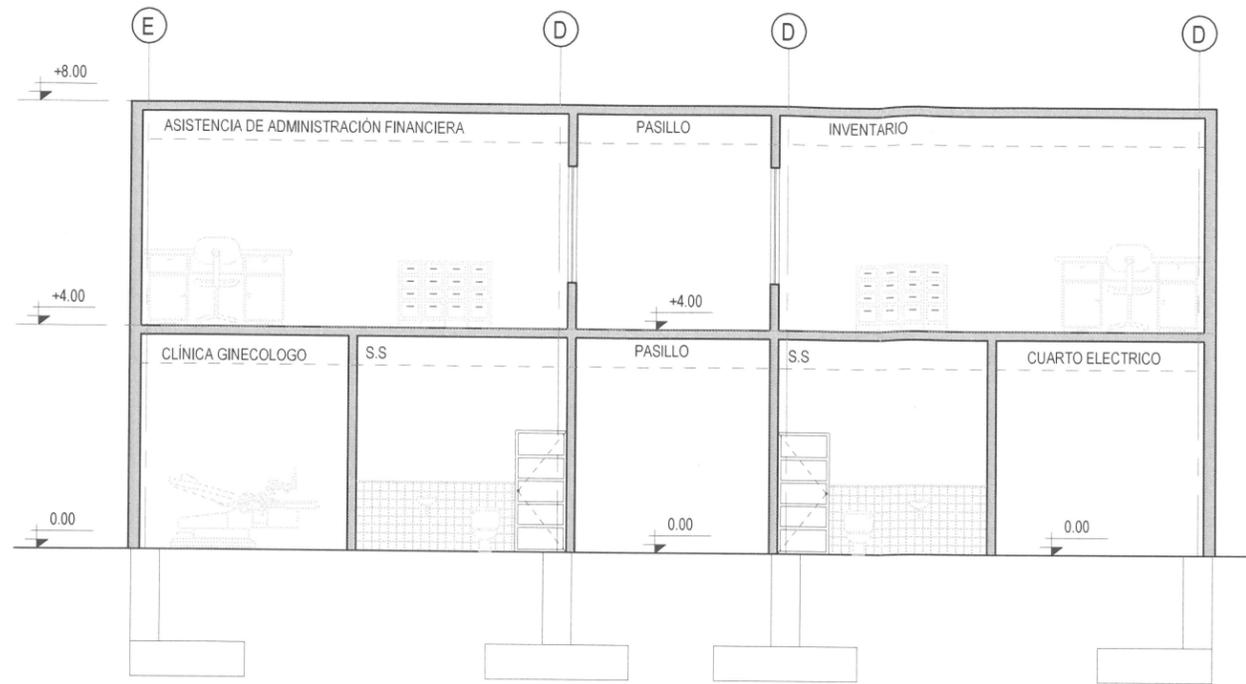
PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PLANO DE SECCIONES C-C' Y D-D'

ESCALA: INIDICADA  
FECHA: FEBRUARI 2011  
REVISOR: ING. CHRISTA CLASSON

DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA  
CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA  
DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA

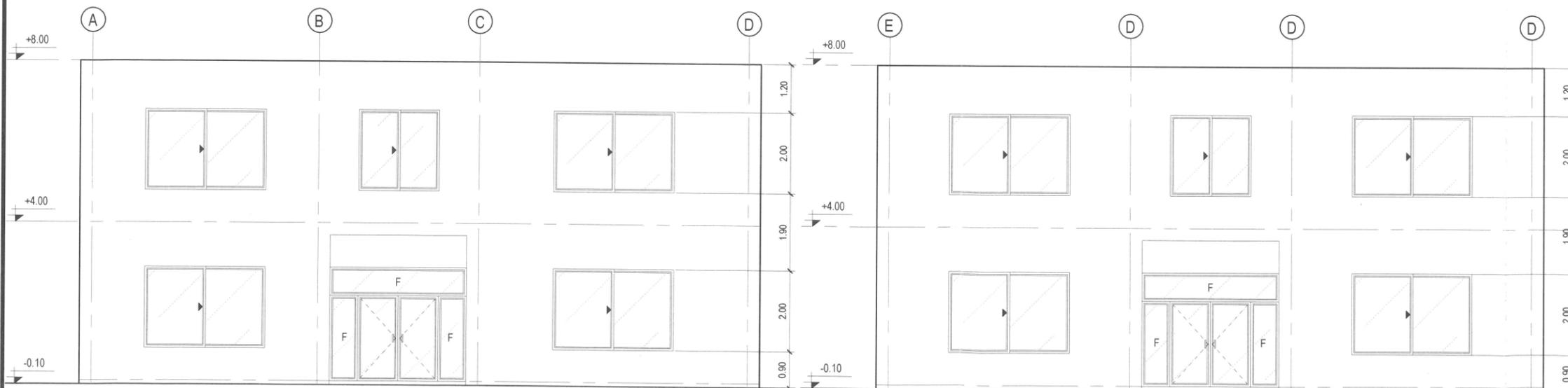
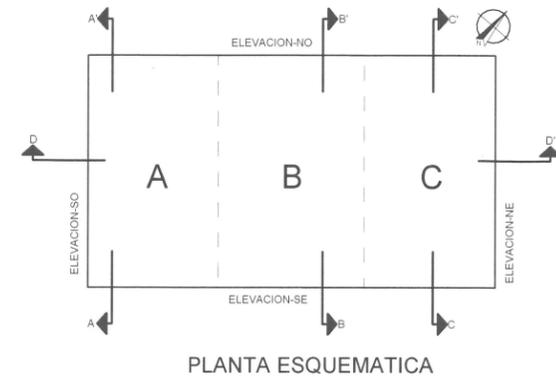
FASE: A  
HOJA: 15 de 21



SECCION D - D'

ESC. 1:125

NOTAS



ELEVACION SURESTE

ESC. 1:125

ELEVACION SURESTE

ESC. 1:125



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

PROYECTO:  
MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACIÓN DEL HOSPITAL  
DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA  
LUCÍA COTZUMALGUAPA

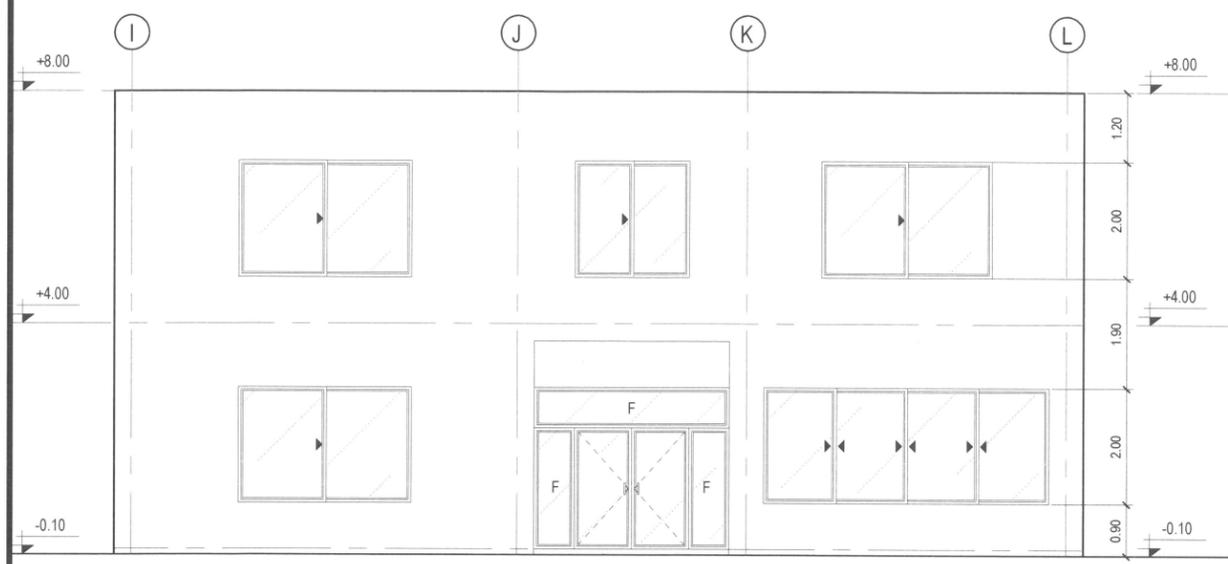
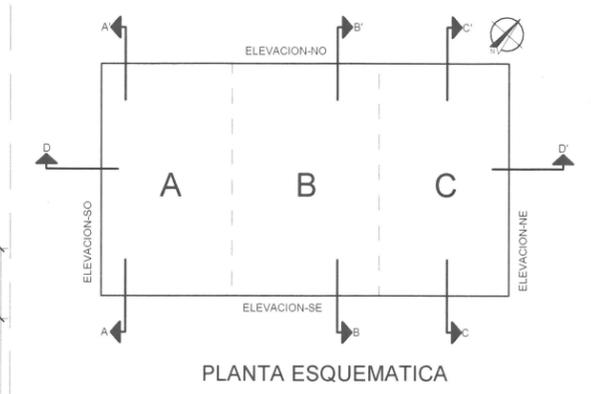
PLANO DE:  
SECCION D-D'  
ELEVACIONES SURESTE

ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
OCTUBRE 2018  
DISEÑO:  
INGENIERA CRISTINA CLASÓN

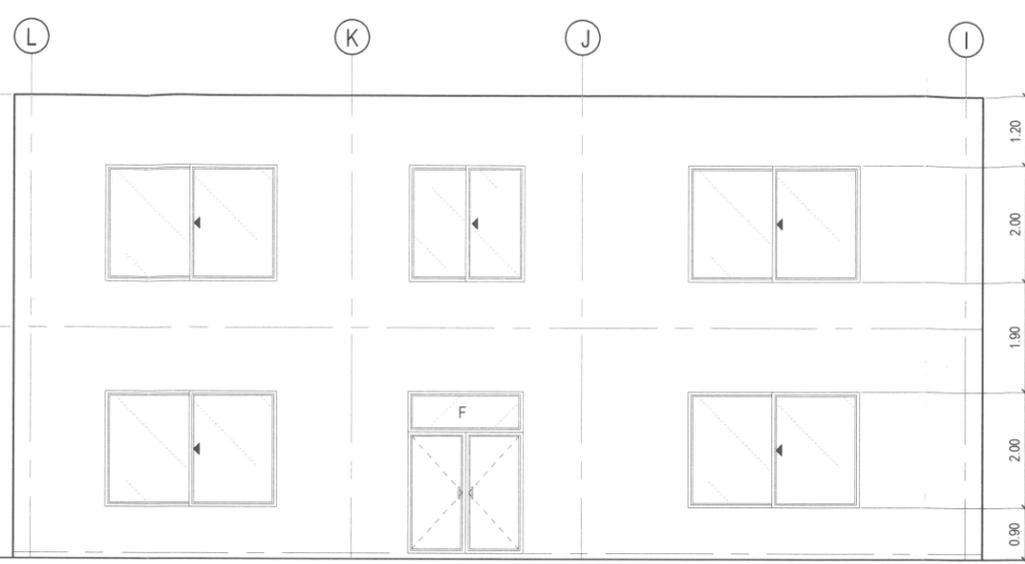
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA  
CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA  
DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA

FASE: A  
HOJA: 16/21

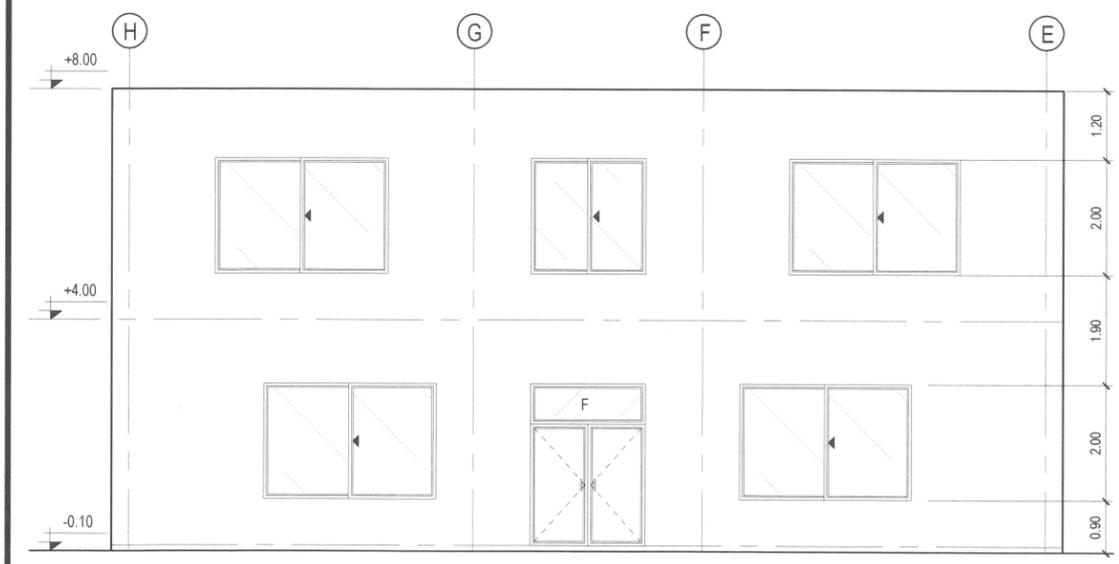
NOTAS



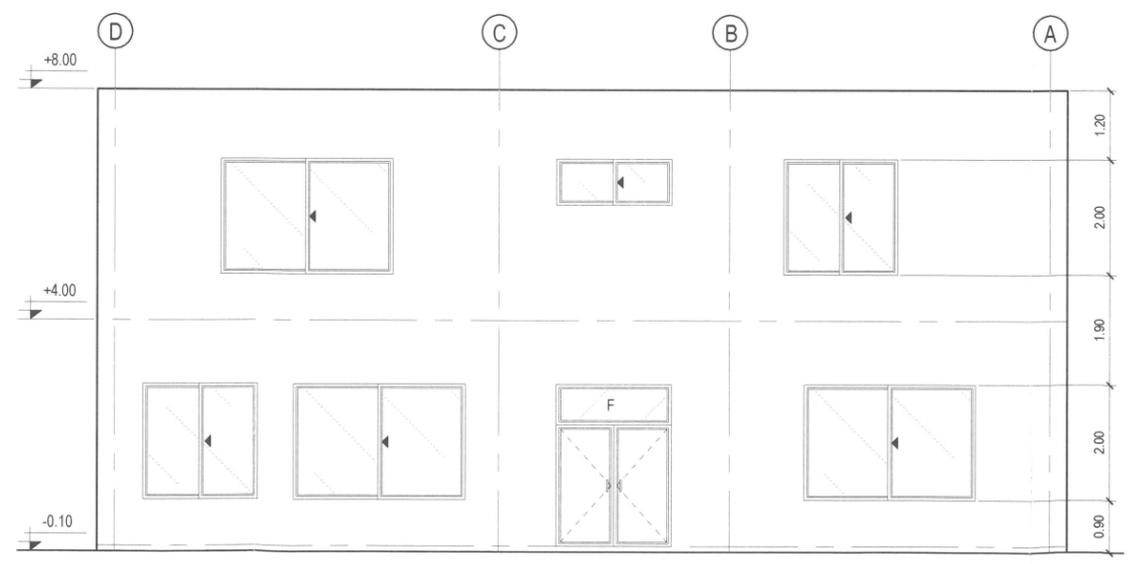
**ELEVACION**  
SURESTE  
ESC. 1:75



**ELEVACION**  
NOROESTE  
ESC. 1:125



**ELEVACION**  
NOROESTE  
ESC. 1:125



**ELEVACION**  
NOROESTE  
ESC. 1:125



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

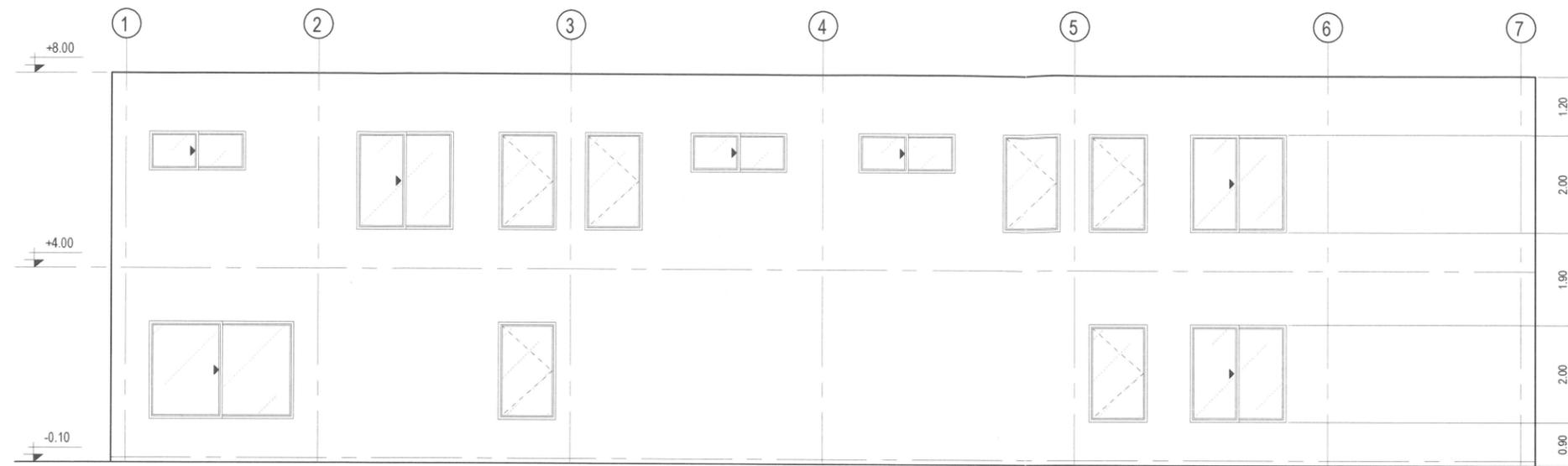
PROYECTO:  
MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL UNIFICADA DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

FECHA:  
OCTUBRE 2011

PLANO DE:  
ELEVACIONES

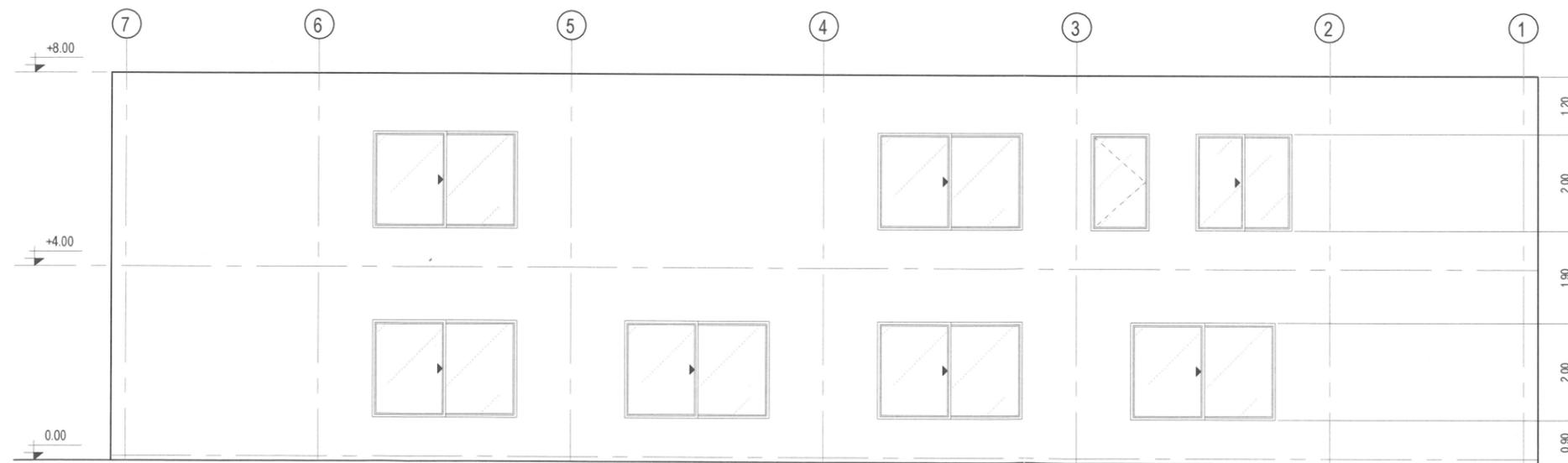
ASESORA:  
INGENIERA CHRISTA CLAYSON

DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA	FASE: A	HOJA: 17 21
-------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	------------	-------------------



**ELEVACION**  
SURESTE

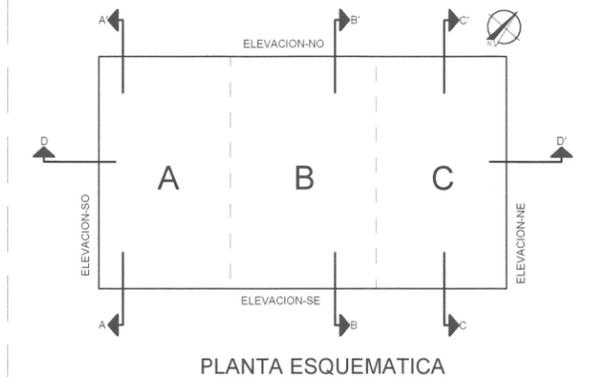
ESC. 1:75



**ELEVACION**  
NOROESTE

ESC. 1:125

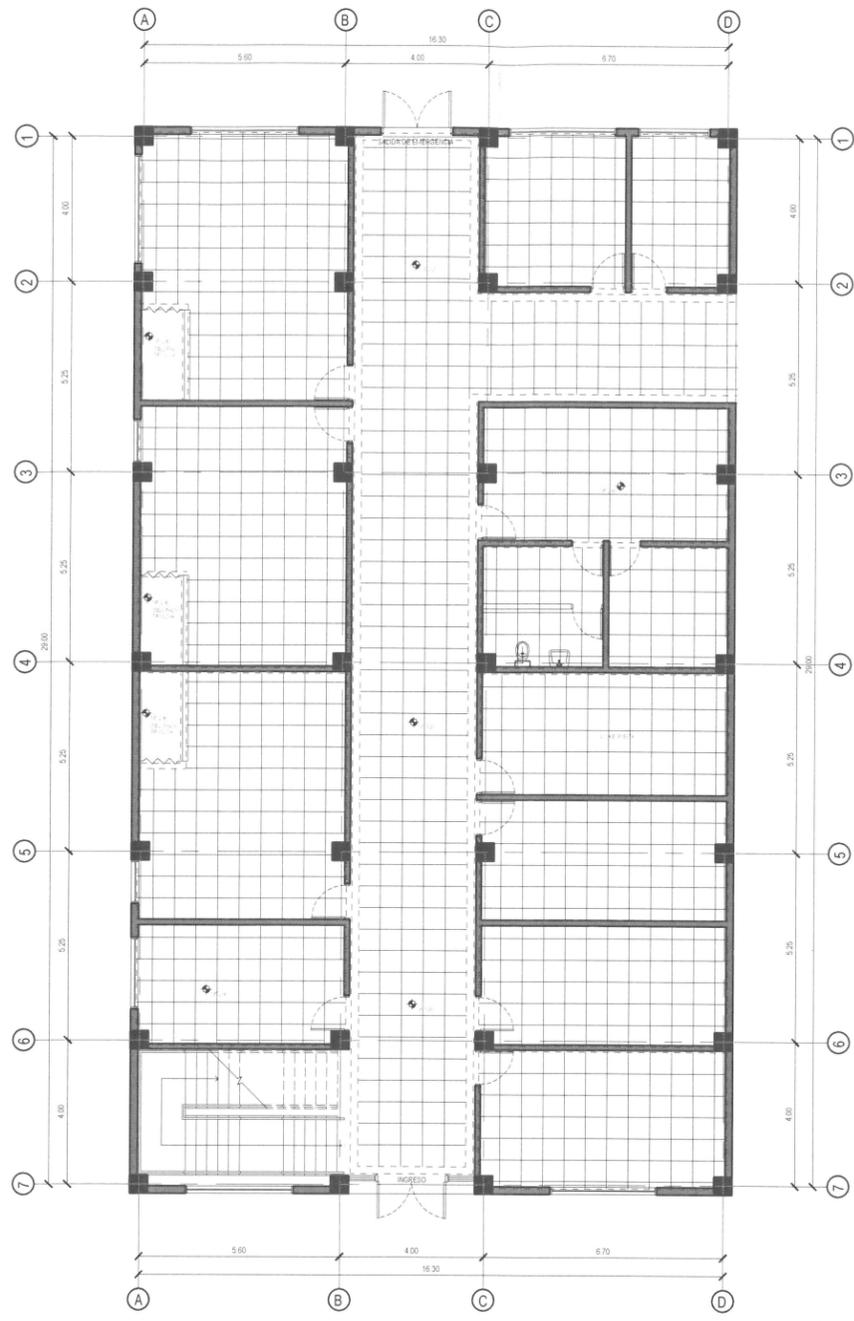
NOTAS:



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

PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA		ESCALA: INDICADA
PLANO DE: ELEVACIONES		FECHA: 18/07/2020
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA		REVISOR: INGENIERO CHRISTOPHER DE LA TORRE
CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA	FASE: A
		HOJA: 18 / 21

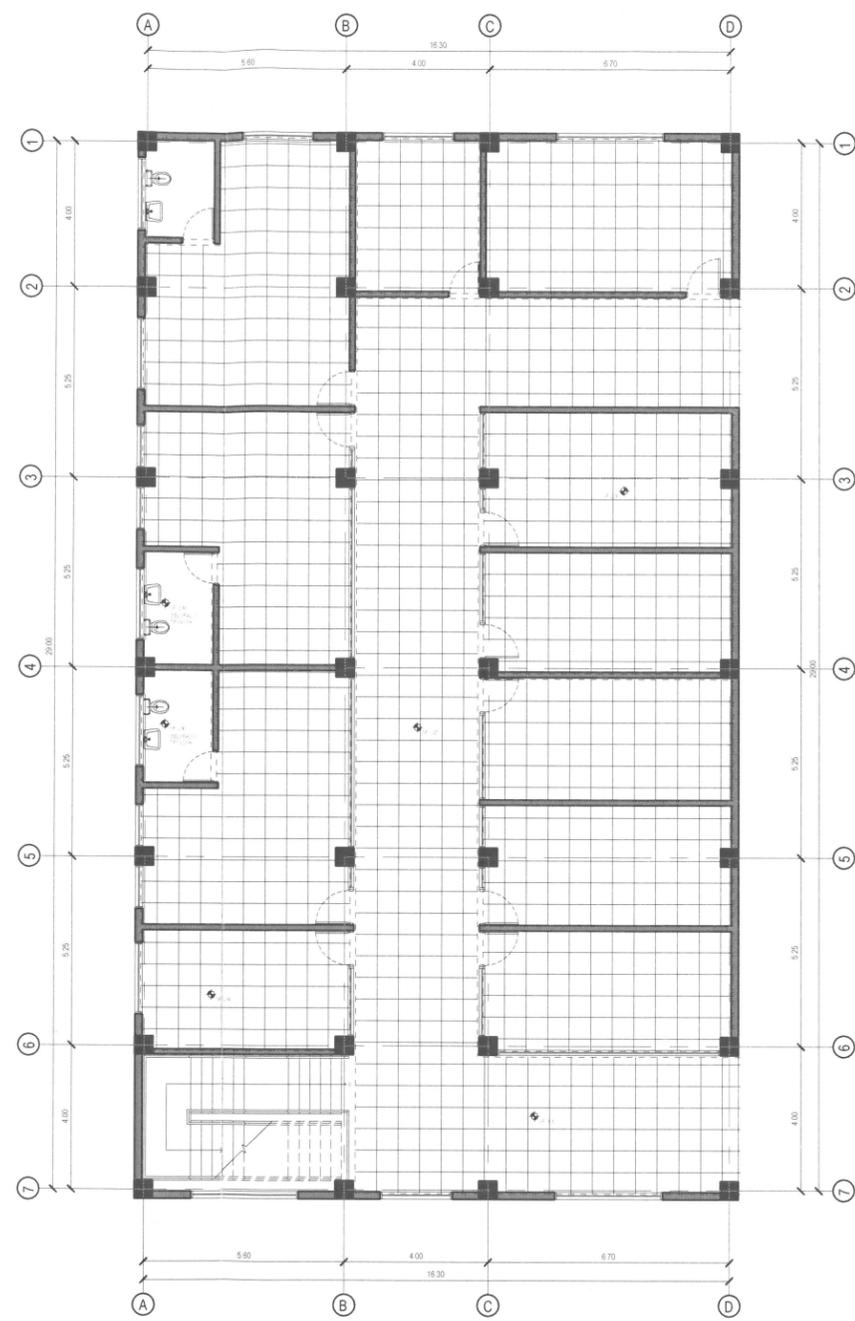
NOTAS



### PLANTA DE CIELO FALSO

PRIMER NIVEL - EDIFICIO A

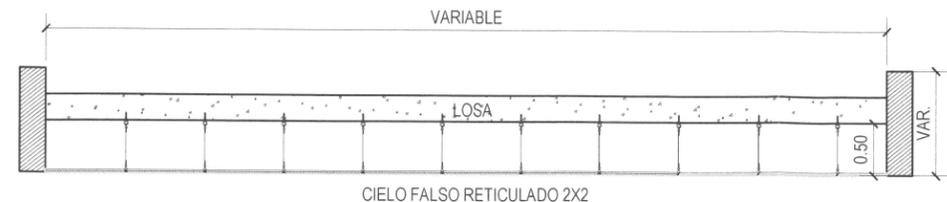
ESC. 1:200



### PLANTA DE CIELO FALSO

SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO A

ESC. 1:200



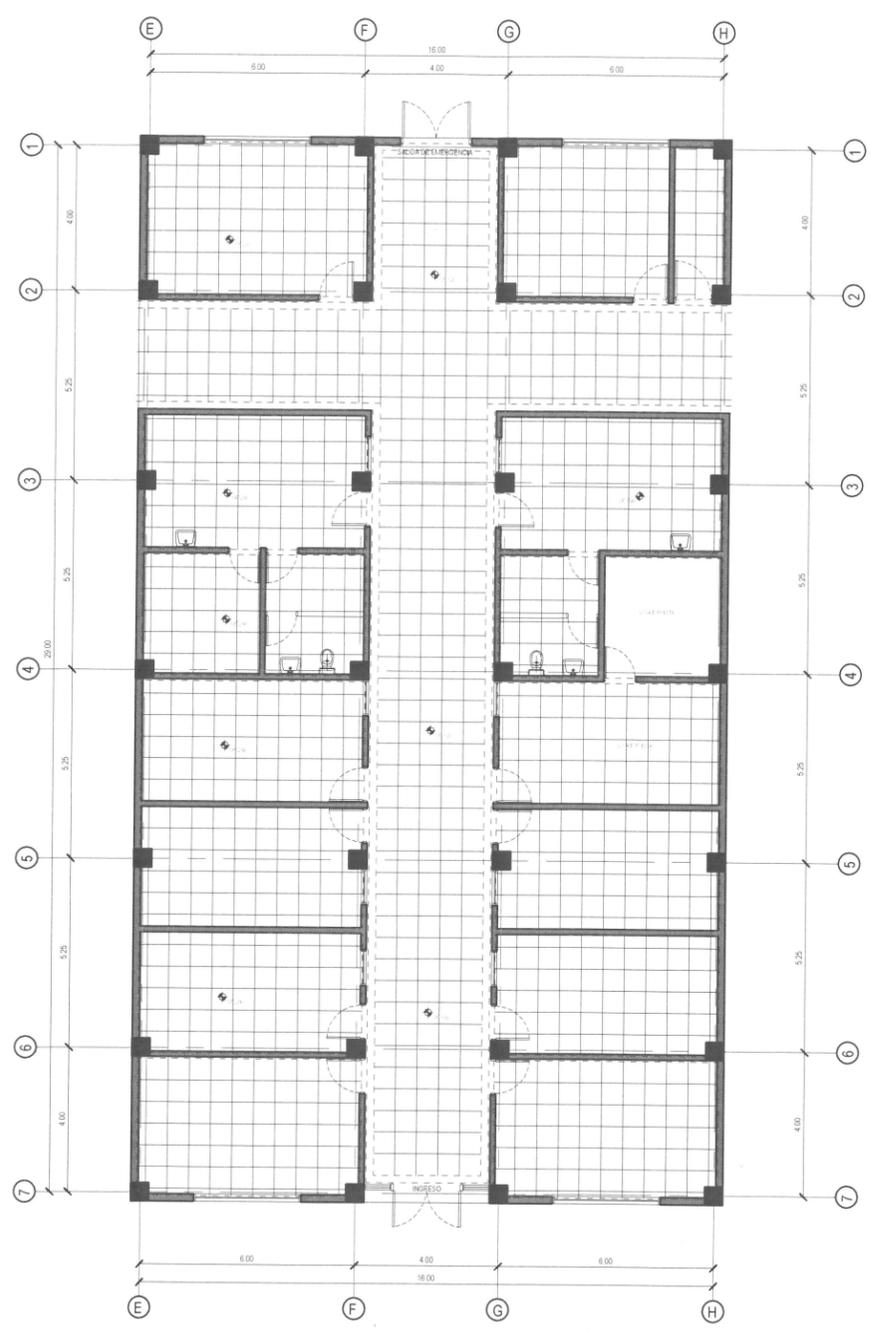
### INSTALACION CIELO FALSO DETALLE

ESC. 5/E

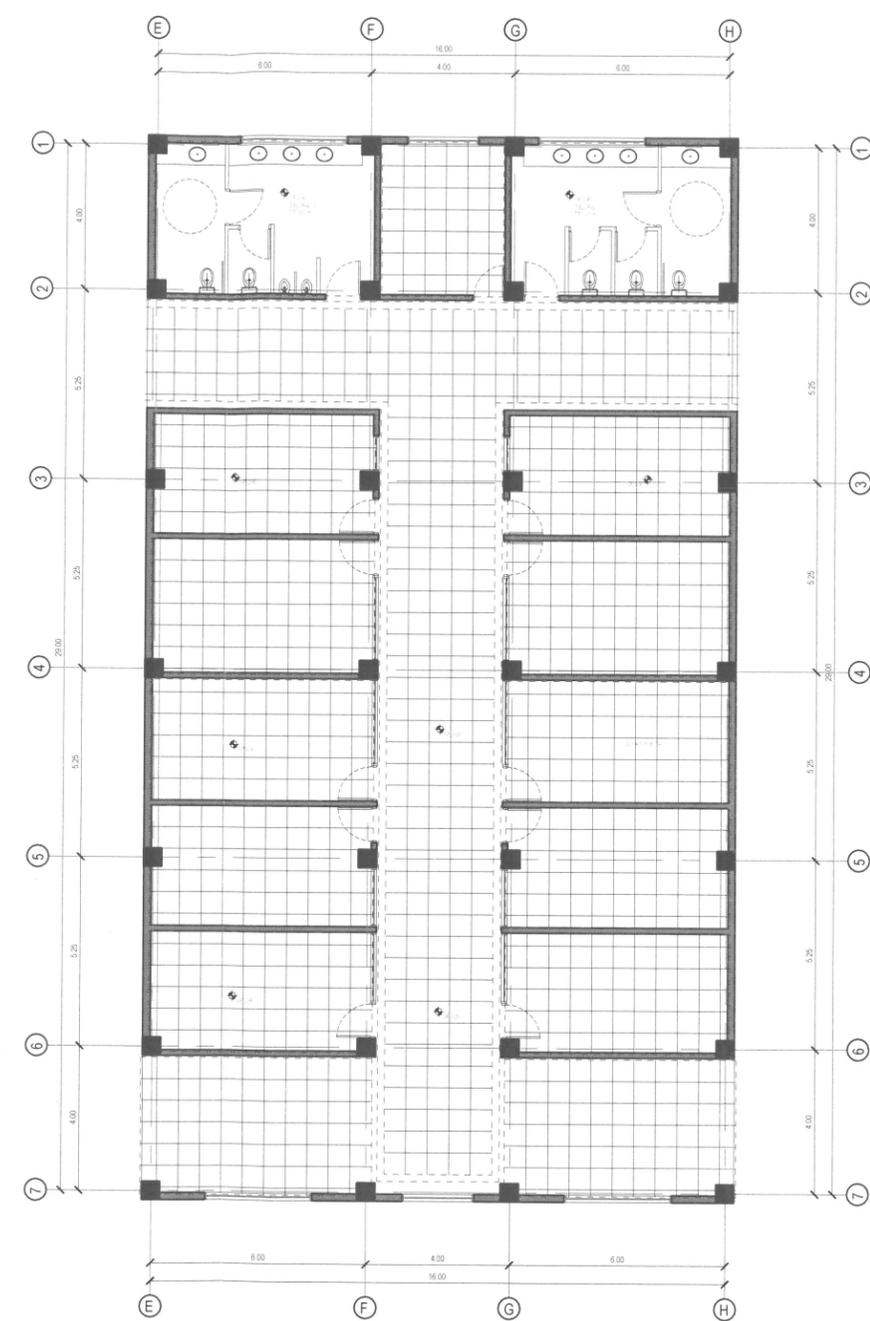
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DEL SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA		ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE 2017
PLANO DE: PLANTA DE CIELO FALSO-EDIFICIO A		REVISOR: ING. BRISTY CLAYSON	PROYECTISTA: ING. BRISTY CLAYSON
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA	FASE: HOJA <b>A</b> 19 21



NOTAS



**PLANTA DE CIELO FALSO**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO B  
ESC. 1:200

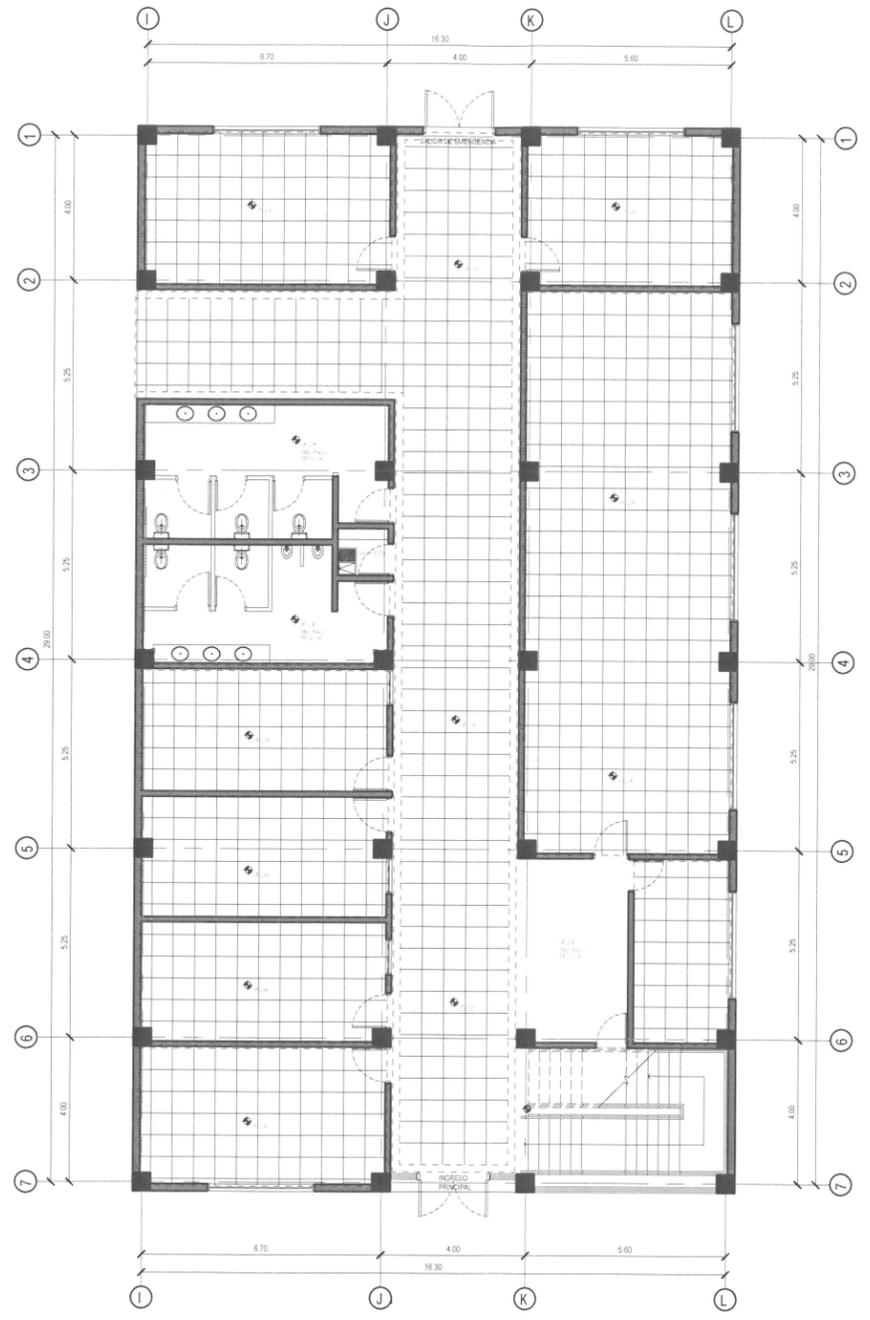


**PLANTA DE CIELO FALSO**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO B  
ESC. 1:200

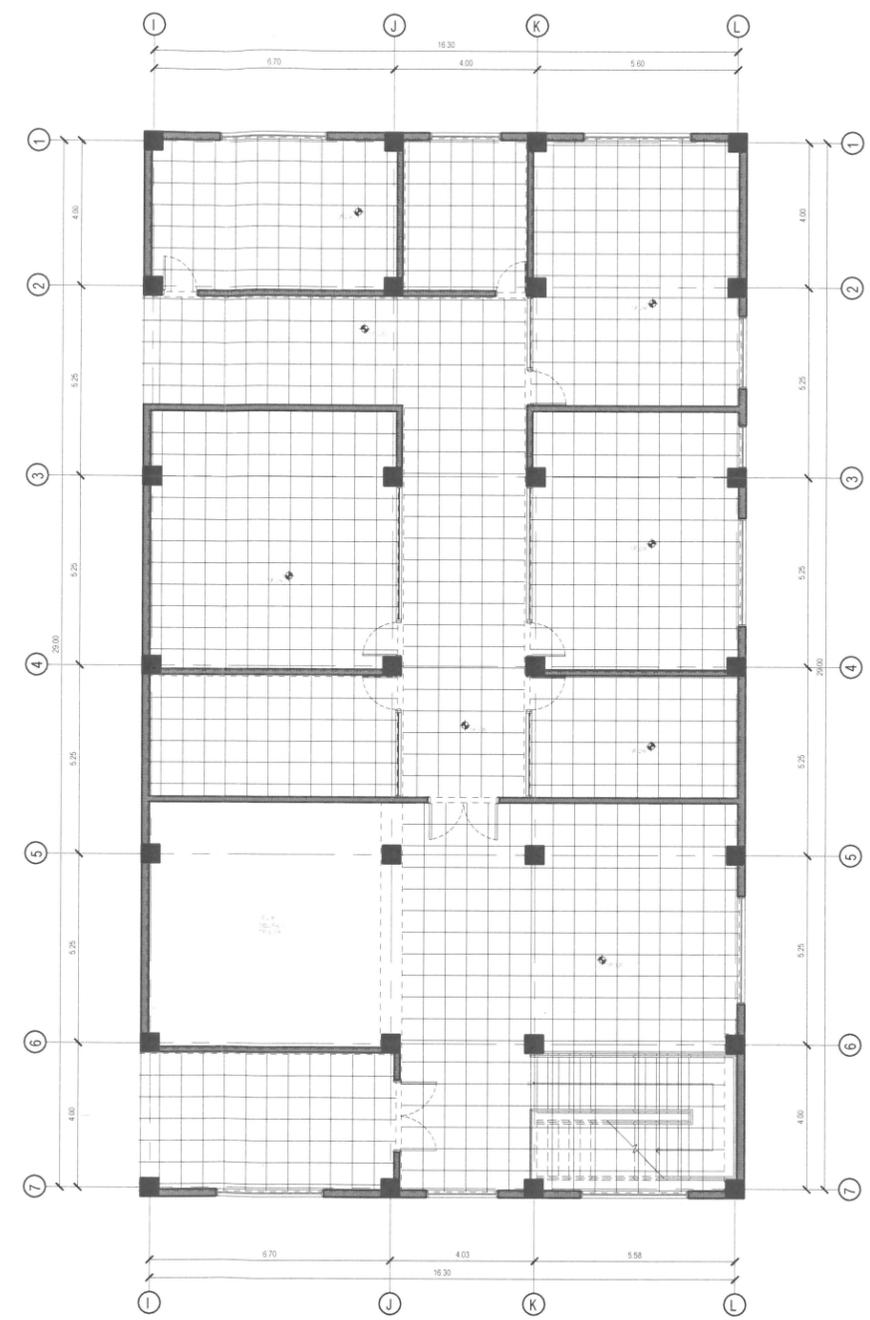
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
	FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA	ESCALA: INDICADA		
PLANO DE: PLANTA DE CIELO FALSO - EDIFICIO B	PREVISOR: INGA. CHRISTA CLASSON		
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA	PASE: A
			HOJA: 20 21



NOTAS



**PLANTA DE CIELO FALSO**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO C  
ESC. 1:200



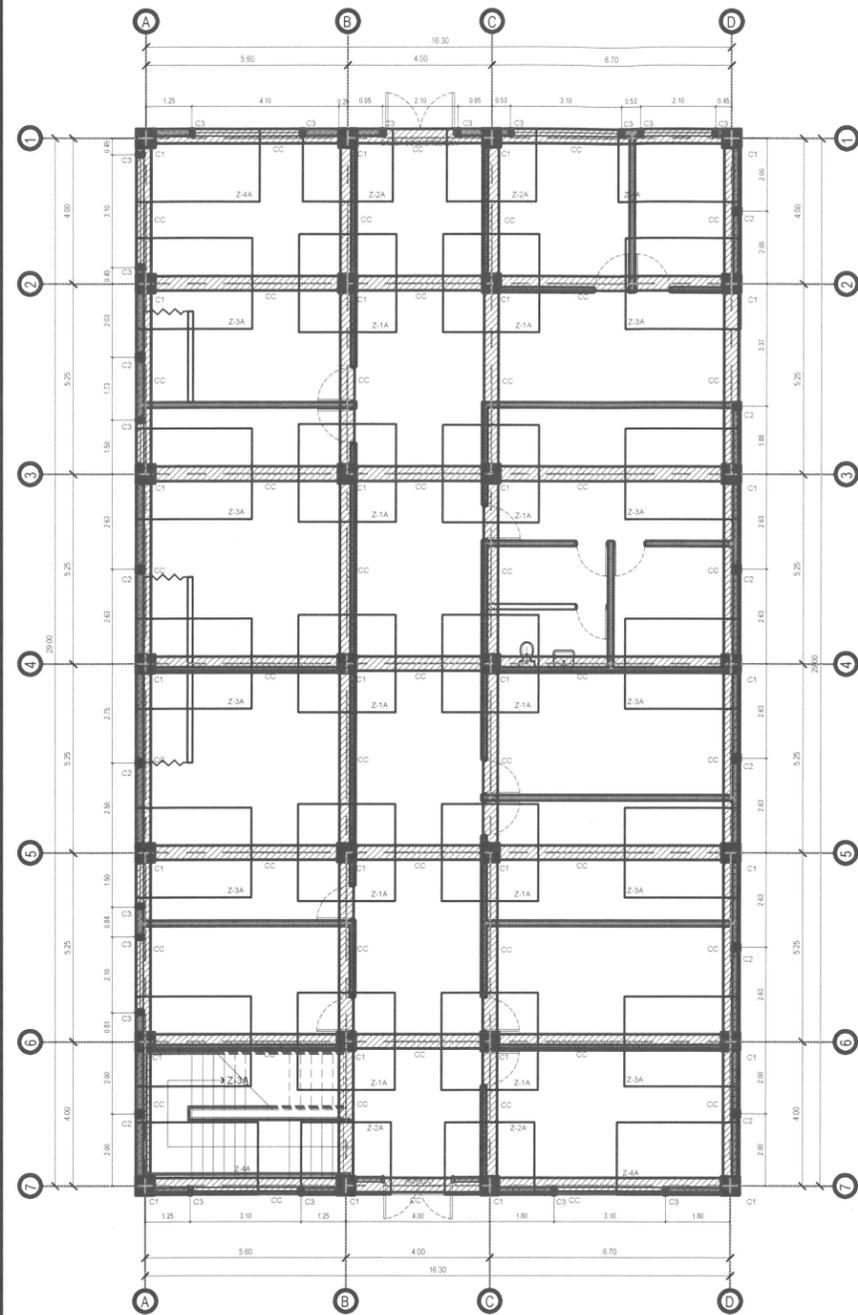
**PLANTA DE CIELO FALSO**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO C  
ESC. 1:200

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA		ESCALA: INDICADA	
PLANO DE: PLANTA DE ACABADOS - EDIFICIO C		FECHA: 10/07/2015	
		ASISTENTE: INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL	
DISEÑO:	CALCULO:	DIBUJO:	PAGE:
JUAN MANUEL GARCIA	JUAN MANUEL GARCIA	JUAN MANUEL GARCIA	A
		HOJA:	
		21	

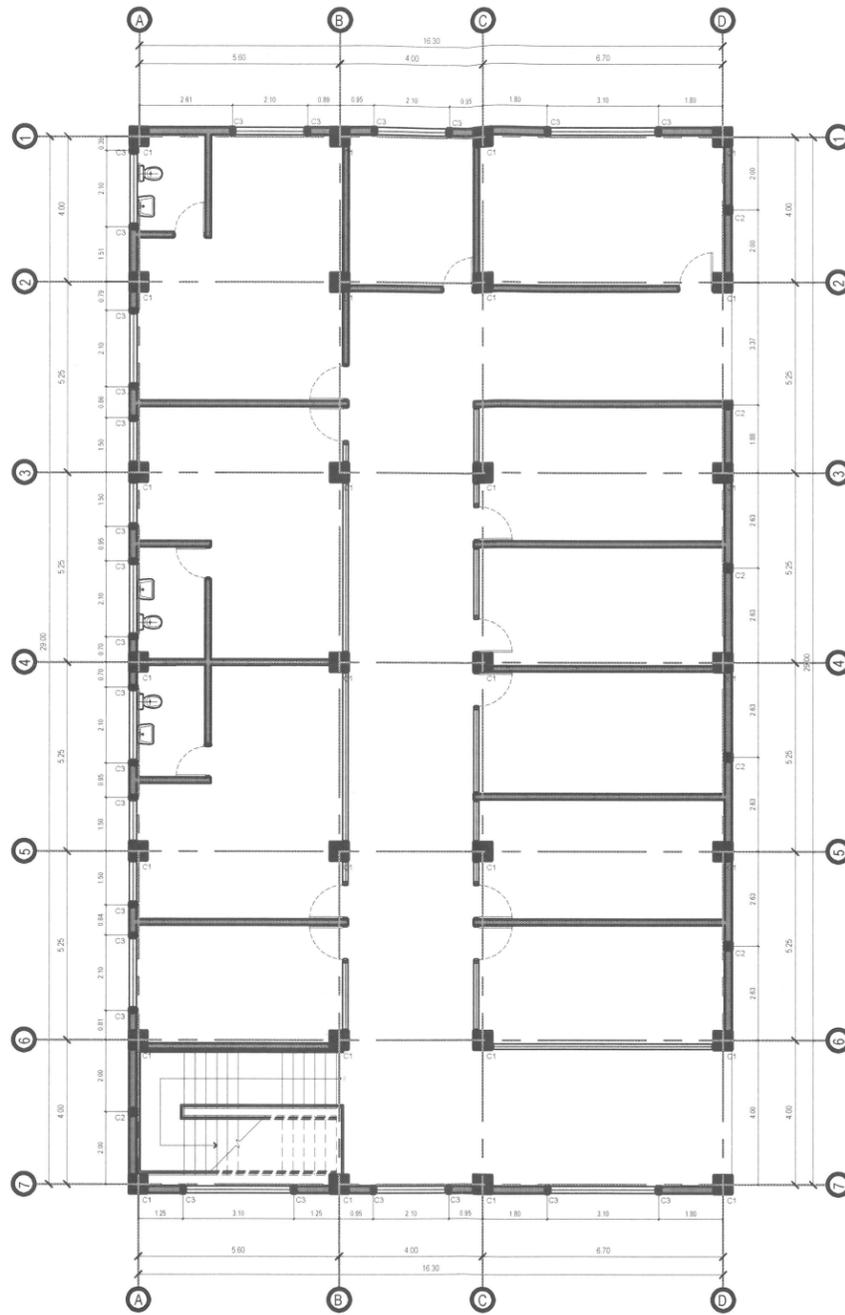
Apéndice 2. **Planos constructivos de la fase de estructuras de los módulos de consulta externa y área administrativa**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

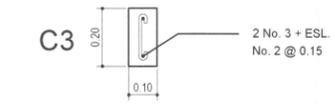
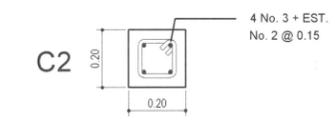
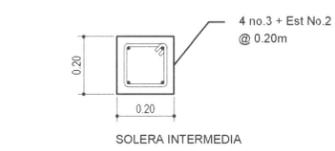
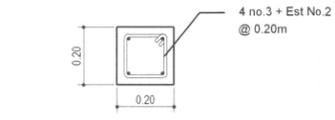
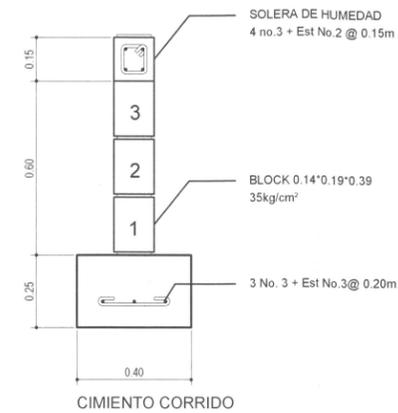




**PLANTA CIMENTACIÓN Y COLUMNAS**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO A  
ESC. 1:200



**PLANTA CIMENTACIÓN Y COLUMNAS**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO A  
ESC. 1:200



**DETALLES**  
ESC. 1:25

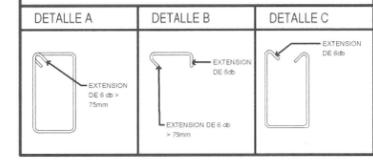
NOTAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
CONCRETO		MAMPOSTERIA $f_m$ 35 kg/cm <sup>2</sup>
CIMENTACIÓN	$f_c$ 280 kg/cm <sup>2</sup>	ACERO DE REFUERZO No. 2 $f_y$ grado 40
VIGAS Y LOSAS	$f_c$ 280 kg/cm <sup>2</sup>	ACERO DE REFUERZO No. 3 $f_y$ grado 60
COLUMNAS	$f_c$ 280 kg/cm <sup>2</sup>	NO. 3 O SUP.
RECUBRIMIENTO		
CIMENTOS	0.075m	
COLUMNAS DE MARCOS	0.04m	
COLUMNAS, SOLERAS Y MOCHETAS	0.025m	
VIGAS	0.04m	
LOSAS	0.025m	

LONGITUD MINIMA DE ANCLAJE Y TRASLAPE A COMPRESION

No. 3	0.30m
No. 4	0.40m
No. 5	0.50m
No. 6	0.60m
No. 8	0.80m

No.	6 db (cm)
No. 2	4
No. 3	6
No. 4	8
No. 5	10



LONGITUD MINIMA DE TRASLAPE A TRACCION

No.	L <sub>dh</sub>	2.5*L <sub>d</sub> (cm)	3.25*L <sub>d</sub> (cm)
3	15	38	49
4	20	51	65
5	25	64	81
6	30	77	98
7	35	89	114
8	40	102	130

No.	L <sub>dh</sub>	12 db (cm)	4 db (cm)
3	15	12	6.5
4	20	16	6.5
5	25	20	7
6	30	23	8
7	35	27	9
8	40	31	11

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

PROYECTO:  
MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PLANO DE:  
PLANTA CIMENTACION Y COLUMNAS - EDIFICIO A

FECHA: OCTUBRE 2014  
PREVISOR: ING. CHRISTA CASSON  
ASESORA: Unidad de Ingeniería

DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA  
CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA  
DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA

ESCALA INDICADA  
HOJA 01 DE 31

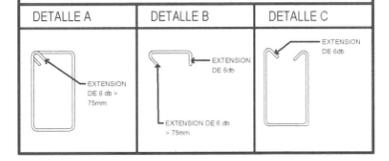


NOTAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
CONCRETO		MAMPOSTERIA	f <sub>m</sub> 35 kg/cm <sup>2</sup>
CIMENTACIÓN	f <sub>c</sub> 280 kg/cm <sup>2</sup>	ACERO DE REFUERZO	f <sub>y</sub> grado 40
VIGAS Y LOSAS	f <sub>c</sub> 280 kg/cm <sup>2</sup>	ACERO DE REFUERZO	f <sub>y</sub> grado 60
COLUMNAS	f <sub>c</sub> 280 kg/cm <sup>2</sup>	ACERO DE REFUERZO	No. 3 O SUP.
RECUBRIMIENTO			
CIMENTOS	0.075m		
COLUMNAS DE MARCOS	0.04m		
COLUMNAS, SOLERAS Y MOCHETAS	0.025m		
VIGAS	0.04m		
LOSAS	0.025m		

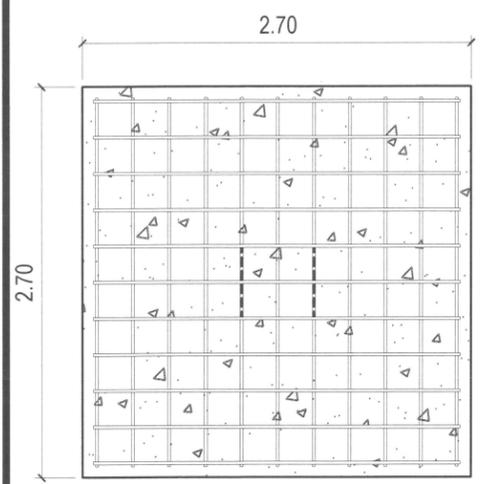
LONGITUD MINIMA DE ANCLAJE Y TRASLAPE A COMPRESION	
No. 3	0.30m
No. 4	0.40m
No. 5	0.50m
No. 6	0.60m
No. 8	0.80m

No.	6 db (cm)
No. 2	4
No. 3	6
No. 4	8
No. 5	10

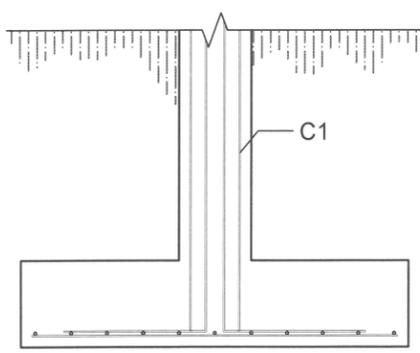


LONGITUD MINIMA DE TRASLAPE A TRACCION			
No.	L <sub>dh</sub>	2.5* L <sub>d</sub> (cm)	3.25*L <sub>d</sub> (cm)
3	15	38	49
4	20	51	65
5	25	64	81
6	30	77	98
7	35	89	114
8	40	102	130

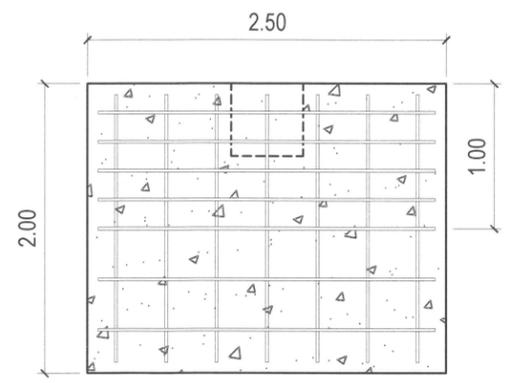
SECCIÓN CRÍTICA	No.	L <sub>dh</sub>	12 db (cm)		4 db (cm)	
			12 db	4 db	12 db	4 db
	3	15	12	6.5	6.5	6.5
	4	20	16	8	8	8
	5	25	20	10	10	10
	6	30	24	13	13	13
	7	35	28	16	16	16
	8	40	32	19	19	19



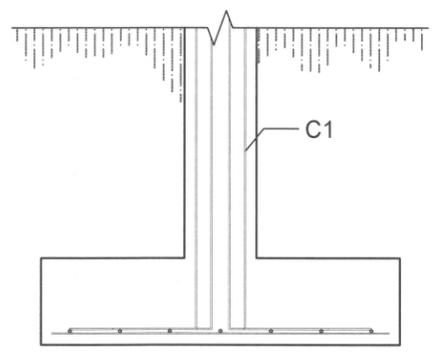
**ZAPA Z-1A**  
→ No. 6 @ 0.25 + ↑ No. 6 @ 0.25  
t=0.50m



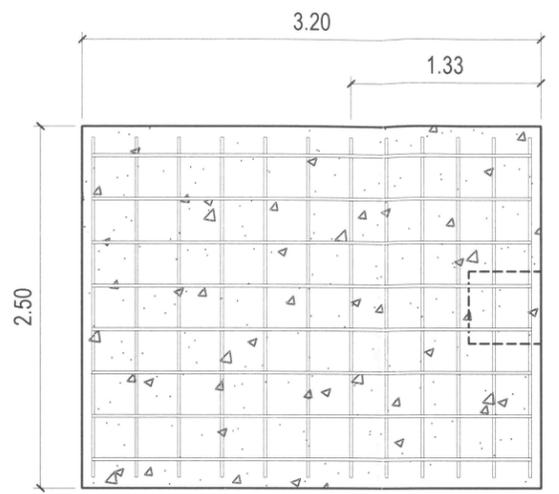
**ZAPA Z-1A**  
→ No. 6 @ 0.25 + ↑ No. 6 @ 0.25  
t=0.50m



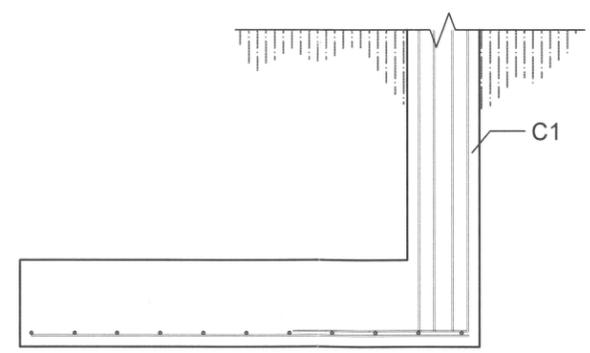
**ZAPA Z-2A**  
→ No. 6 @ 0.35 + ↑ 1m No. 6 @ 0.20  
+ No. 6 @ 0.35  
t=0.40m



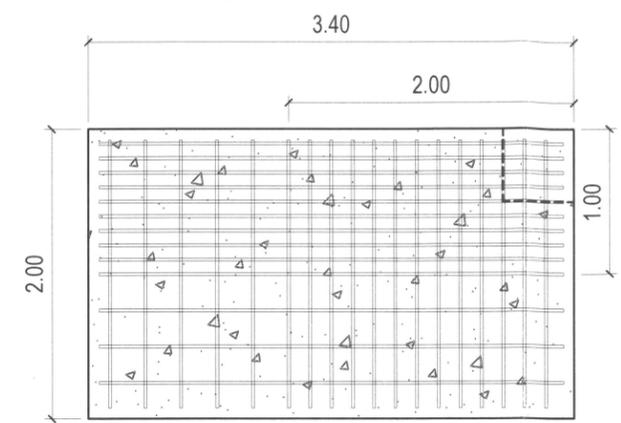
**ZAPA Z-2A**  
→ No. 6 @ 0.35 + ↑ 1m No. 6 @ 0.20  
+ No. 6 @ 0.35  
t=0.40m



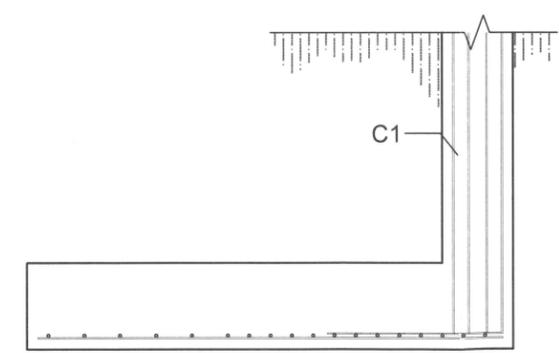
**ZAPA Z-3A**  
→ No. 6 @ 0.30 + 1.30m @ 0.25 + ↑ No. 6 @ 0.30  
t=0.40m



**ZAPA Z-3A**  
→ No. 6 @ 0.30 + 1.30m @ 0.25 + ↑ No. 6 @ 0.30  
t=0.40m



**ZAPA Z-4A**  
→ No. 6 @ 0.25 + 2.00m @ 0.15 +  
↑ 1.00m No. 6 @ 0.15 + No. 6 @ 0.25  
t=0.50m



**ZAPA Z-4A**  
→ No. 6 @ 0.25 + 2.00m @ 0.15 +  
↑ 1.00m No. 6 @ 0.15 + No. 6 @ 0.25  
t=0.50m

**DETALLES DE ZAPATAS - EDIFICIO A**

ESC. 1:50

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

PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PLANO DE: DETALLES DE ZAPATAS - EDIFICIO A

ESCALA: INDICADA

FECHA: OCTUBRE 2011

PREVISOR: TINA CHRISTA CLASSON

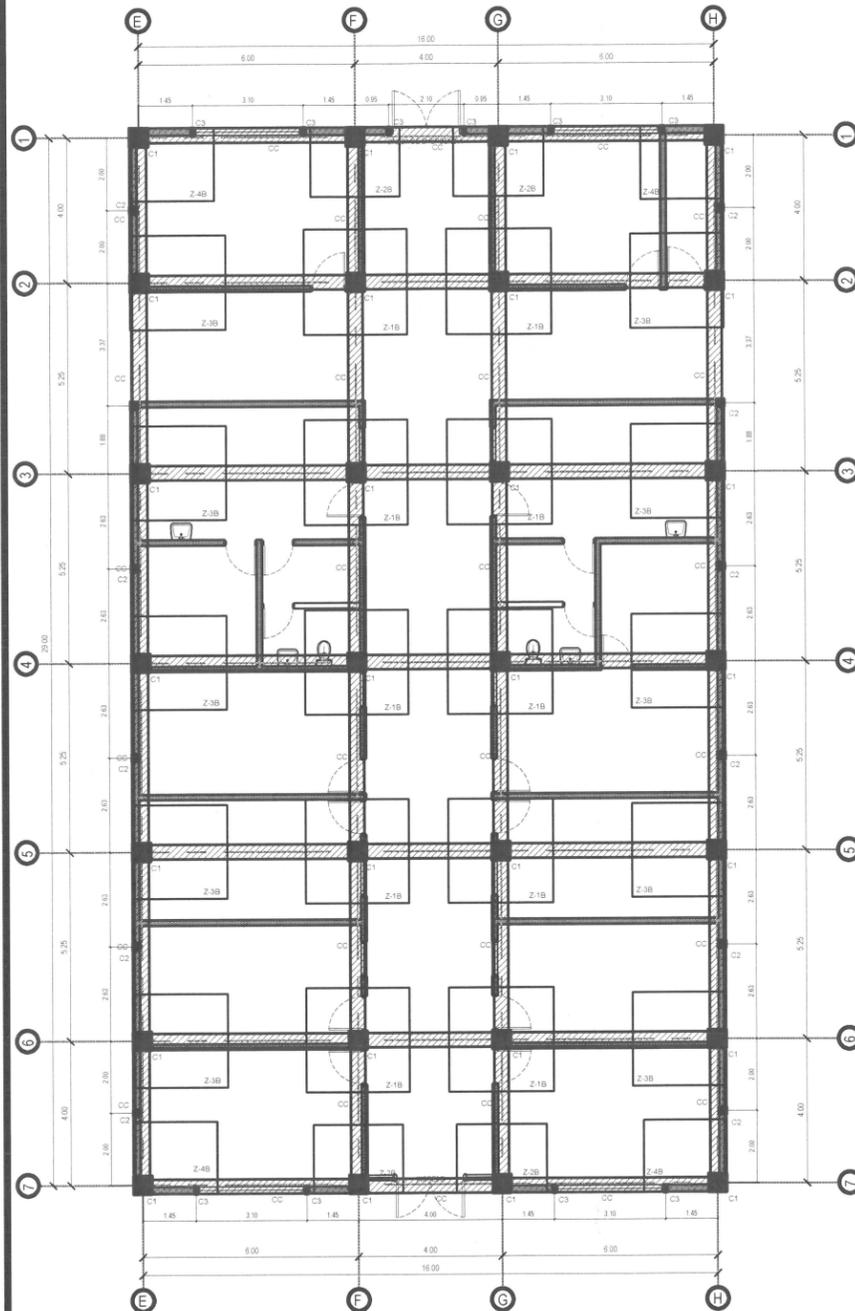
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA

CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA

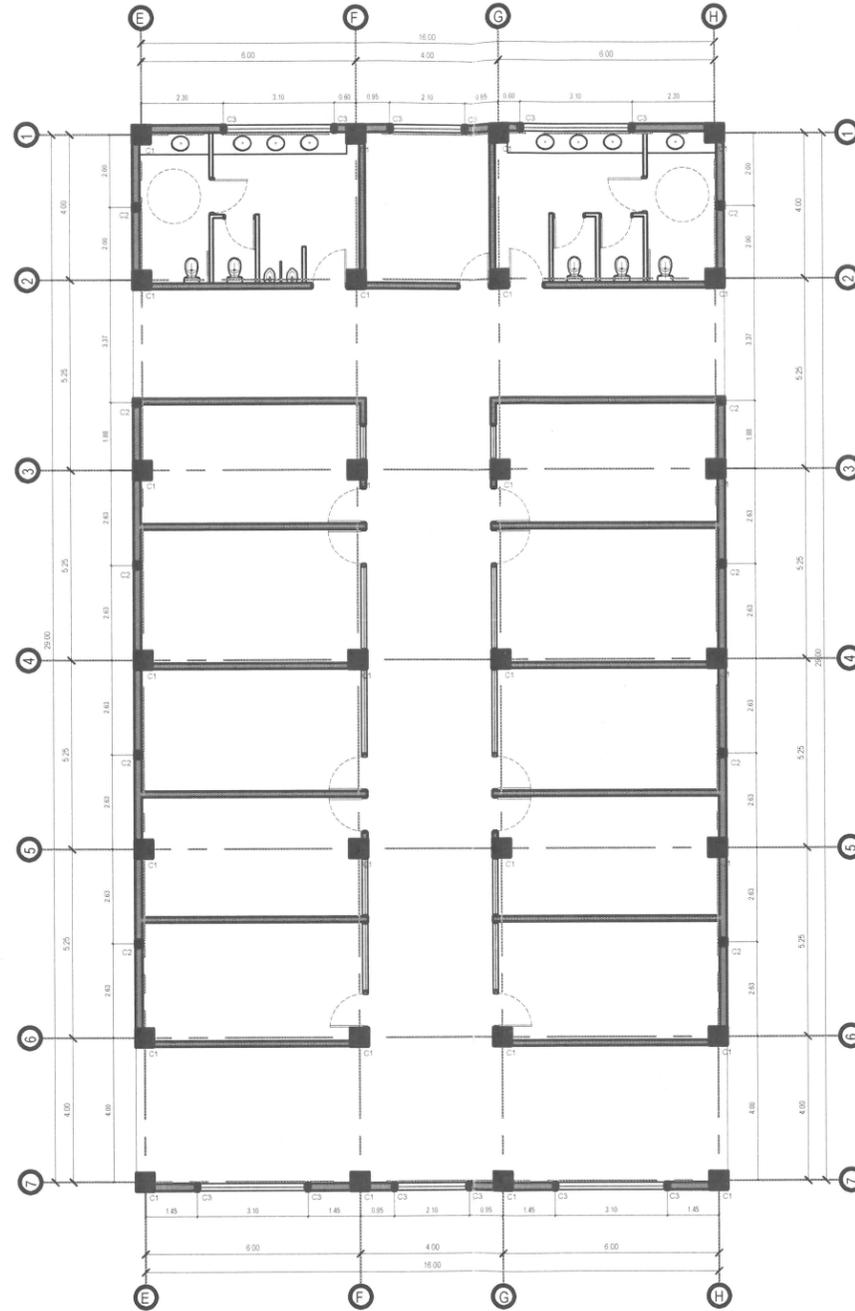
DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA

FASE: E

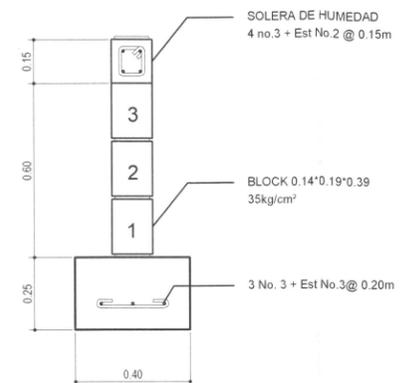
HOJA: 02/31



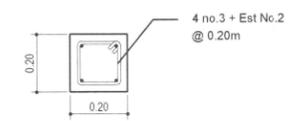
**PLANTA CIMENTACIÓN Y COLUMNAS**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO B  
ESC. 1:200



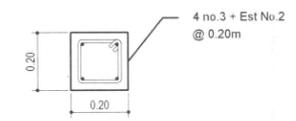
**PLANTA CIMENTACIÓN Y COLUMNAS**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO B  
ESC. 1:200



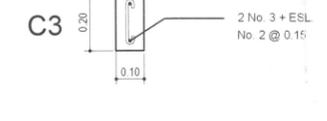
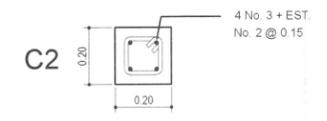
**CIMENTO CORRIDO**



**SOLERA CORONA**



**SOLERA INTERMEDIA**



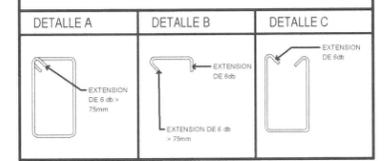
**DETALLES**

ESC. 1:25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
CONCRETO		MAPOSTERIA f'm 35 kg/cm <sup>2</sup>
CIMENTACIÓN	fc' 280 kg/cm <sup>2</sup>	ACERO DE REFUERZO No. 2 fy grado 40
VIGAS Y LOSAS	fc' 280 kg/cm <sup>2</sup>	ACERO DE REFUERZO No. 3 O SUP. fy grado 60
COLUMNAS	fc' 280 kg/cm <sup>2</sup>	
RECUBRIMIENTO		
CIMENTOS	0.075m	
COLUMNAS DE MARCOS	0.04m	
COLUMNAS, SOLERAS Y MOCHETAS	0.025m	
VIGAS	0.04m	
LOSAS	0.025m	

LONGITUD MINIMA DE ANCLAJE Y TRASLAPE A COMPRESION	
N0.3	0.30m
N0.4	0.40m
N0.5	0.50m
N0.6	0.60m
N0.8	0.80m

No.	6 db (cm)
N0.2	4
N0.3	6
N0.4	8
N0.5	10



LONGITUD MINIMA DE TRASLAPE A TRACCION			
No.	Ldh	2.5*Ld (cm)	3.25*Ld (cm)
3	15	38	49
4	20	51	65
5	25	64	81
6	30	77	98
7	35	89	114
8	40	102	130

SECCION CRITICA	No.	Ldh	12 db (cm)		4 db (cm)	
			12 db	4 db	12 db	4 db
	3	15	12	6.5		
	4	20	16	6.5		
	5	25	20	7		
	6	30	23	8		
	7	35	27	9		
	8	40	31	11		

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

PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PLANO DE PLANTA CIMENTACION Y COLUMNAS - EDIFICIO B

FECHA: OCTUBRE 2018  
REVISOR: [Signature]  
INGENIERO EN CLASIFICACION

DISEÑO	CALCULO	DIBUJO	FASE	HOJA
JUAN MANUEL GARCIA	JUAN MANUEL GARCIA	JUAN MANUEL GARCIA	E	03 31



NOTAS

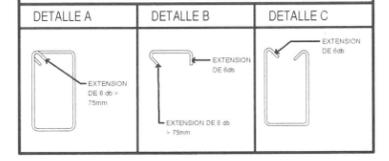
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CONCRETO		MAMPOSTERIA	f <sub>m</sub> 35 kg/cm <sup>2</sup>
CIMENTACIÓN	f <sub>c</sub> 280 kg/cm <sup>2</sup>	ACERO DE REFUERZO No. 2	f <sub>y</sub> grado 40
VIGAS Y LOSAS	f <sub>c</sub> 280 kg/cm <sup>2</sup>	ACERO DE REFUERZO No. 3 O SUP.	f <sub>y</sub> grado 60
COLUMNAS	f <sub>c</sub> 280 kg/cm <sup>2</sup>		
RECURRIMIENTO			
CIMENTOS	0.075m		
COLUMNAS DE MARCOS	0.04m		
COLUMNAS, SOLERAS Y MOCHETAS	0.025m		
VIGAS	0.04m		
LOSAS	0.025m		

LONGITUD MINIMA DE ANCLAJE Y TRASLAPE A COMPRESION

No. 3	0.30m
No. 4	0.40m
No. 5	0.50m
No. 6	0.60m
No. 8	0.80m

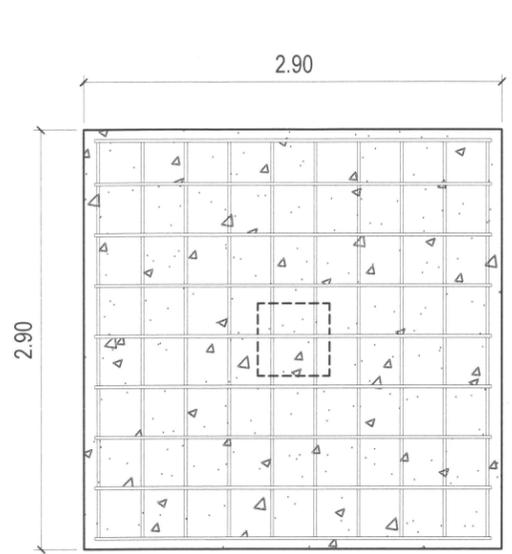
No.	6 db (cm)		
No. 2	4		
No. 3	6		
No. 4	8		
No. 5	10		



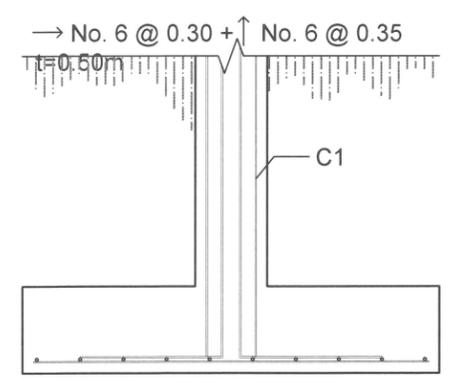
LONGITUD MINIMA DE TRASLAPE A TRACCION

No.	L <sub>dh</sub>	2.5*L <sub>d</sub> (cm)	3.25*L <sub>d</sub> (cm)
3	15	38	49
4	20	51	65
5	25	64	81
6	30	77	98
7	35	89	114
8	40	102	130

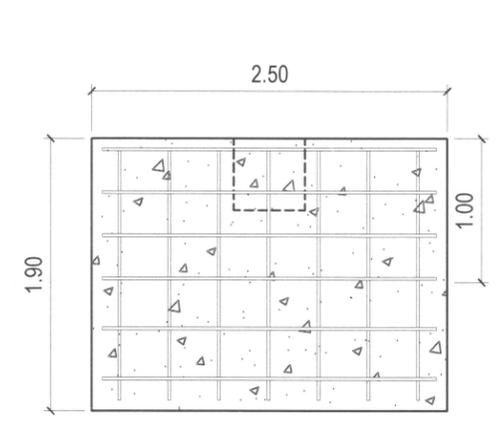
No.	L <sub>dh</sub>	12 db (cm)	4 db (cm)
3	15	12	6.5
4	20	16	6.5
5	25	20	7
6	30	23	8
7	35	27	9
8	40	31	11



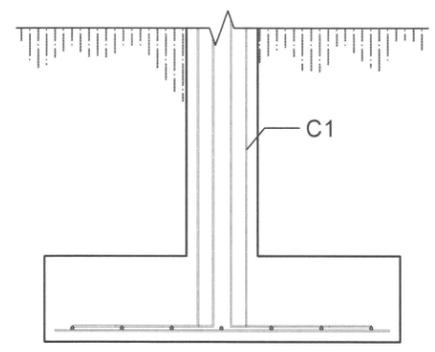
ZAPA Z-1B



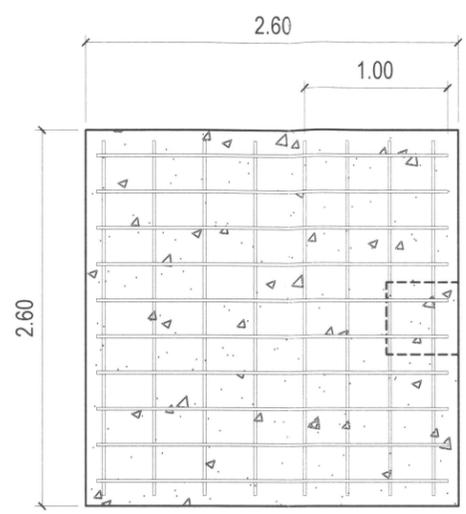
ZAPA Z-1B  
→ No. 6 @ 0.30 + ↑ No. 6 @ 0.35  
t=0.50m



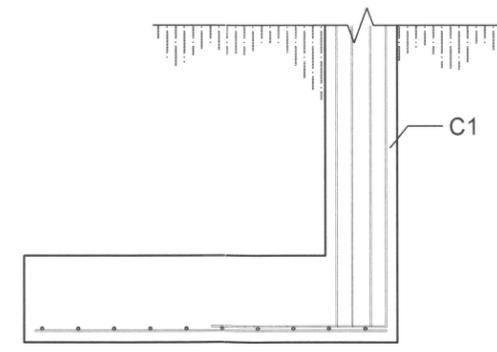
ZAPA Z-2B  
→ No. 6 @ 0.35 + ↑ No. 6 @ 0.35  
t=0.50m



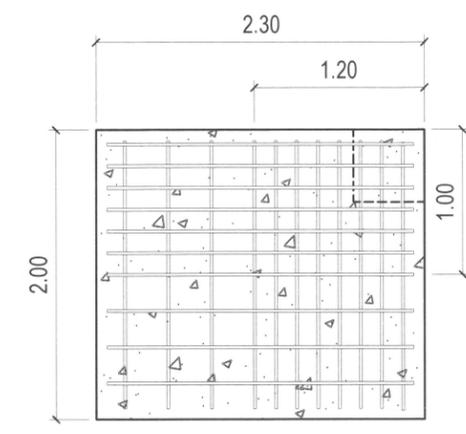
ZAPA Z-2B  
→ No. 6 @ 0.35 + ↑ No. 6 @ 0.35  
t=0.50m



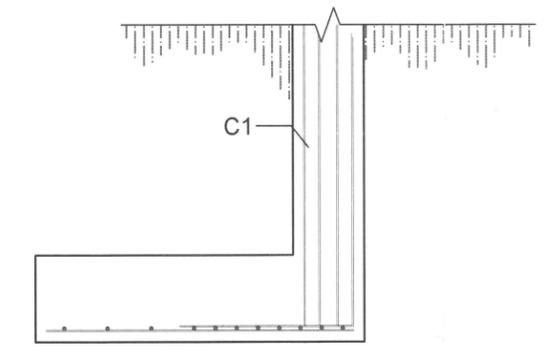
ZAPA Z-3B  
→ No. 6 @ 0.25 + ↑ No. 6 @ 0.35 + 1m No. 6 @ 0.30  
t=0.40m



ZAPA Z-3B  
→ No. 6 @ 0.25 + ↑ No. 6 @ 0.35 + 1m No. 6 @ 0.30  
t=0.40m



ZAPA Z-4B  
→ No. 6 @ 0.30 + 1.20m No. 6 @ 0.15 + ↑ 1.00m No. 6 @ 0.15 + 1m No. 6 @ 0.25  
t=0.40m



ZAPA Z-4B  
→ No. 6 @ 0.30 + 1.20m No. 6 @ 0.15 + ↑ 1.00m No. 6 @ 0.15 + 1m No. 6 @ 0.25  
t=0.40m

**DETALLES DE ZAPATAS - EDIFICIO B**

ESC. 1:50

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

PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PLANO DE: DETALLES DE ZAPATAS - EDIFICIO B

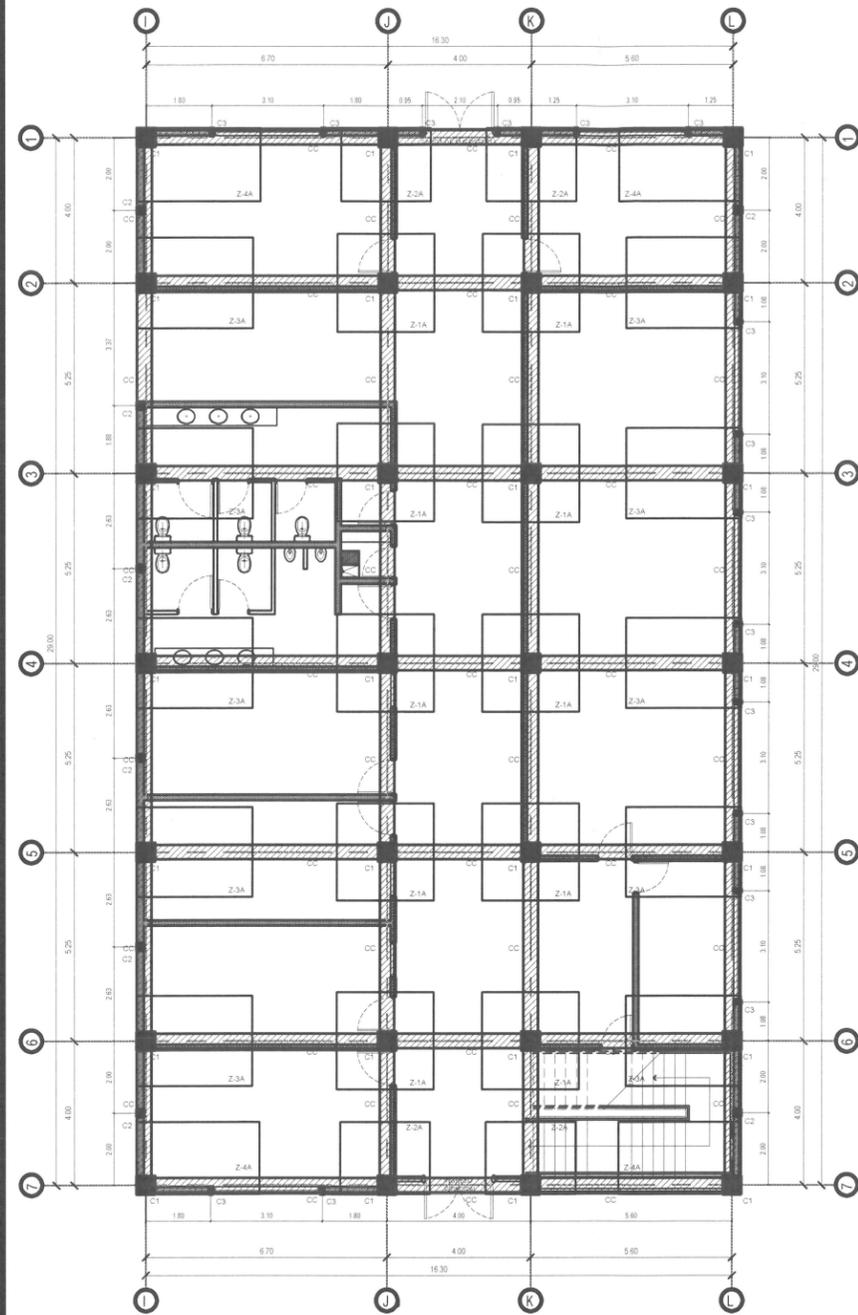
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA      CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA      DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA

FECHA: OCTUBRE 2018

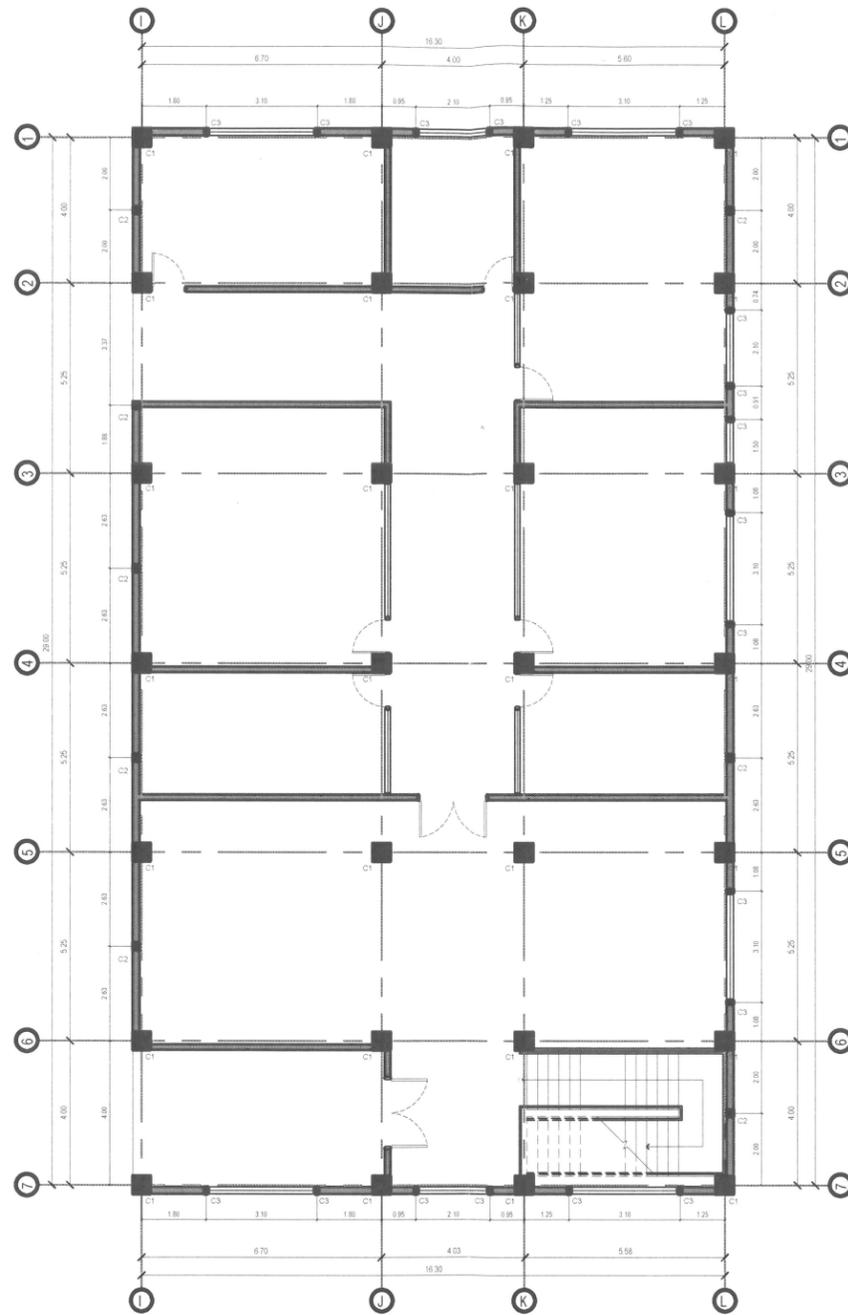
ESCALA: 1:50

HOJA: 04 de 31

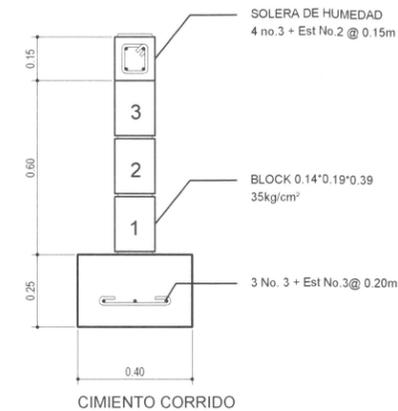
ASESO: INGA CHRISTINA PINTO



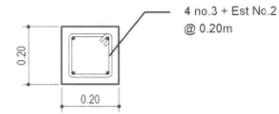
**PLANTA CIMENTACIÓN Y COLUMNAS**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO C ESC. 1:200



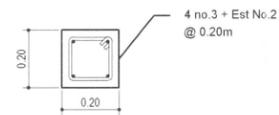
**PLANTA CIMENTACIÓN Y COLUMNAS**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO C ESC. 1:200



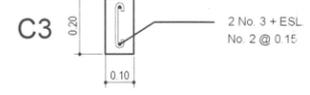
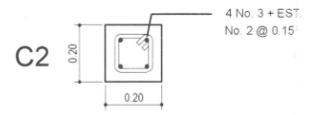
CIMENTO CORRIDO



SOLERA CORONA



SOLERA INTERMEDIA



**DETALLES**

ESC. 1:25

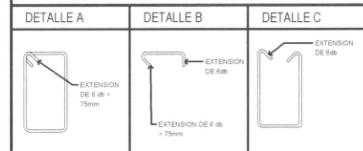
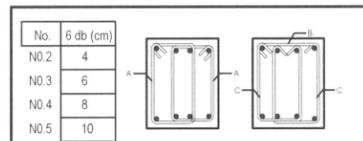
NOTAS:

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CONCRETO	MAMPOSTERIA	f <sub>m</sub>	35 kg/cm <sup>2</sup>
CIMENTACION	ACERO DE REFUERZO	f <sub>y</sub>	grado 40
VIGAS Y LOSAS	No. 2	f <sub>y</sub>	grado 60
COLUMNAS	ACERO DE REFUERZO	No. 3	O SUP.
RECUBRIMIENTO			
CIMENTOS			0.075m
COLUMNAS DE MARCOS			0.04m
COLUMNAS, SOLERAS Y MOCHETAS			0.025m
VIGAS			0.04m
LOSAS			0.025m

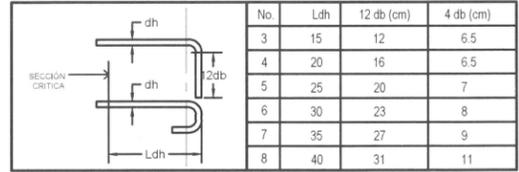
**LONGITUD MINIMA DE ANCLAJE Y TRASLAPE A COMPRESION**

No. 3	0.30m
No. 4	0.40m
No. 5	0.50m
No. 6	0.60m
No. 8	0.80m



**LONGITUD MINIMA DE TRASLAPE A TRACCION**

No.	L <sub>dh</sub>	2.5*L <sub>d</sub> (cm)	3.25*L <sub>d</sub> (cm)
3	15	38	49
4	20	51	65
5	25	64	81
6	30	77	98
7	35	89	114
8	40	102	130



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

PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA  
PLANO DE: PLANTA CIMENTACIÓN Y COLUMNAS - EDIFICIO C  
FECHA: OCTUBRE 2018  
ASESOR: Inga. Christina...  
INGENIERO CIVIL: JUAN MANUEL GARCIA

DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA  
CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA  
DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA  
FASE: E  
HOJA: 05  
TOTAL: 31

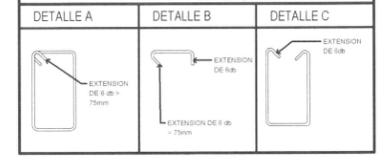


NOTAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
CONCRETO		MAMPOSTERIA	Fm 35 kg/cm <sup>2</sup>
CIMENTACIÓN	f'c 280 kg/cm <sup>2</sup>	ACERO DE REFUERZO	fy grado 40
VIGAS Y LOSAS	f'c 280 kg/cm <sup>2</sup>	ACERO DE REFUERZO	fy grado 60
COLUMNAS	f'c 280 kg/cm <sup>2</sup>	ACERO DE REFUERZO	No. 3 O SUP.
RECUBRIMIENTO			
CIMENTOS	0.075m		
COLUMNAS DE MARCOS	0.04m		
COLUMNAS, SOLERAS Y MOCHETAS	0.025m		
VIGAS	0.04m		
LOSAS	0.025m		

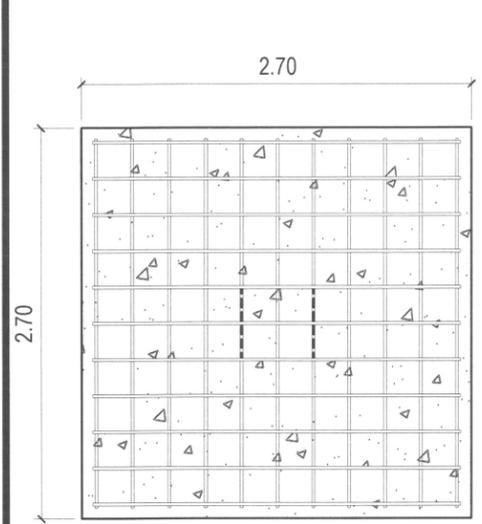
LONGITUD MINIMA DE ANCLAJE Y TRASLAPE A COMPRESION	
No. 3	0.30m
No. 4	0.40m
No. 5	0.50m
No. 6	0.60m
No. 8	0.80m

No.	6 db (cm)
No. 2	4
No. 3	6
No. 4	8
No. 5	10

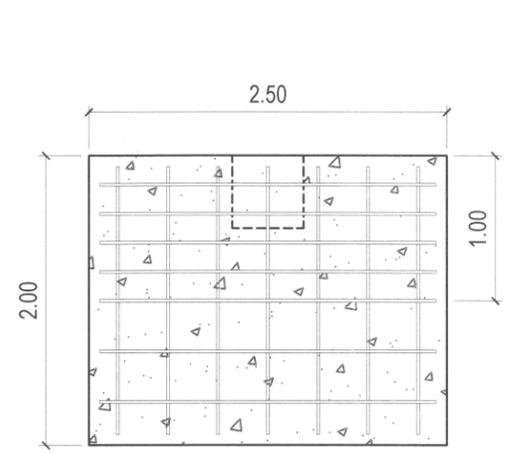


LONGITUD MINIMA DE TRASLAPE A TRACCION			
No.	Ldh	2.5*Ld (cm)	3.25*Ld (cm)
3	15	38	49
4	20	51	65
5	25	64	81
6	30	77	98
7	35	89	114
8	40	102	130

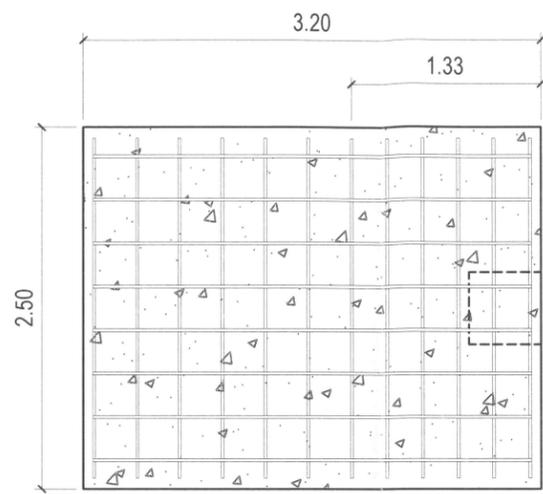
No.	Ldh	12 db (cm)	4 db (cm)
3	15	12	6.5
4	20	16	6.5
5	25	20	7
6	30	23	8
7	35	27	9
8	40	31	11



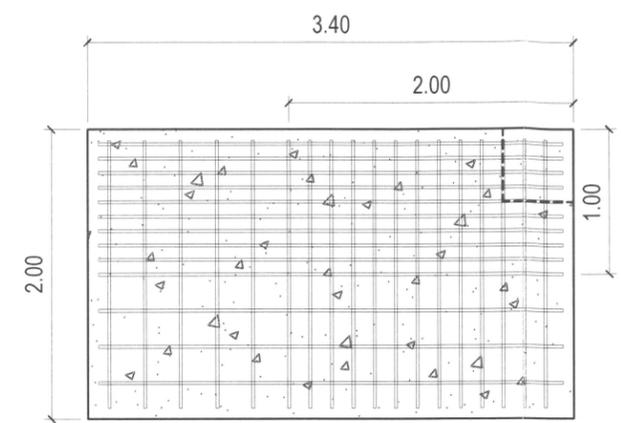
**ZAPA Z-1A**  
→ No. 6 @ 0.25 + ↑ No. 6 @ 0.25  
t=0.50m



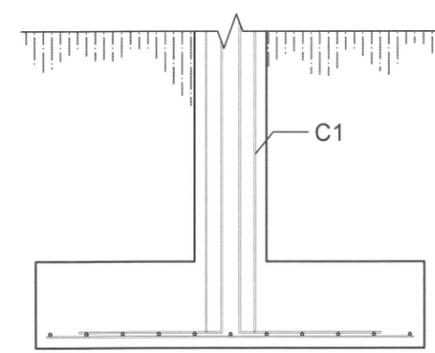
**ZAPA Z-2A**  
→ No. 6 @ 0.35 + ↑ 1m No. 6 @ 0.20  
+ No. 6 @ 0.35  
t=0.40m



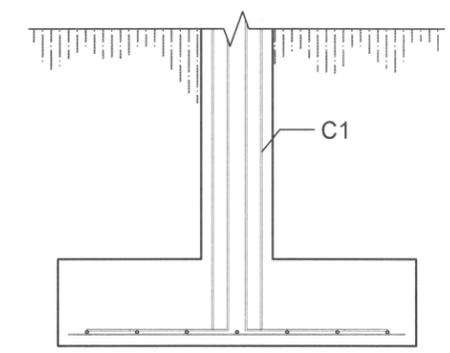
**ZAPA Z-3A**  
→ No. 6 @ 0.30 + 1.30m @ 0.25 + ↑ No. 6 @ 0.30  
t=0.40m



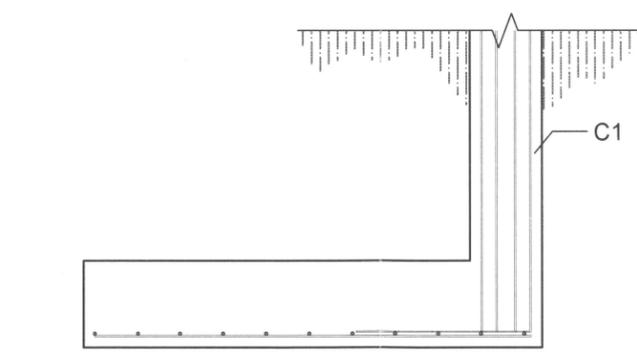
**ZAPA Z-4A**  
→ No. 6 @ 0.25 + 2.00m @ 0.15 +  
↑ 1.00m No. 6 @ 0.15 + No. 6 @ 0.25  
t=0.50m



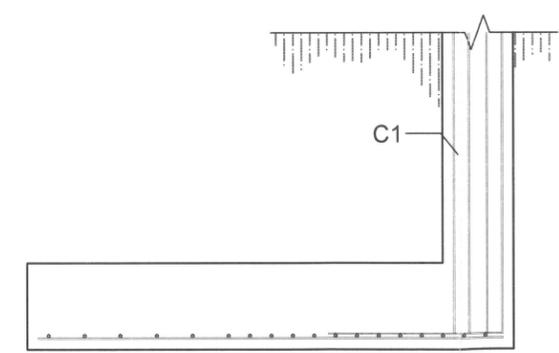
**ZAPA Z-1A**  
→ No. 6 @ 0.25 + ↑ No. 6 @ 0.25  
t=0.50m



**ZAPA Z-2A**  
→ No. 6 @ 0.35 + ↑ 1m No. 6 @ 0.20  
+ No. 6 @ 0.35  
t=0.40m



**ZAPA Z-3A**  
→ No. 6 @ 0.30 + 1.30m @ 0.25 + ↑ No. 6 @ 0.30  
t=0.40m

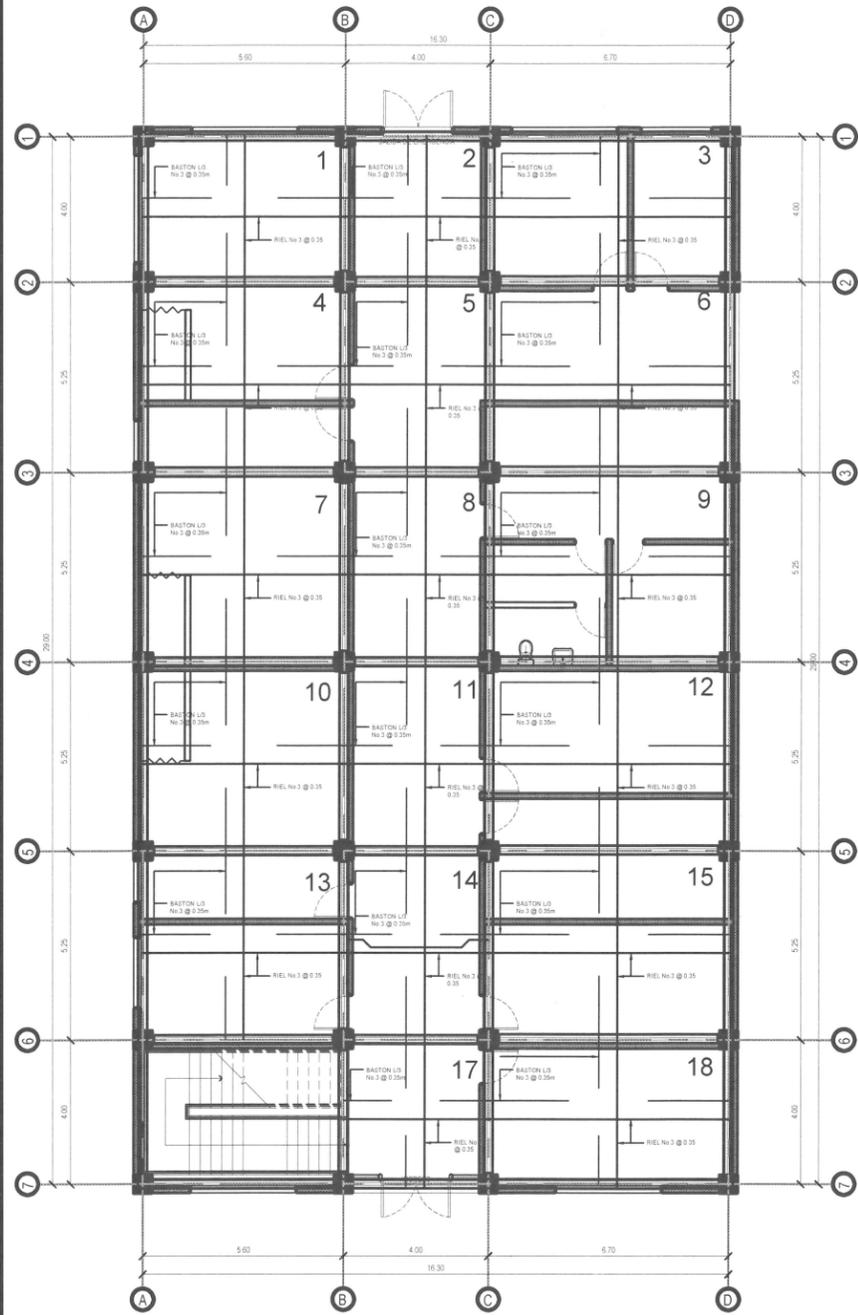


**ZAPA Z-4A**  
→ No. 6 @ 0.25 + 2.00m @ 0.15 +  
↑ 1.00m No. 6 @ 0.15 + No. 6 @ 0.25  
t=0.50m

**DETALLES DE ZAPATAS - EDIFICIO C**

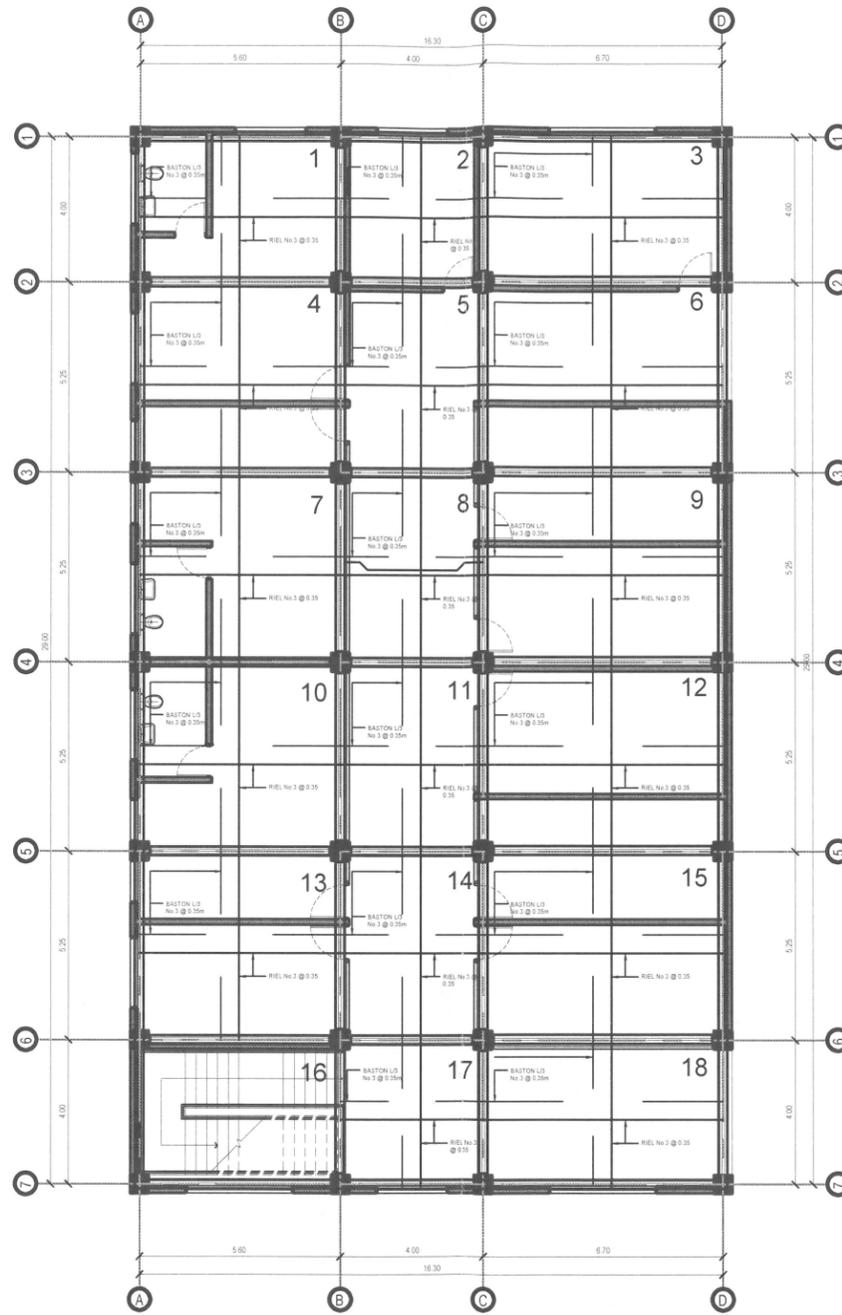
ESC. 1:50

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA	ESCALA INIDICADA FECHA 07/09/2015
PLANO DE: DETALLES DE ZAPATAS - EDIFICIO C	REVISOR: ING. CHRISTA CASSUN	ASISTENTE: ING. CHRISTA CASSUN
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA
FASE 06		HOJA 31



**PLANTA DE LOSAS**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO A

ESC. 1:200



**PLANTA DE LOSAS**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO A

ESC. 1:200



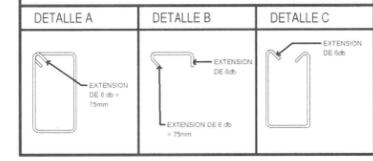
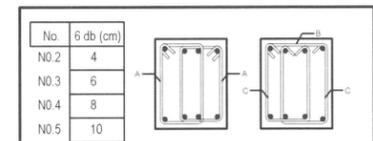
NOTAS

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CONCRETO		MAMPOSTERIA	f <sub>m</sub> 35 kg/cm <sup>2</sup>
CIMENTACIÓN	f <sub>c</sub> 280 kg/cm <sup>2</sup>	ACERO DE REFUERZO	f <sub>y</sub> grado 40
VIGAS Y LOSAS	f <sub>c</sub> 280 kg/cm <sup>2</sup>	No. 2	ACERO DE REFUERZO
COLUMNAS	f <sub>c</sub> 280 kg/cm <sup>2</sup>	No. 3	O SUP.
RECUBRIMIENTO			
CIMENTOS	0.075m		
COLUMNAS DE MARCOS	0.04m		
COLUMNAS, SOLERAS Y MOCHETAS	0.025m		
VIGAS	0.04m		
LOSAS	0.025m		

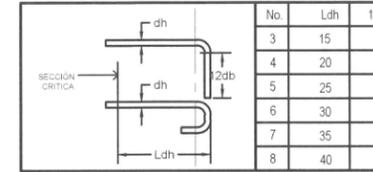
**LONGITUD MINIMA DE ANCLAJE Y TRASLAPE A COMPRESION**

No. 3	0.30m
No. 4	0.40m
No. 5	0.50m
No. 6	0.60m
No. 8	0.80m



**LONGITUD MINIMA DE TRASLAPE A TRACCION**

No.	L <sub>dh</sub>	2.5*L <sub>dh</sub> (cm)	3.25*L <sub>dh</sub> (cm)
3	15	38	49
4	20	51	65
5	25	64	81
6	30	77	98
7	35	89	114
8	40	102	130



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

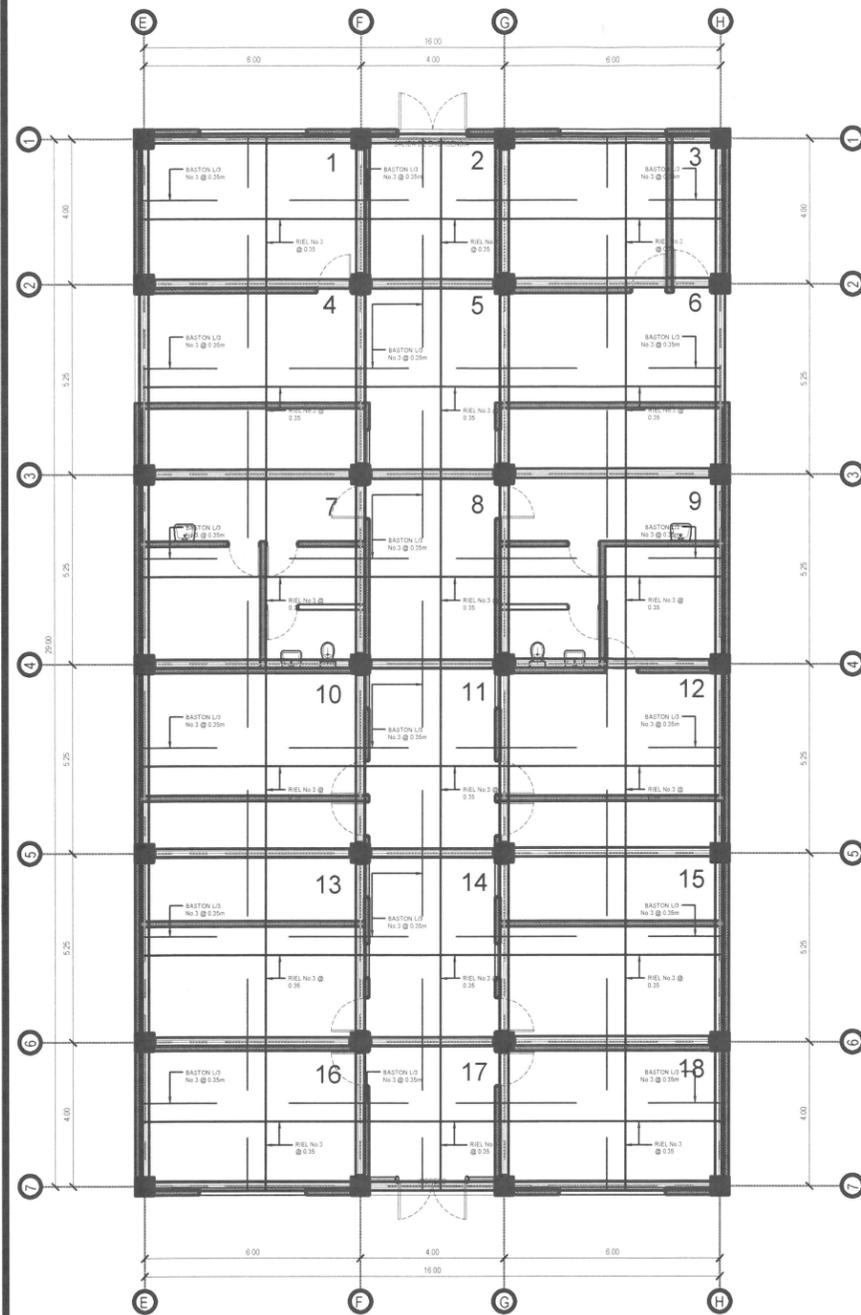
PROYECTO:  
MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

FECHA: OCTUBRE 2010  
REVISOR: ASISTENTE TECNICO  
INGENIERO: CRISTIAN CLAYTON

PLANO DE:  
PLANTA DE LOSAS - EDIFICIO A

DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA  
CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA  
DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA

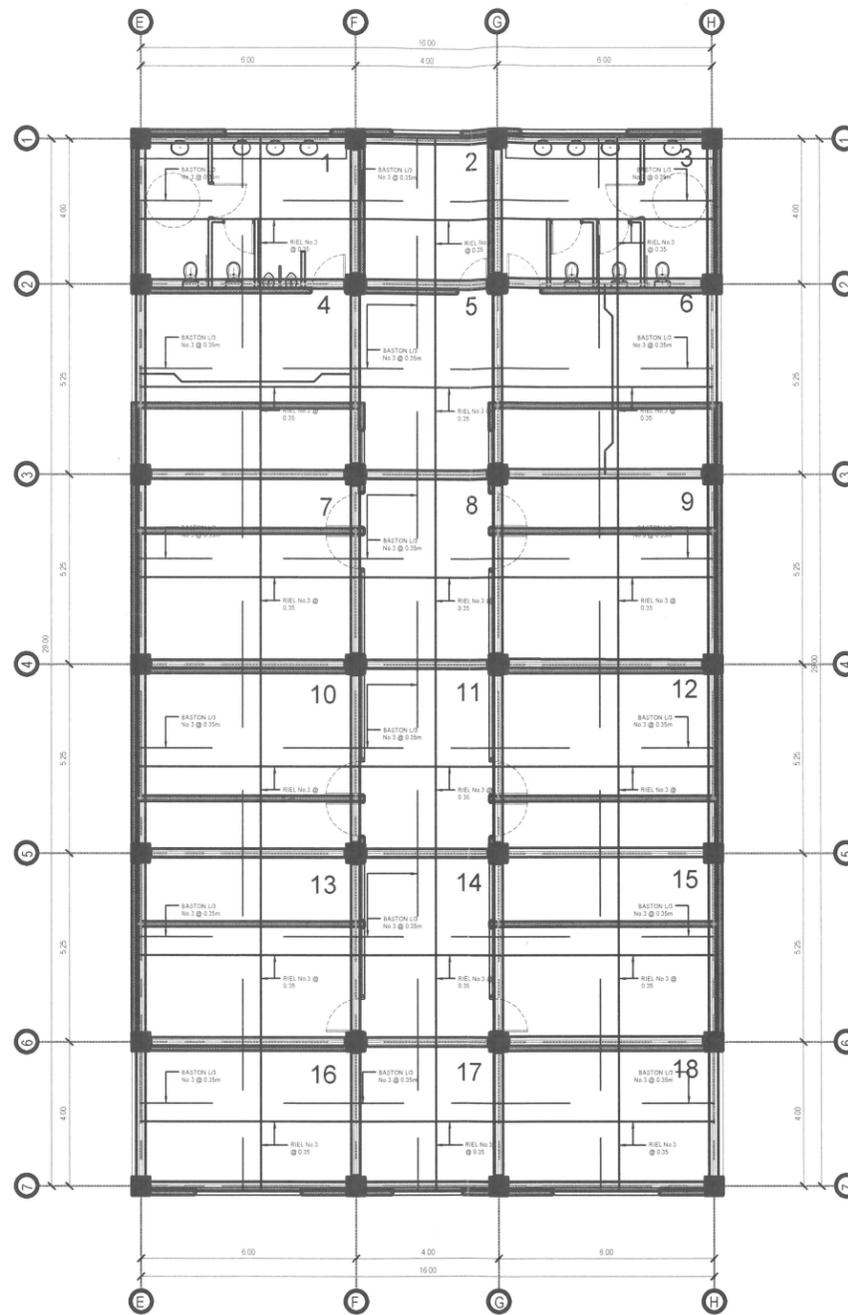
FASE: E  
07 31



**PLANTA DE LOSAS**

PRIMER NIVEL - EDIFICIO B

ESC. 1:200



**PLANTA DE LOSAS**

SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO B

ESC. 1:200



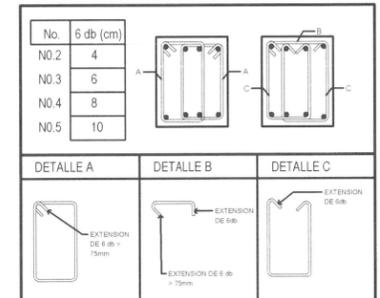
NOTAS:

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CONCRETO		MAMPOSTERIA	f <sub>m</sub> 35 kg/cm <sup>2</sup>
CIMENTACIÓN	f <sub>c</sub> 280 kg/cm <sup>2</sup>	ACERO DE REFUERZO	f <sub>y</sub> grado 40
VIGAS Y LOSAS	f <sub>c</sub> 280 kg/cm <sup>2</sup>	No. 2	f <sub>y</sub> grado 60
COLUMNAS	f <sub>c</sub> 280 kg/cm <sup>2</sup>	ACERO DE REFUERZO	No. 3 O SUP.
RECUBRIMIENTO			
CIMENTOS	0.075m		
COLUMNAS DE MARCOS	0.04m		
COLUMNAS, SOLERAS Y MOCHETAS	0.025m		
VIGAS	0.04m		
LOSAS	0.025m		

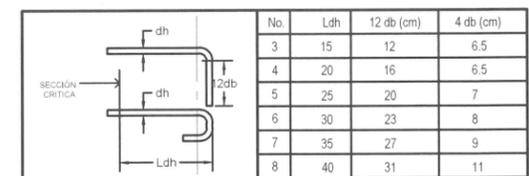
**LONGITUD MINIMA DE ANCLAJE Y TRASLAPE A COMPRESION**

No. 3	0.30m
No. 4	0.40m
No. 5	0.50m
No. 6	0.60m
No. 8	0.80m



**LONGITUD MINIMA DE TRASLAPE A TRACCION**

No.	L <sub>dh</sub>	2.5 * L <sub>d</sub> (cm)	3.25 * L <sub>d</sub> (cm)
3	15	38	49
4	20	51	65
5	25	64	81
6	30	77	98
7	35	89	114
8	40	102	130



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

PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

ESCALA: INDICADA  
FECHA: OCTUBRE 2010

PLANO DE PLANTA DE LOSAS - EDIFICIO B

REVISOR: ING. CRISTINA CLASSON

DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA  
CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA  
DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA

FASE: E  
HOJA: 08  
31



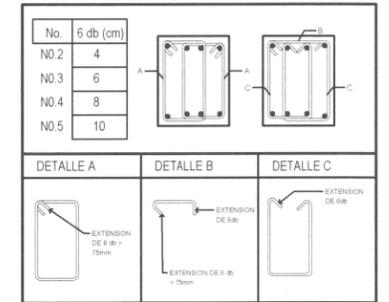
NOTAS:

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CONCRETO	MAMPOSTERIA	f <sub>m</sub>	35 kg/cm <sup>2</sup>
CIMENTACION	ACERO DE REFUERZO	f <sub>y</sub>	grado 40
VIGAS Y LOSAS	No. 2	f <sub>y</sub>	grado 60
COLUMNAS	No. 3 O SUP.		
RECUBRIMIENTO			
CIMENTOS		0.075m	
COLUMNAS DE MARCOS		0.04m	
COLUMNAS, SOLERAS Y MOCHETAS		0.025m	
VIGAS		0.04m	
LOSAS		0.025m	

LONGITUD MINIMA DE ANCLAJE Y TRASLAPE A COMPRESION

No. 3	0.30m
No. 4	0.40m
No. 5	0.50m
No. 6	0.60m
No. 8	0.80m

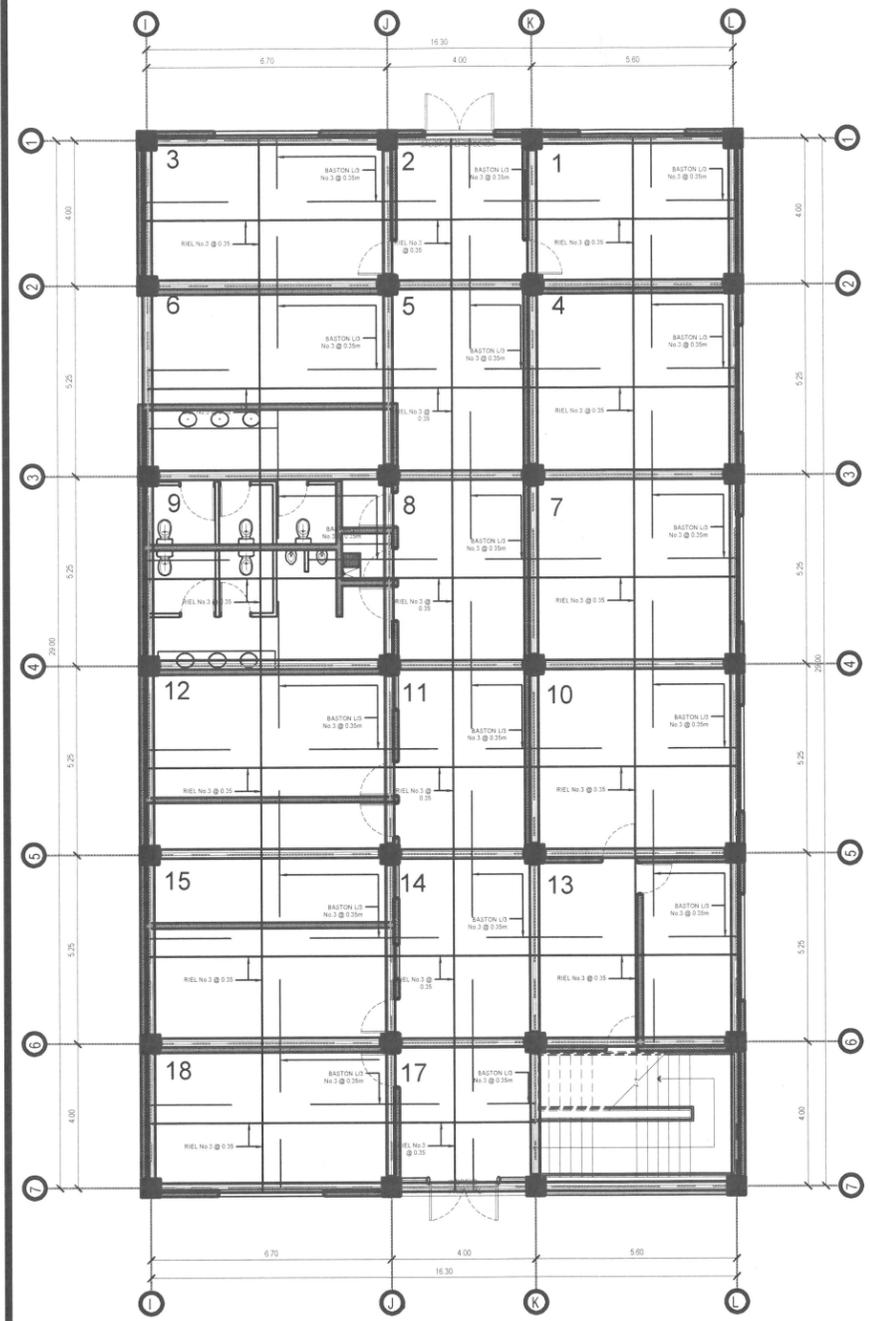


LONGITUD MINIMA DE TRASLAPE A TRACCION

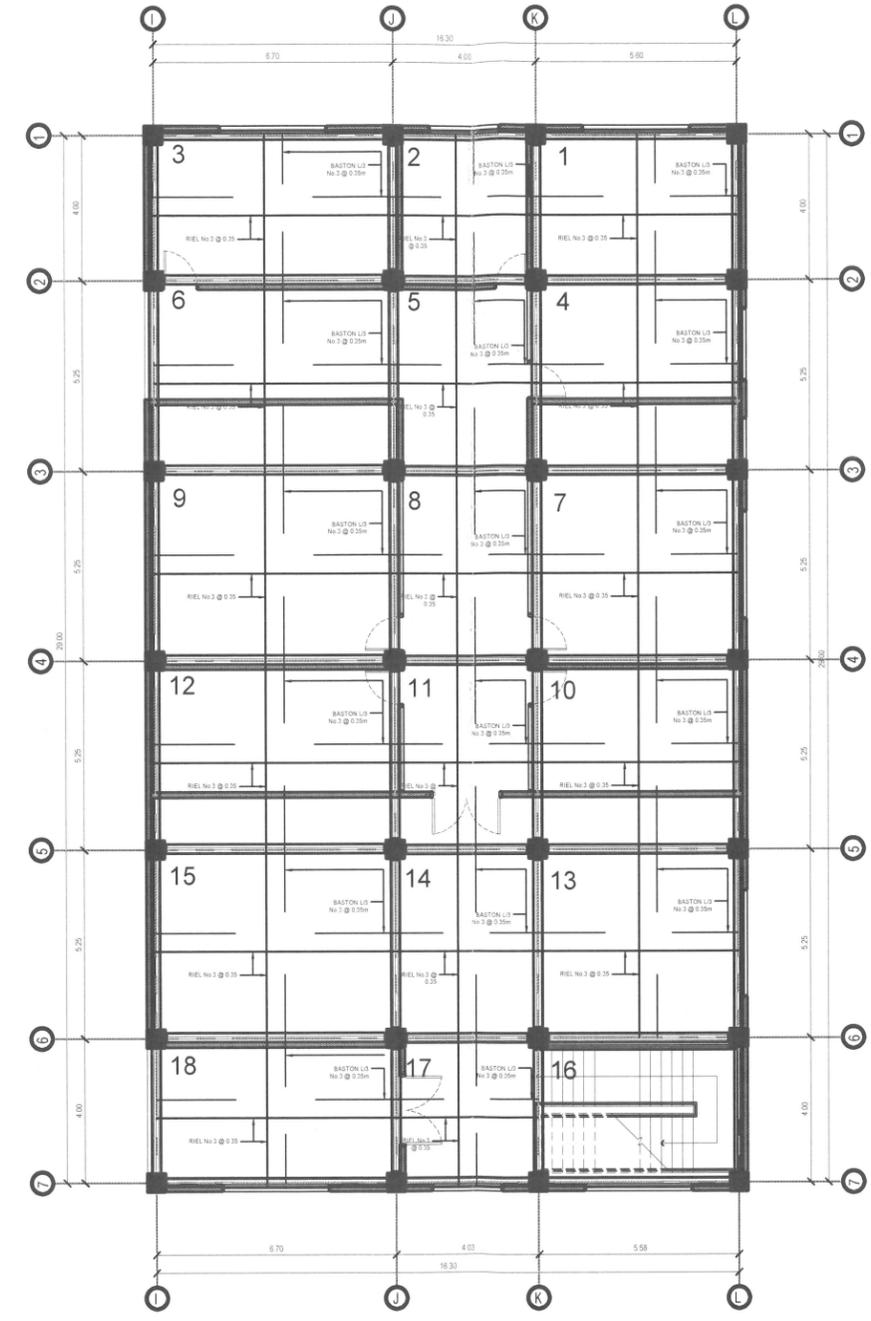
No.	L <sub>dh</sub>	2.5' L <sub>d</sub> (cm)	3.25' L <sub>d</sub> (cm)
3	15	38	49
4	20	51	65
5	25	64	81
6	30	77	98
7	35	89	114
8	40	102	130

SECCION CRITICA

No.	L <sub>dh</sub>	12 db (cm)	4 db (cm)
3	15	12	6.5
4	20	16	6.5
5	25	20	7
6	30	23	8
7	35	27	9
8	40	31	11



**PLANTA DE LOSAS**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO C      ESC. 1:200



**PLANTA DE LOSAS**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO C      ESC. 1:200

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

PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PLANO DE: PLANTA DE LOSAS - EDIFICIO C

ESCALA: INDICADA

FECHA: OCTUBRE 2018

REVISOR: INGA CHRISTA CLASOM

DISEÑO	CALCULO	DIBUJO	FASE	HOJA
JUAN MANUEL GARCIA	JUAN MANUEL GARCIA	JUAN MANUEL GARCIA	E	09 de 31



NOTAS

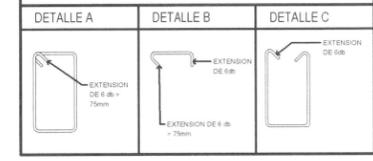
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CONCRETO		MAMPOSTERIA	f <sub>m</sub> 35 kg/cm <sup>2</sup>
CIMENTACIÓN	f <sub>c</sub> 280 kg/cm <sup>2</sup>	ACERO DE REFUERZO	f <sub>y</sub> grado 40
VIGAS Y LOSAS	f <sub>c</sub> 280 kg/cm <sup>2</sup>	No. 2	ACERO DE REFUERZO
COLUMNAS	f <sub>c</sub> 280 kg/cm <sup>2</sup>	No. 3	0 SUP.
RECUBRIMIENTO			
CIMENTOS	0.075m		
COLUMNAS DE MARCOS	0.04m		
COLUMNAS, SOLERAS Y MOCHETAS	0.025m		
VIGAS	0.04m		
LOSAS	0.025m		

**LONGITUD MINIMA DE ANCLAJE Y TRASLAPE A COMPRESION**

No. 3	0.30m
No. 4	0.40m
No. 5	0.50m
No. 6	0.60m
No. 8	0.80m

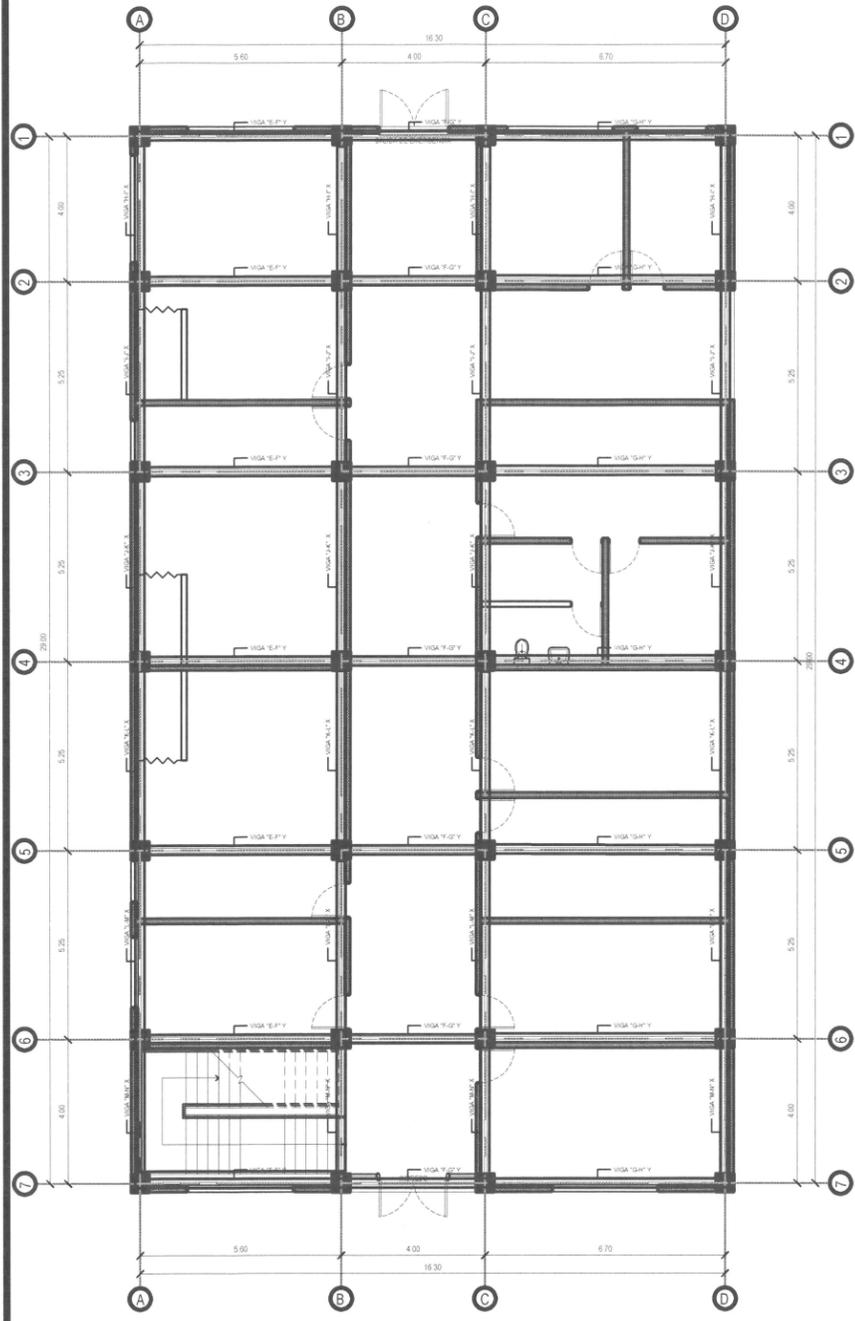
No.	6 db (cm)		
No. 2	4		
No. 3	6		
No. 4	8		
No. 5	10		



**LONGITUD MINIMA DE TRASLAPE A TRACCION**

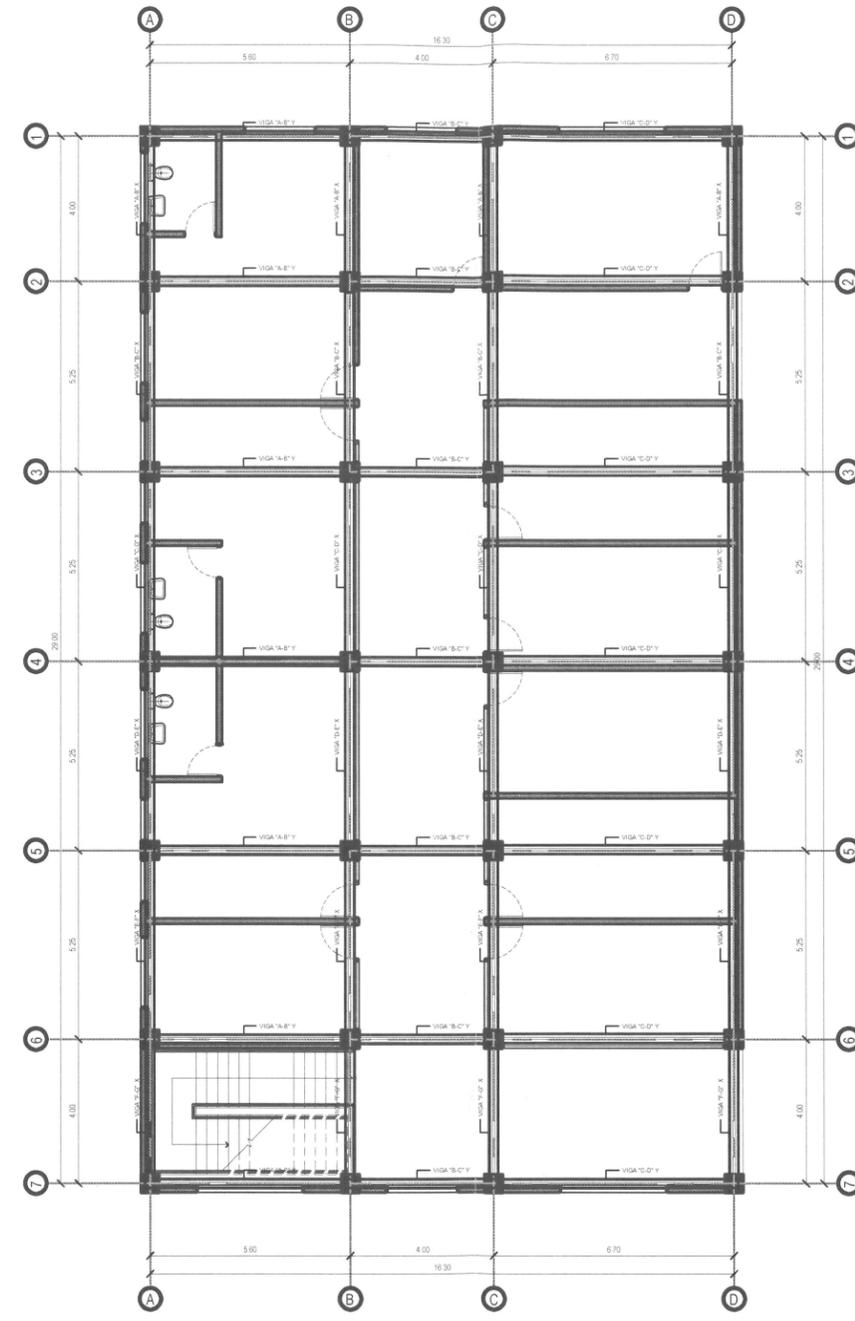
No.	L <sub>dh</sub>	2.5*L <sub>d</sub> (cm)	3.25*L <sub>d</sub> (cm)
3	15	38	49
4	20	51	65
5	25	64	81
6	30	77	98
7	35	89	114
8	40	102	130

	No.	L <sub>dh</sub>	12 db (cm)	4 db (cm)
	3	15	12	6.5
	4	20	16	6.5
	5	25	20	7
	6	30	23	8
	7	35	27	9
	8	40	31	11



**PLANTA DE VIGAS**

PRIMER NIVEL - EDIFICIO A ESC. 1:200



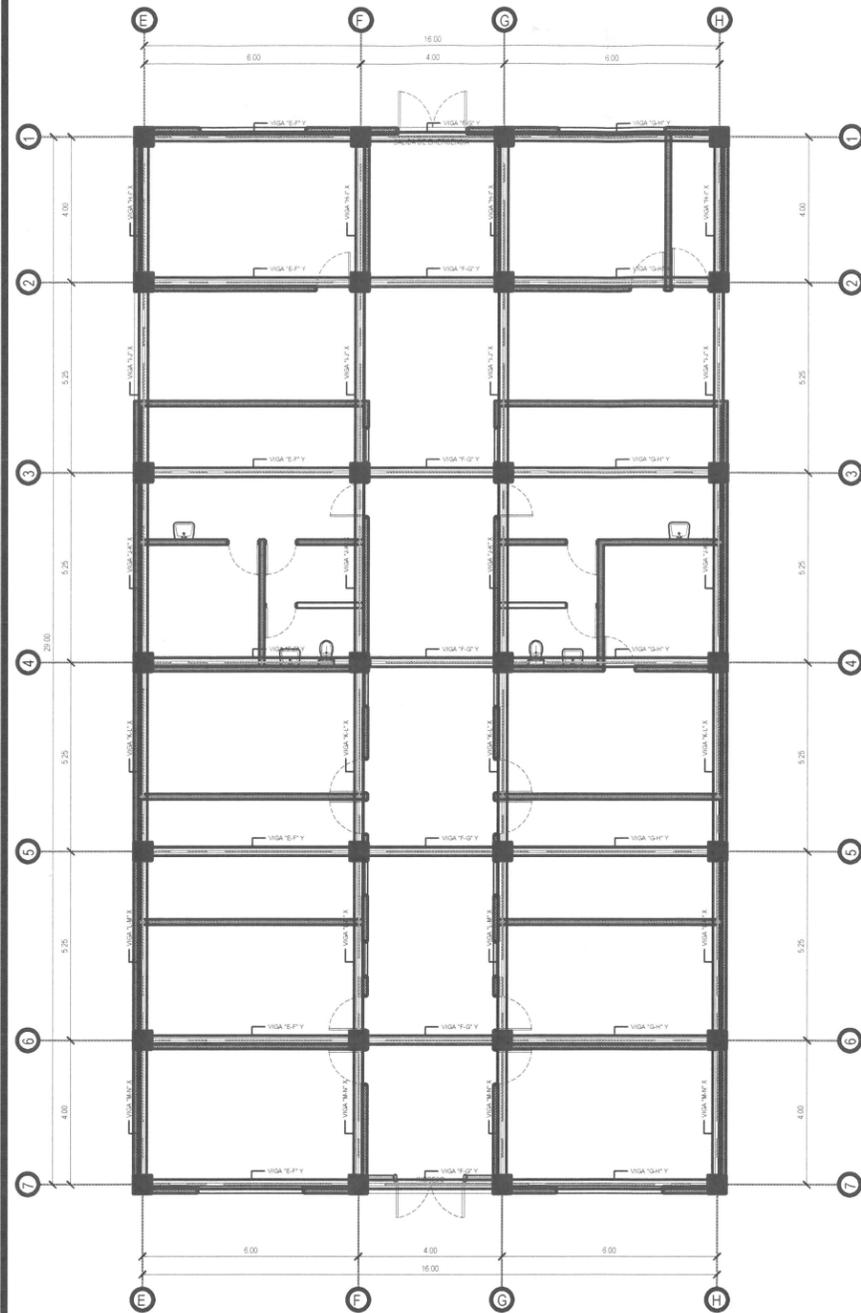
**PLANTA DE VIGAS**

SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO A ESC. 1:200

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

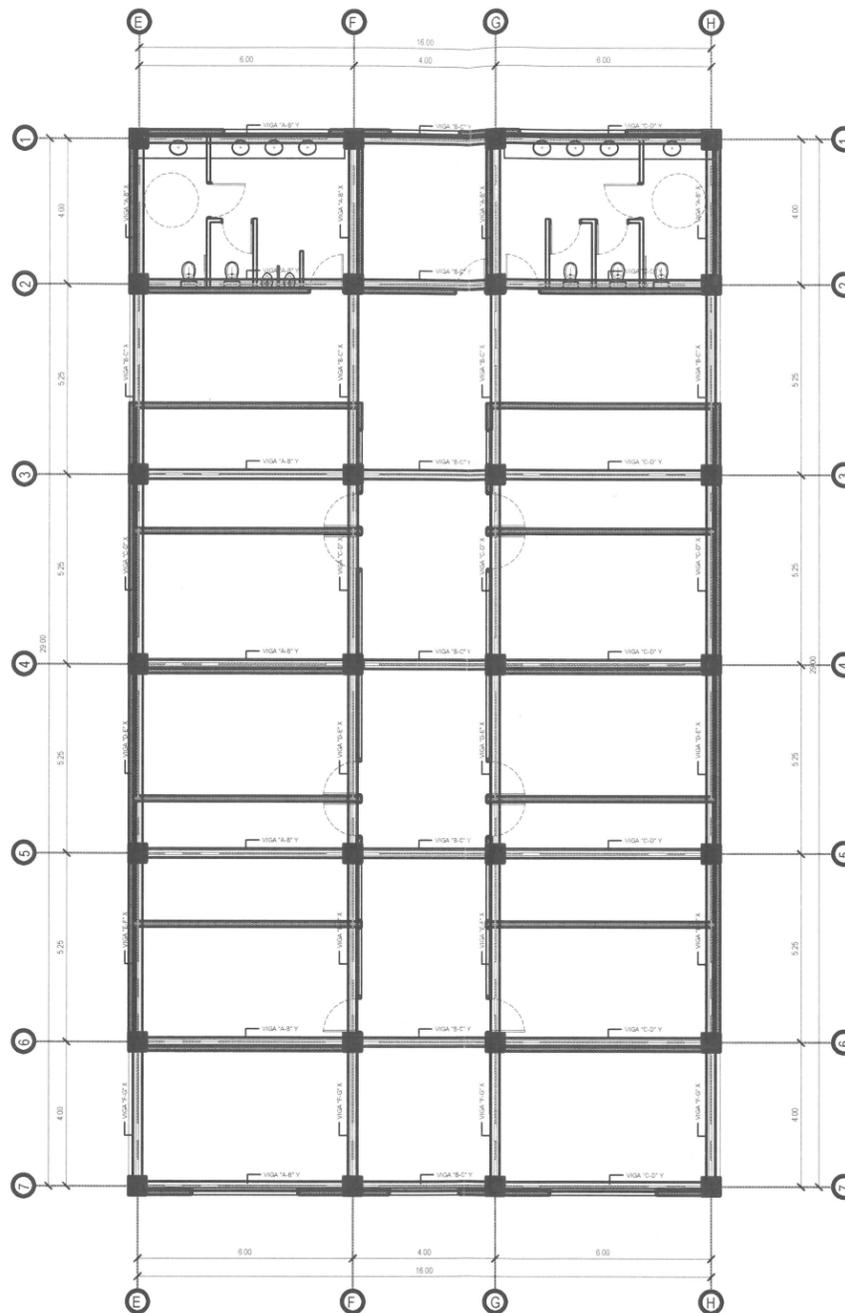
PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SAN CARLOS, COTZUMALGUAPA  
PLANO DE PLANTA DE VIGAS - EDIFICIO A

DISEÑO	CALCULO	DIBUJO	FASE	HOJA
JUAN MANUEL GARCIA	JUAN MANUEL GARCIA	JUAN MANUEL GARCIA	E	10/31



**PLANTA DE VIGAS**

PRIMER NIVEL - EDIFICIO B ESC. 1:200



**PLANTA DE VIGAS**

SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO B ESC. 1:200



NOTAS:

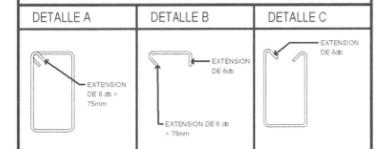
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CONCRETO		MAMPOSTERIA	f'm 35 kg/cm <sup>2</sup>
CIMENTACIÓN	f'c 280 kg/cm <sup>2</sup>	ACERO DE REFUERZO	f'y grado 40
VIGAS Y LOSAS	f'c 280 kg/cm <sup>2</sup>	No. 2	f'y grado 60
COLUMNAS	f'c 280 kg/cm <sup>2</sup>	No. 3	O SUP.
RECUBRIMIENTO			
CIMENTOS	0.075m		
COLUMNAS DE MARCOS	0.04m		
COLUMNAS, SOLERAS Y MOCHETAS	0.025m		
VIGAS	0.04m		
LOSAS	0.025m		

**LONGITUD MINIMA DE ANCLAJE Y TRASLAPE A COMPRESION**

No. 3	0.30m
No. 4	0.40m
No. 5	0.50m
No. 6	0.60m
No. 8	0.80m

No.	6 db (cm)
No. 2	4
No. 3	6
No. 4	8
No. 5	10



**LONGITUD MINIMA DE TRASLAPE A TRACCION**

No.	Ldh	2.5*Ld (cm)	3.25*Ld (cm)
3	15	38	49
4	20	51	65
5	25	64	81
6	30	77	98
7	35	89	114
8	40	102	130

No.	Ldh	12 db (cm)	4 db (cm)
3	15	12	6.5
4	20	16	6.5
5	25	20	7
6	30	23	8
7	35	27	9
8	40	31	11

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

PROYECTO:  
MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL  
DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA  
LUCIA COTZUMALGUAPA

PLANO DE:  
PLANTA DE VIGAS - EDIFICIO B

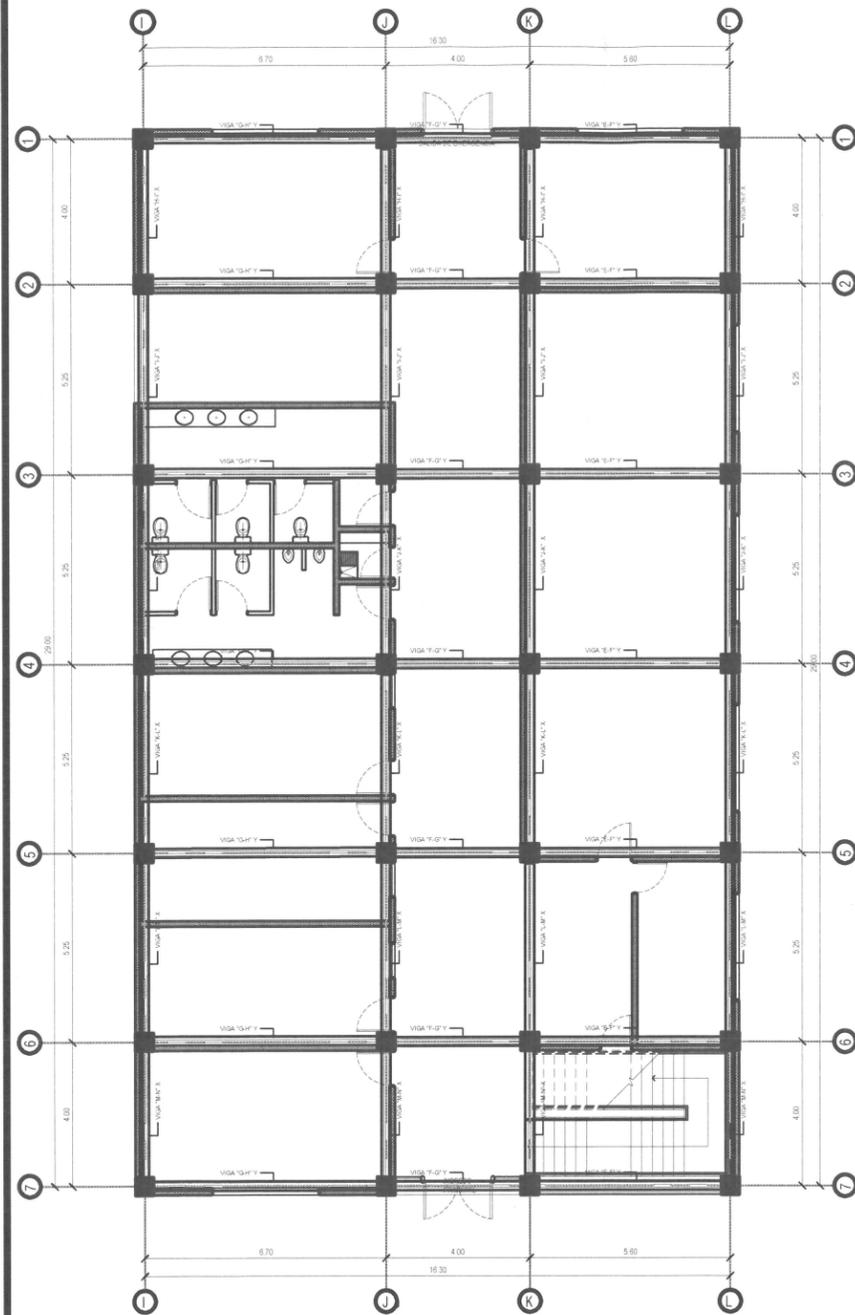
ESCALA:  
INDICADA

FECHA DE ENTREGA:  
11/01/2011

REVISOR:  
ING. CHRISTA CLASSON

DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA    CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA    DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA

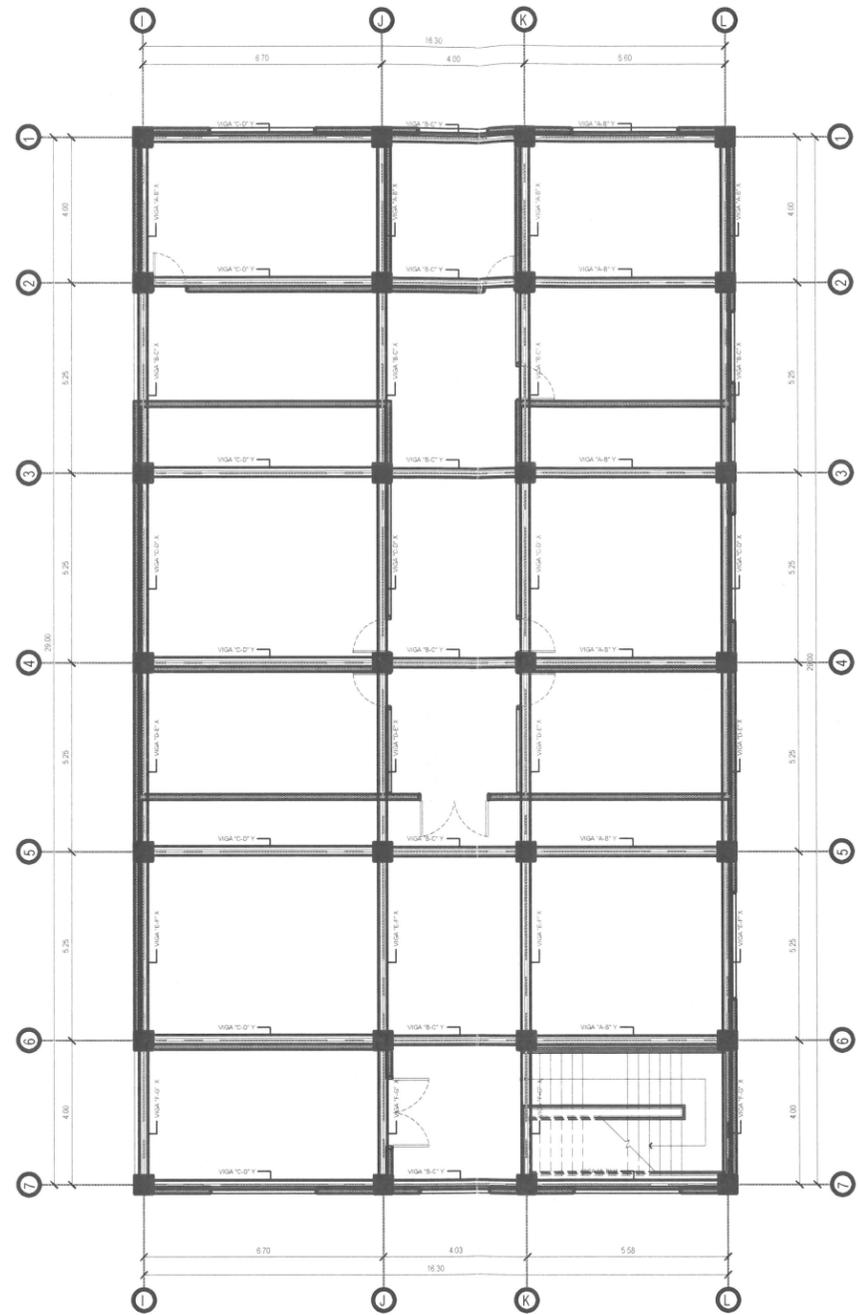
FASE: E    HOJA: 11 de 31



**PLANTA DE VIGAS**

PRIMER NIVEL - EDIFICIO C

ESC. 1:200



**PLANTA DE VIGAS**

SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO C

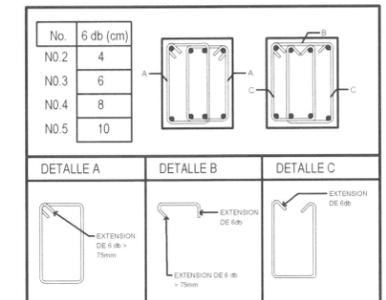
ESC. 1:200



NOTAS:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
CONCRETO		MAMPOSTERIA $f_m$ 35 kg/cm <sup>2</sup>
CIMENTACIÓN	$f_c$ 280 kg/cm <sup>2</sup>	ACERO DE REFUERZO No. 2 $f_y$ grado 40
VIGAS Y LOSAS	$f_c$ 280 kg/cm <sup>2</sup>	ACERO DE REFUERZO No. 3 O SUP. $f_y$ grado 60
COLUMNAS	$f_c$ 280 kg/cm <sup>2</sup>	
RECUBRIMIENTO		
CIMENTOS	0.075m	
COLUMNAS DE MARCOS	0.04m	
COLUMNAS, SOLERAS Y MOCHETAS	0.025m	
VIGAS	0.04m	
LOSAS	0.025m	

LONGITUD MINIMA DE ANCLAJE Y TRASLAPE A COMPRESION	
No. 3	0.30m
No. 4	0.40m
No. 5	0.50m
No. 6	0.60m
No. 8	0.80m



LONGITUD MINIMA DE TRASLAPE A TRACCION			
No.	Ldh	2.5*Ld (cm)	3.25*Ld (cm)
3	15	38	49
4	20	51	65
5	25	64	81
6	30	77	98
7	35	89	114
8	40	102	130

No.	Ldh	12 db (cm)	4 db (cm)
3	15	12	6.5
4	20	16	6.5
5	25	20	7
6	30	23	8
7	35	27	9
8	40	31	11

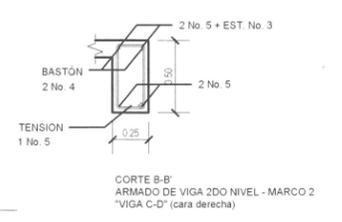
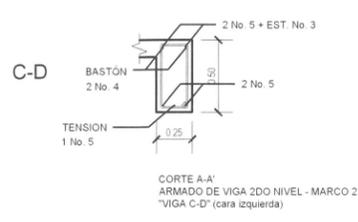
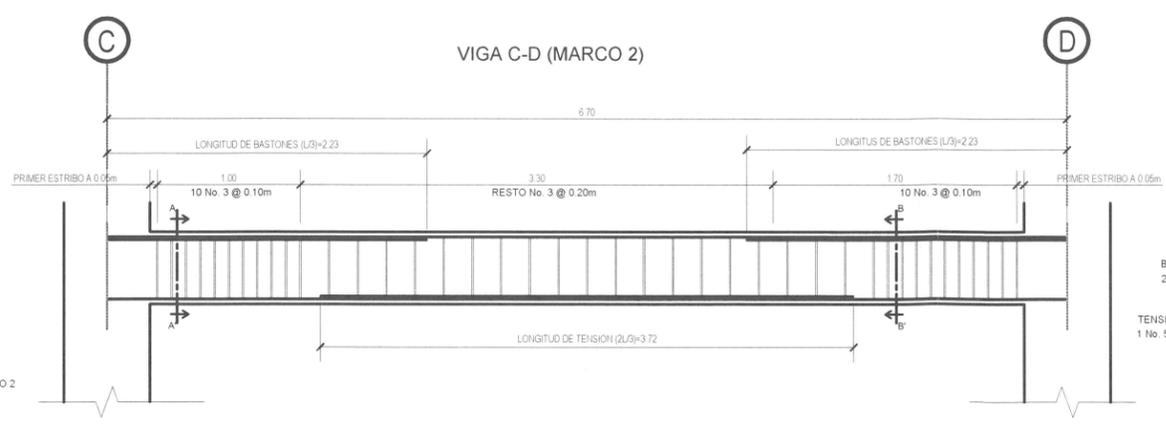
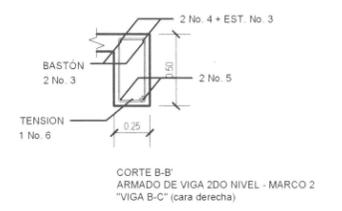
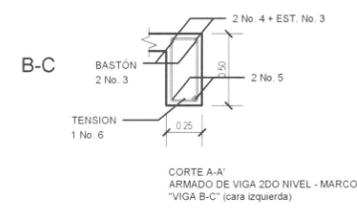
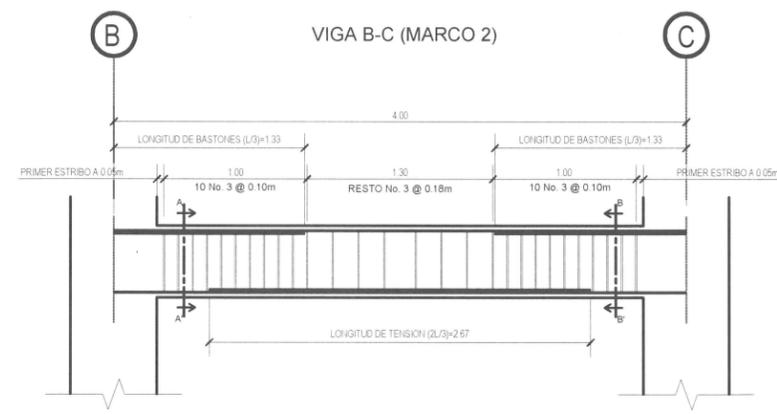
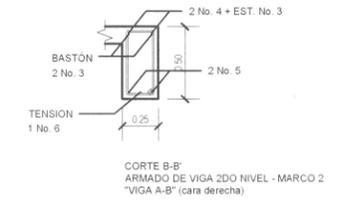
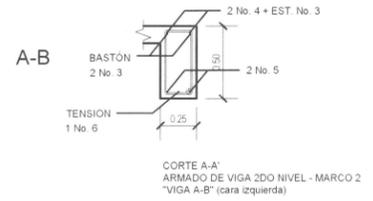
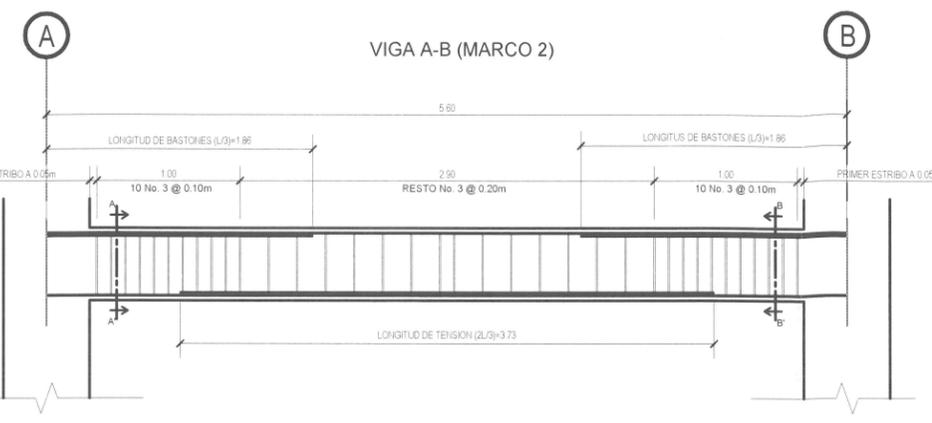
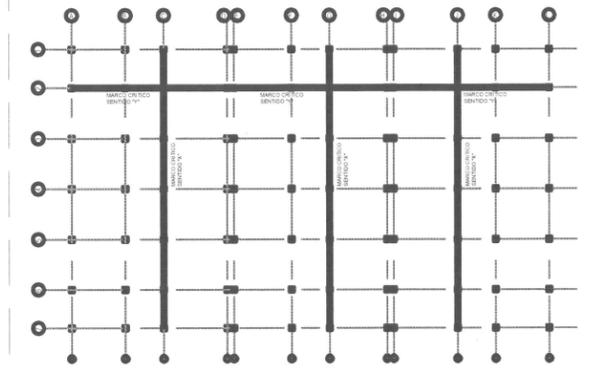
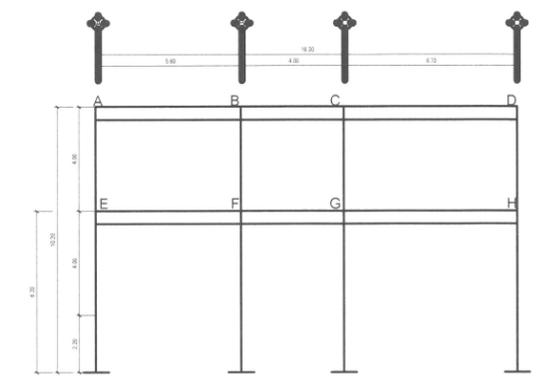
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PLANO DE PLANTA DE VIGAS - EDIFICIO C

DISEÑO	CALCULO	DIBUJO	FASE	HOJA
JUAN MANUEL GARCIA	JUAN MANUEL GARCIA	JUAN MANUEL GARCIA	E de	12 de 31

MARCO 2



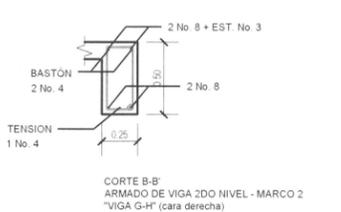
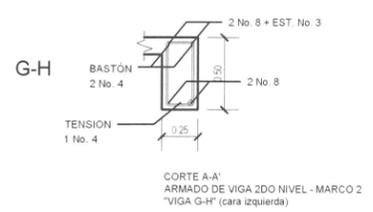
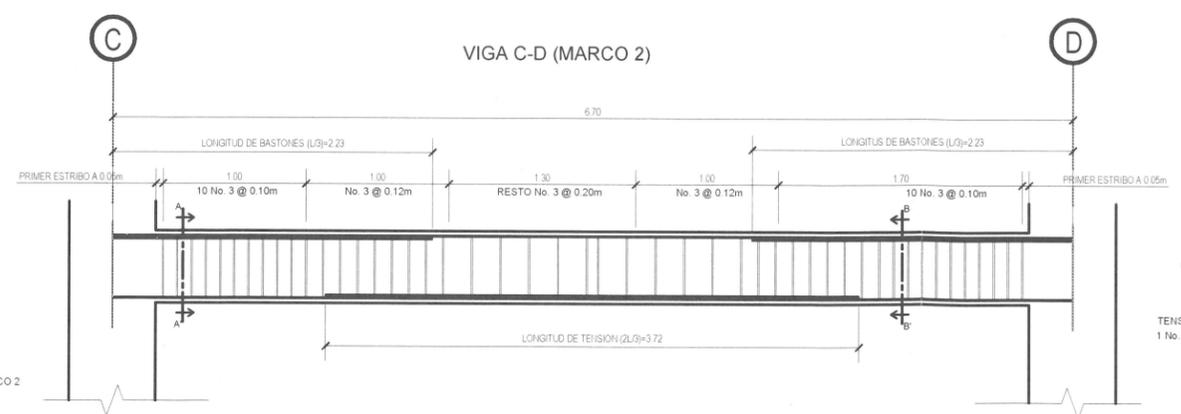
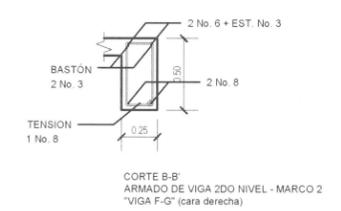
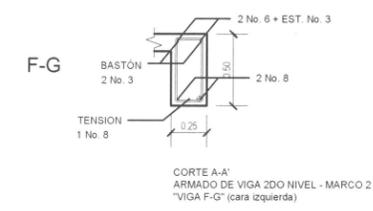
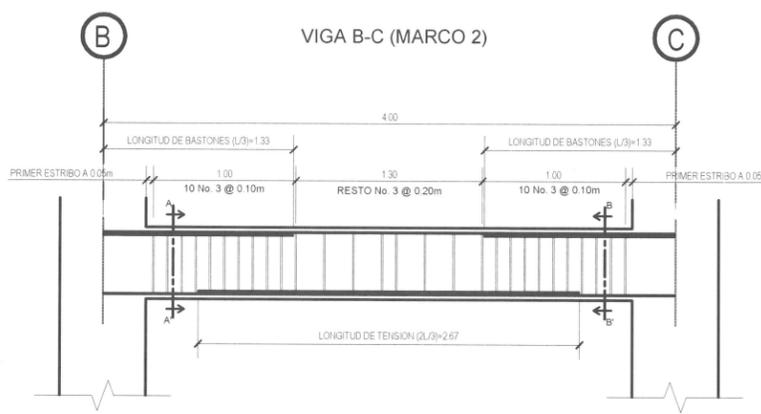
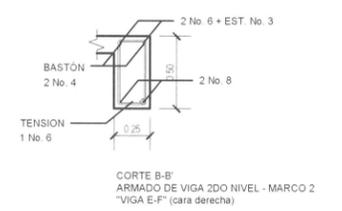
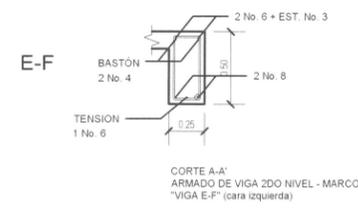
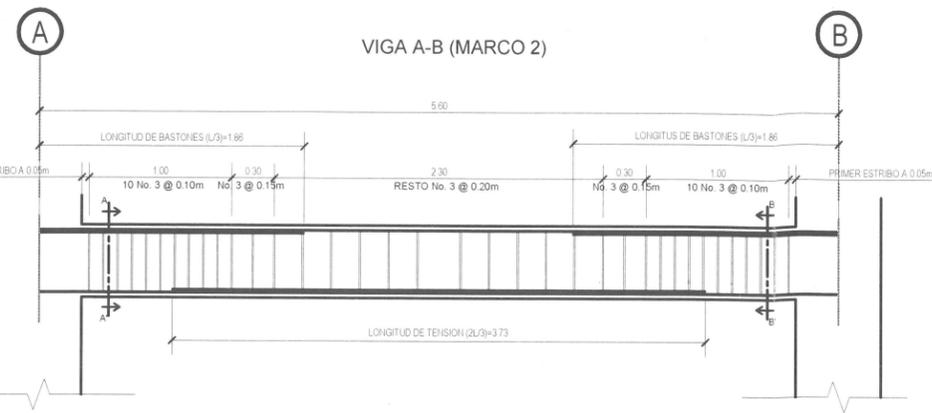
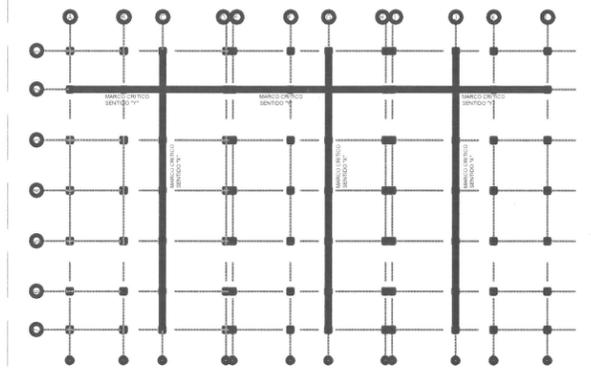
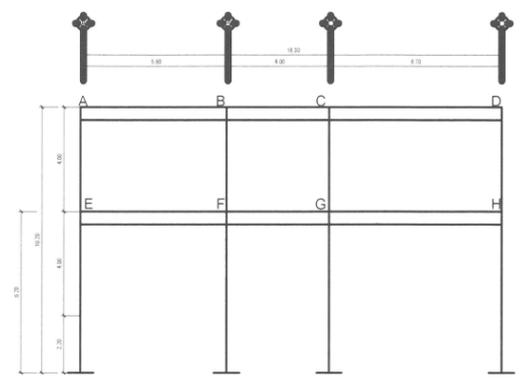
DETALLES DE VIGAS - MARCO 2  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO A ESC. 1:50

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA	ESCALA: INDICADA
PLANO DE DETALLE DE VIGAS	FECHA: 15/05/2018 REVISOR: INGENIERA CRISTINA CLASSON	ASPECTOS REVISOR INGENIERA CRISTINA CLASSON
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA
FASE: E	HOJA: 13 TOTAL: 31	DISEÑADO POR: JUAN MANUEL GARCIA



NOTAS

MARCO 2



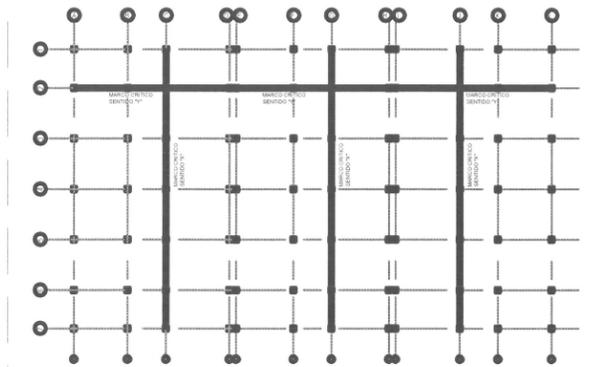
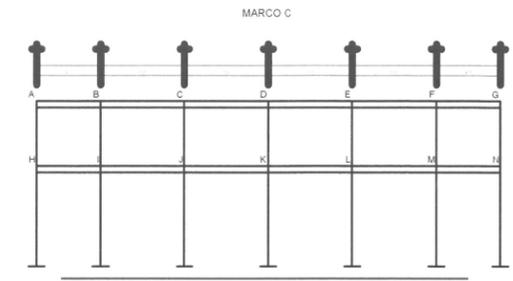
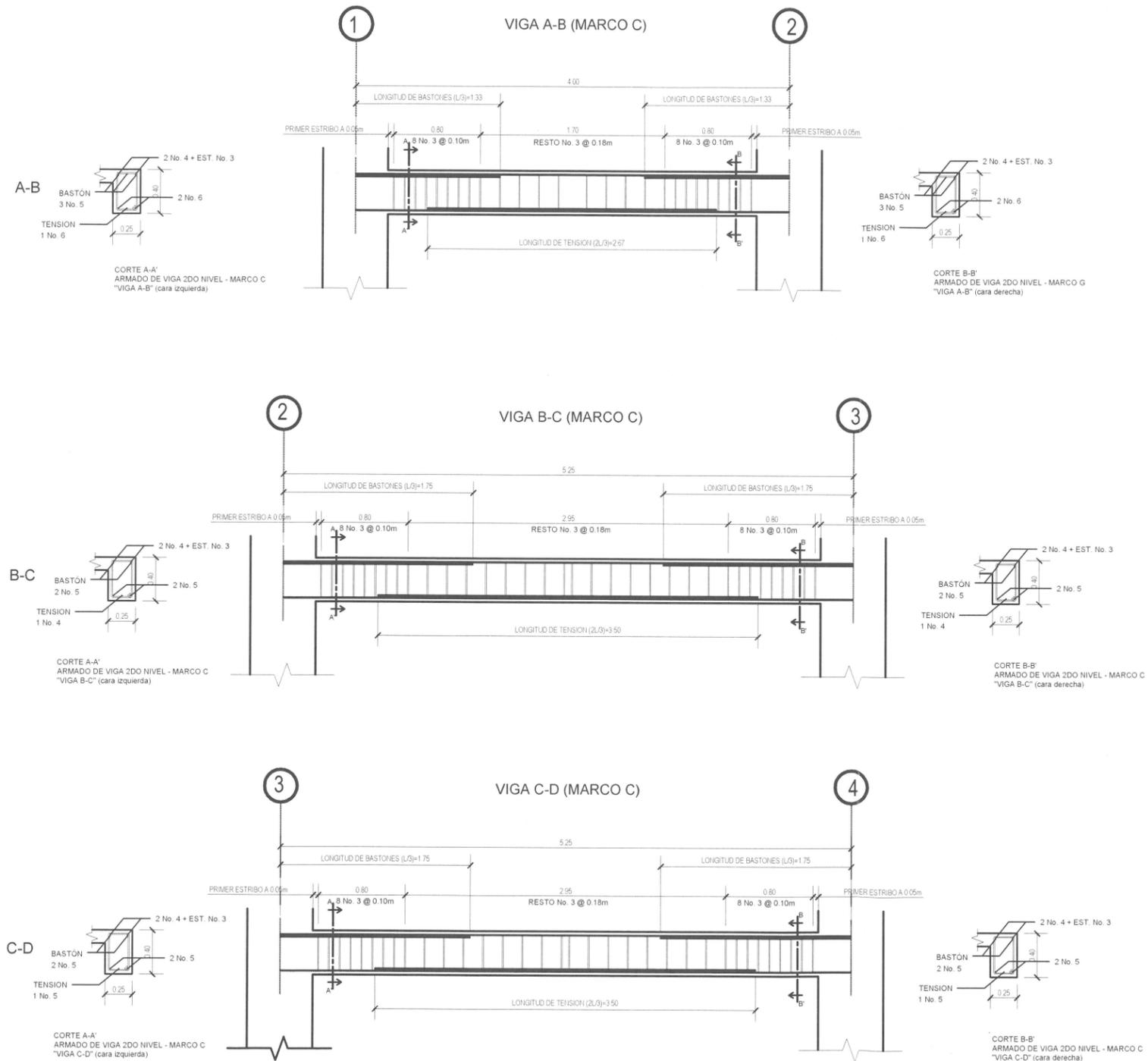
DETALLES DE VIGAS - MARCO 2  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO A

ESC. 1:50

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA	ESCALA: INDICADA
PLANO DE: DETALLE DE VIGAS	FECHA: OCTUBRE 2018	REVISOR: INGA CHRISTA CLASSON
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	HOJA: <b>14</b> / 31



NOTAS



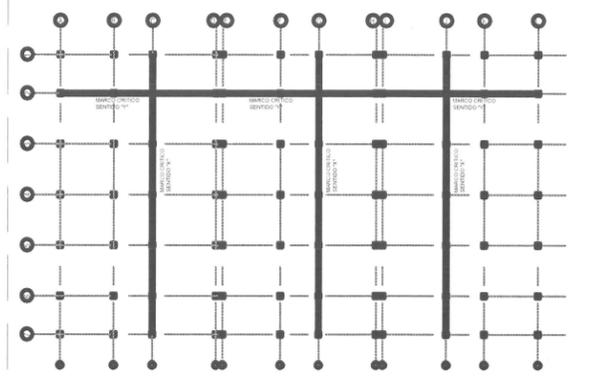
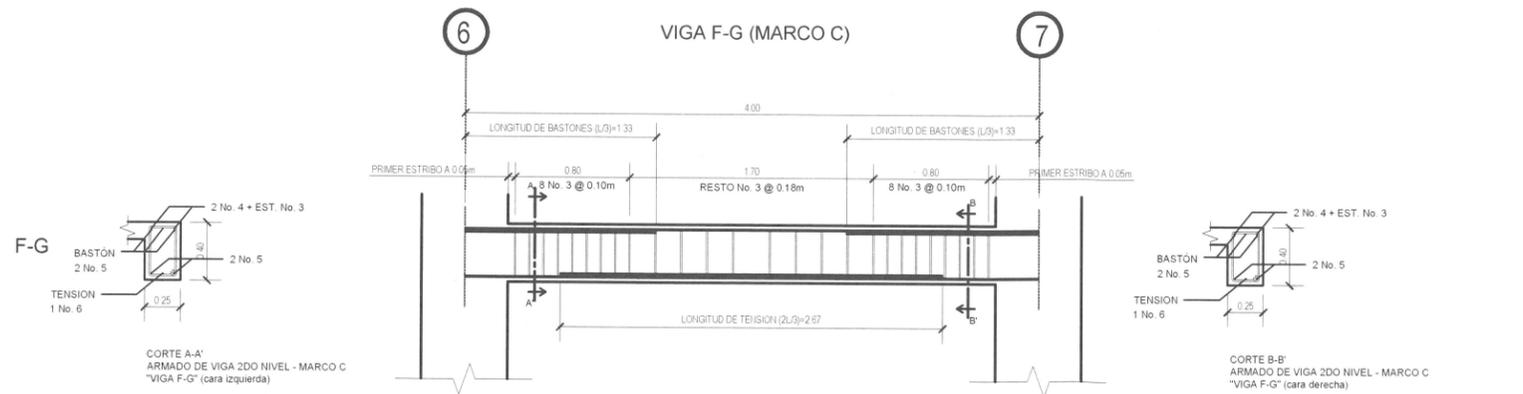
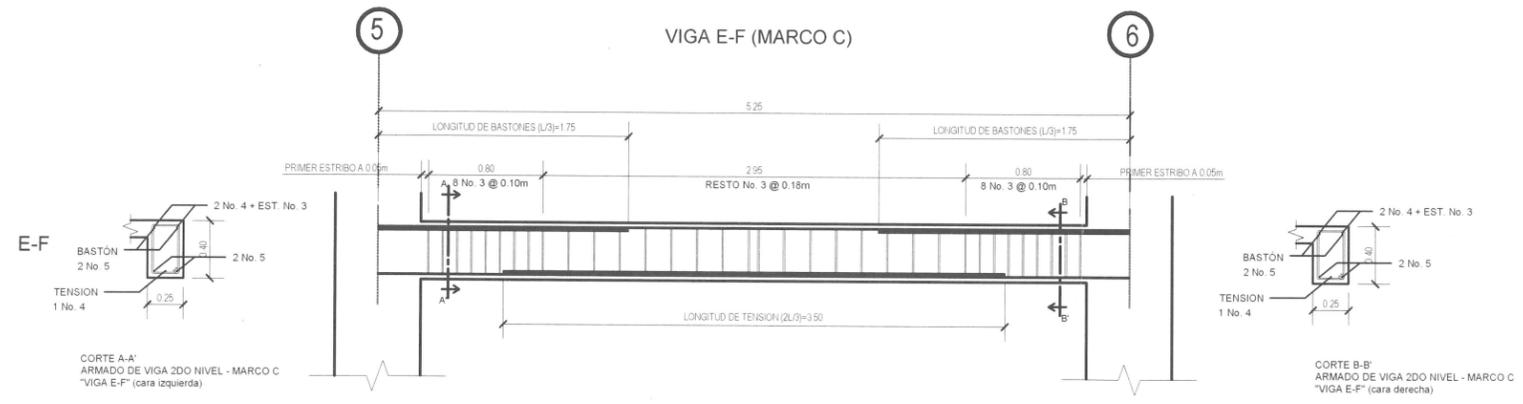
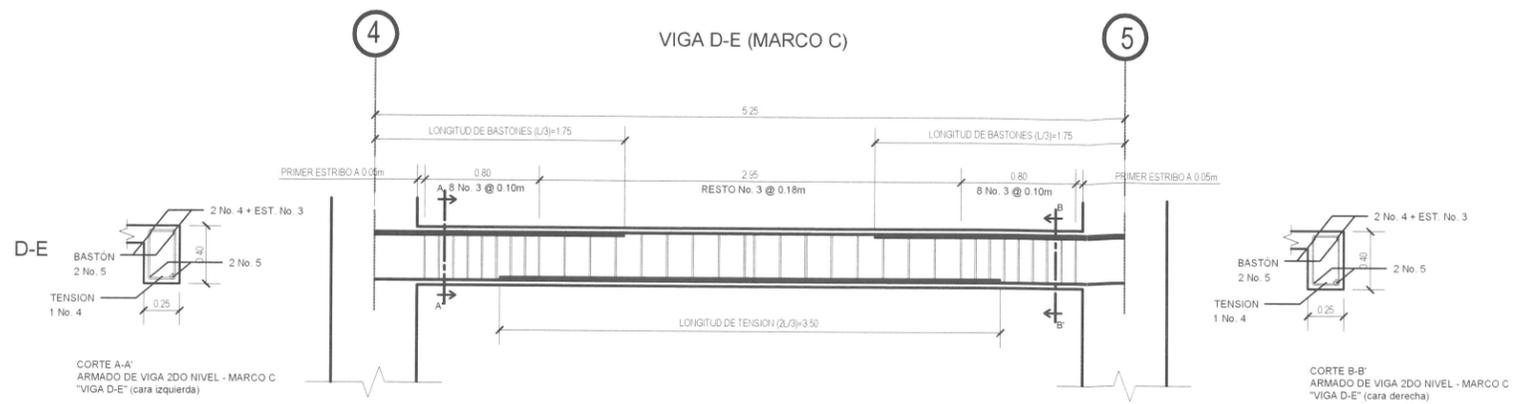
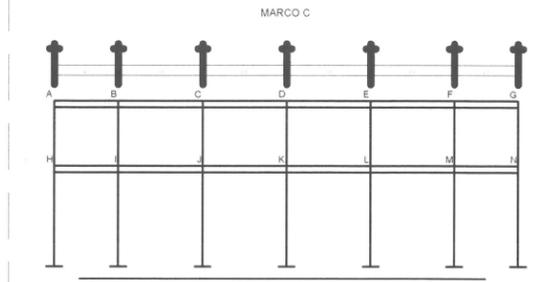
**DETALLES DE VIGAS - MARCO C**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO A

ESC. 1:50

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA	
PLANO DE: DETALLE DE VIGAS		ESCALA: INDICACION FECHA: OTUBRE 2018 REVISOR: INGA CHRISTA CLASSON
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA
FASE: E		HOJA: 15 31



NOTAS:



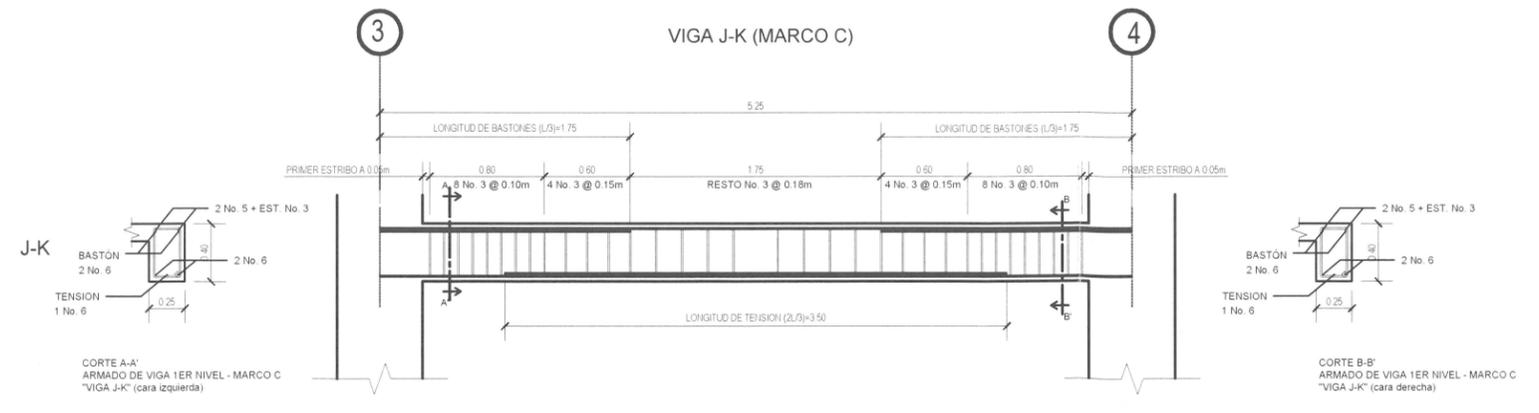
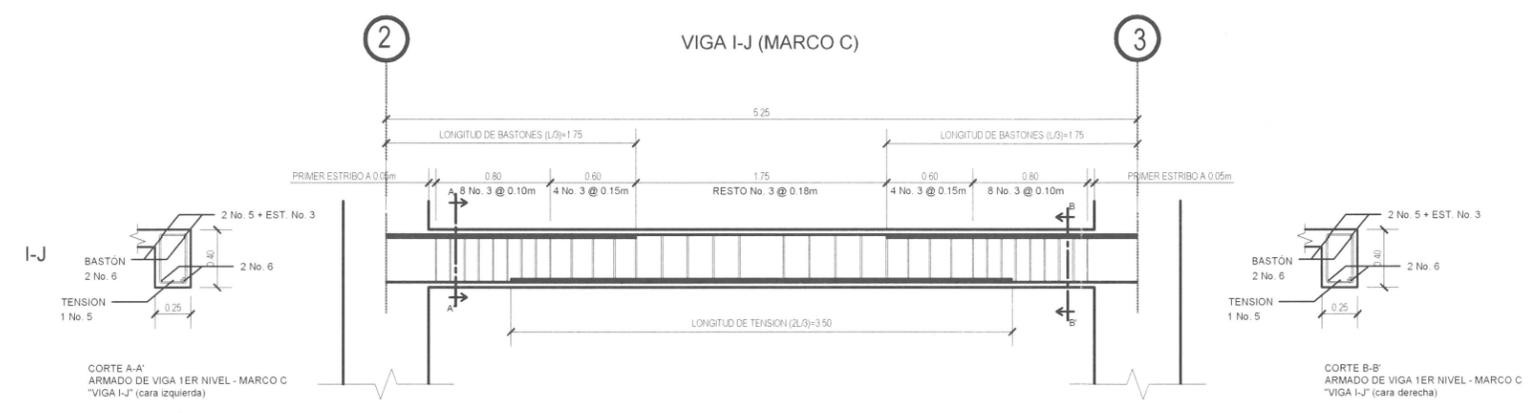
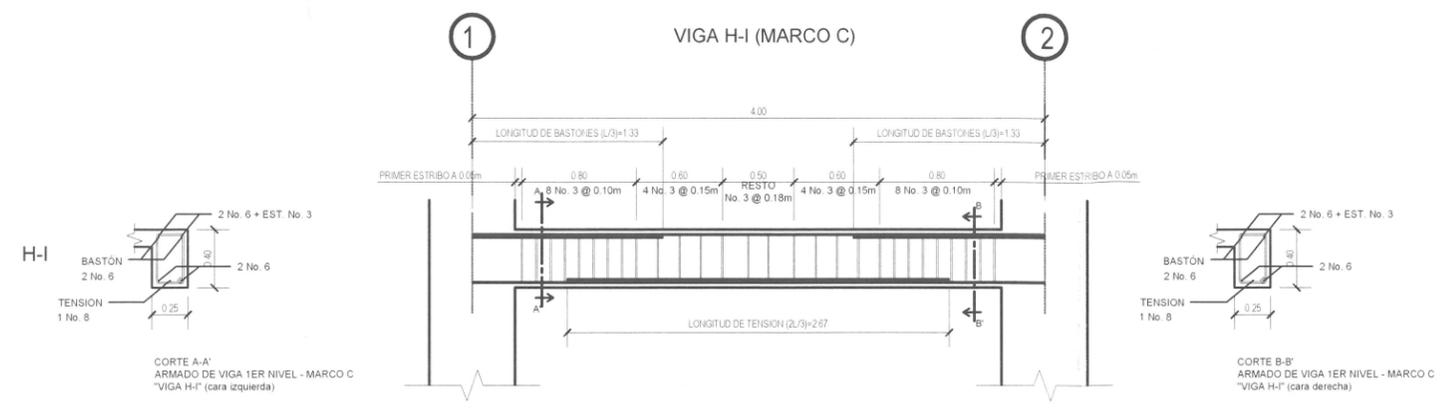
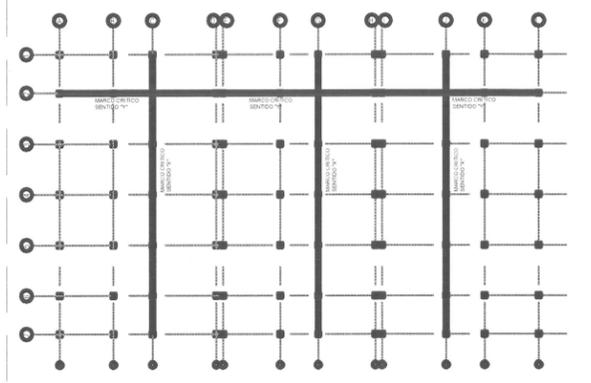
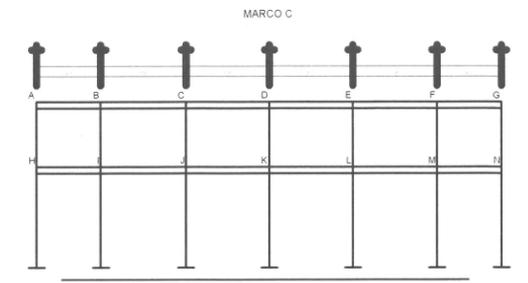
**DETALLES DE VIGAS - MARCO C**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO A

ESC. 1:50

		<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL - SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA		ESCALA: INIDICADA FECHA: OCTUBRE 2018	
PLANO DE: DETALLE DE VIGAS		REVISOR: INGA CHRISTA CLASSON	
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA	FASE: E
		HOJA: <b>16</b> / 31	



NOTAS:



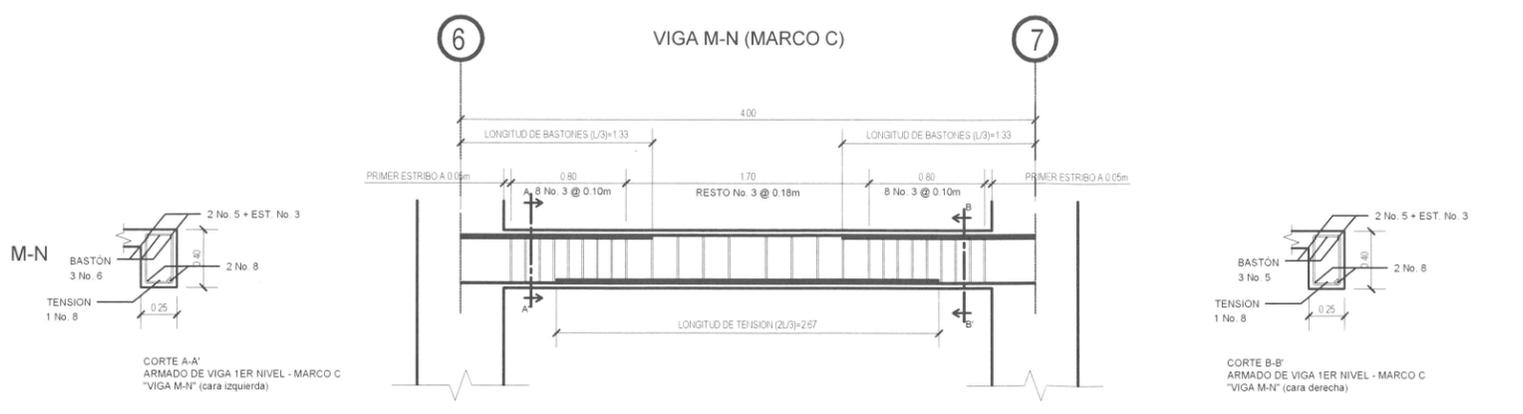
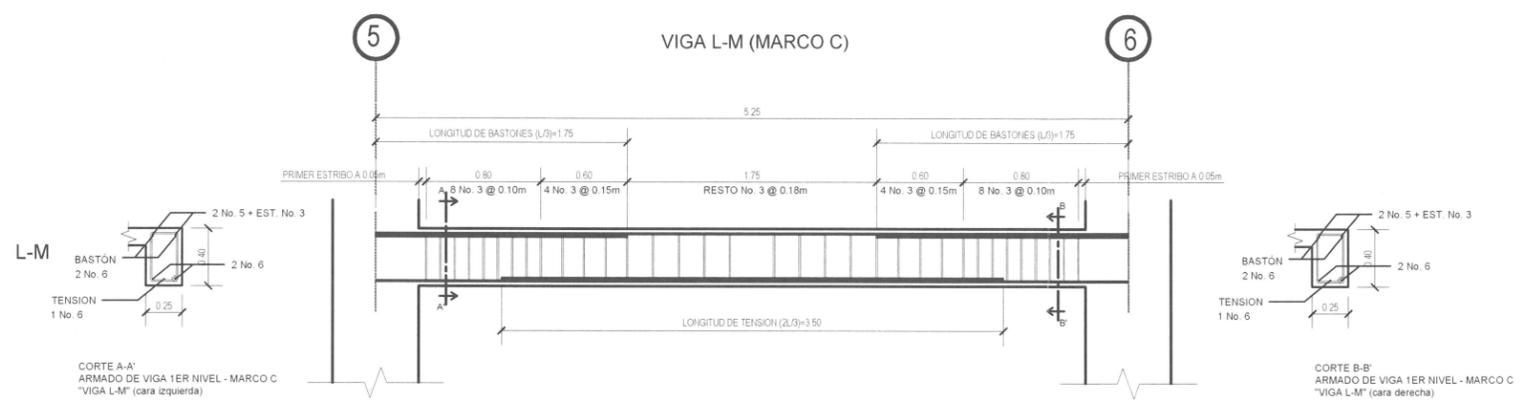
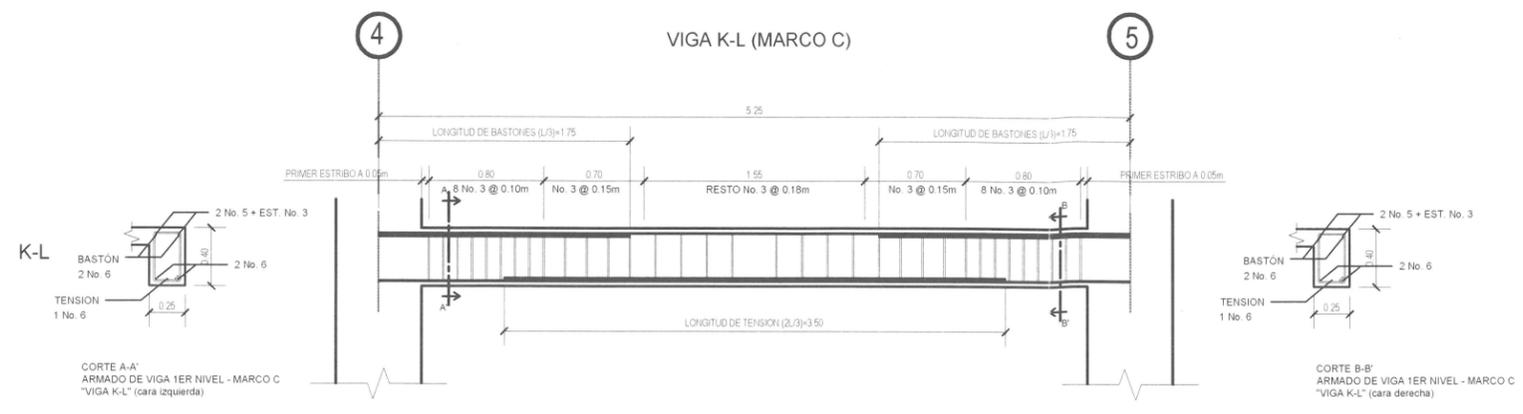
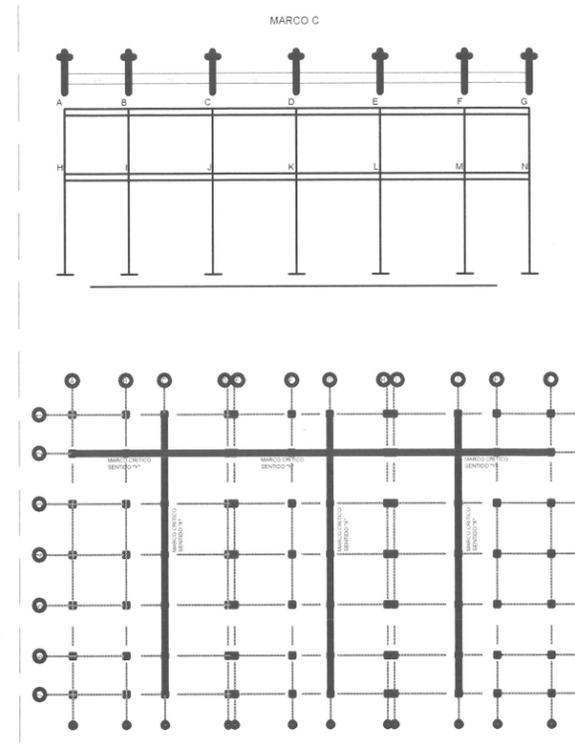
**DETALLES DE VIGAS - MARCO C**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO A

ESC. 1:50

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA	ESCALA: INDICADA
PLANO DE: DETALLE DE VIGAS	REVISOR: INGENIERA CRISTINA CLAYSON	
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA
FASE: <b>E</b>		HOJA: <b>17</b> de <b>31</b>



NOTAS



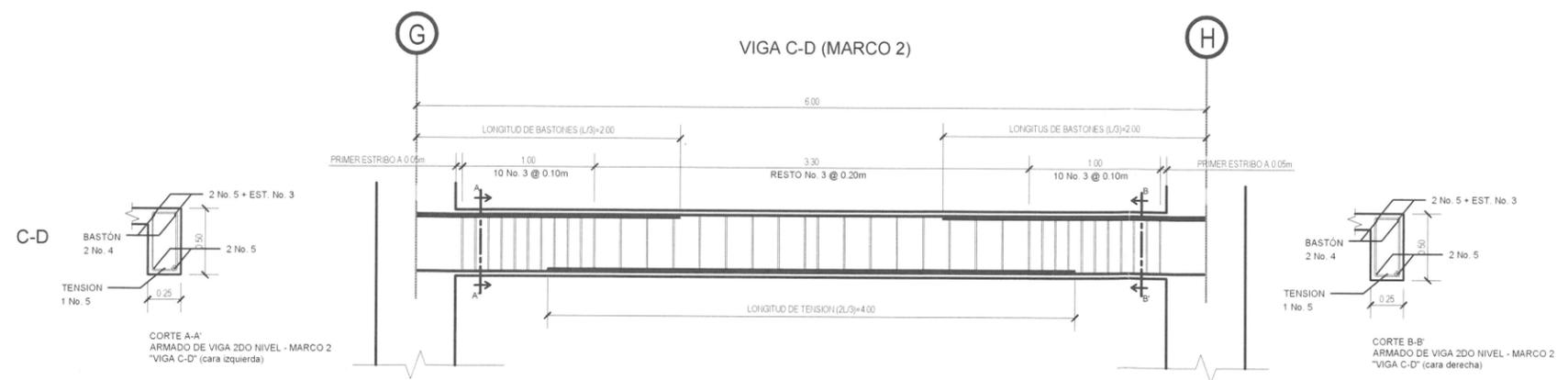
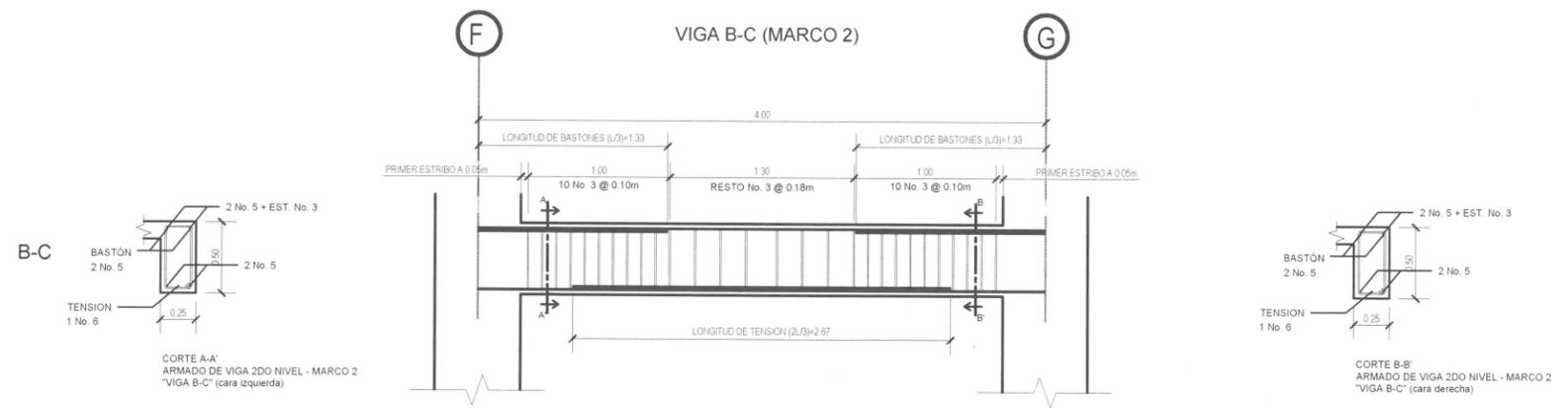
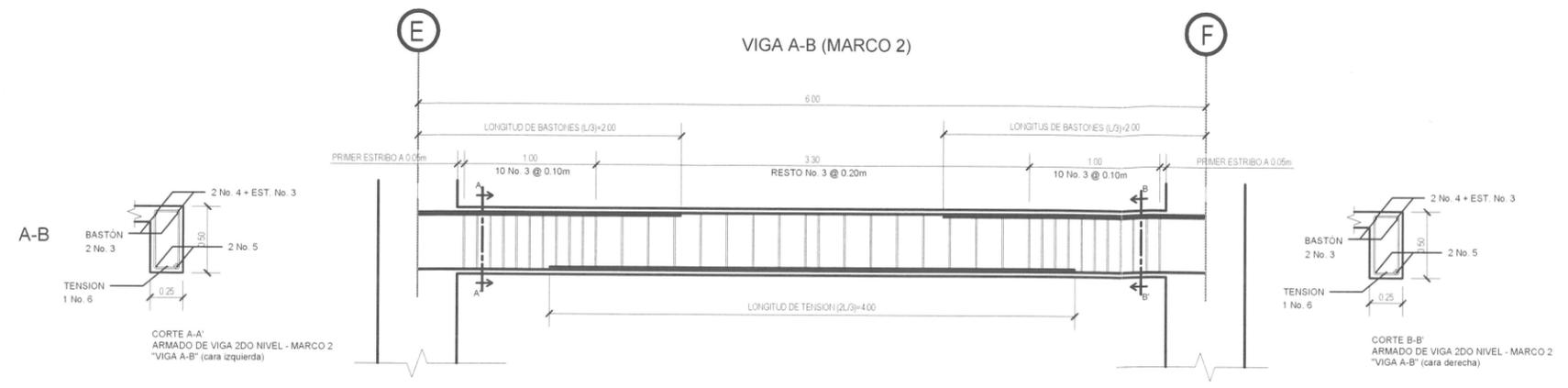
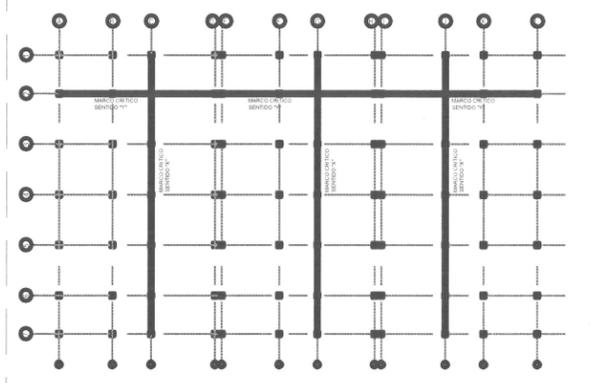
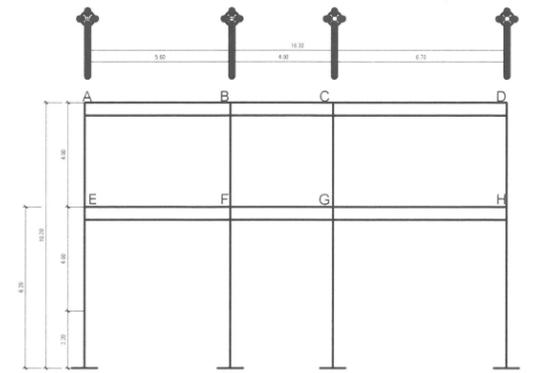
**DETALLES DE VIGAS - MARCO C**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO A ESC. 1:50

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SAN CARLOS LUCIA COTZUMALGUAPA	ASESORA: Unidad de Práctica
PLANO DE: DETALLE DE VIGAS	DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA
FASE: <b>E</b>		31



NOTAS

MARCO 2



**DETALLES DE VIGAS - MARCO 2**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO B

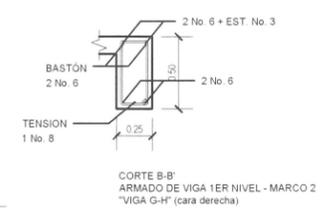
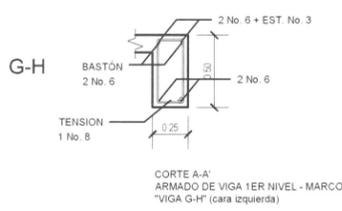
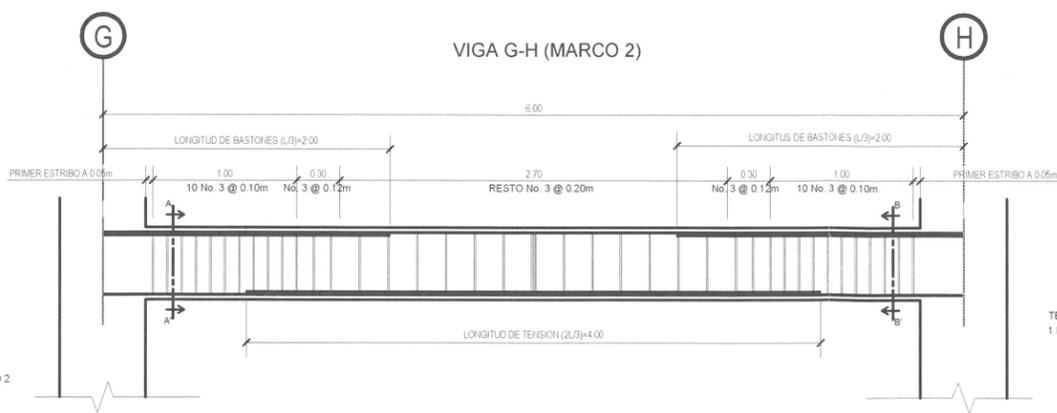
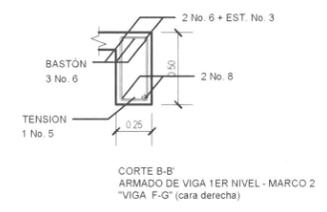
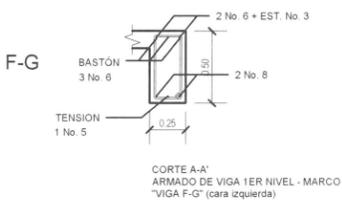
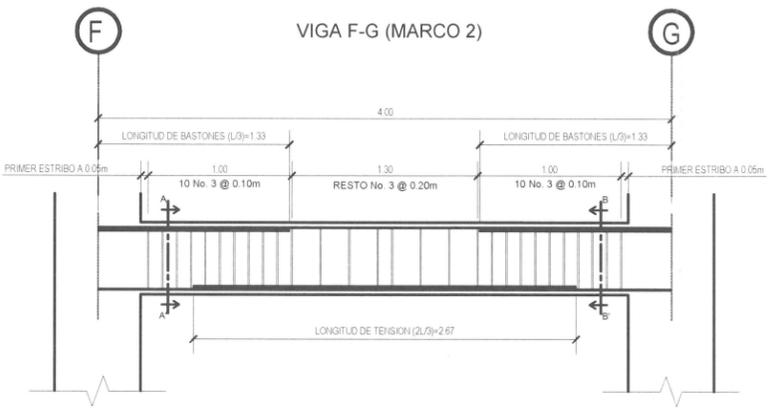
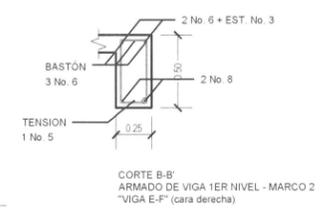
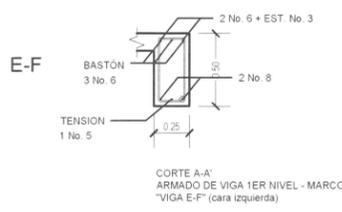
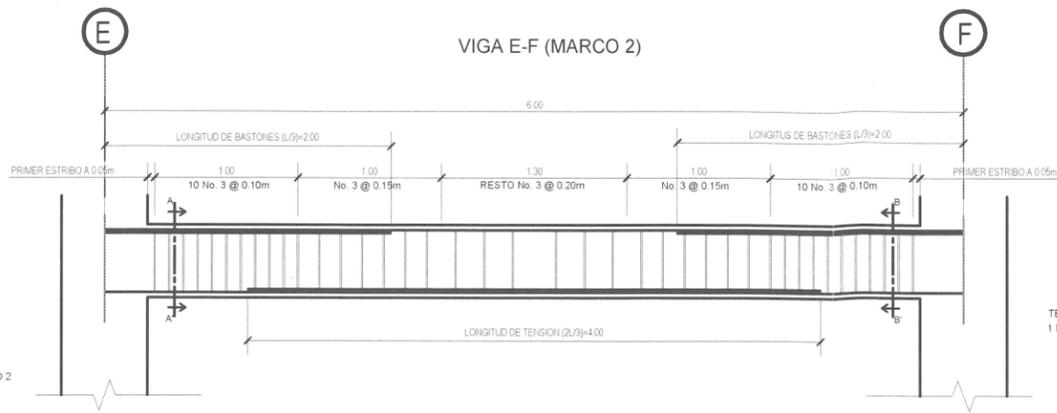
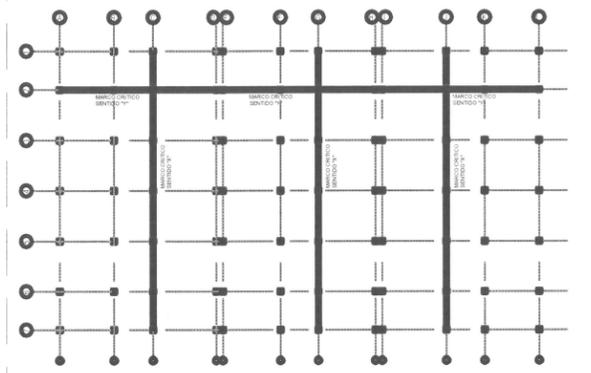
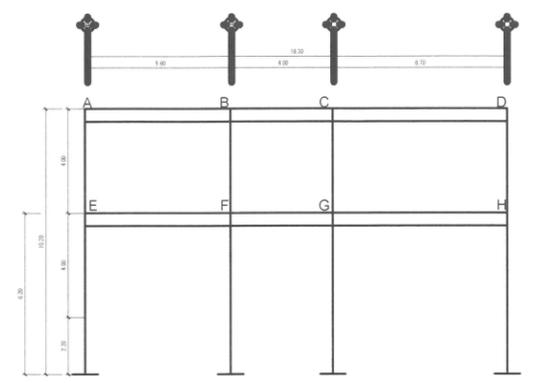
ESC. 1:50

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SAN CARLOS, LUCIA COTZUMALGUAPA	ESCALA: INIDICADA
PLANO DE: DETALLE DE VIGAS	DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA
FASE: <b>E</b>	HOJA: <b>19</b>	TOTAL: <b>31</b>



NOTAS

MARCO 2



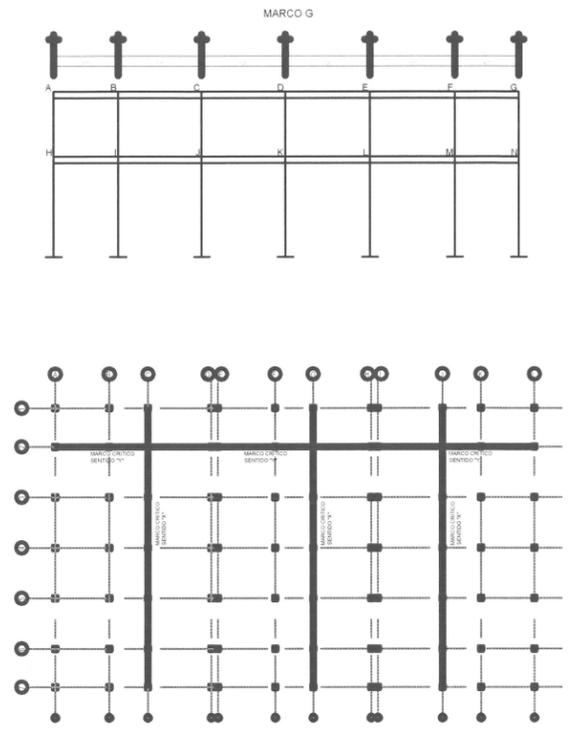
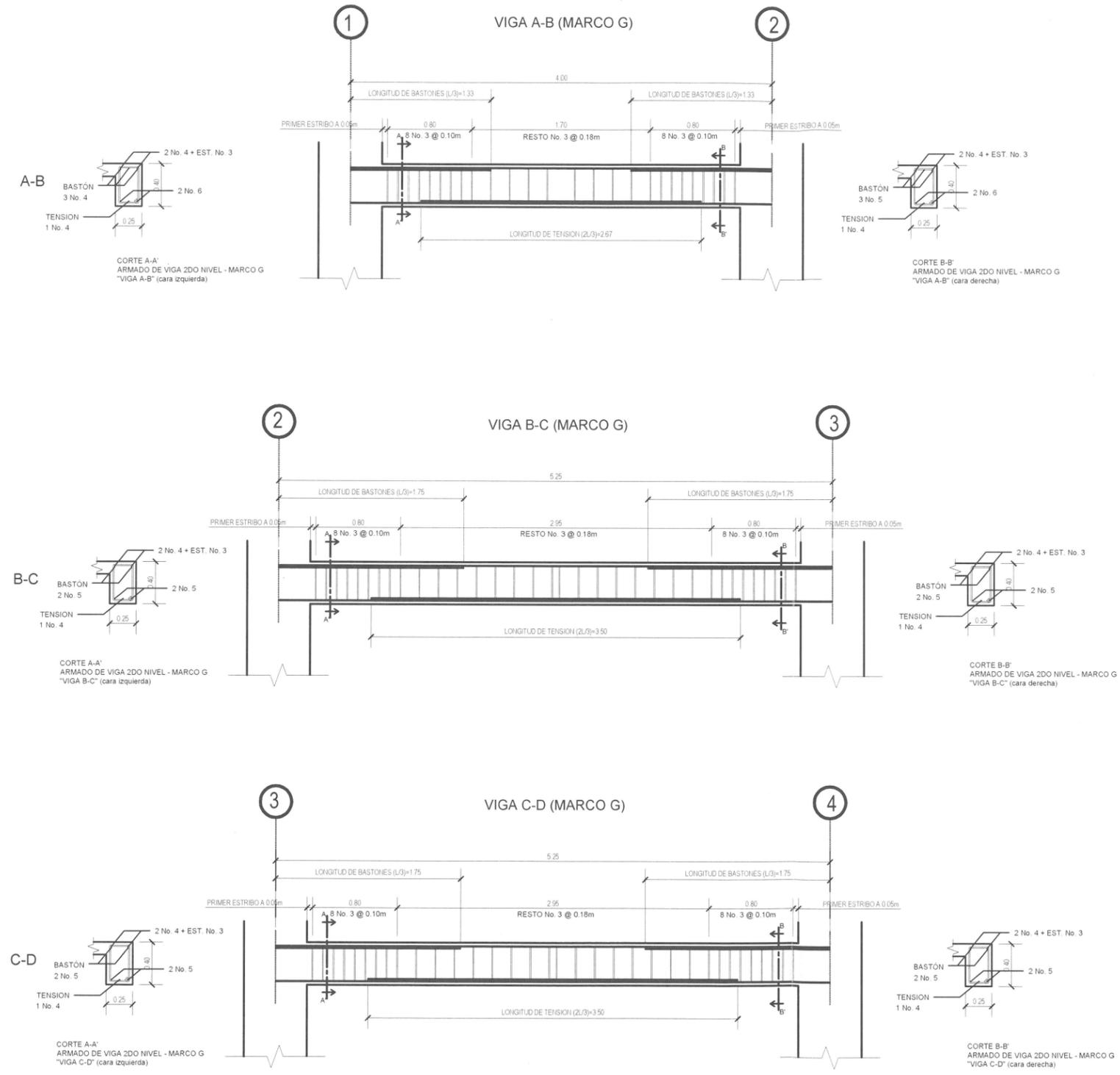
**DETALLES DE VIGAS - MARCO 2**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO B

ESC. 1:50

		<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		ESCALA: INDICADA	
PLANO DE: DETALLE DE VIGAS		FASE: <b>E</b>	
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA	HOJA: <b>20</b> / 31



NOTAS

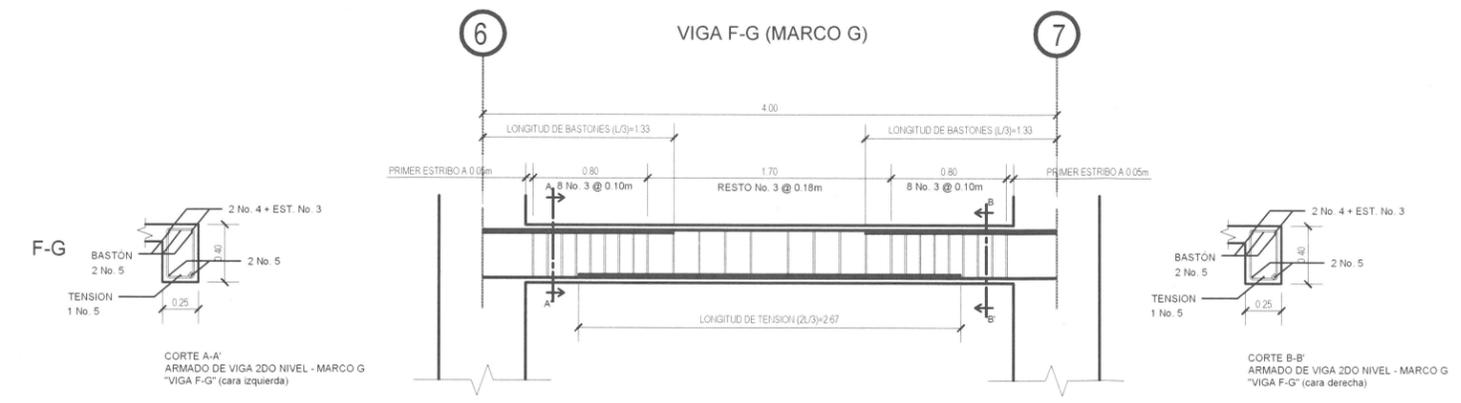
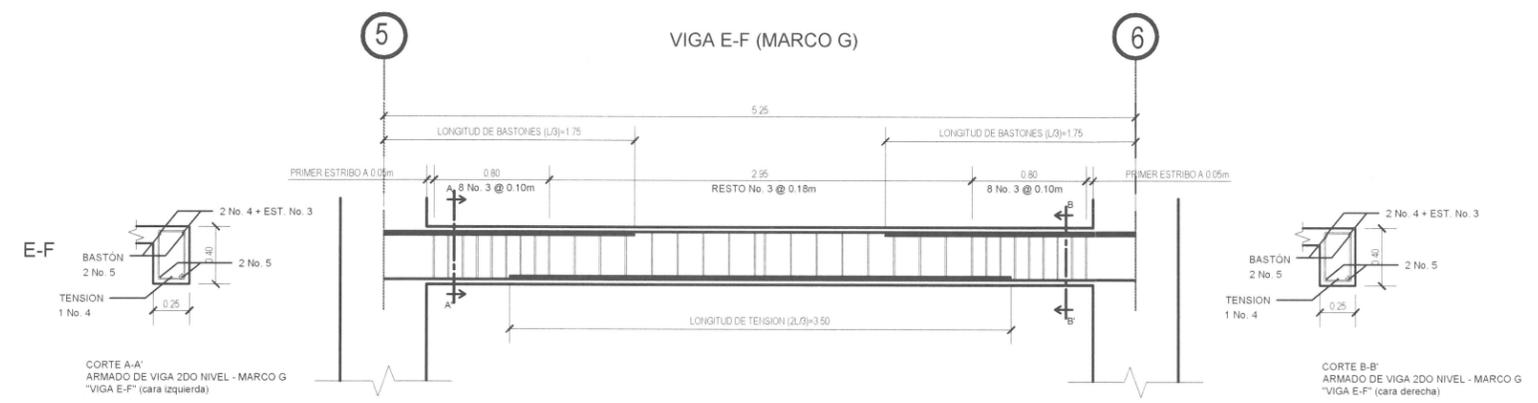
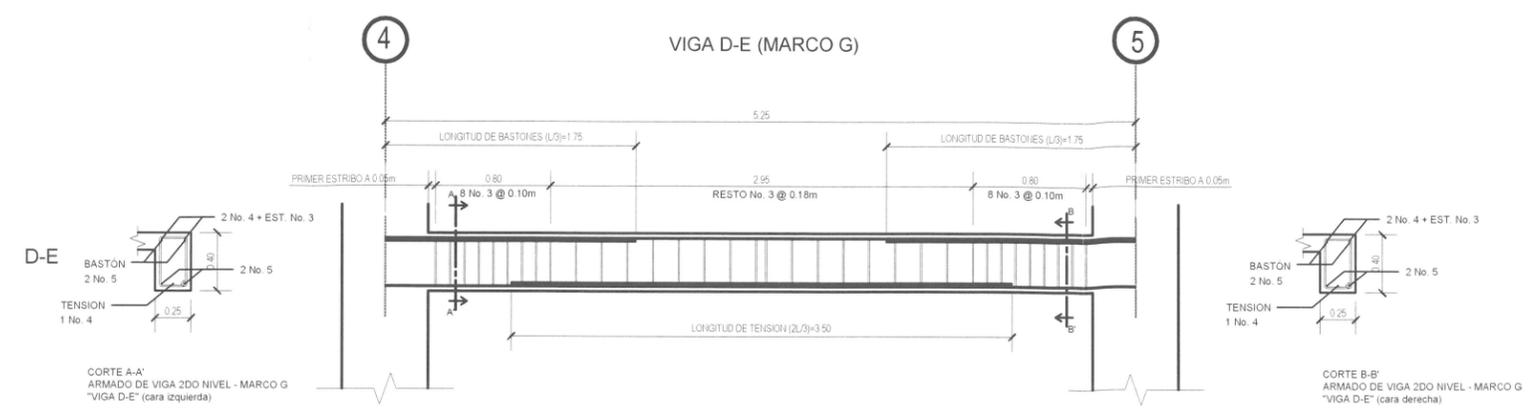
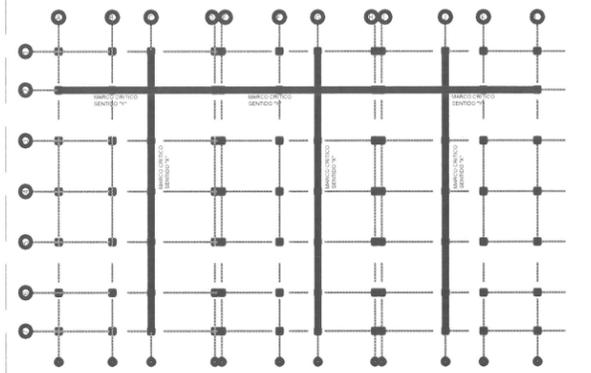
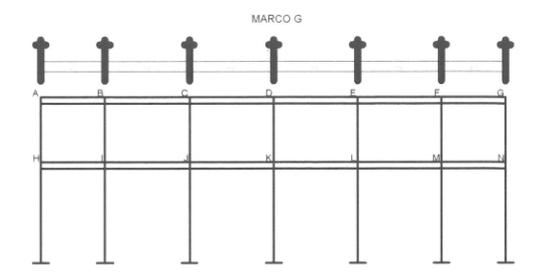


**DETALLES DE VIGAS - MARCO G**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO B ESC. 1:50

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA		ESCALA: INDICADA	
PLANO DE: DETALLE DE VIGAS		FECHA: OCTUBRE 2018 REVISOR: INGA CHRISTA OLASSON	
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA	HOJA: <b>E</b> 21 / 31



NOTAS:



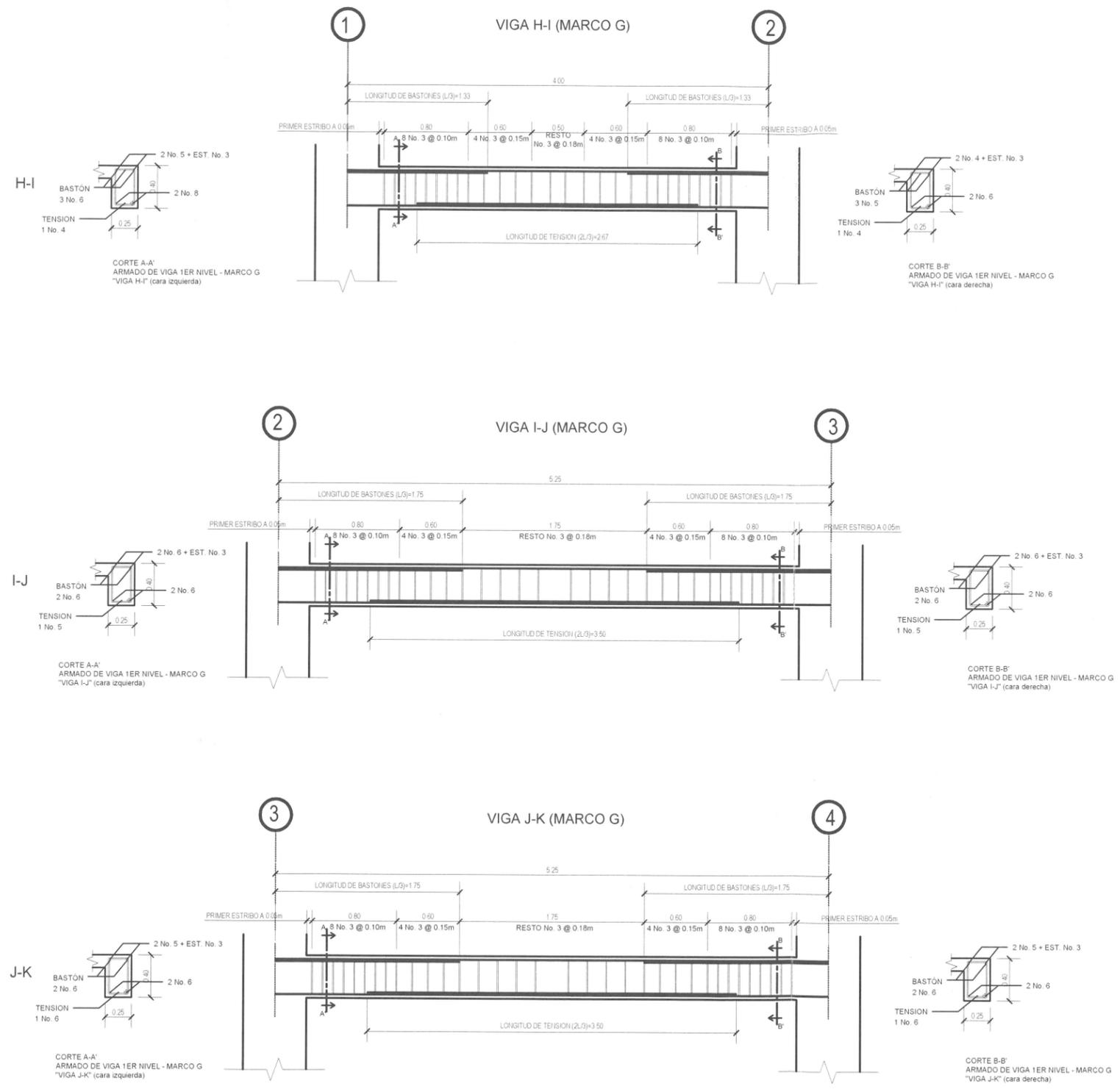
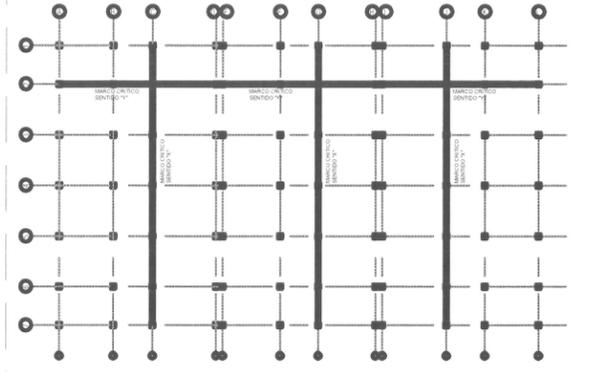
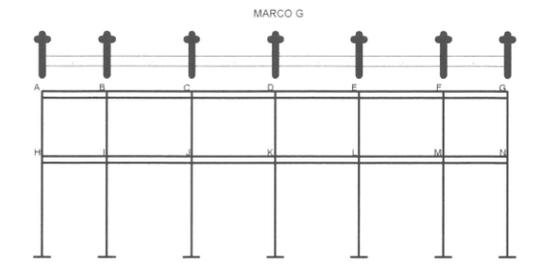
**DETALLES DE VIGAS - MARCO G**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO B

ESC. 1:50

		<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA		ESCALA: INDICADA	
PLANO DE: DETALLE DE VIGAS		FECHA: 02 de octubre 2018	
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA		REVISOR: LINDA CRISTINA CLASSON	
CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA		HOJA: <b>22</b> de 31	



NOTAS



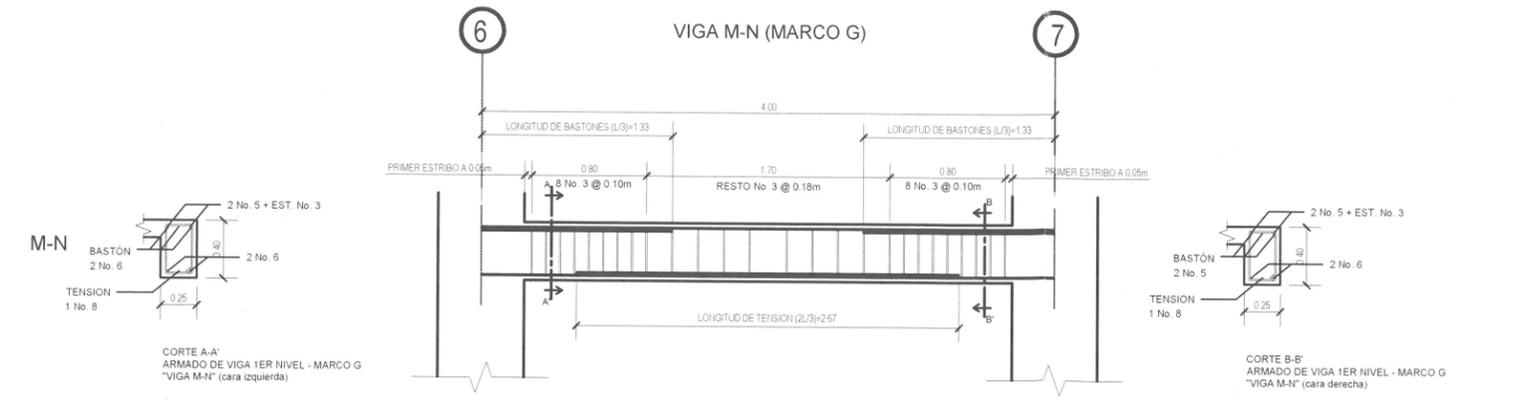
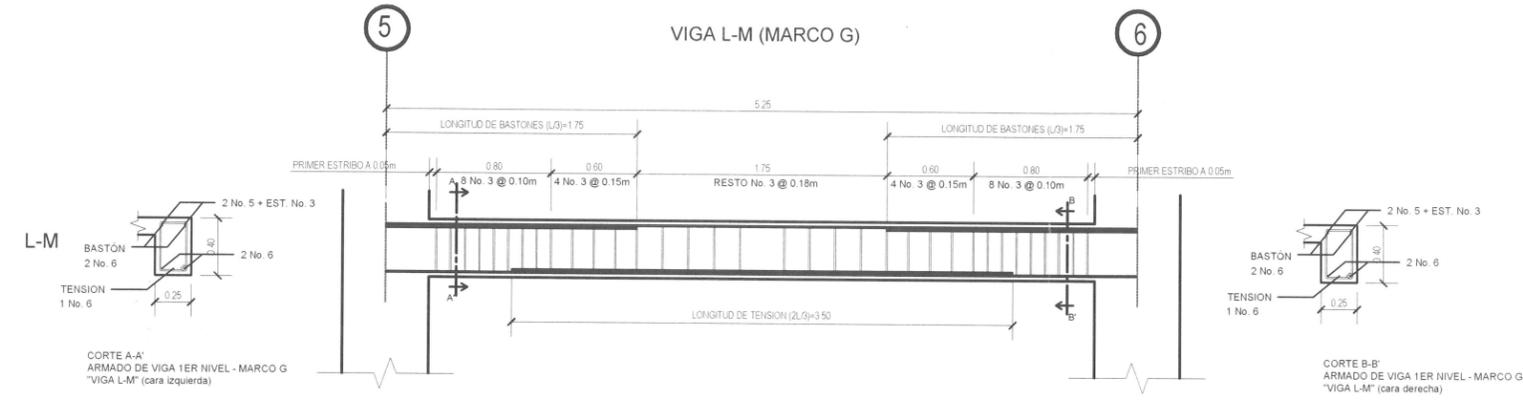
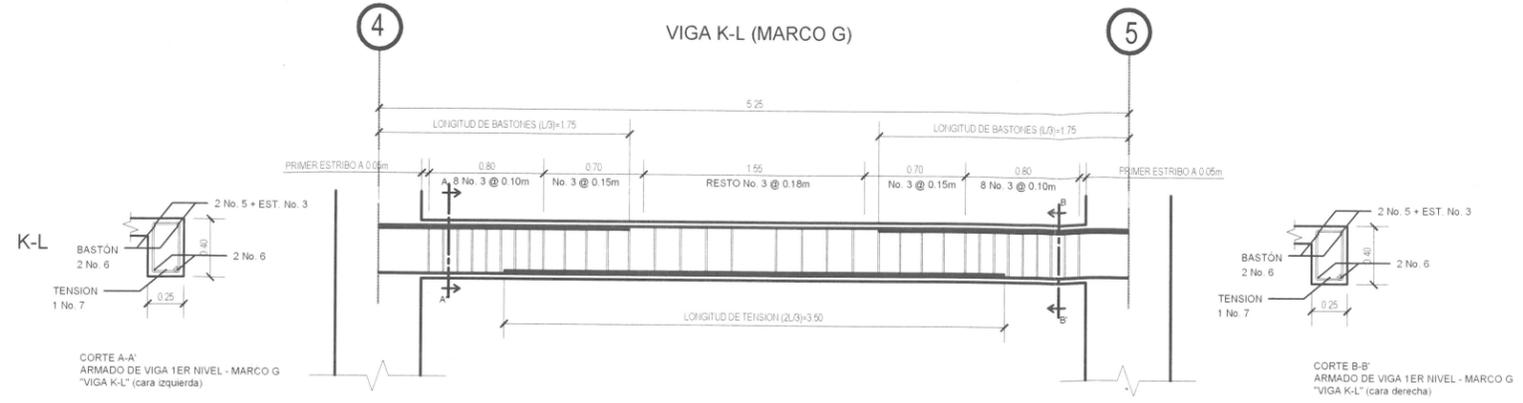
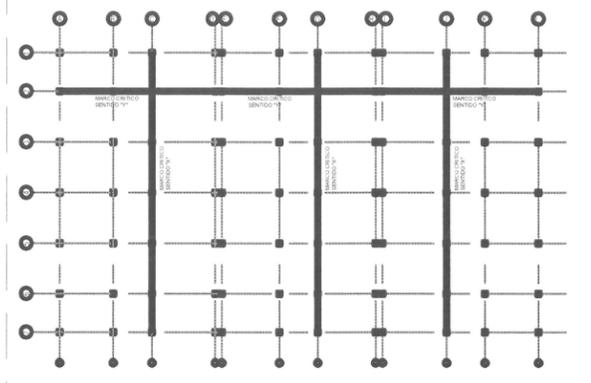
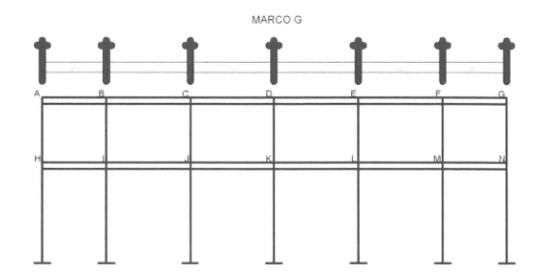
**DETALLES DE VIGAS - MARCO G**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO B

ESC. 1:50

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA	FECHA: OCTUBRE 2018
PLANO DE: DETALLE DE VIGAS	DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA
DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA	FASE III:	HOJA 23 DE 31



NOTAS



**DETALLES DE VIGAS - MARCO G**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO B

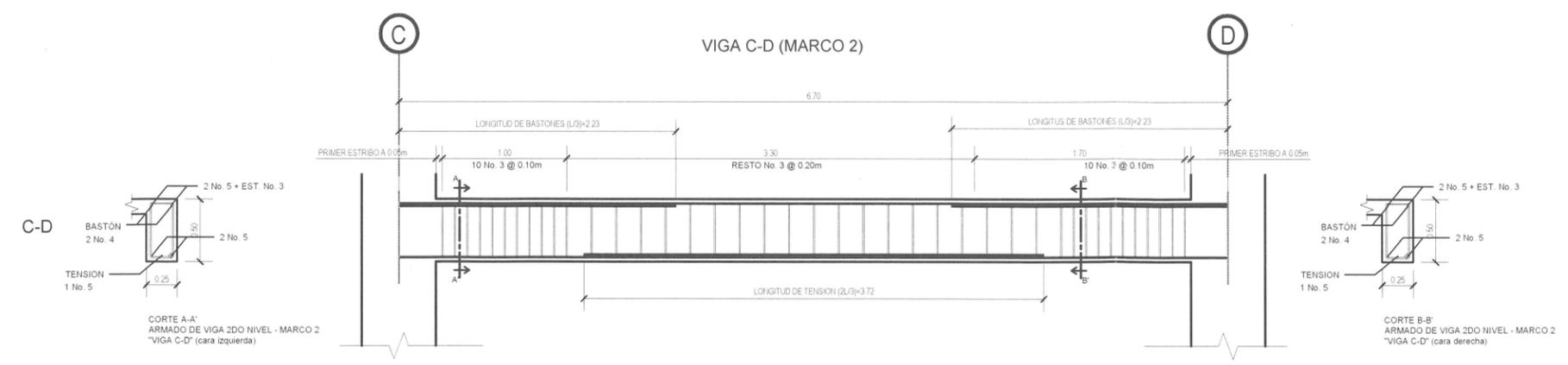
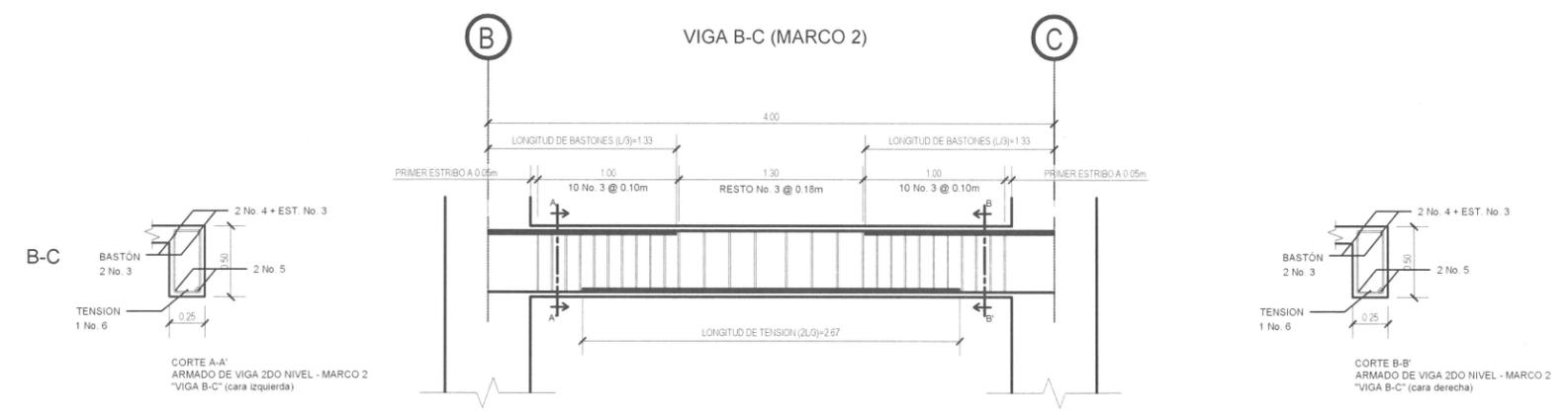
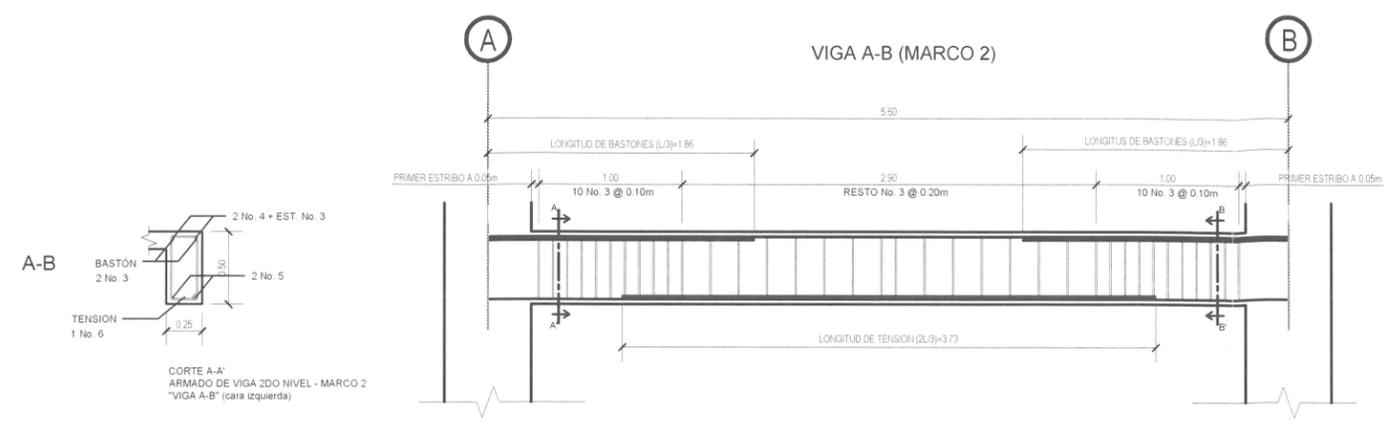
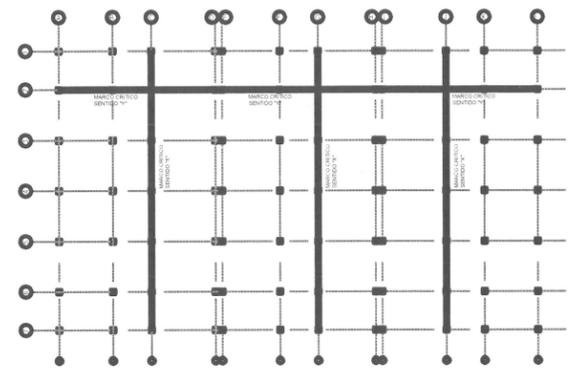
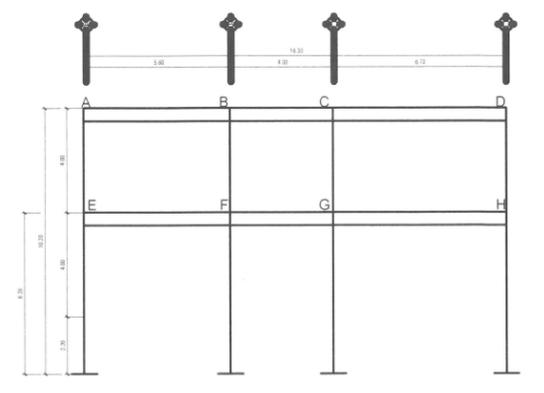
ESC. 1:50

		<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA		ESCALA: INDICADA	
PLANO DE: DETALLE DE VIGAS		FECHA: OCTUBRE 2018	
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA		REVISOR: LINDA CRISTINA CLARSON	
CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA		FASE: ROJA	
DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA		FECHA DE EMISION: 24/10/18	



NOTAS

MARCO 2

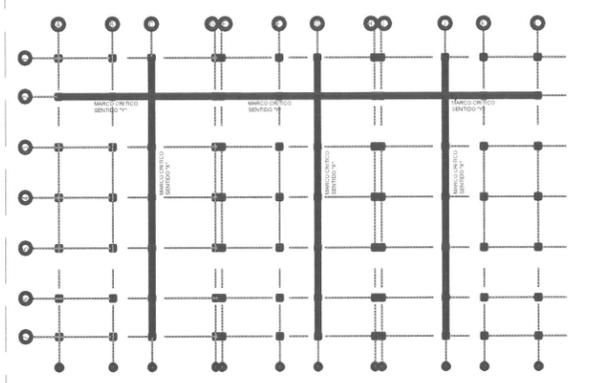
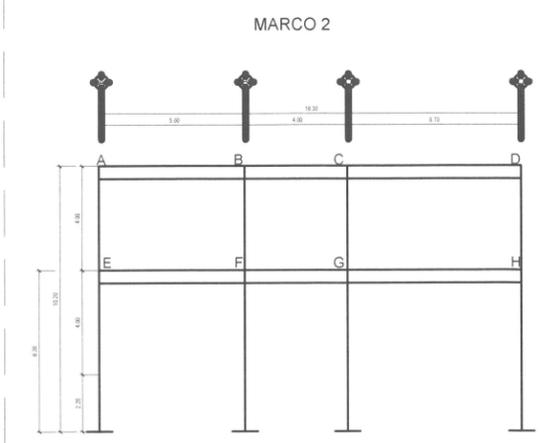
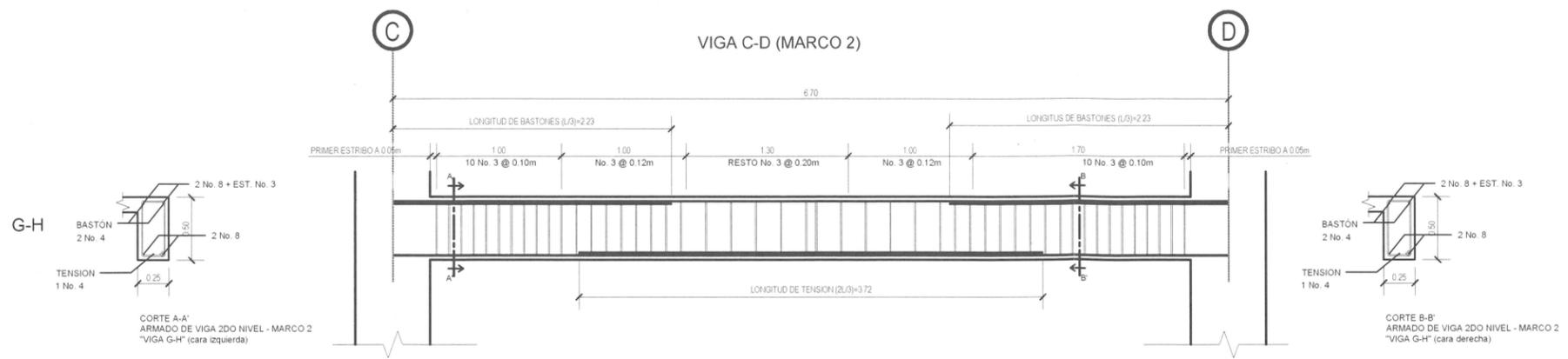
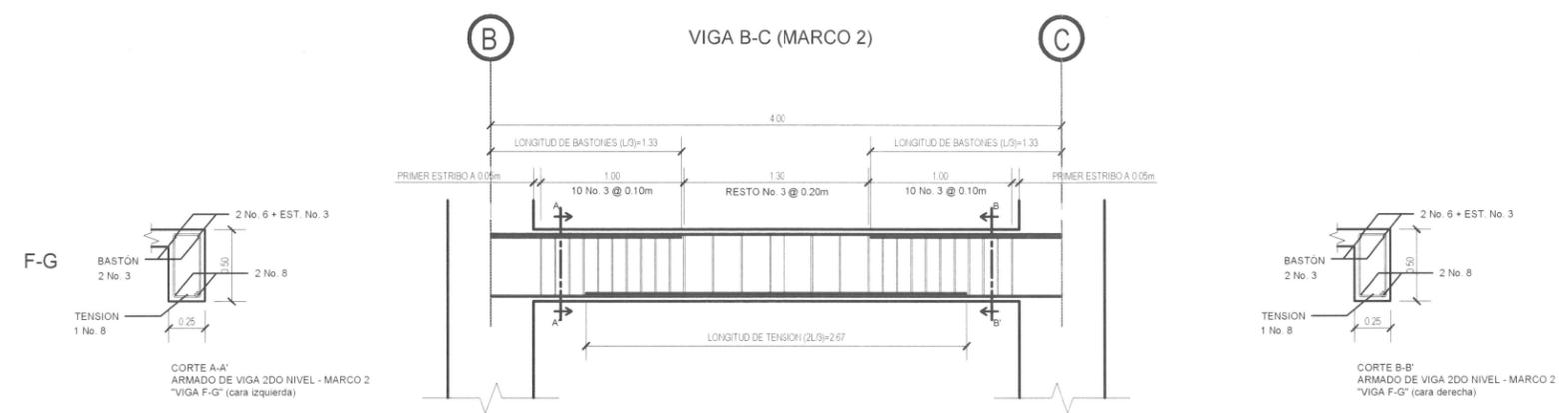
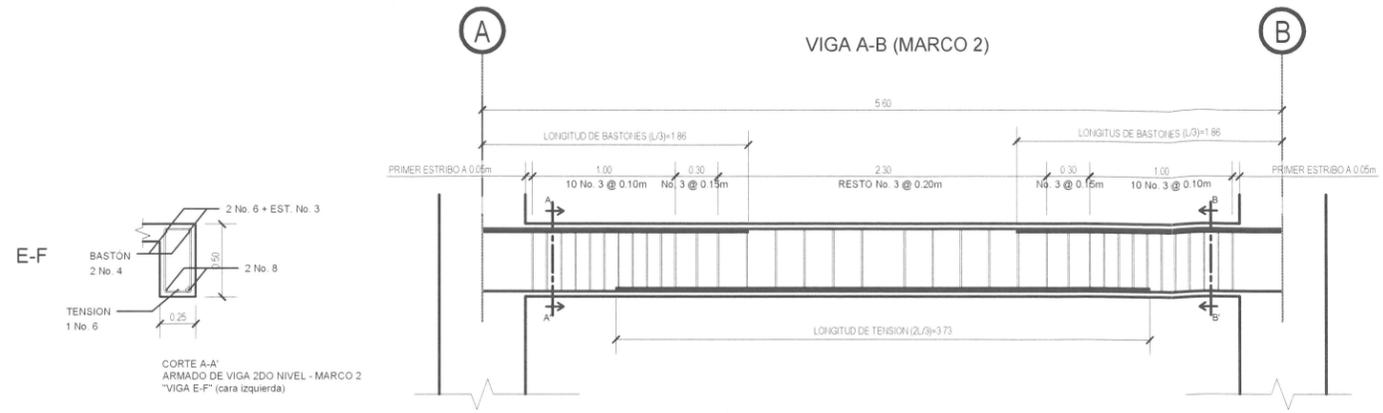


**DETALLES DE VIGAS - MARCO 2**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO C ESC. 1:50

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SAN CARLOS, COTZUMALGUAPA	ESCALA: INDICADA
PLANO DE: DETALLE DE VIGAS	REVISOR: INGENIERO CLASSON	HOJA: <b>25</b> / 31
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA

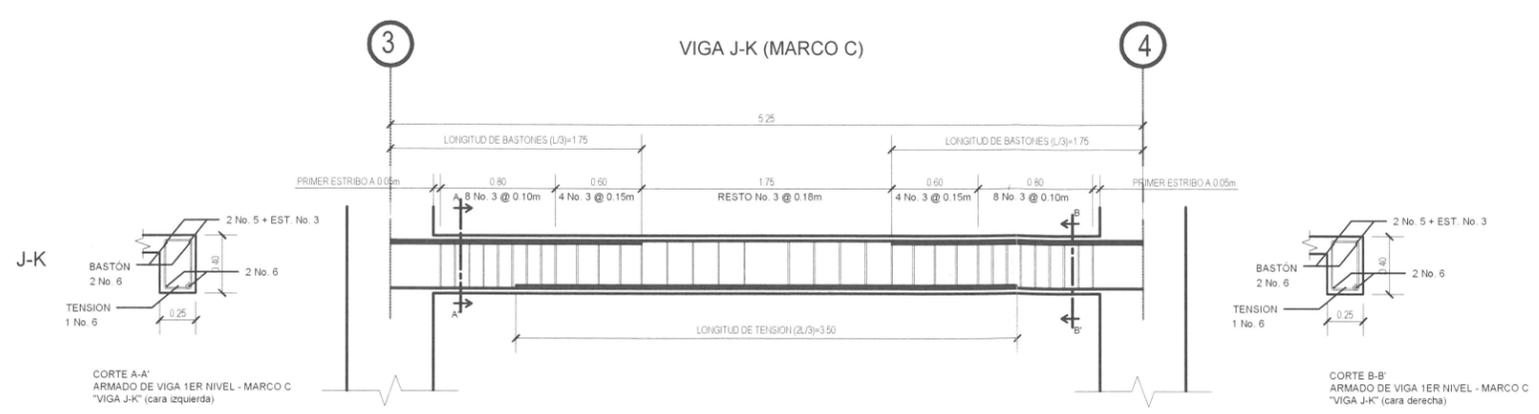
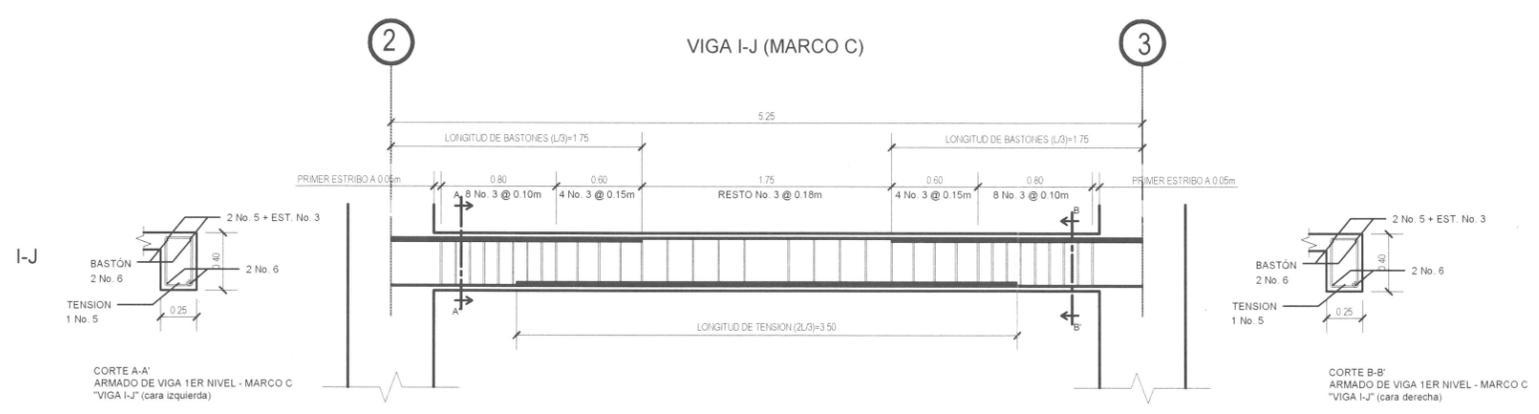
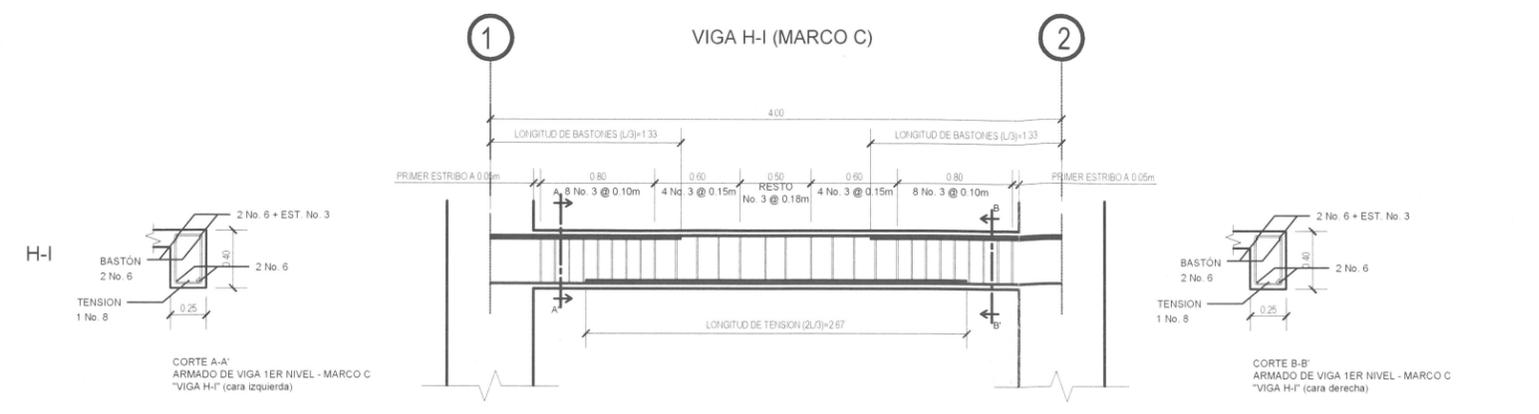
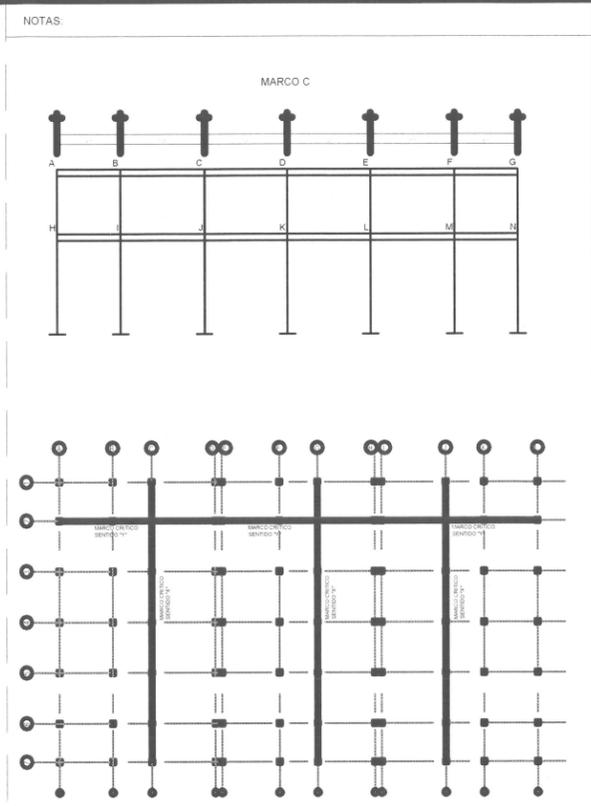


NOTAS



**DETALLES DE VIGAS - MARCO 2**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO C ESC. 1:50

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA	ESCALA INDICADA: 1/20
PLANO DE: DETALLE DE VIGAS	REVISOR: INGENIERO EN CLASIFICACION Y EPS	HOJA: <b>26</b> de <b>31</b>
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA

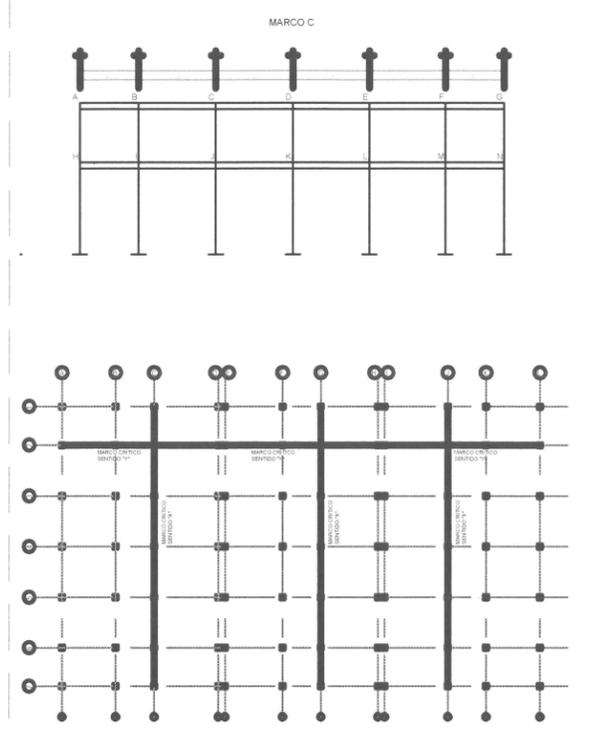
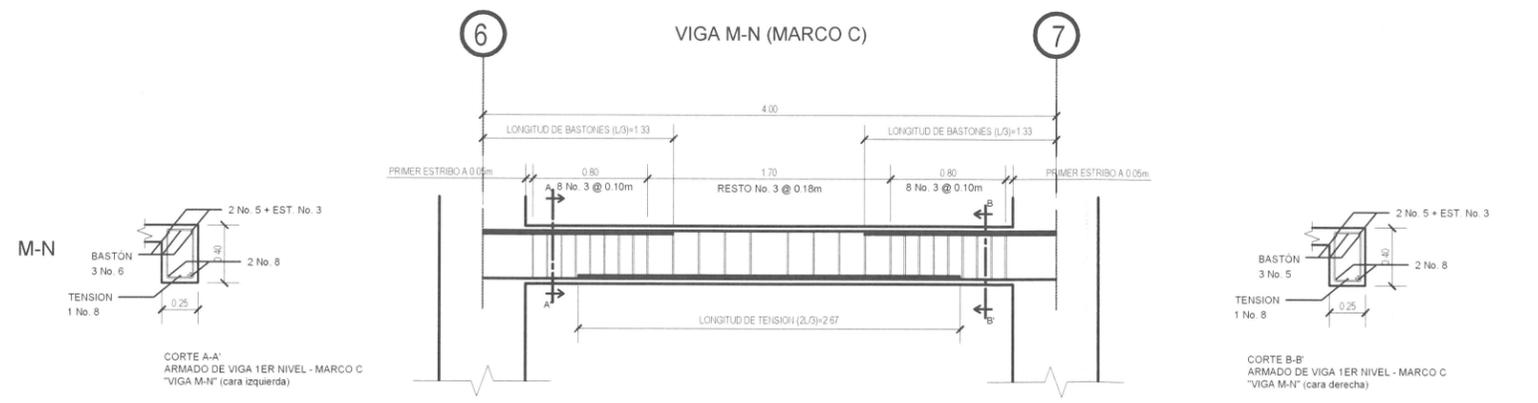
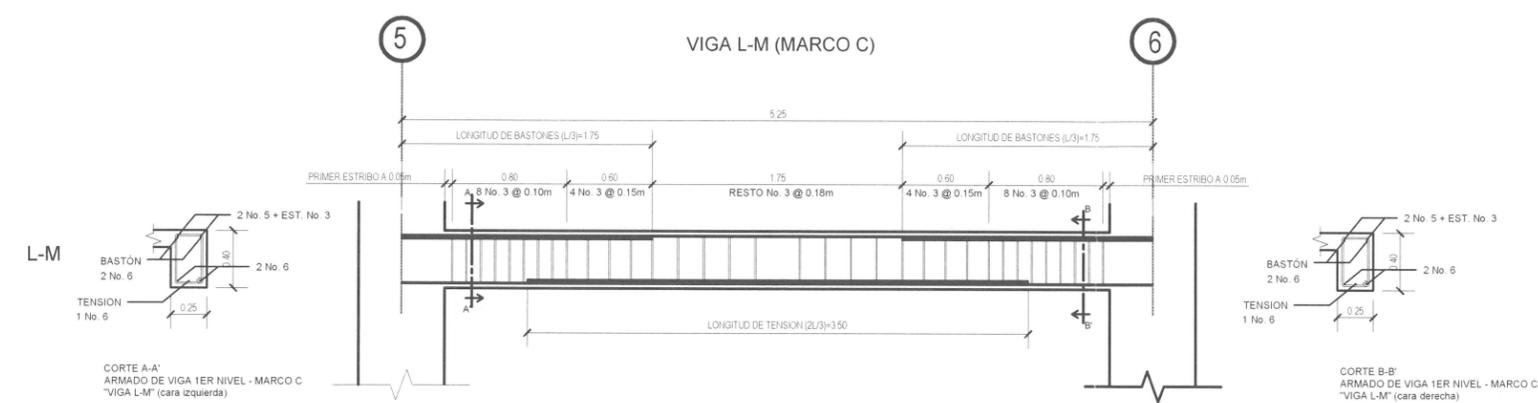
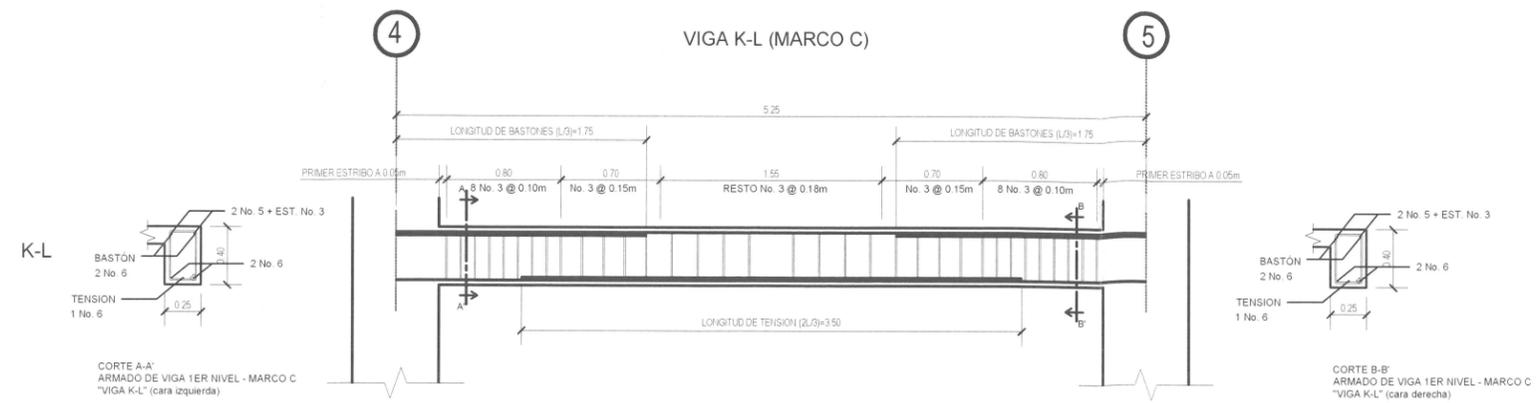


**DETALLES DE VIGAS - MARCO C**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO C ESC. 1-50

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA	ESCALA: UNIFICADA FECHA: 05 DE ABRIL 2018
PLANO DE: DETALLE DE VIGAS	REVISOR: ING. CHRISTA CLASSON	ESCALA: <b>E</b> HOJA: <b>27</b> / <b>31</b>
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA



NOTAS:



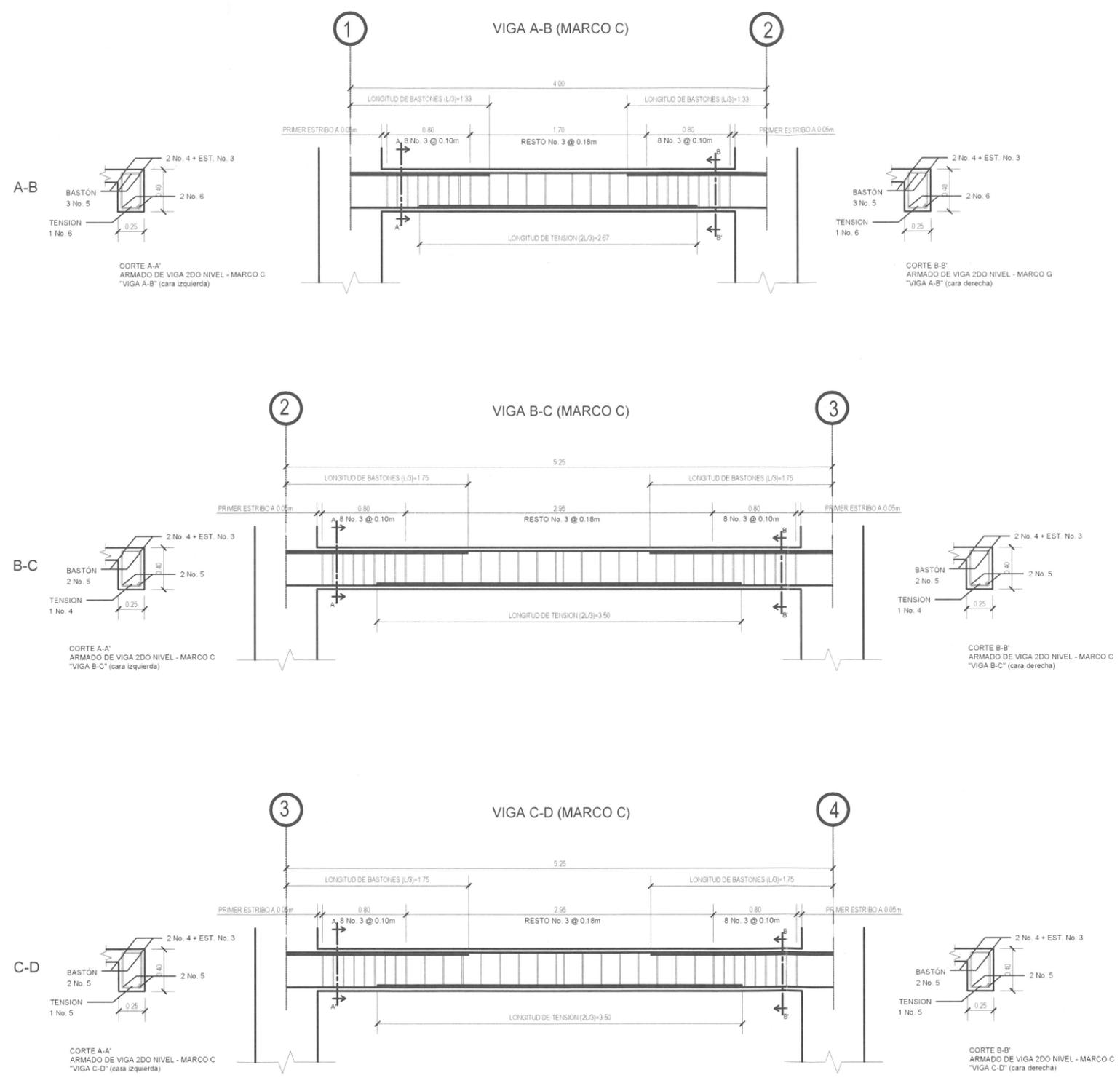
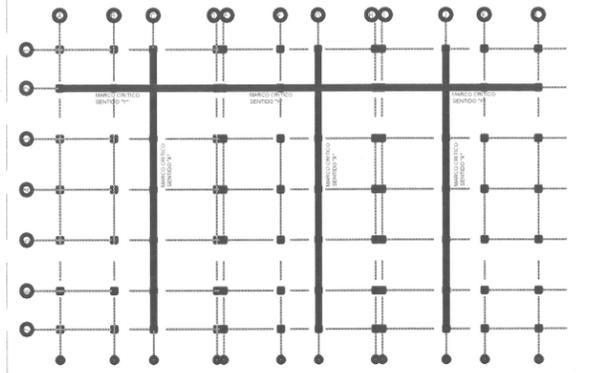
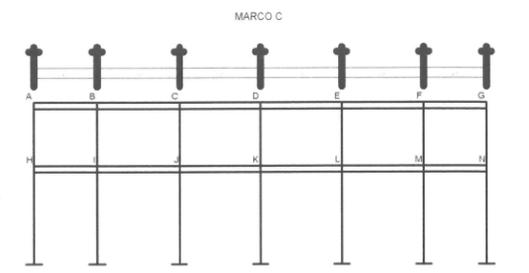
**DETALLES DE VIGAS - MARCO C**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO B

ESC. 1:50

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL - LUCIA COTZUMALGUAPA	ESCALA: INDICADA
PLANO DE: DETALLE DE VIGAS	FECHA: OCTUBRE 2018	REVISOR: INGA CHRISTA CLASSON
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA
FASE: <b>E</b>		HOJA: <b>28</b> / <b>31</b>



NOTAS:

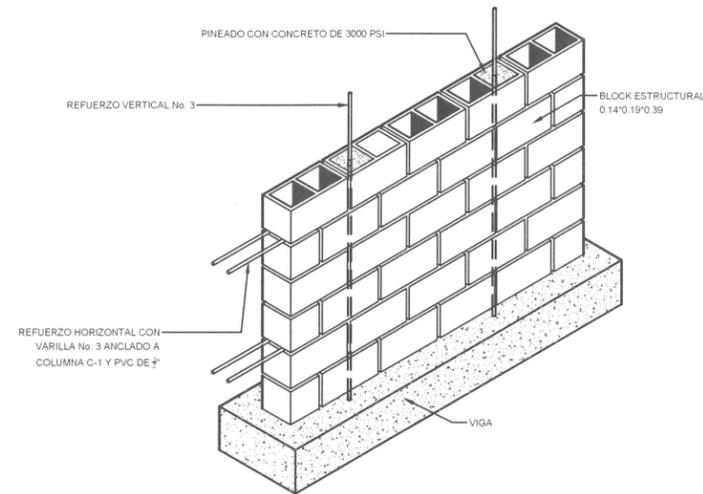


**DETALLES DE VIGAS - MARCO C**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO C

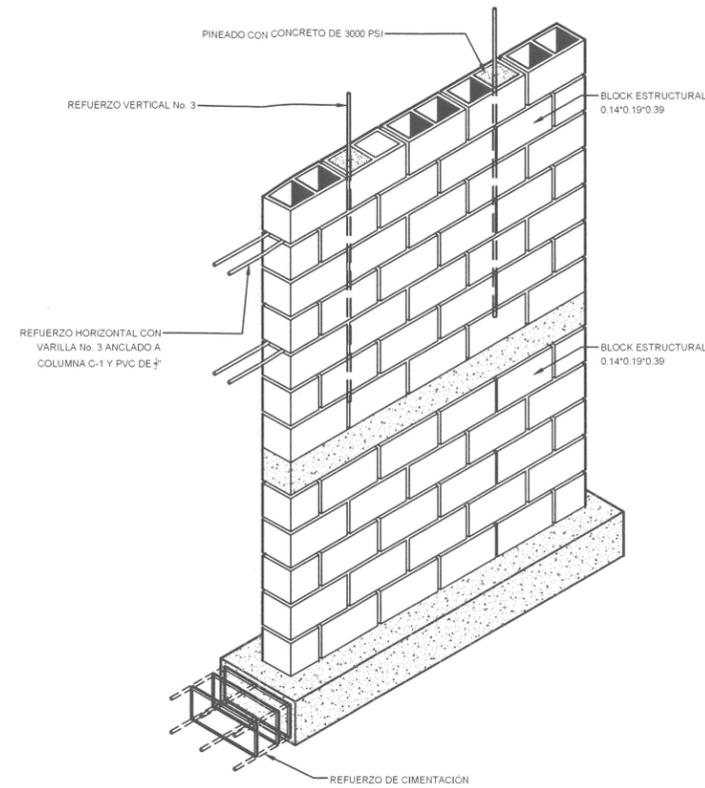
ESC. 1:50

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA	ESCALA: INDICADA FECHA: 01 OCTUBRE 2015
PLANO DE: DETALLE DE VIGAS	REVISOR: INGA CHRISTA CLASBON	HOJA: 29 31
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA



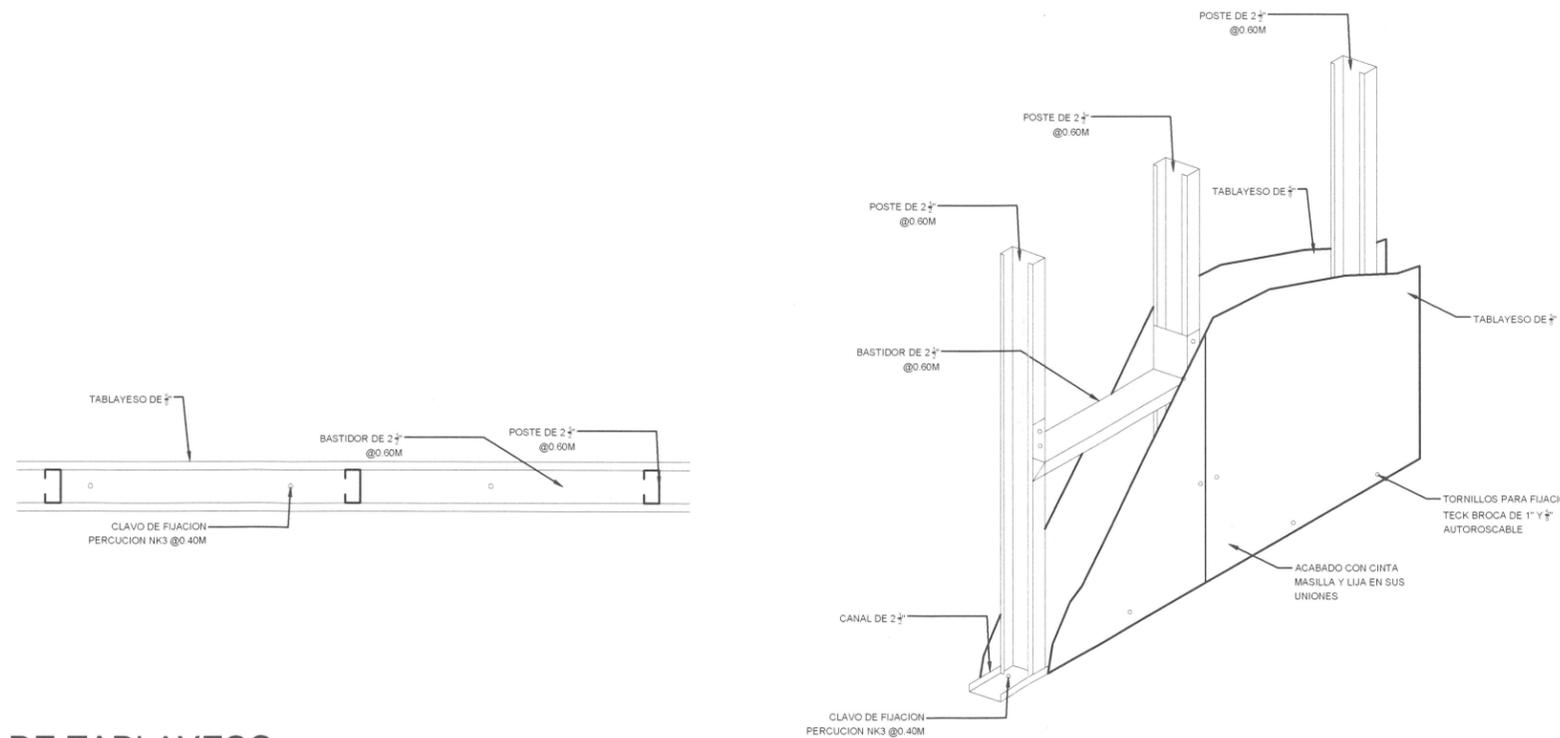


DETALLE MURO DE CERRAMIENTO SEGUNDO NIVEL



DETALLE MURO DE CERRAMIENTO PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

## ISOMETRICOS DETALLE DE MURO



## DETALLE MURO DE TABLAYESO

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		ESCALA: 1:100 FECHA: 01 OCTUBRE 2018 DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DE SAN CARLOS DE GUATEMALA LUCIA COTZUMALGUAPA		
PLANO DE: DETALLE DE VIGAS			FASE: E HOJA: 31

Apéndice 3. **Planos constructivos de la fase de instalaciones de los módulos de consulta externa y área administrativa**

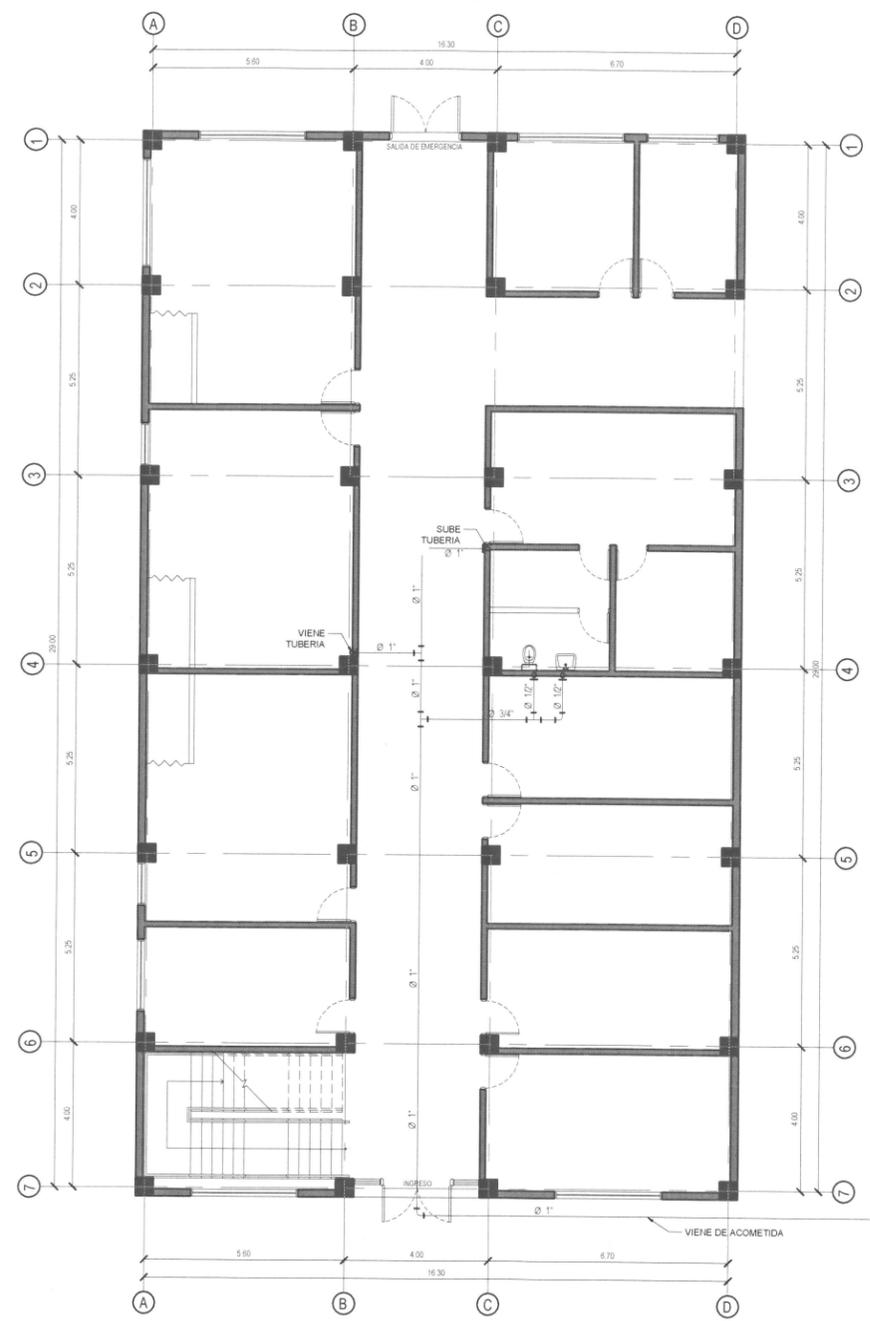
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.



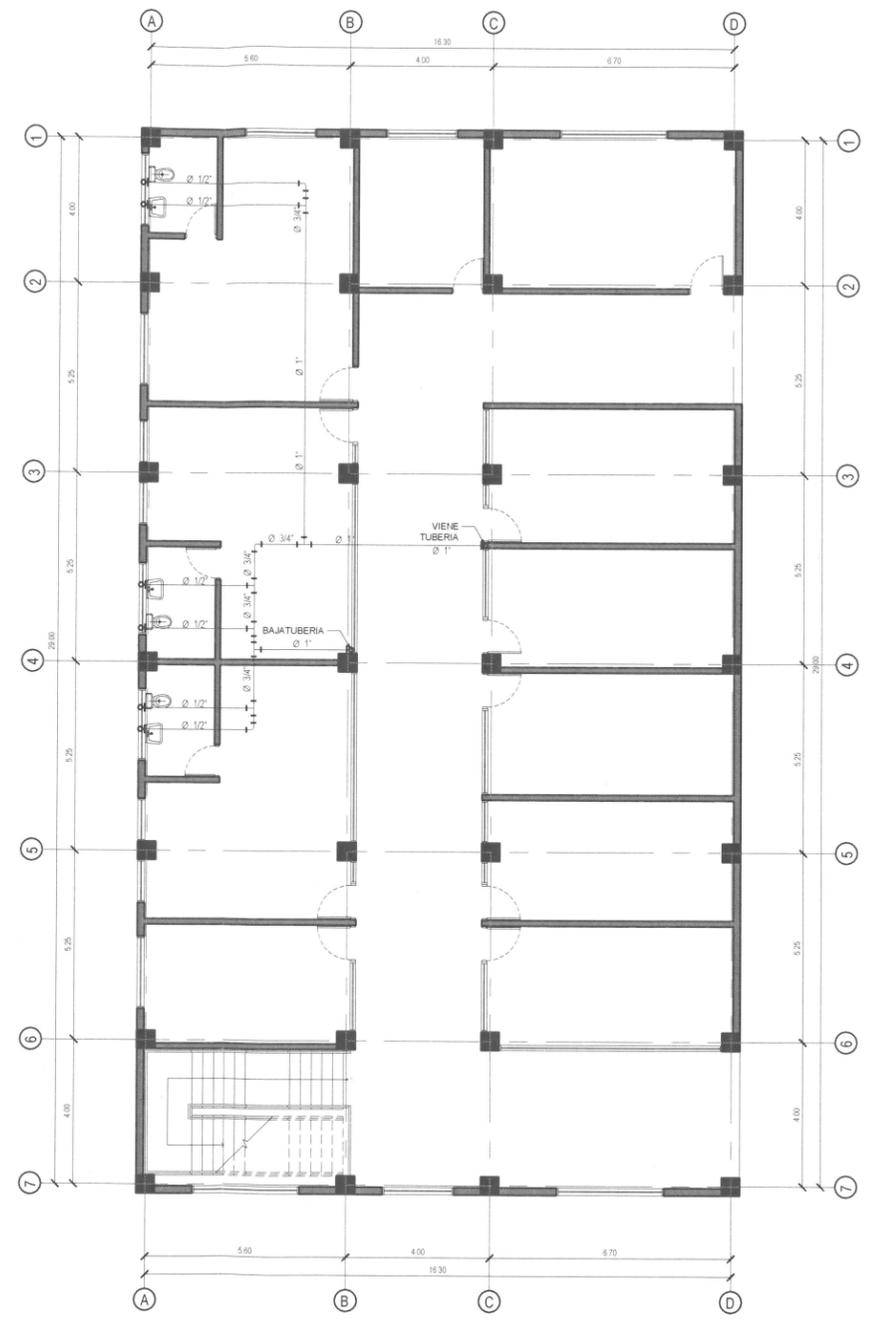


NOTAS

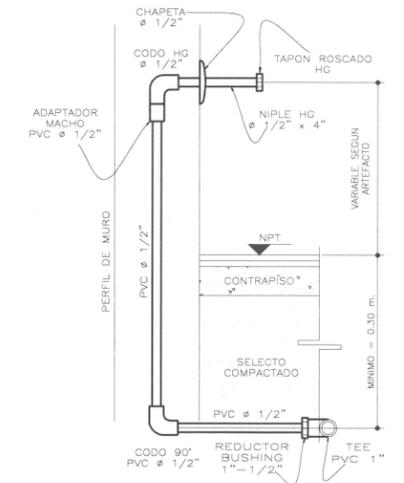
SIMBOLOGÍA INST. HIDRÁULICAS	
	VÁLVULA DE PASO
	MEDIDOR DE AGUA Ø 3/4"
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	VÁLVULA DE CHEQUE
	CODO A 90°
	TEE
	CRUZ
	CODO A 90° VERTICAL
	TEE A 90° VERTICAL
	GRIFO
	TUBERÍA AGUA FRÍA
	TUBERÍA AGUA CALIENTE



**PLANTA INSTALACIONES HIDRÁULICAS**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO A  
ESC. 1:200



**PLANTA INSTALACIONES HIDRÁULICAS**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO A  
ESC. 1:200



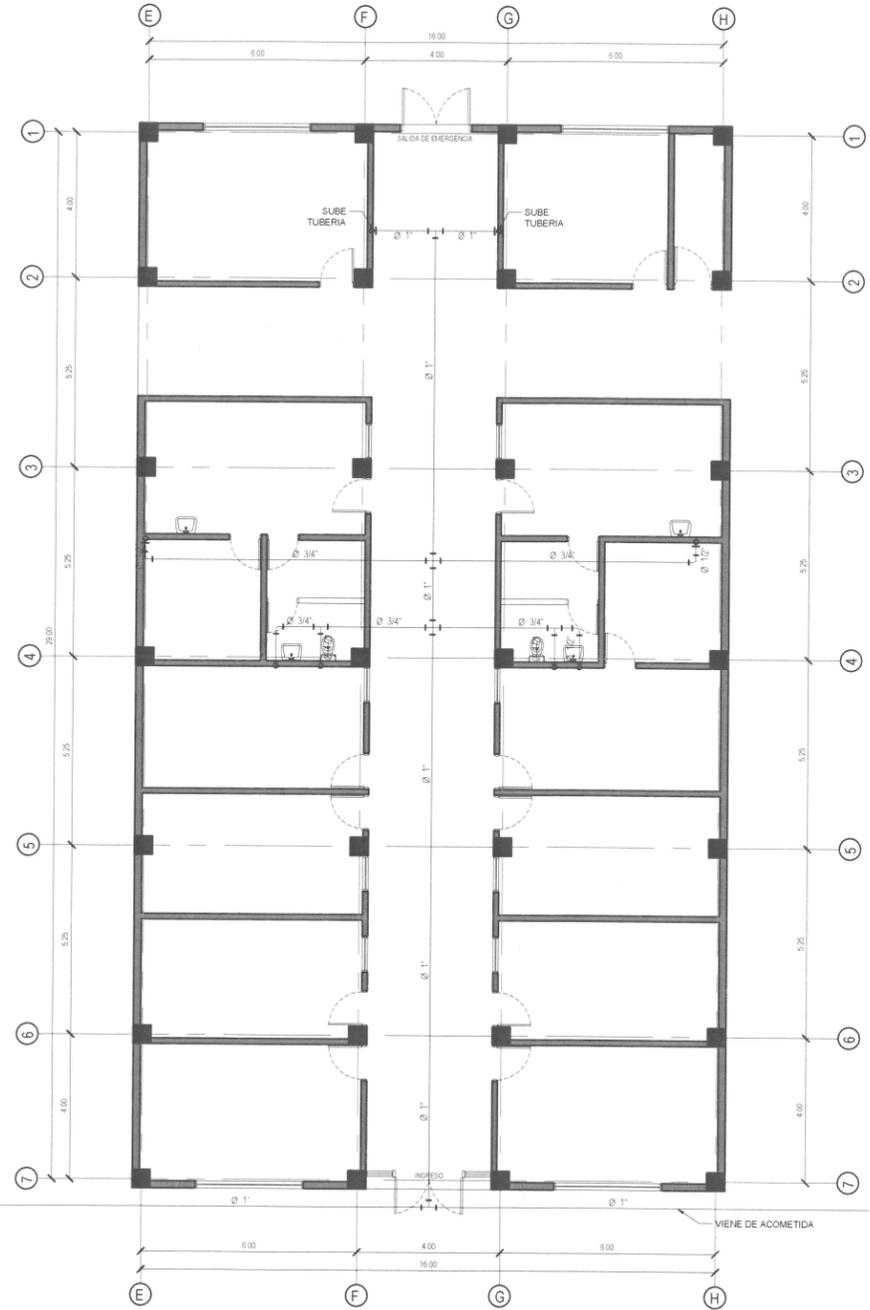
**DETALLE DE ESPERAS**  
AGUA FRÍA  
ESCALA 1:125

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DEL SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA	ESCALA: INIDICADA
PLANO DE: PLANTA INSTALACIONES HIDRÁULICAS - EDIFICIO A	ASESORA - <i>[Signature]</i> Unidad de Prácticas	REVISOR - <i>[Signature]</i> Unidad de Prácticas
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA
FASE: 01		HOJA: 13

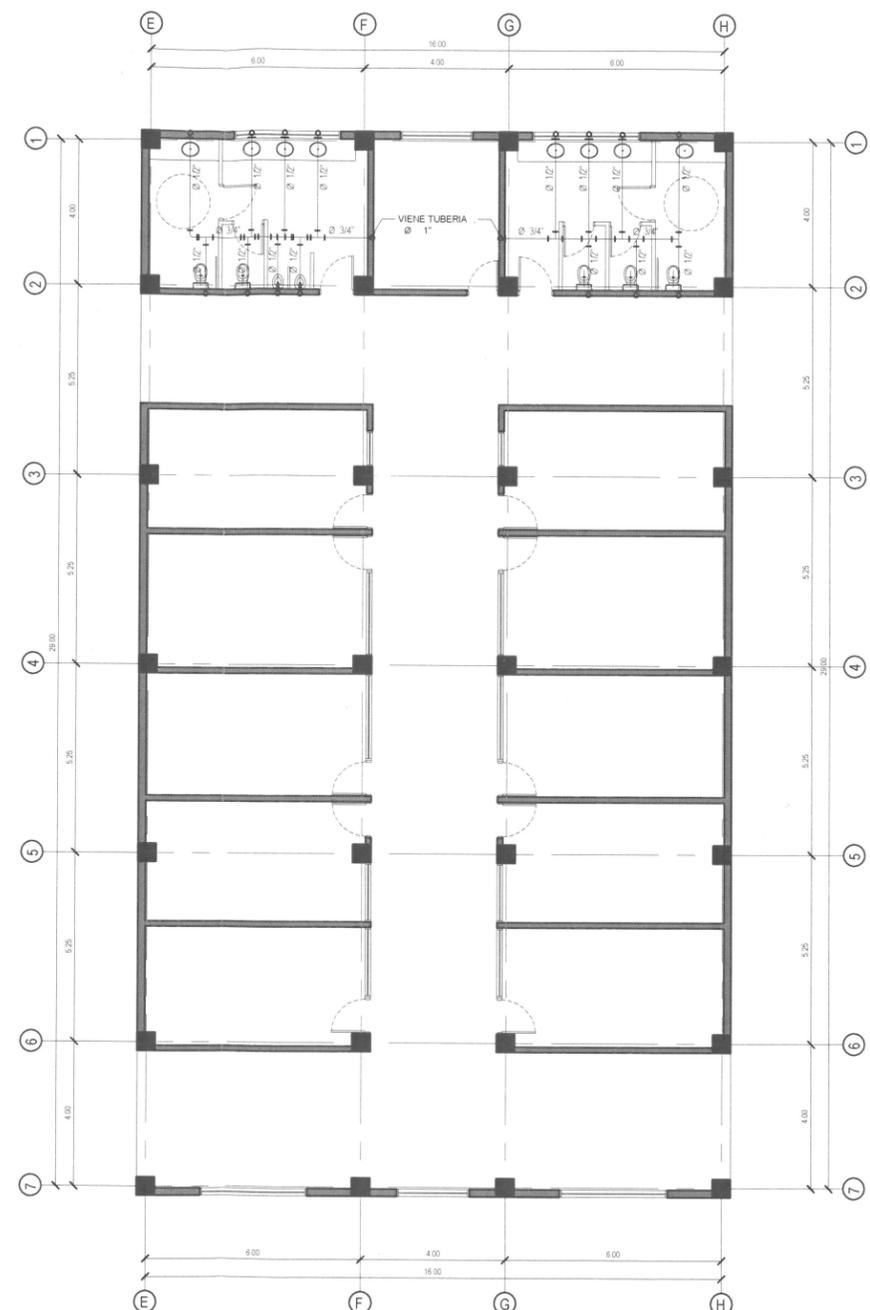


NOTAS:

SIMBOLOGÍA INST. HIDRÁULICAS	
	VÁLVULA DE PASO
	MEDIDOR DE AGUA Ø 3/4"
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	VÁLVULA DE CHEQUE
	CODO A 90°
	TEE
	CRUZ
	CODO A 90° VERTICAL
	TEE A 90° VERTICAL
	GRIFO
	TUBERÍA AGUA FRÍA
	TUBERÍA AGUA CALIENTE



**PLANTA INSTALACIONES HIDRÁULICAS**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO B  
ESC. 1:200



**PLANTA INSTALACIONES HIDRÁULICAS**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO B  
ESC. 1:200

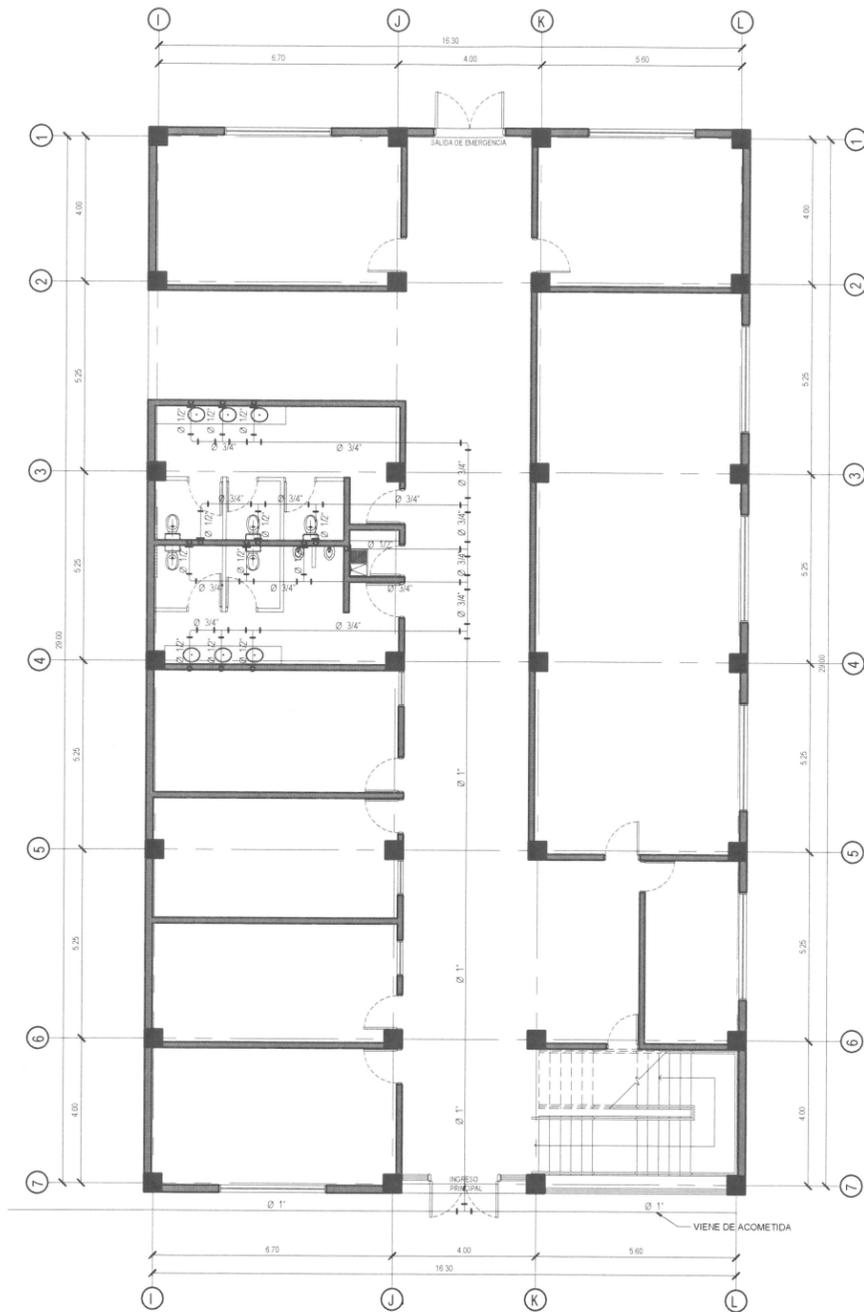
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA	ESCALA: INDICADA
PLANO DE: PLANTA INSTALACIONES HIDRÁULICAS - EDIFICIO B	ASESORA: ING. CHRISTA REASON	REVISOR: ING. CHRISTA REASON
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA
FASE: 02		13



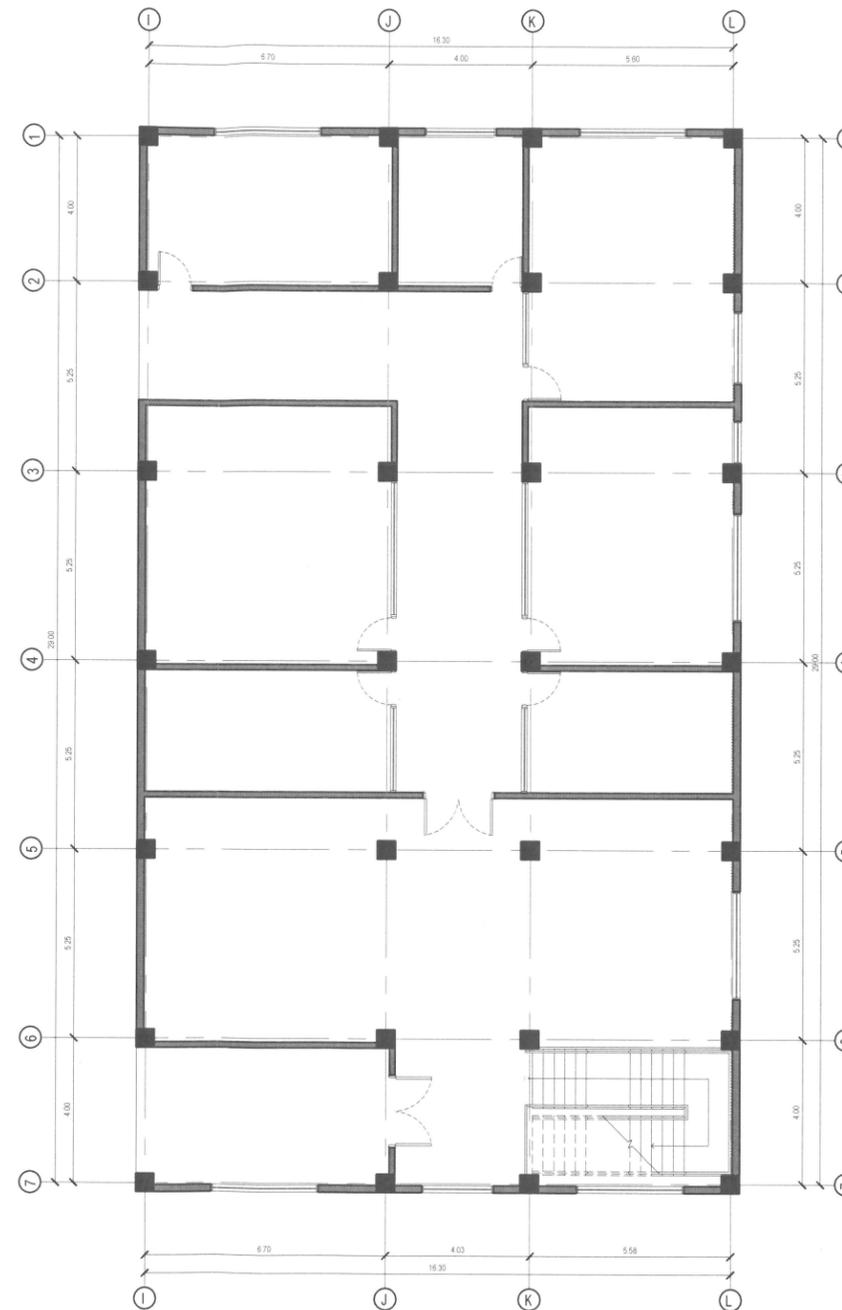
NOTAS

**SIMBOLOGÍA INST. HIDRÁULICAS**

	VÁLVULA DE PASO
	MEDIDOR DE AGUA Ø 3/4"
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	VÁLVULA DE CHEQUE
	CODO A 90°
	TEE
	CRUZ
	CODO A 90° VERTICAL
	TEE A 90° VERTICAL
	GRIFO
	TUBERÍA AGUA FRÍA
	TUBERÍA AGUA CALIENTE



**PLANTA INSTALACIONES HIDRÁULICAS**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO C  
ESC. 1:200



**PLANTA INSTALACIONES HIDRÁULICAS**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO C  
ESC. 1:200



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

PROYECTO:  
MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

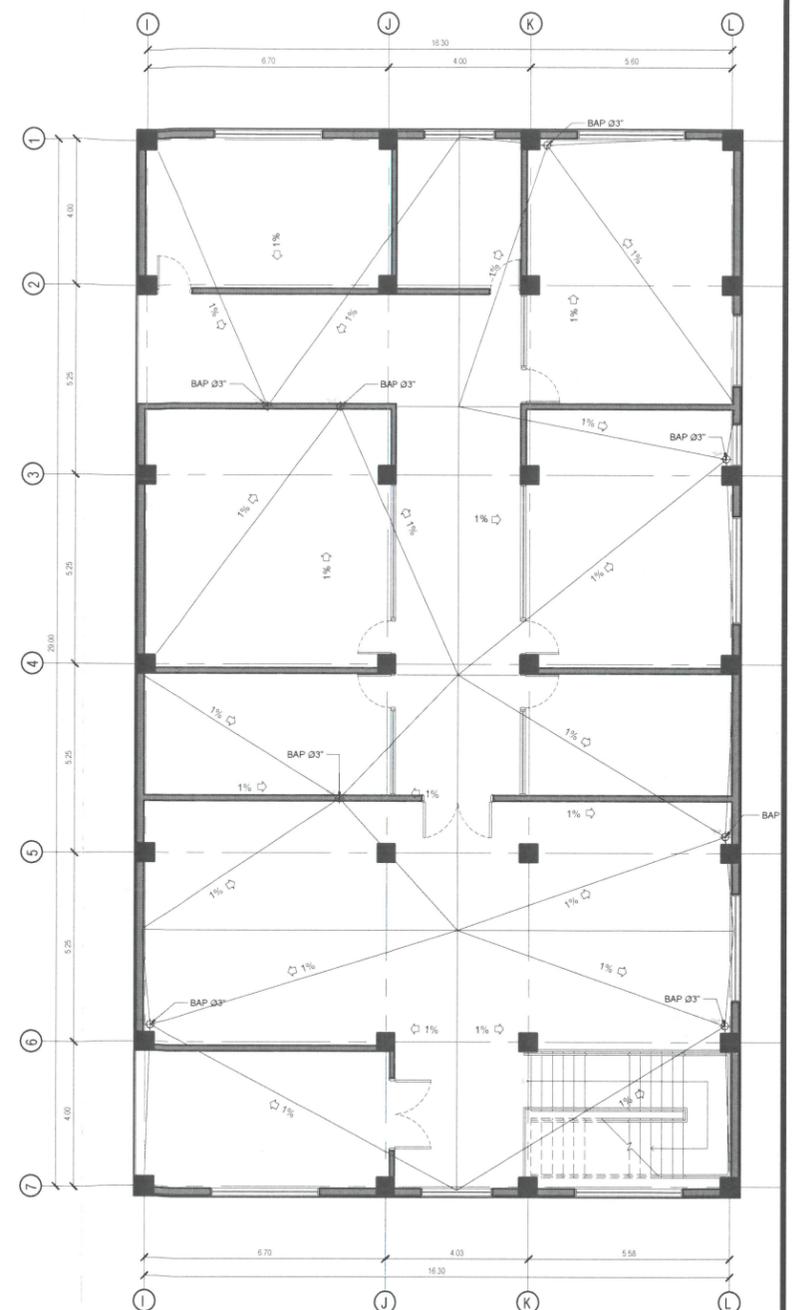
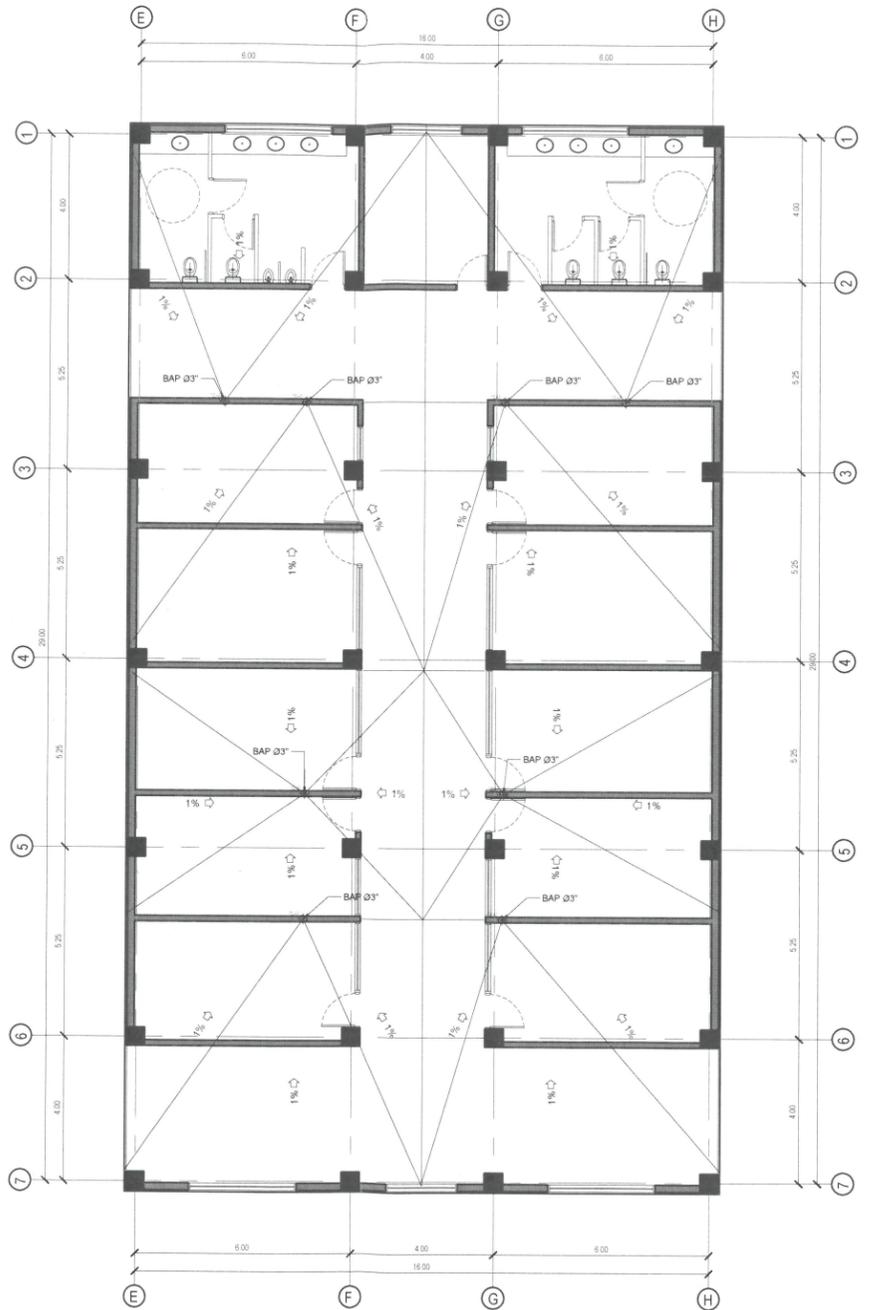
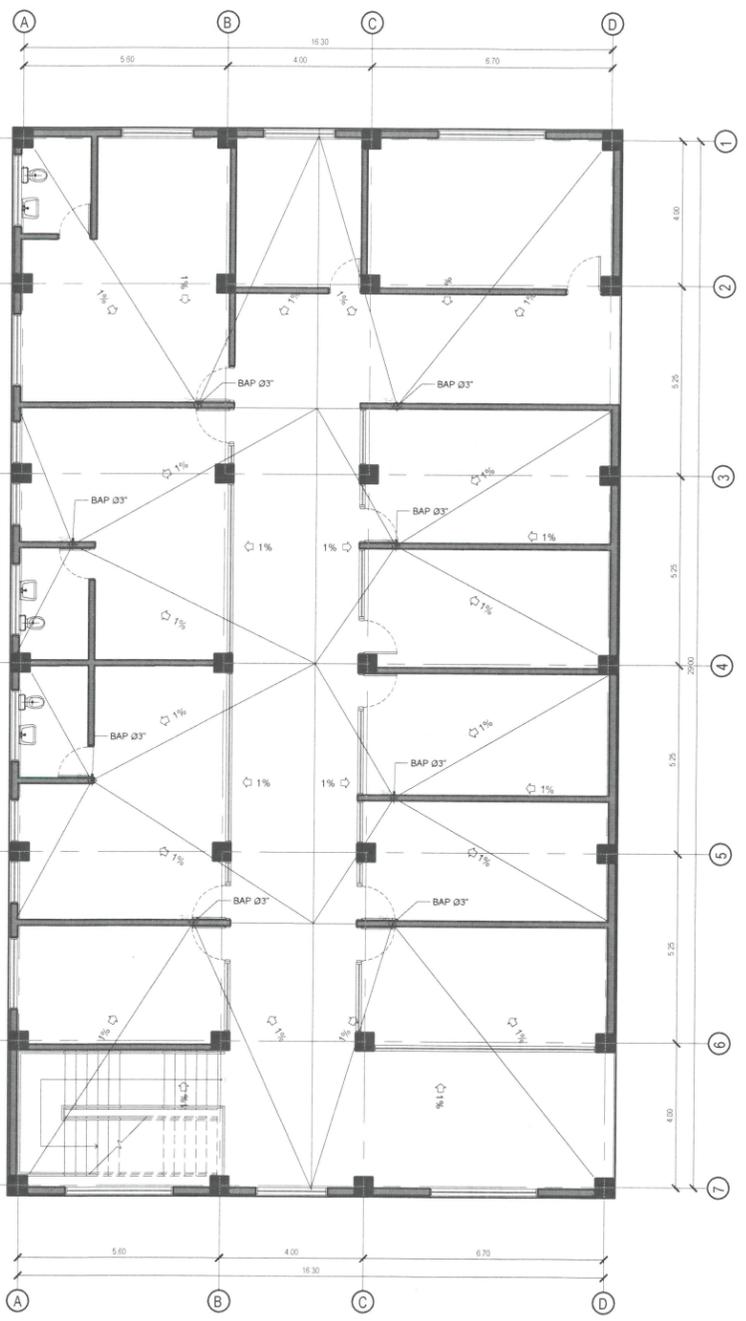
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
NOVIEMBRE 2018

PLANO DE:  
PLANTA INSTALACIONES HIDRÁULICAS - EDIFICIO C

Ing. Christian...  
ASESOR...  
Ing. Christian...  
Unidad de Pr...

DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA  
CALCULÓ: JUAN MANUEL GARCIA  
DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA

FASE:  
HOJA:  
03 de 13



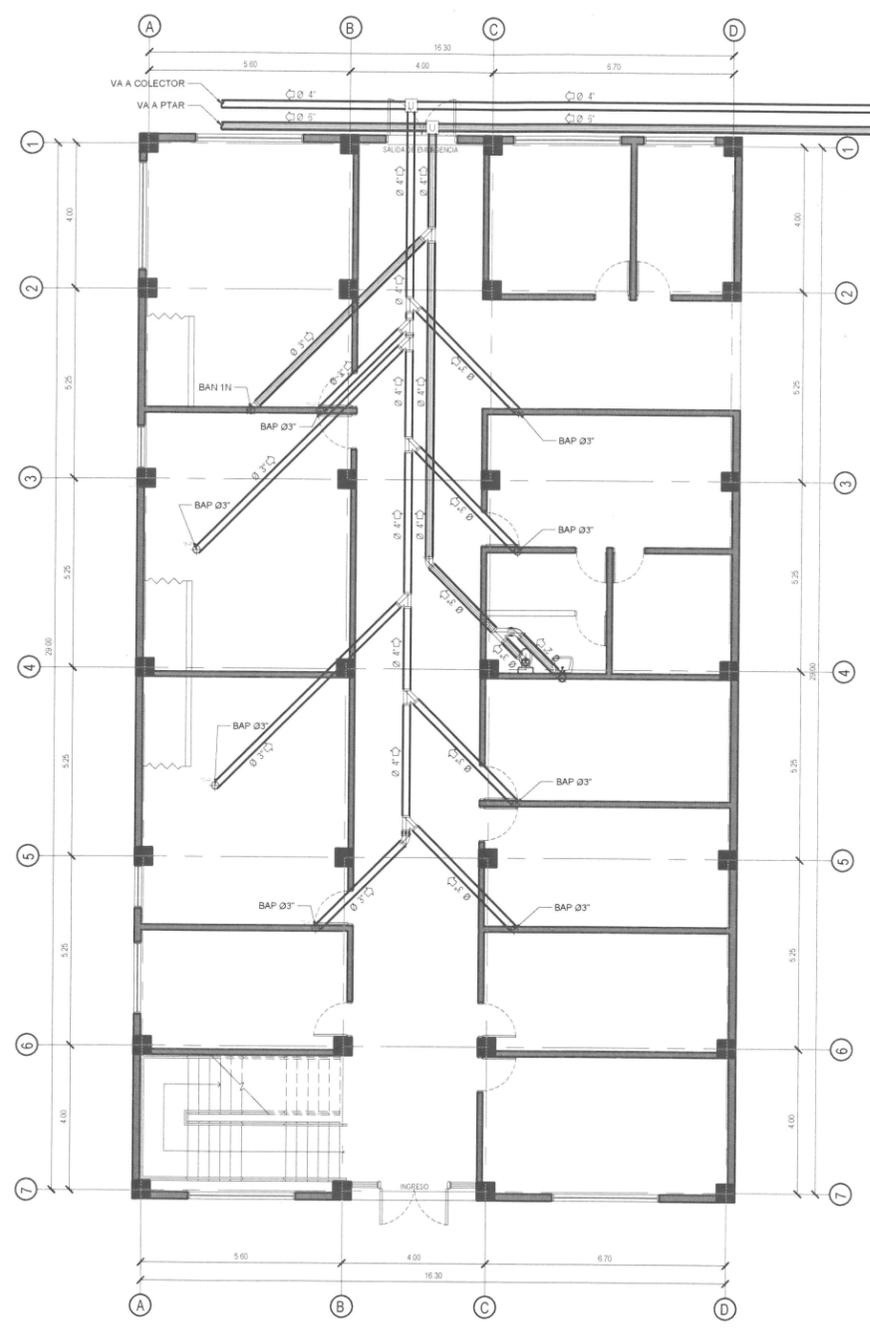
PLANTA DE PAÑUELOS Y BAJADAS PLUVIALES  
ESC. 1:200

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA		ESCALA: INDICADA ASESOR: Inga Christa Classon de Plata OCTUBRE 2018	
PLANO DE: PLANTA DE PAÑUELOS Y BAJADAS PLUVIALES		REVISOR: INGA CHRISTA CLASSON	
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA	FASE: I
			HOJA: 04 13

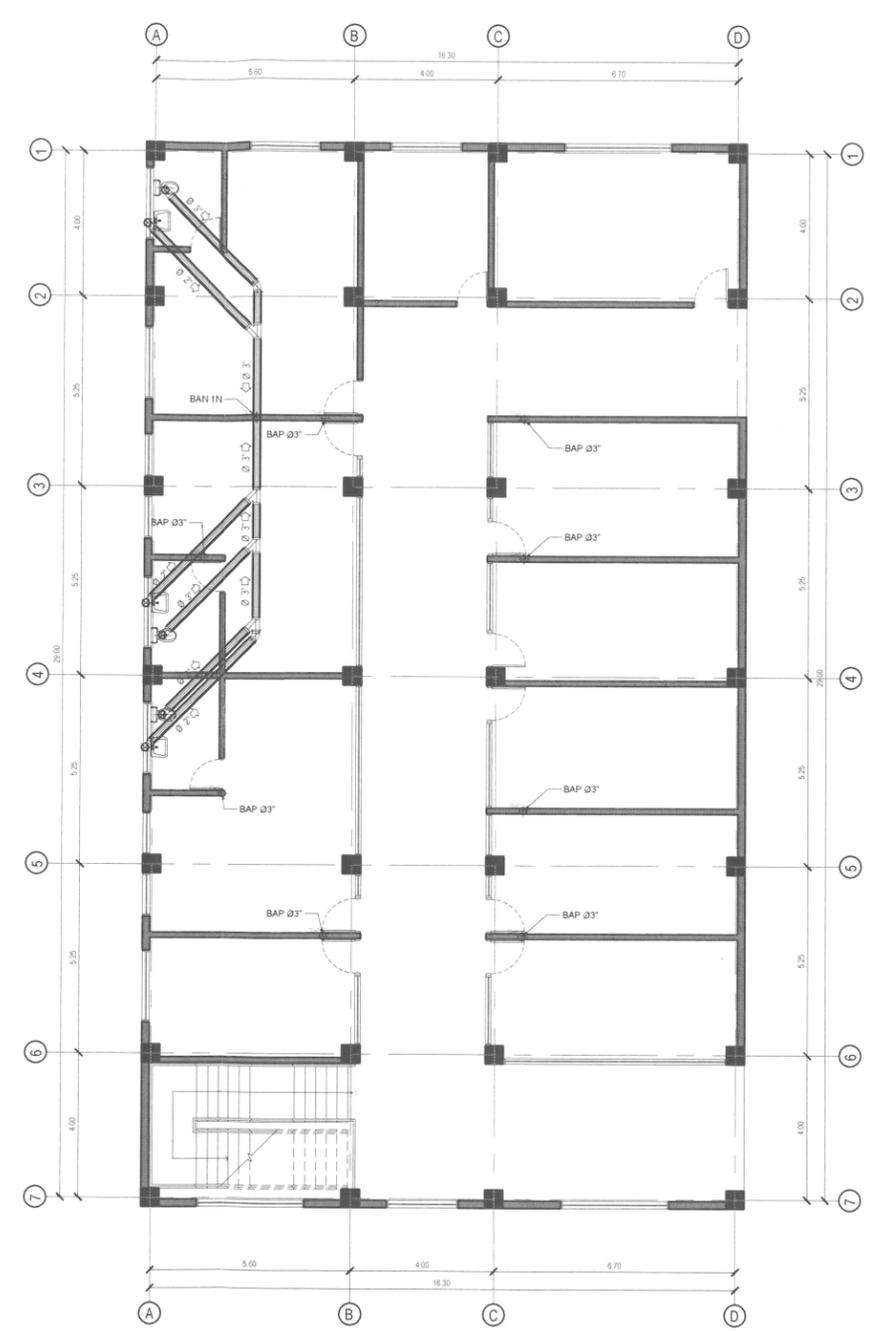


NOTAS

SIMBOLOGÍA INST. SANITARIAS Y PLUVIALES	
	TUBERÍA AGUAS NEGRAS DE PVC
	TUBERÍA AGUAS PLUVIALES DE PVC
$\varnothing$	INDICA DIÁMETRO DE TUBERÍA
	SENTIDO DE LA PENDIENTE
	CODO A 90° - PVC
	CODO A 90° VERTICAL - PVC
	CODO A 45° - PVC
	TEE SANITARIA - PVC
	CRUZ SANITARIA 90° - PVC
	YEE A 45° - PVC
	SIFON TERMINARL - PVC Ø 2"
	REDUCIDOR BUSHING - PVC
	TUBO BAJADAS DE AGUAS NEGRAS
	TUBO BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES
	CAJA DE UNION



**PLANTA DREJANES PLUVIALES Y SANITARIOS**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO A  
ESC. 1:200



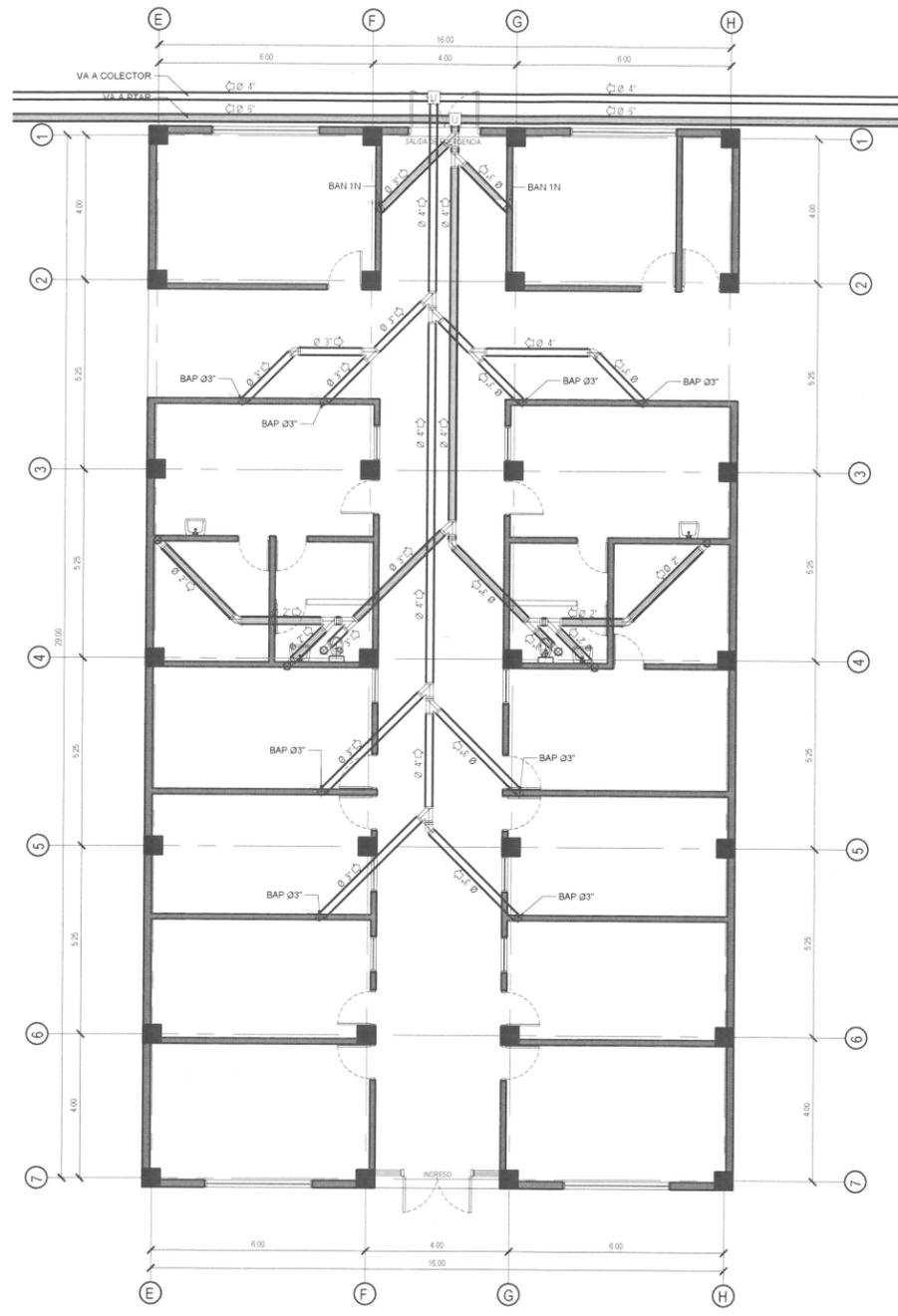
**PLANTA DREJANES PLUVIALES Y SANITARIOS**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO A  
ESC. 1:200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA	ESCALA: INDICADA FECHA: DICIEMBRE 2018
PLANO DE: PLANTA DREJANES SANITARIOS - EDIFICIO A	REVISOR: ING. CHRISTA GUSSON	
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA
FASE: TERCERA HOJA		13

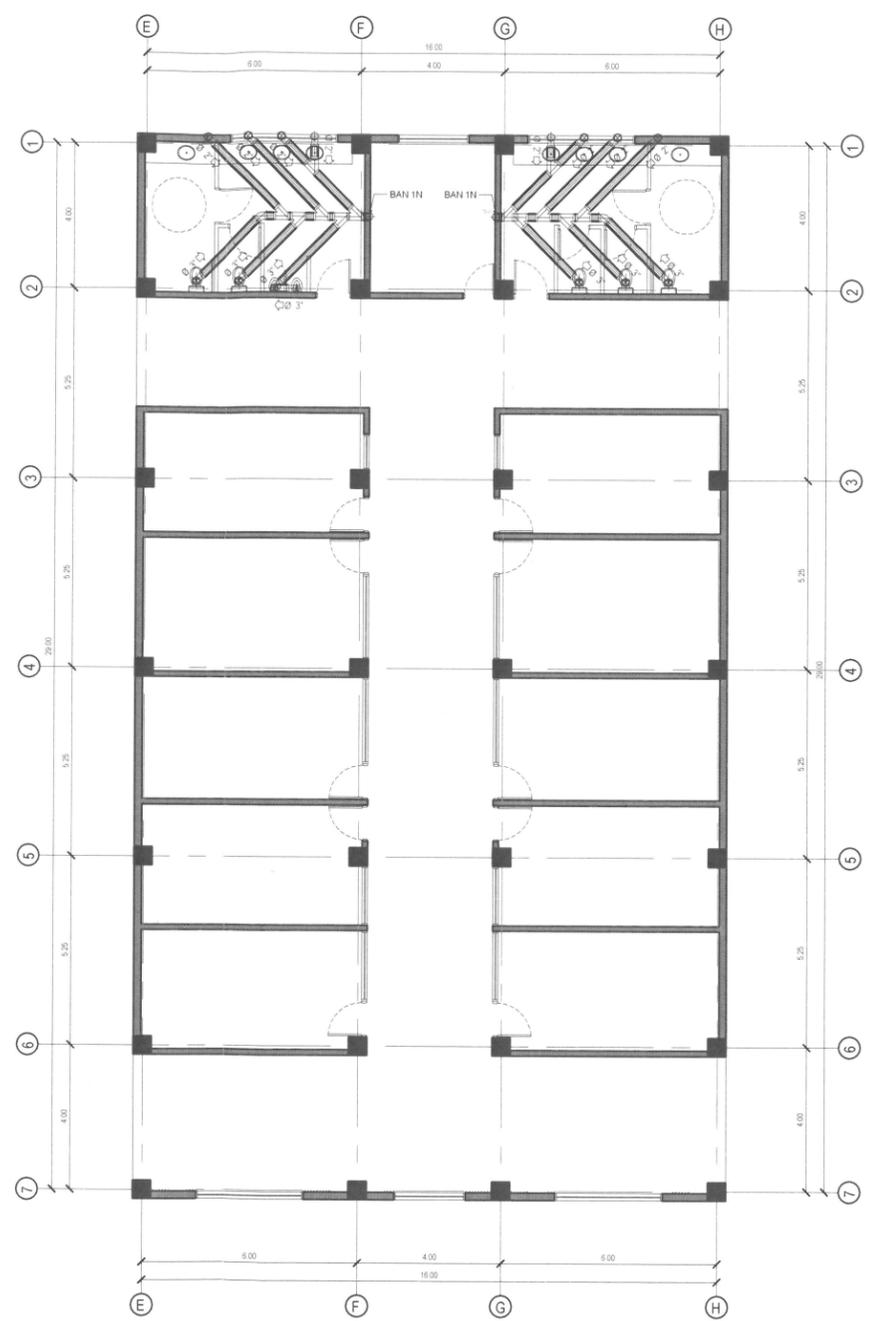


NOTAS:

SIMBOLOGÍA INST. SANITARIAS Y PLUVIALES	
	TUBERÍA AGUAS NEGRAS DE PVC
	TUBERÍA AGUAS PLUVIALES DE PVC
	INDICA DIÁMETRO DE TUBERÍA
	SENTIDO DE LA PENDIENTE
	CODO A 90° - PVC
	CODO A 90° VERTICAL - PVC
	CODO A 45° - PVC
	TEE SANITARIA - PVC
	CRUZ SANITARIA 90° - PVC
	YEE A 45° - PVC
	SIFON TERMINARL - PVC Ø 2"
	REDUCIDOR BUSHING - PVC
	TUBO BAJADAS DE AGUAS NEGRAS
	TUBO BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES
	CAJA DE UNION



**PLANTA DRENAJES PLUVIALES Y SANITARIOS**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO B  
ESC. 1:200



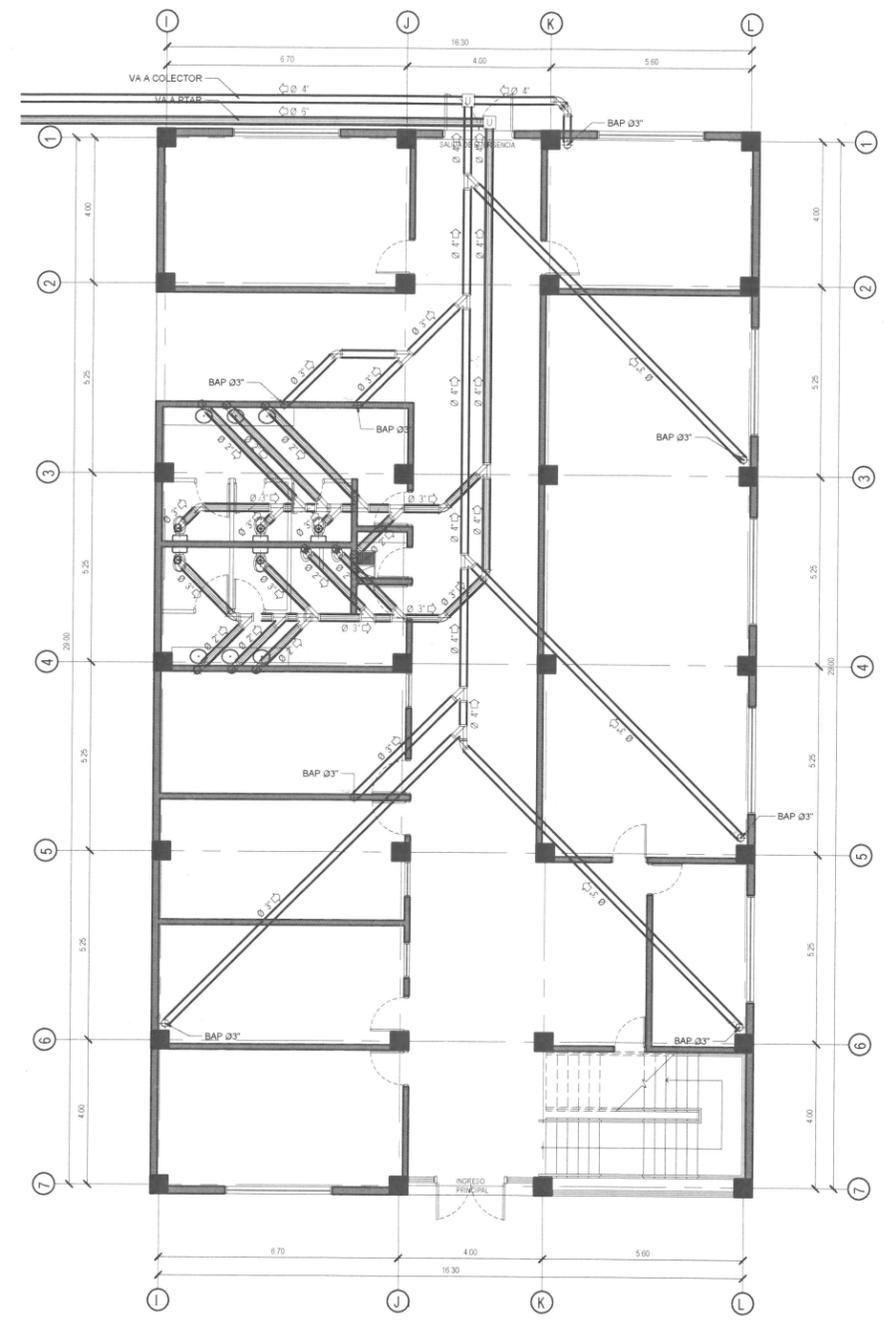
**PLANTA DRENAJES PLUVIALES Y SANITARIOS**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO B  
ESC. 1:200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO				
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA	INDICADA FECHA: FEBRUERO 2018	Inga. <i>Chesca Rosario Classon de Pineda</i> Supervisora Unidad de Supervision Inga. <i>Christa Glasson</i> Revisora		
PLANO DE: PLANTA DRENAJES SANITARIOS - EDIFICIO B	DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA	FASE: <b>I</b>	HOJA: <b>06</b> / <b>13</b>



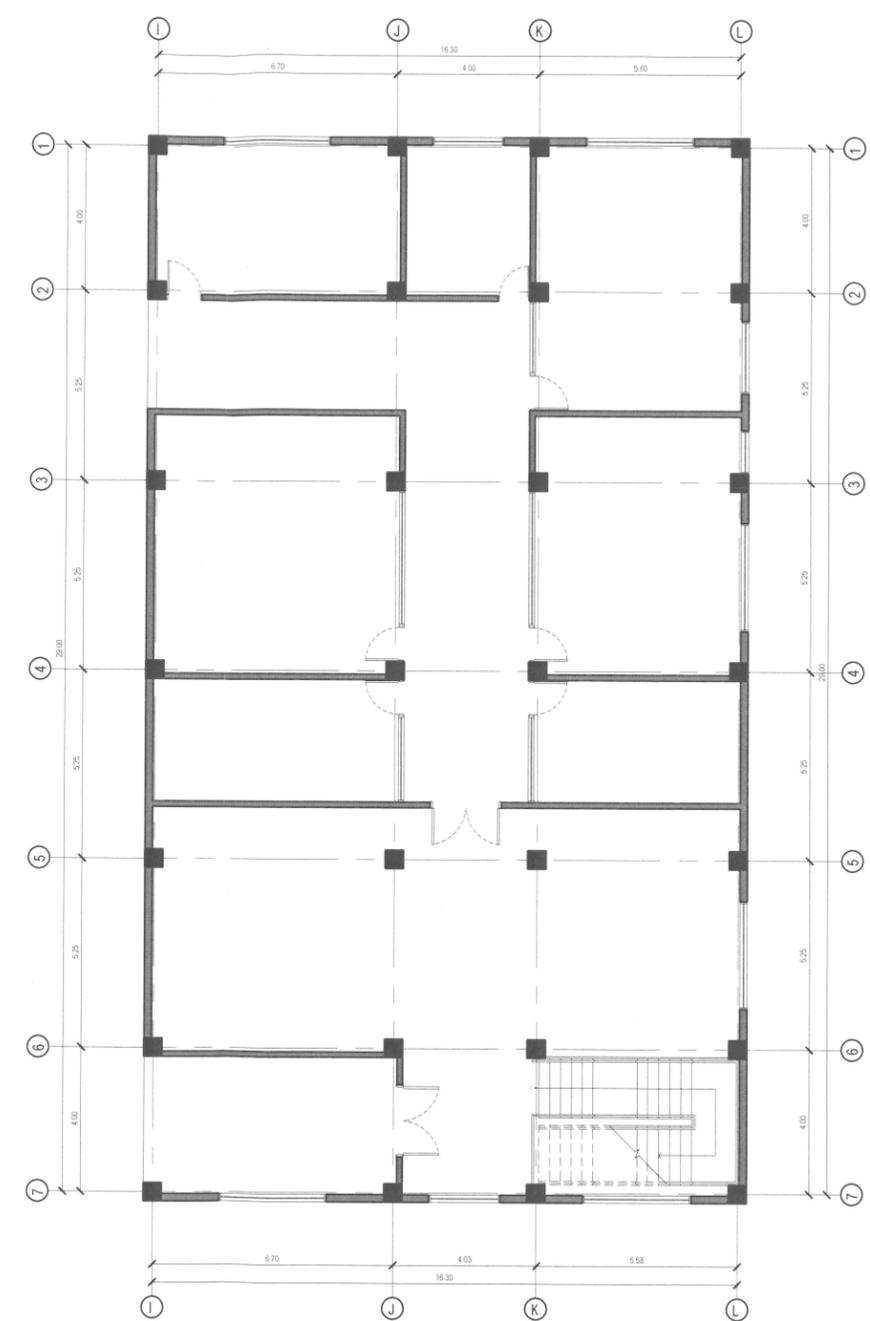
NOTAS

SIMBOLOGÍA INST. SANITARIAS Y PLUVIALES	
	TUBERÍA AGUAS NEGRAS DE PVC
	TUBERÍA AGUAS PLUVIALES DE PVC
	INDICA DIÁMETRO DE TUBERÍA
	SENTIDO DE LA PENDIETE
	CODO A 90° - PVC
	CODO A 90° VERTICAL - PVC
	CODO A 45° - PVC
	TEE SANITARIA - PVC
	CRUZ SANITARIA 90° - PVC
	YEE A 45° - PVC
	SIFON TERMINARL - PVC Ø 2"
	REDUCIDOR BUSHING - PVC
	TUBO BAJADAS DE AGUAS NEGRAS
	TUBO BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES
	CAJA DE UNION



**PLANTA DRENAJES PLUVIALES Y SANITARIOS**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO C

ESC. 1:200



**PLANTA DRENAJES PLUVIALES Y SANITARIOS**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO C

ESC. 1:200



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

PROYECTO:  
MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL  
DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA  
LUCIA COTZUMALGUAPA

ESCALA:  
INDICADA

FECHA:  
10/07/2013

REVISOR:  
INGENIERA CHRISTA GLASSON

PLANO DE  
PLANTA DRENAJES PLUVIALES Y SANITARIOS - EDIFICIO C

DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA  
CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA  
DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA

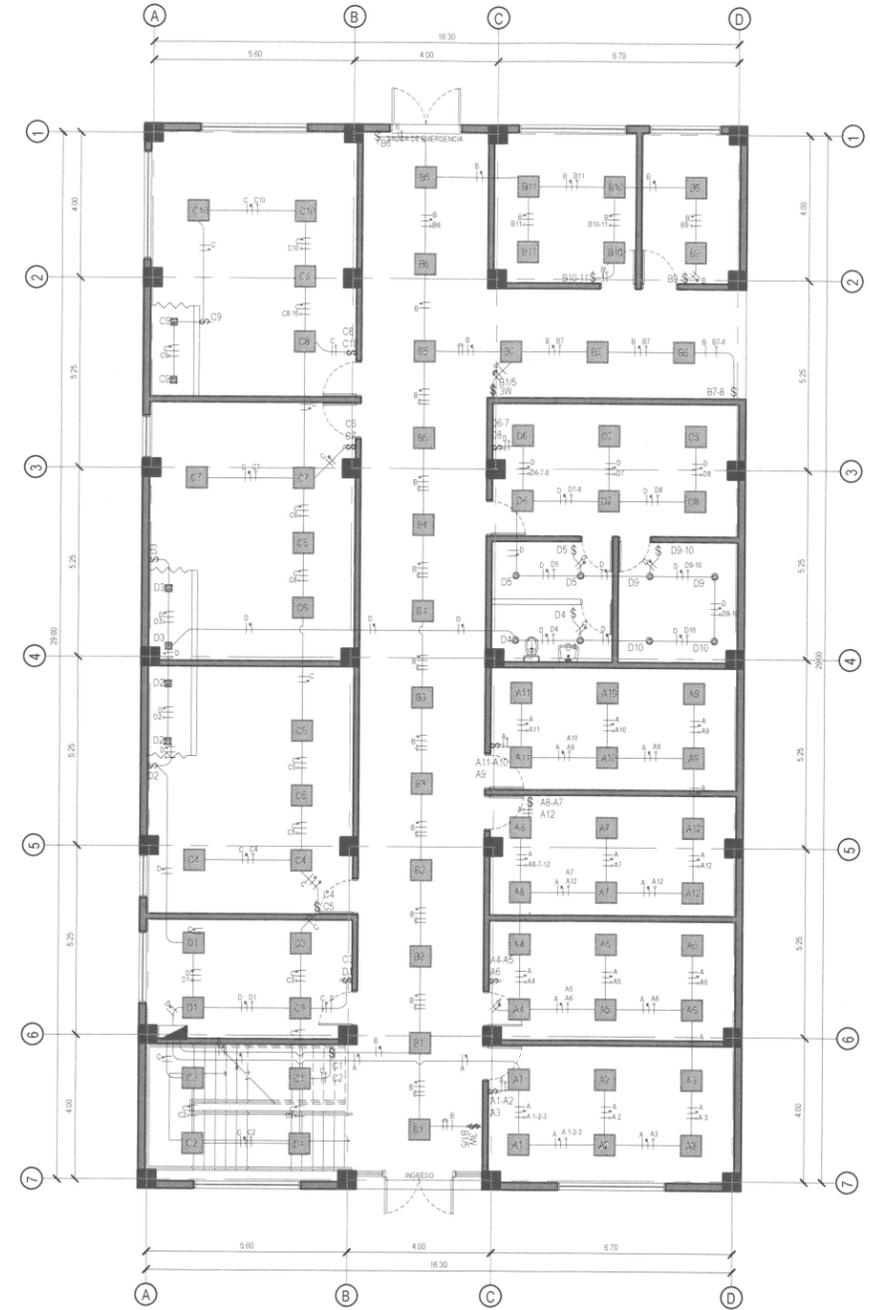
FASE: 07  
HOJA: 13



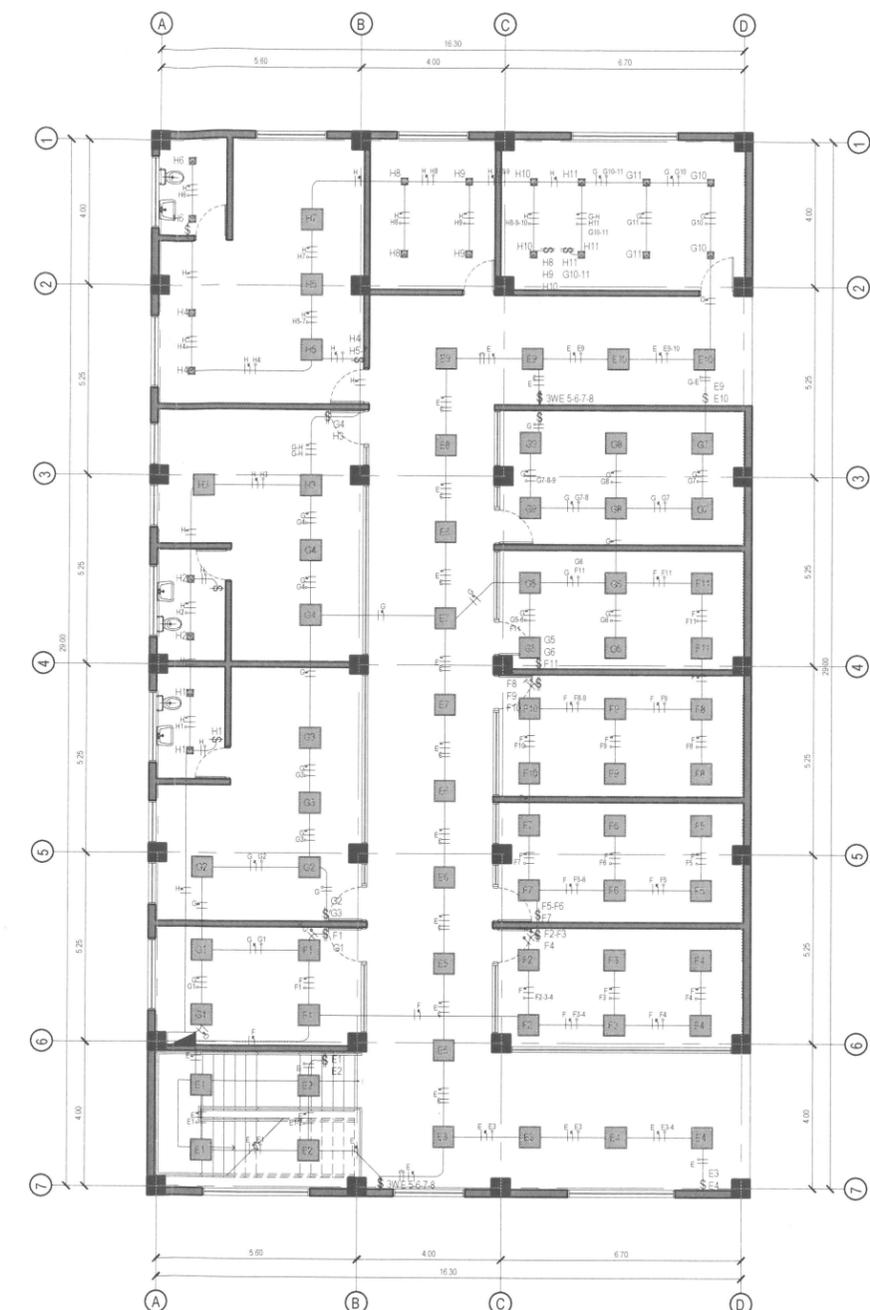
NOTAS

SIMBOLOGÍA INST. ELÉCTRICAS ILUMINACIÓN	
	CAJA SOCKET PARA CONTADOR
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
	ILUMINACIÓN EN CIELO 2X2 LED
	ILUMINACIÓN EN PARED
	ILUMINACIÓN EN CIELO TUBO LEED
	ILUMINACIÓN EN CIELO OJO DE BUEY
	ILUMINACIÓN REFLECTOR SIMPLE
	ILUMINACIÓN REFLECTOR DOBLE
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR THREE WAY
	CONDUCTOR POSITIVO
	CONDUCTOR NEUTRO
	CONDUCTOR RETORNO
	CONDUCTOR TIERRA FÍSICA
	CONDUCTOR PUENTE PARA THREE WAY
	TUBERÍA EN LOSA
	TUBERÍA EN PISO

CODIGO DE COLORES		
COLOR	CALIBRE NOMINAL	USO ILUMINACION / FUERZA
ROJO	VER TABLERO	LÍNEA VIVA
NEGRO	VER TABLERO	LÍNEA VIVA
BLANCO	VER TABLERO	LÍNEA NEUTRA
AMARILLO	14	RETORNOS Y PUNTES
VERDE	14	TIERRA FÍSICA



PLANTA INSTALACIONES ELECTRICAS - ILUMINACION  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO A  
ESC. 1:200



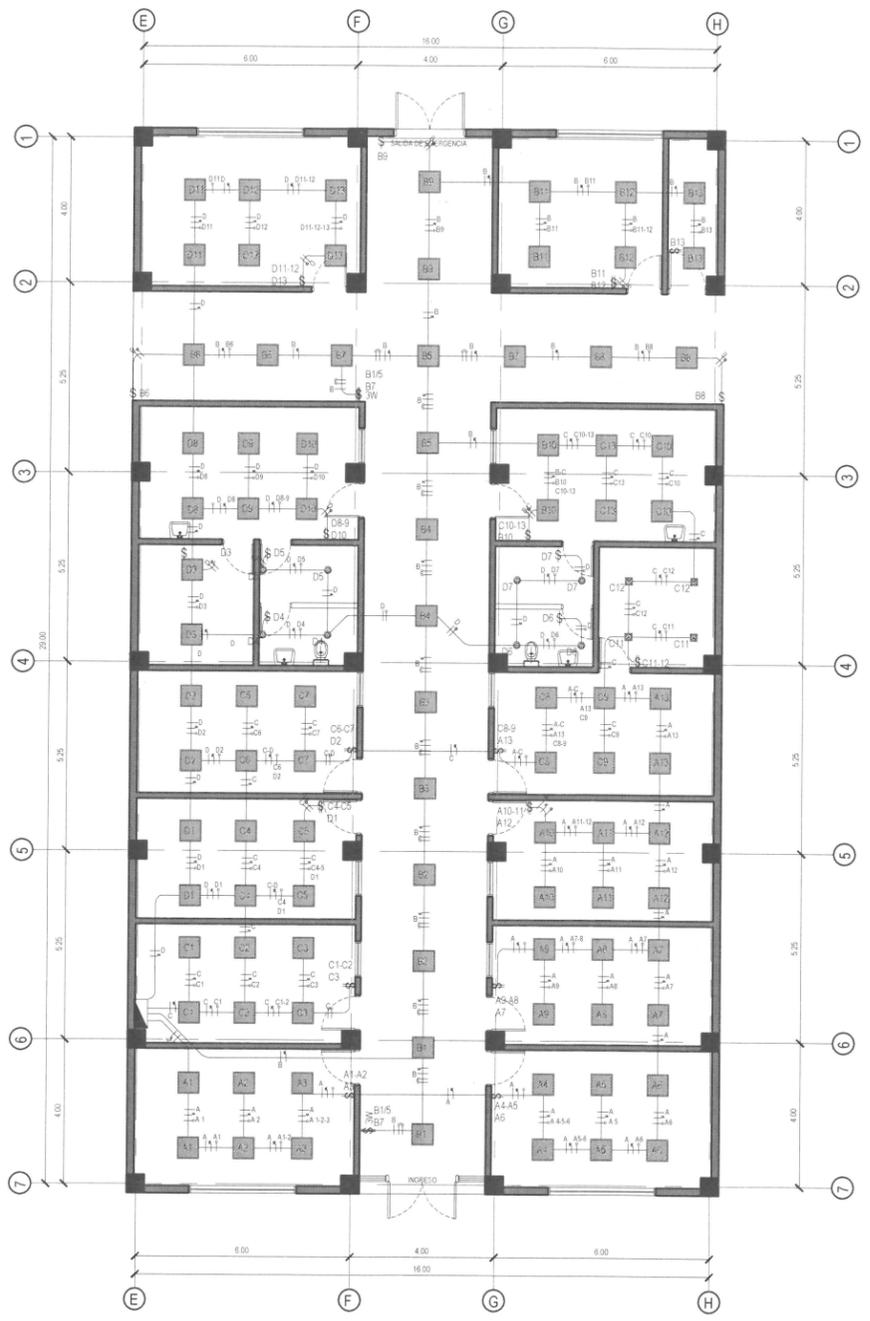
PLANTA INSTALACIONES ELECTRICAS - ILUMINACIÓN  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO A  
ESC. 1:200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA	ESCALA: INDICADA
PLANO DE: PLANTA INSTALACIONES ELECTRICAS - ILUMINACION - EDIFICIO A	FECHA: OCTUBRE 2018	REVISOR: INGA. CRISTA CLASSON
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULÓ: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJÓ: JUAN MANUEL GARCIA
FASE: 1	HOJA: 08	13

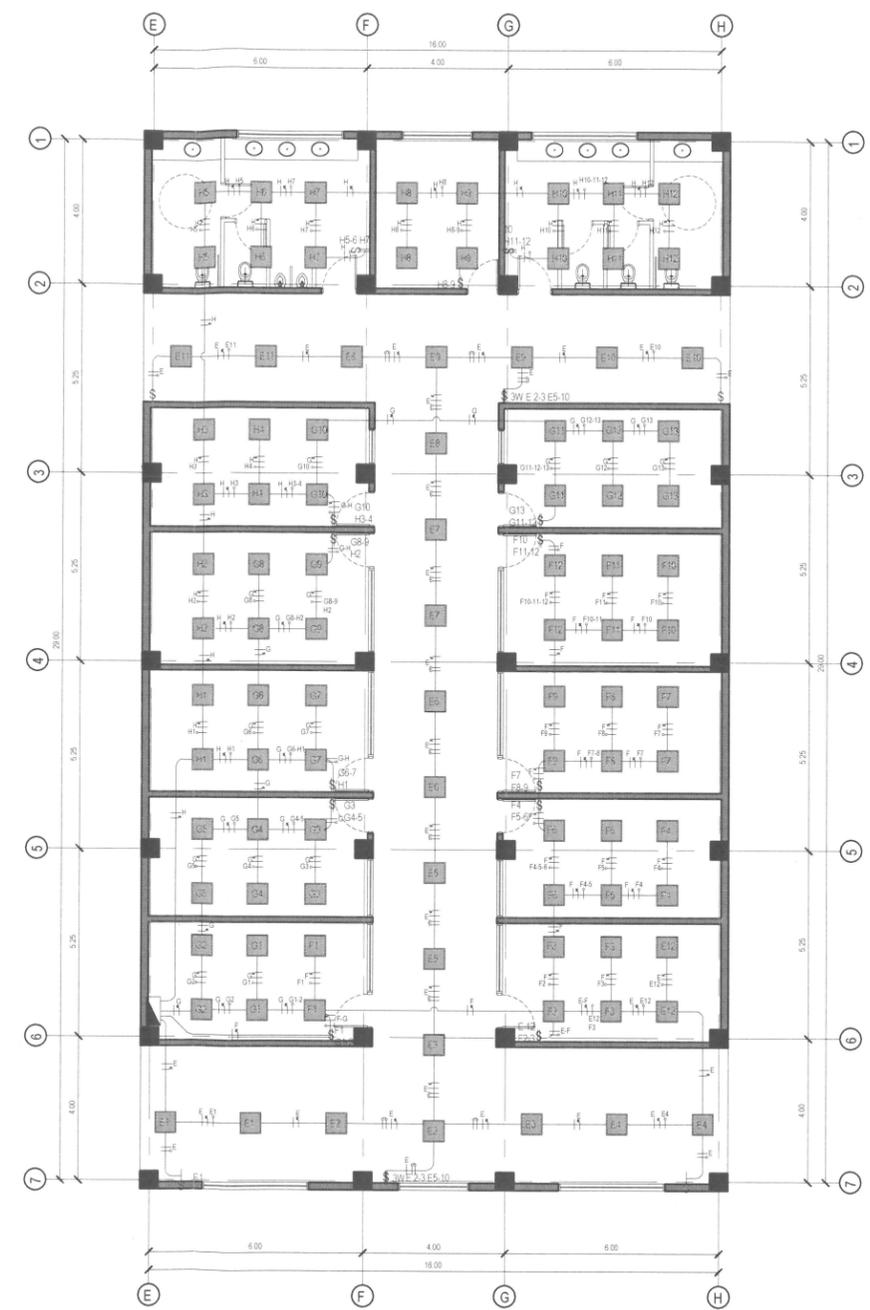


NOTAS

SIMBOLOGÍA INST. ELÉCTRICAS ILUMINACIÓN	
	CAJA SOCKET PARA CONTADOR
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
	ILUMINACIÓN EN CIELO 2X2 LED
	ILUMINACIÓN EN PARED
	ILUMINACIÓN EN CIELO TUBO LEED
	ILUMINACIÓN EN CIELO OJO DE BUEY
	ILUMINACIÓN REFLECTOR SIMPLE
	ILUMINACIÓN REFLECTOR DOBLE
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR THREE WAY
	CONDUCTOR POSITIVO
	CONDUCTOR NEUTRO
	CONDUCTOR RETORNO
	CONDUCTOR TIERRA FÍSICA
	CONDUCTOR PUENTE PARA THREE WAY
	TUBERÍA EN LOSA
	TUBERÍA EN PISO



PLANTA INSTALACIONES ELECTRICAS - ILUMINACION  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO B ESC. 1:200



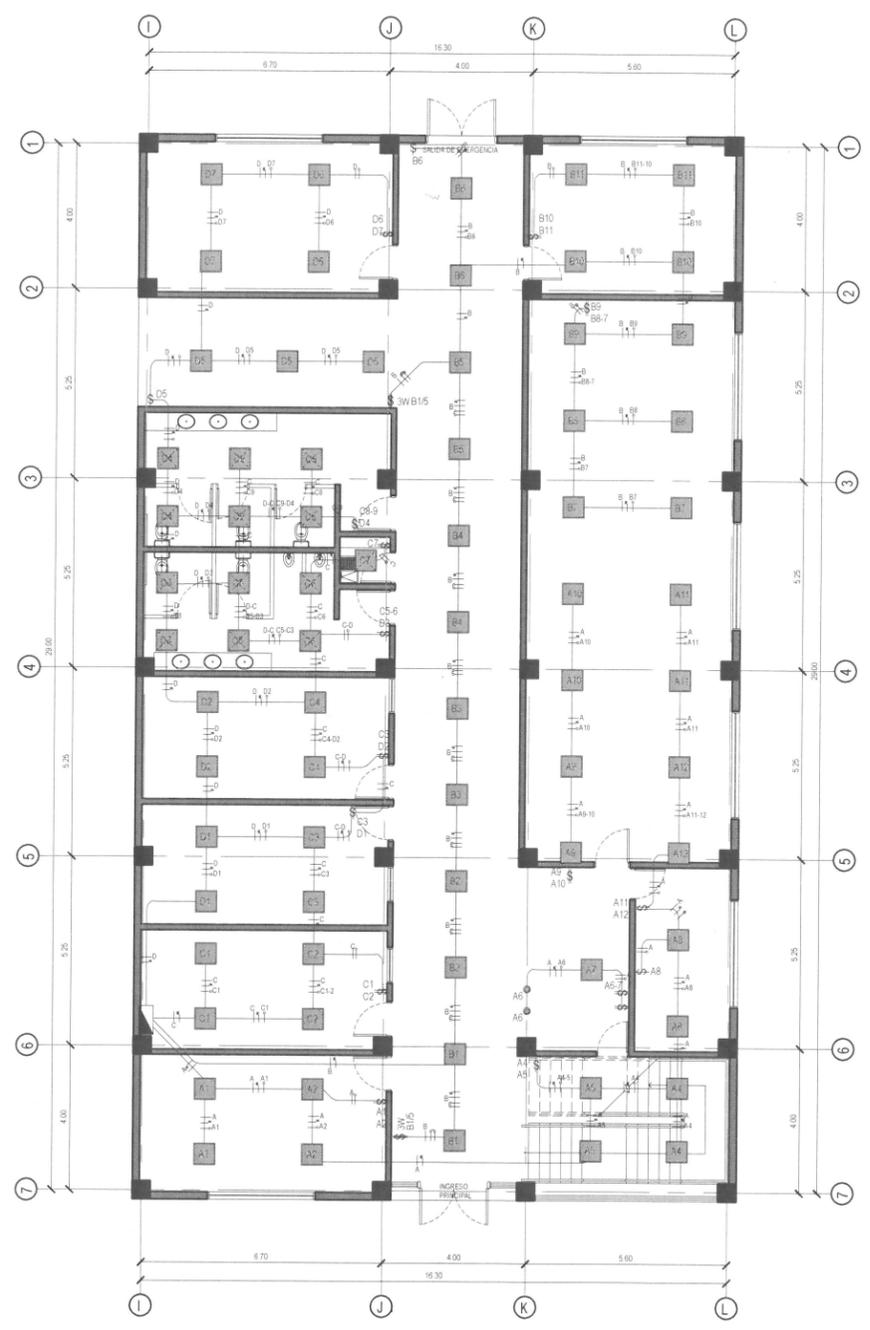
PLANTA INSTALACIONES ELECTRICAS - ILUMINACION  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO B ESC. 1:200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA	ESCALA: INDICADA
PLANO DE: PLANTA INSTALACIONES ELECTRICAS - ILUMINACION EDIFICIO B	REVISOR: ING. CHRISTA CLASSON	DISEÑADOR: ING. JUAN MANUEL GARCIA
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA
FASE: <b>I</b>		HOJA: <b>09</b> / <b>13</b>

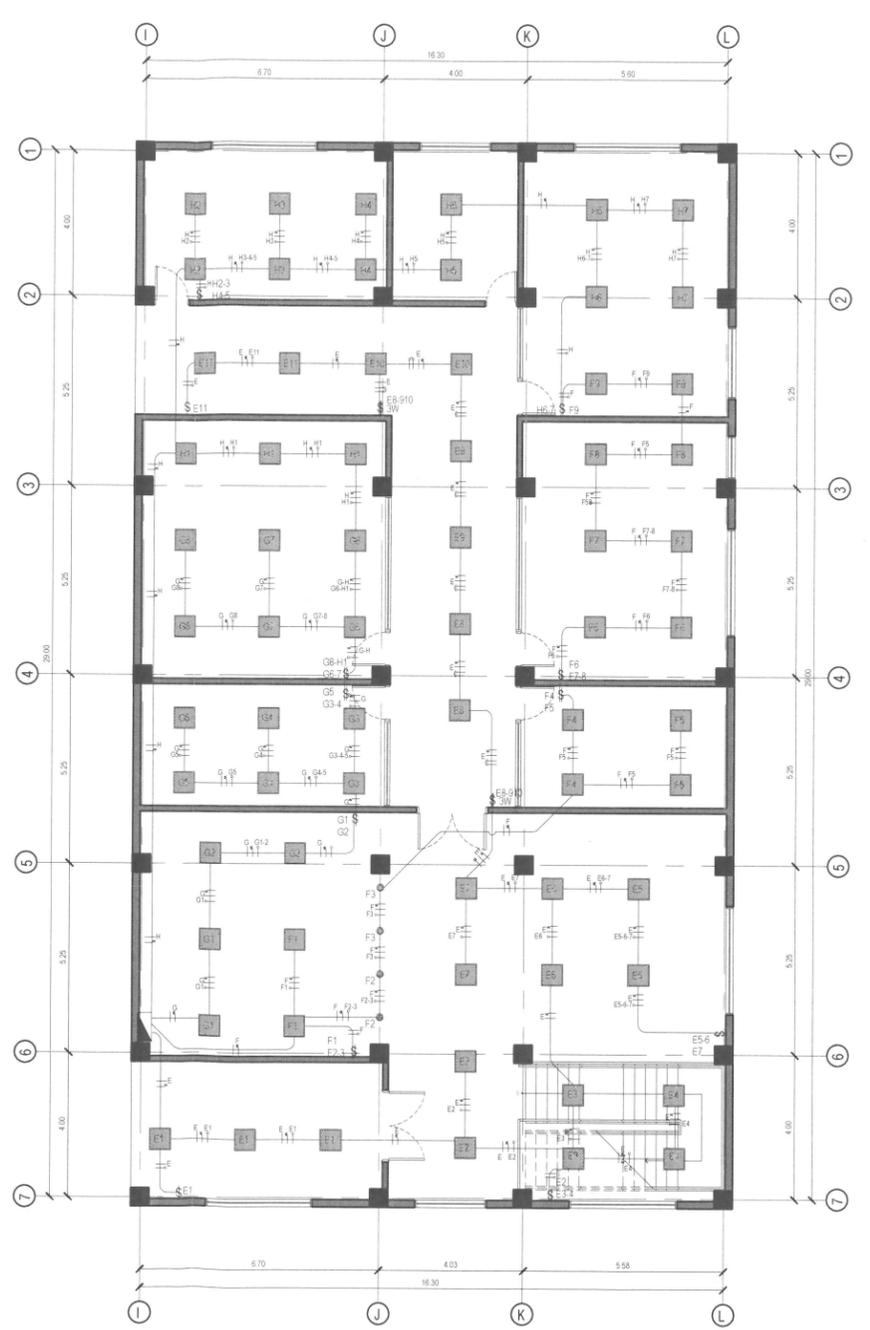


NOTAS

SIMBOLOGÍA INST. ELÉCTRICAS ILUMINACIÓN	
	CAJA SOCKET PARA CONTADOR
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
	ILUMINACIÓN EN CIELO 2X2 LED
	ILUMINACIÓN EN PARED
	ILUMINACIÓN EN CIELO TUBO LEED
	ILUMINACIÓN EN CIELO OJO DE BUEY
	ILUMINACIÓN REFLECTOR SIMPLE
	ILUMINACIÓN REFLECTOR DOBLE
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR THREE WAY
	CONDUCTOR POSITIVO
	CONDUCTOR NEUTRO
	CONDUCTOR RETORNO
	CONDUCTOR TIERRA FÍSICA
	CONDUCTOR PUENTE PARA THREE WAY
	TUBERÍA EN LOSA
	TUBERÍA EN PISO



PLANTA INSTALACIONES ELECTRICAS - ILUMINACION  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO C  
ESC. 1:200



PLANTA INSTALACIONES ELECTRICAS - ILUMINACION  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO C  
ESC. 1:200

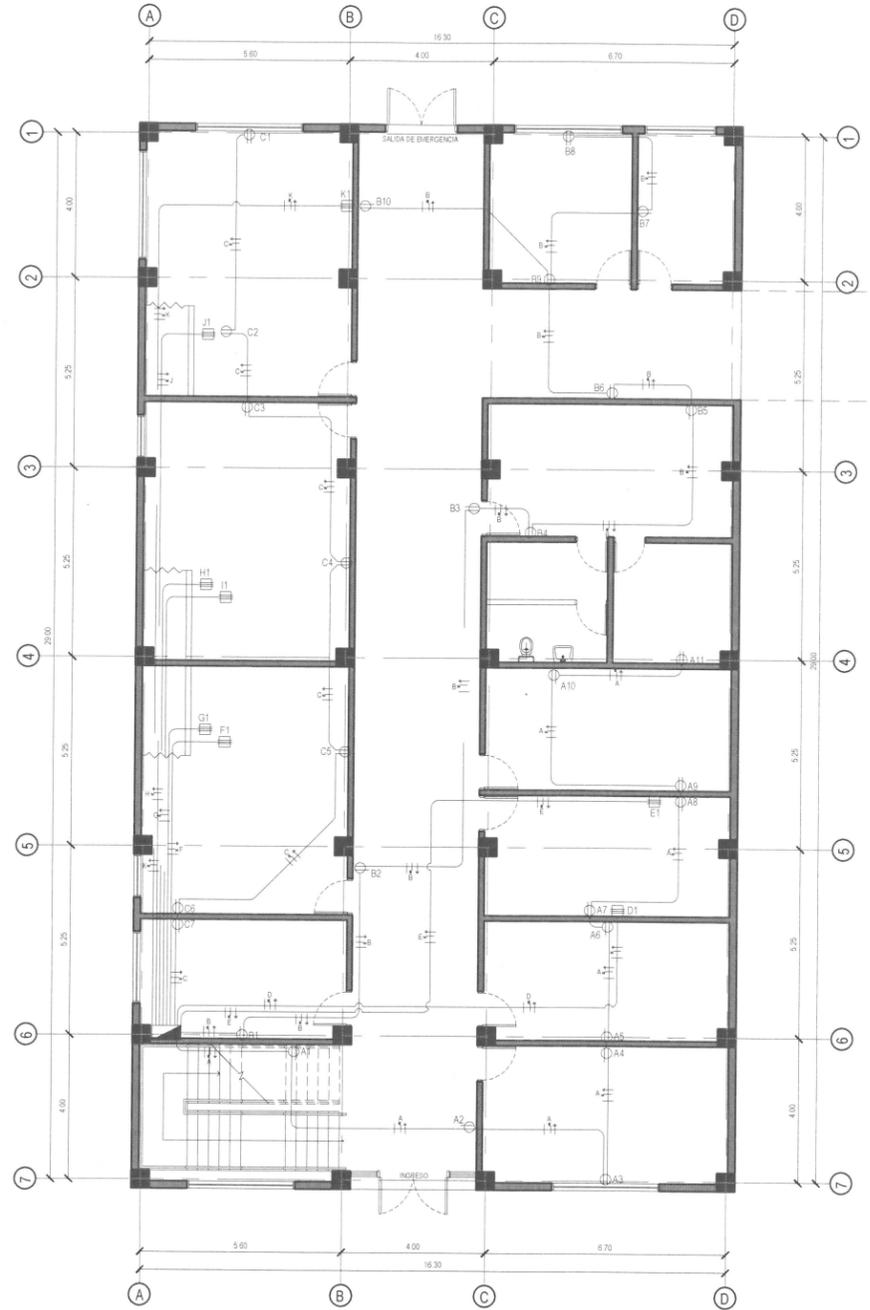
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA	ESCALA: INDICADA FECHA: 09 DE FEBRERO 2011
PLANO DE: PLANTA INSTALACIONES ELECTRICAS - ILUMINACION - EDIFICIO C	REVISOR: INGENIERA CHRISTA BLASBON	DISEÑO: DIBUJO: HOJA: 10 de 13
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA



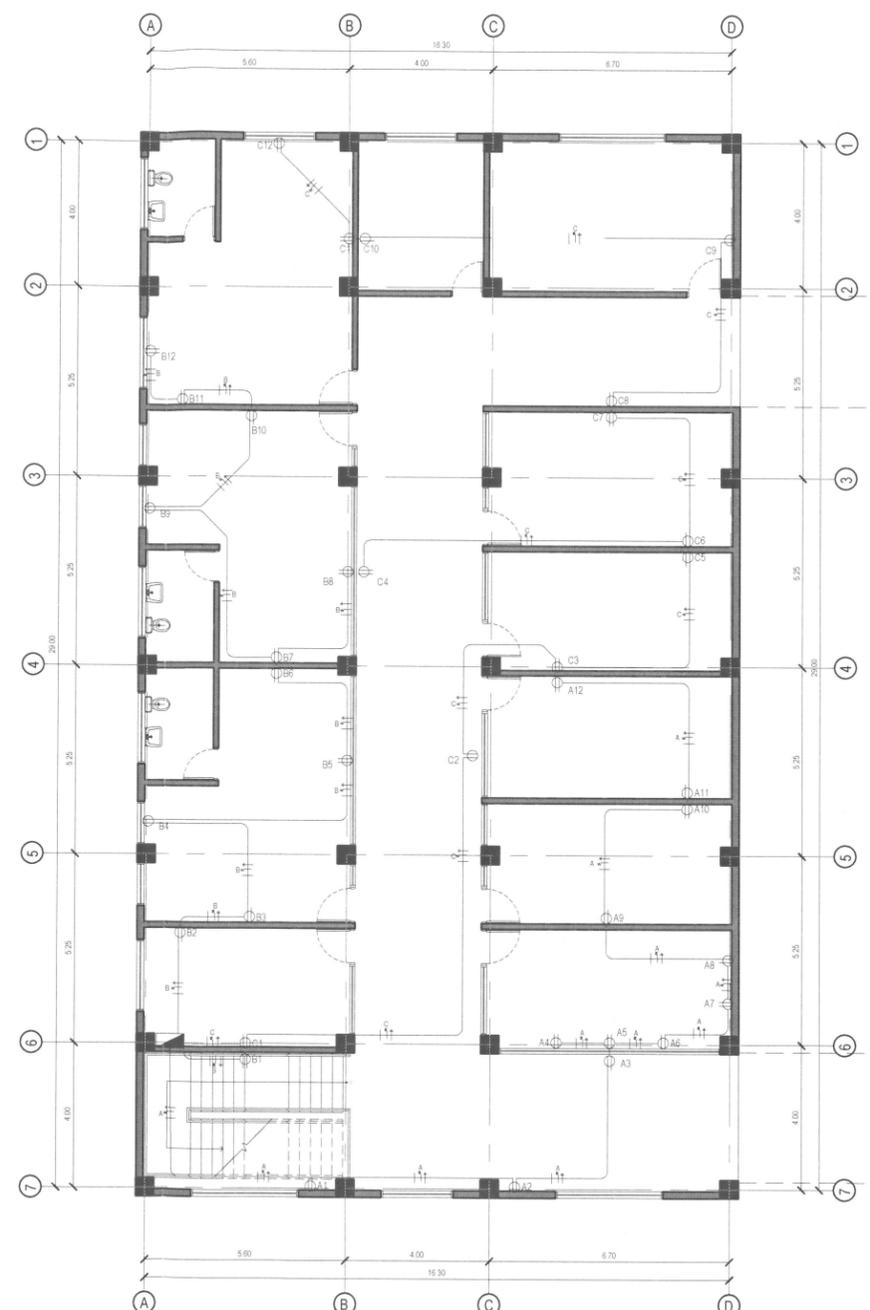
NOTAS:

SIMBOLOGÍA INST. ELÉCTRICAS ILUMINACIÓN	
	CAJA SOCKET PARA CONTADOR
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
	ILUMINACIÓN EN CIELO 2X2 LED
	ILUMINACIÓN EN PARED
	ILUMINACIÓN EN CIELO TUBO LEED
	ILUMINACIÓN EN CIELO OJO DE BUEY
	ILUMINACIÓN REFLECTOR SIMPLE
	ILUMINACIÓN REFLECTOR DOBLE
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR THREE WAY
	CONDUCTOR POSITIVO
	CONDUCTOR NEUTRO
	CONDUCTOR RETORNO
	CONDUCTOR TIERRA FÍSICA
	CONDUCTOR PUENTE PARA THREE WAY
	TUBERÍA EN LOSA
	TUBERÍA EN PISO

CODIGO DE COLORES		
COLOR	CALIBRE NOMINAL	USO ILUMINACION / FUERZA
ROJO	VER TABLERO	LINEA VIVA
NEGRO	VER TABLERO	LINEA VIVA
BLANCO	VER TABLERO	LINEA NEUTRA
AMARILLO	14	RETORNOS Y PUENTES
VERDE	14	TIERRA FÍSICA



**PLANTA INSTALACIONES ELECTRICAS - FUERZA**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO A  
ESC. 1:200



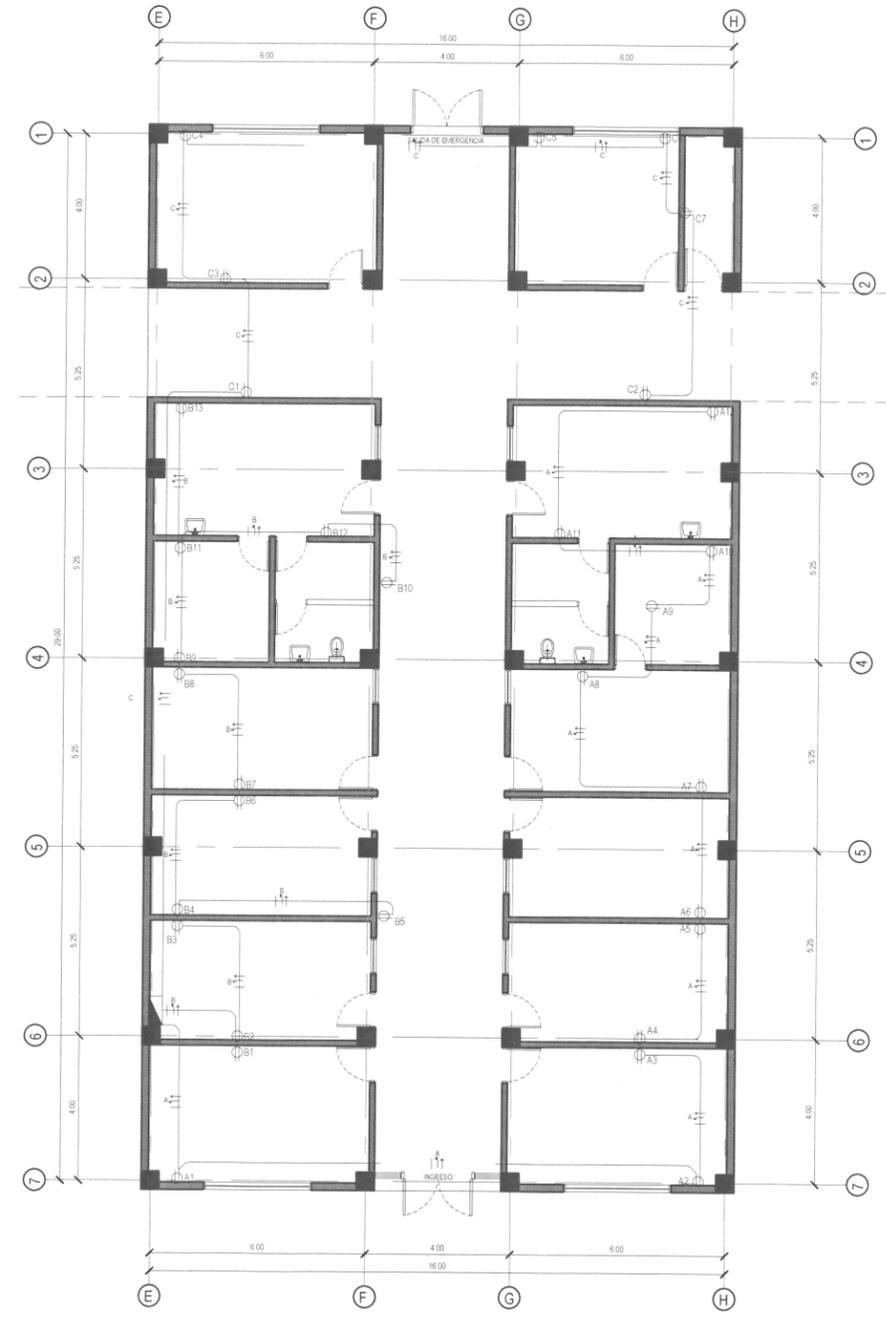
**PLANTA INSTALACIONES ELECTRICAS - FUERZA**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO A  
ESC. 1:200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA	ESCALA: INIDICADA
PLANO DE: PLANTA INSTALACIONES ELECTRICAS - FUERZA - EDIFICIO A	FECHA: 02/07/2018	REVISOR: INGA CRISTINA CLAYSON
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULÓ: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJÓ: JUAN MANUEL GARCIA
FASE: 1		HOJA: 11 de 13

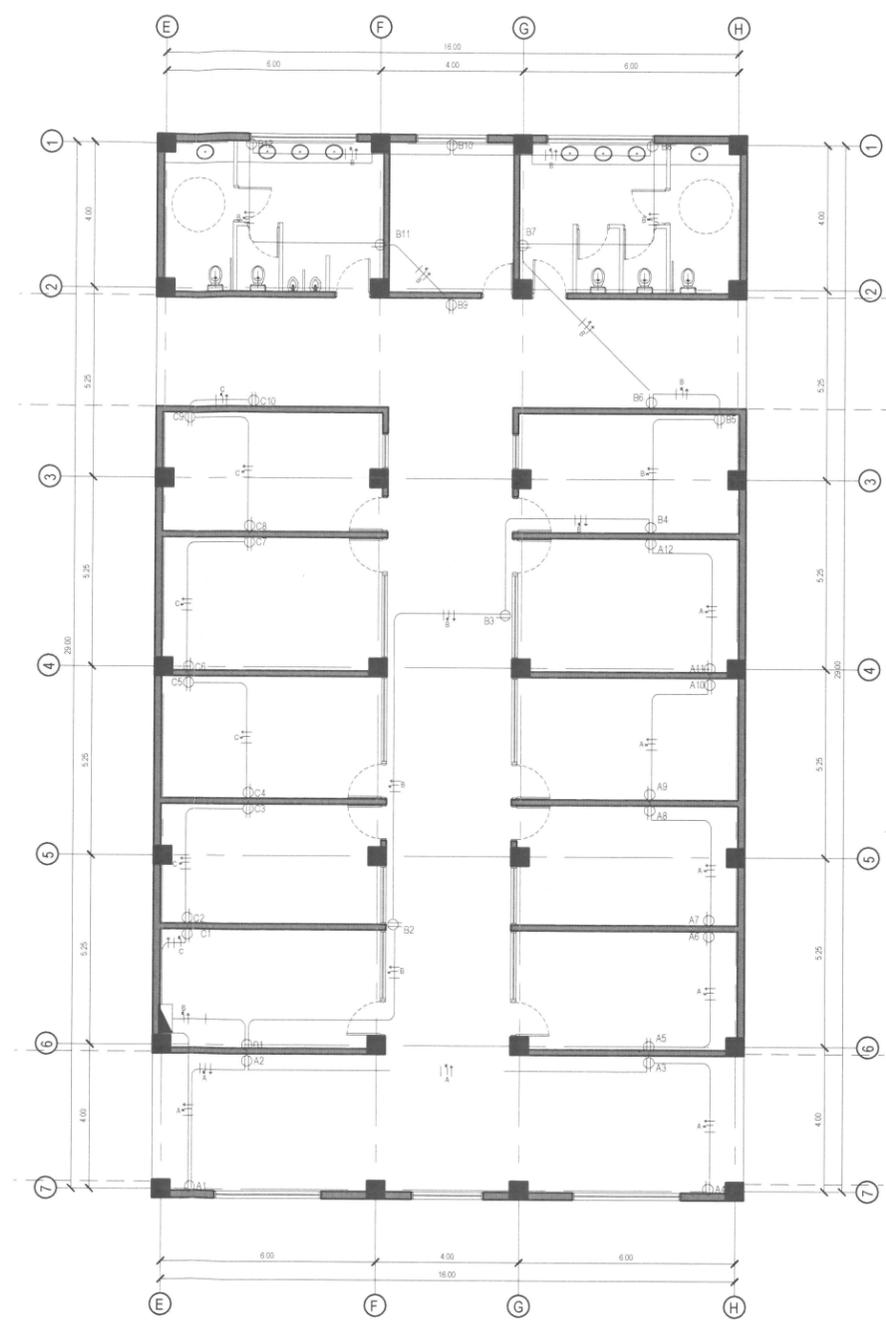


NOTAS

SIMBOLOGÍA INST. ELÉCTRICAS ILUMINACIÓN	
	CAJA SOCKET PARA CONTADOR
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
	ILUMINACIÓN EN CIELO 2X2 LED
	ILUMINACIÓN EN PARED
	ILUMINACIÓN EN CIELO TUBO LEED
	ILUMINACIÓN EN CIELO OJO DE BUEY
	ILUMINACIÓN REFLECTOR SIMPLE
	ILUMINACIÓN REFLECTOR DOBLE
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR THREE WAY
	CONDUCTOR POSITIVO
	CONDUCTOR NEUTRO
	CONDUCTOR RETORNO
	CONDUCTOR TIERRA FÍSICA
	CONDUCTOR PUENTE PARA THREE WAY
	TUBERÍA EN LOSA
	TUBERÍA EN PISO



**PLANTA INSTALACIONES ELECTRICAS - FUERZA**  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO B  
ESC. 1:200



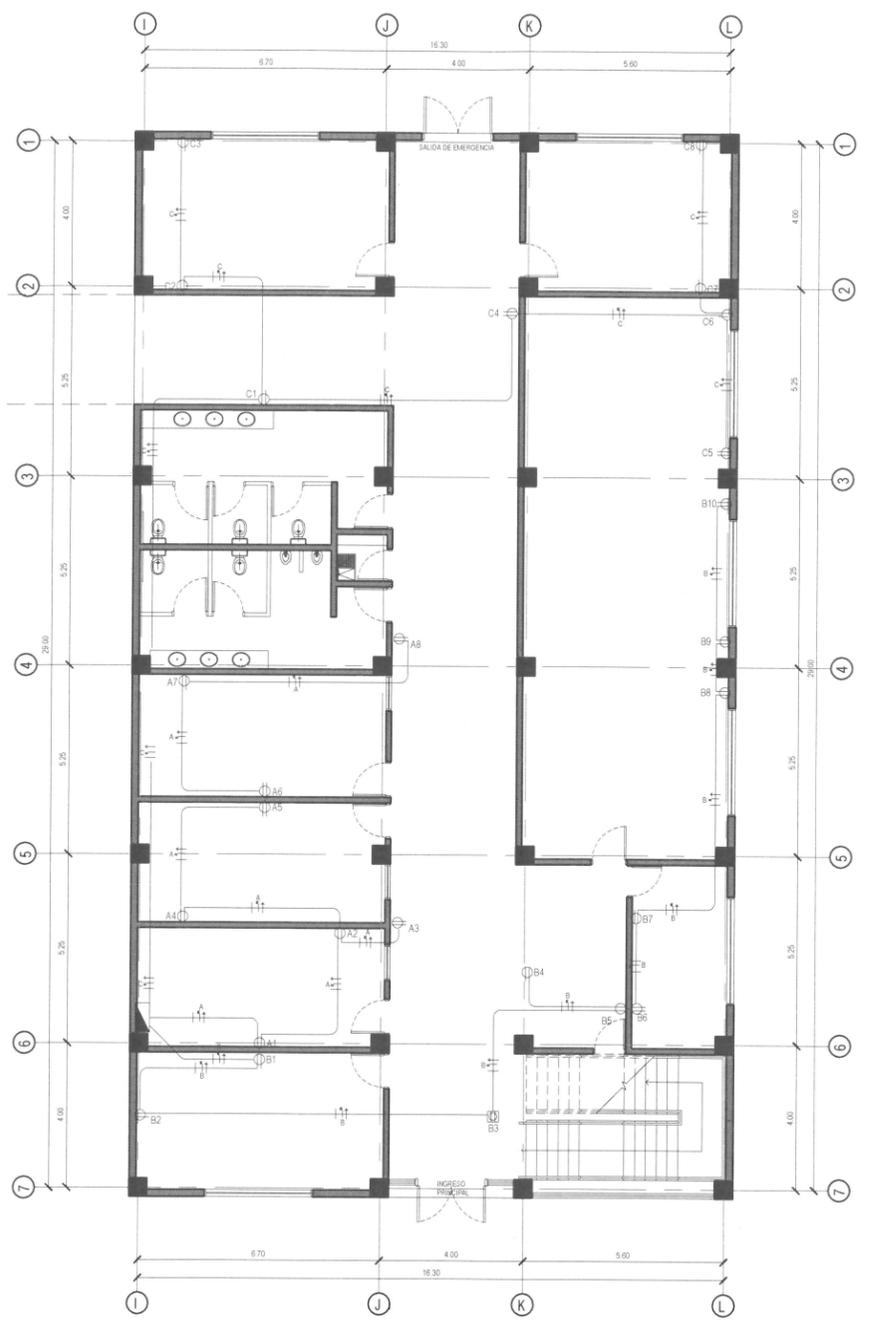
**PLANTA INSTALACIONES ELECTRICAS - FUERZA**  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO B  
ESC. 1:200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA	ESCALA: INDICADA ESCALA: 1:200
PLANO DE: PLANTA INSTALACIONES ELECTRICAS - FUERZA- EDIFICIO B	DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA

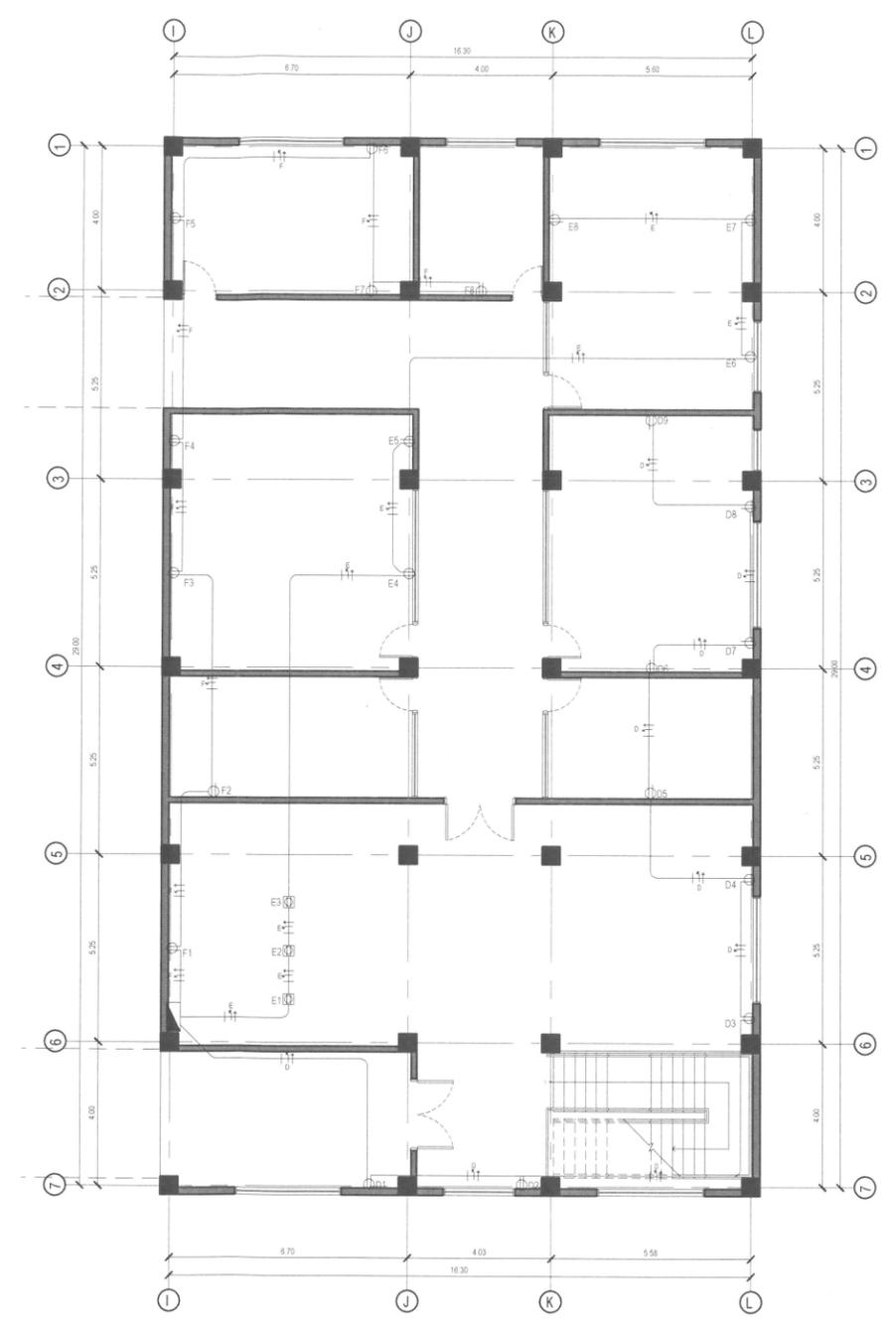


NOTAS:

SIMBOLOGÍA INST. ELÉCTRICAS ILUMINACIÓN	
	CAJA SOCKET PARA CONTADOR
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
	ILUMINACIÓN EN CIELO 2X2 LED
	ILUMINACIÓN EN PARED
	ILUMINACIÓN EN CIELO TUBO LEED
	ILUMINACIÓN EN CIELO OJO DE BUEY
	ILUMINACIÓN REFLECTOR SIMPLE
	ILUMINACIÓN REFLECTOR DOBLE
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR THREE WAY
	CONDUCTOR POSITIVO
	CONDUCTOR NEUTRO
	CONDUCTOR RETORNO
	CONDUCTOR TIERRA FÍSICA
	CONDUCTOR PUENTE PARA THREE WAY
	TUBERÍA EN LOSA
	TUBERÍA EN PISO



PLANTA INSTALACIONES ELECTRICAS - FUERZA  
PRIMER NIVEL - EDIFICIO C  
ESC. 1:200

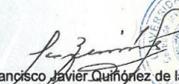


PLANTA INSTALACIONES ELECTRICAS - FUERZA  
SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO C  
ESC. 1:200

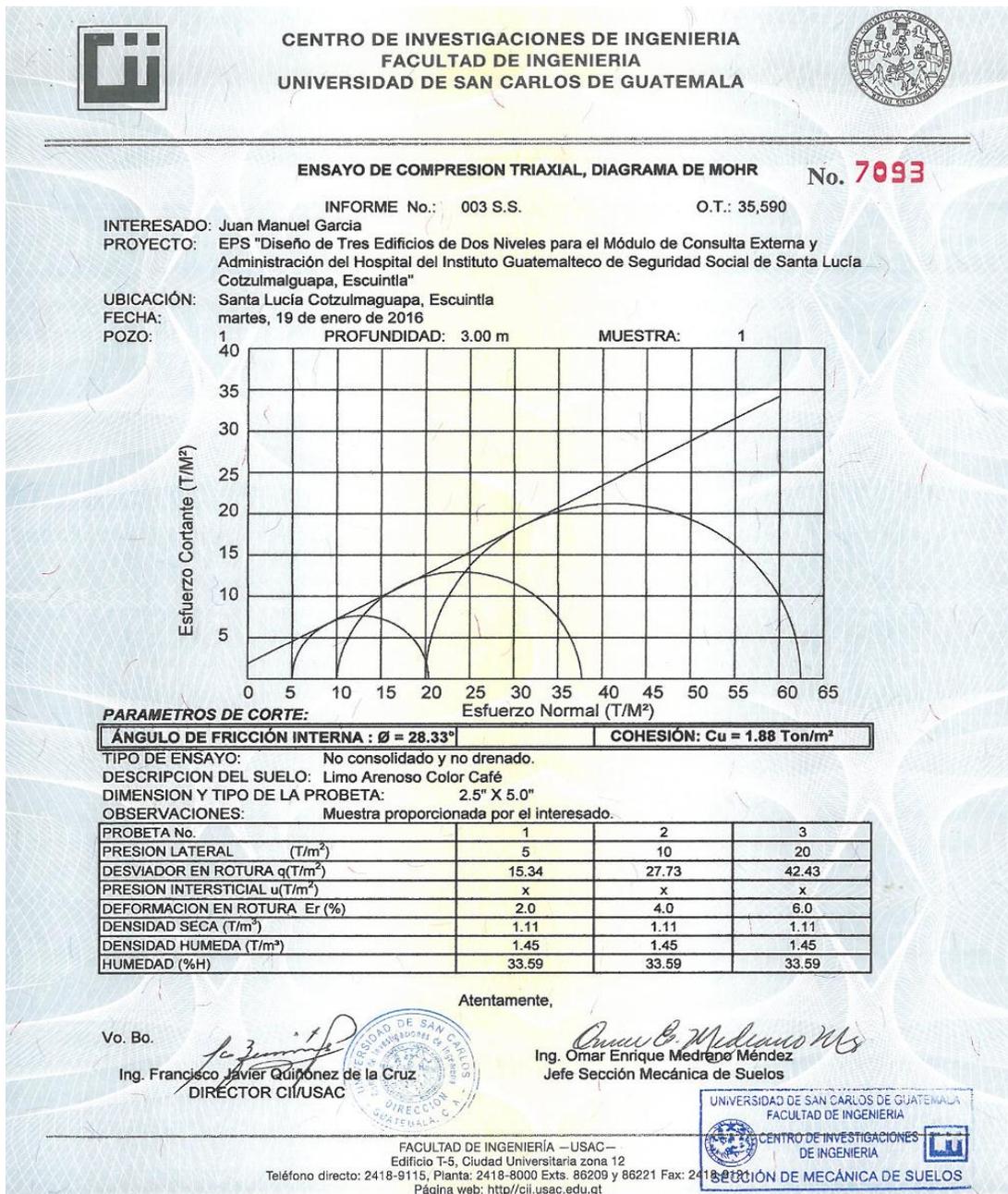
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
	PROYECTO: MODULO DE CONSULTA EXTERNA Y ADMINISTRACION DEL HOSPITAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL DE SANTA RITA LUCIA COTZUMALGUAPA		
PLANO DE: PLANTA INSTALACIONES ELECTRICAS - FUERZA- EDIFICIO C			REVISOR: INGA CHRISTA CLASSON
DISEÑO: JUAN MANUEL GARCIA	CALCULO: JUAN MANUEL GARCIA	DIBUJO: JUAN MANUEL GARCIA	FASE: I
			HOJA: 13 / 13

# ANEXOS

## Anexo 1. Estudio de suelos

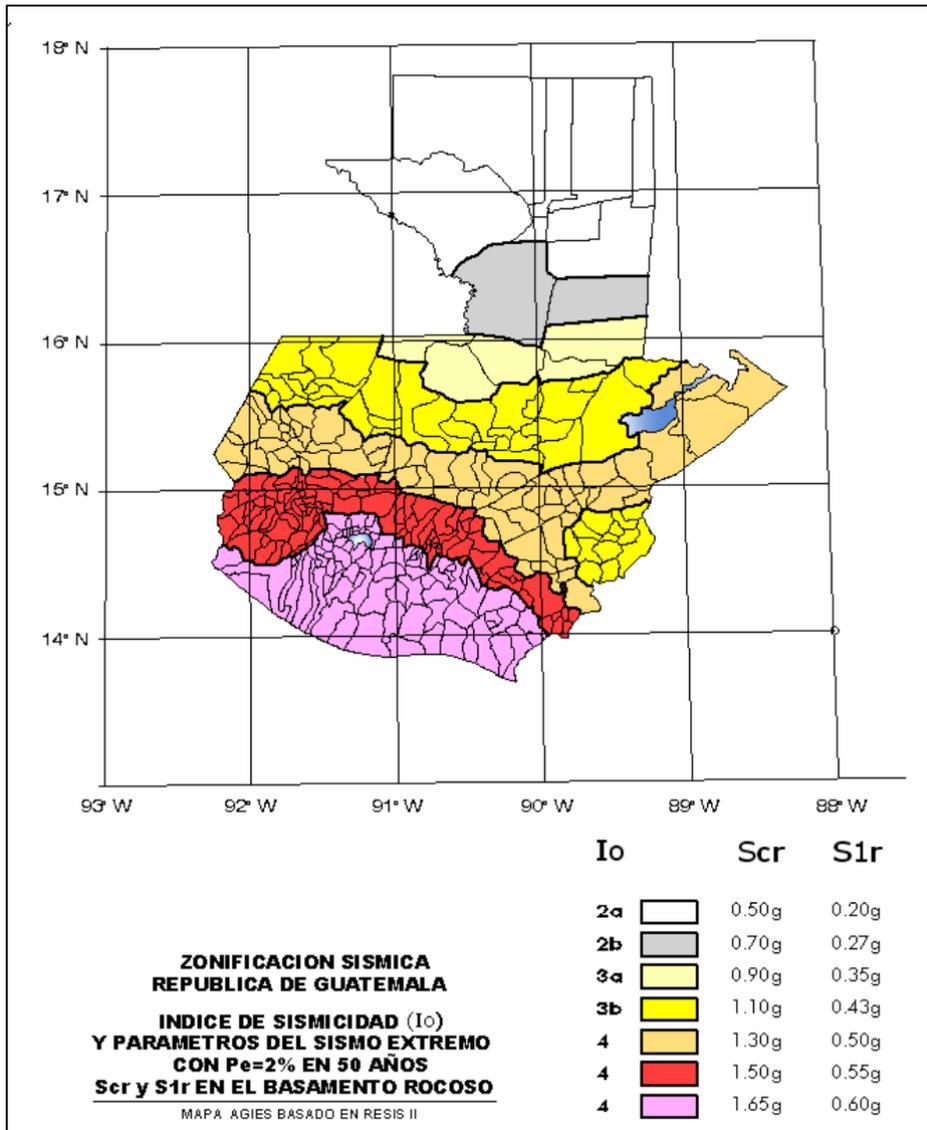
	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>													
INFORME No. 001 S.S.		O.T.: 35,590 No. <b>7091</b>												
Interesado:	Juan Manuel García													
Proyecto:	EPS "Diseño de Tres Edificios de Dos Niveles para el Módulo de Consulta Externa y Administración del Hospital del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla"													
Asunto:	ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG													
Norma:	AASHTO T-89 Y T-90													
Ubicación:	Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla													
FECHA:	martes, 19 de enero de 2016													
RESULTADOS:														
<table border="1"><thead><tr><th>ENSAYO No.</th><th>MUESTRA No.</th><th>L.L. (%)</th><th>I.P. (%)</th><th>CLASIFICACION *</th><th>DESCRIPCION DEL SUELO</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>1</td><td>N.P.</td><td>N.P.</td><td>ML</td><td>Limo Arenoso Color Café</td></tr></tbody></table>	ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO	1	1	N.P.	N.P.	ML	Limo Arenoso Color Café		
ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO									
1	1	N.P.	N.P.	ML	Limo Arenoso Color Café									
(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD														
Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado.														
Atentamente,														
Vo.Bo.	 Ing. Francisco Javier Quiñones de la Cruz DIRECTOR CII/USAC	  Ing. Omar Enrique Medrano Méndez Jefe Sección Mecánica de Suelos												
FACULTAD DE INGENIERÍA –USAC– Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Ext. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121 Página web: <a href="http://cii.usac.edu.gt">http://cii.usac.edu.gt</a>														

Continuación del anexo 1.





Anexo 2. **Zonificación sísmica para la República de Guatemala**



Fuente: Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de Infraestructura para la República de Guatemala. AGIES NSE 2-10 Demandas estructurales, condiciones de sitio y niveles de protección. 22 p.

Anexo 3. **Tablas de coeficientes para momentos de losas en dos sentidos**

**Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas\***

$M_{a,pos,dl} = C_{a,dl} w l_a^2$   
 donde w = carga muerta uniforme total  
 $M_{b,pos,dl} = C_{b,dl} w l_b^2$

Relación	Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9
$l_b$									
1.00	$C_{a,dl}$ 0.036 $C_{b,dl}$ 0.036	0.018 0.018	0.018 0.027	0.027 0.027	0.027 0.018	0.033 0.027	0.027 0.033	0.020 0.023	0.023 0.020
0.95	$C_{a,dl}$ 0.040 $C_{b,dl}$ 0.033	0.020 0.016	0.021 0.025	0.030 0.024	0.028 0.015	0.036 0.024	0.031 0.031	0.022 0.021	0.024 0.017
0.90	$C_{a,dl}$ 0.045 $C_{b,dl}$ 0.029	0.022 0.014	0.025 0.024	0.033 0.022	0.029 0.013	0.039 0.021	0.035 0.028	0.025 0.019	0.026 0.015
0.85	$C_{a,dl}$ 0.050 $C_{b,dl}$ 0.026	0.024 0.012	0.029 0.022	0.036 0.019	0.031 0.011	0.042 0.017	0.040 0.025	0.029 0.017	0.028 0.013
0.80	$C_{a,dl}$ 0.056 $C_{b,dl}$ 0.023	0.026 0.011	0.034 0.020	0.039 0.016	0.032 0.009	0.045 0.015	0.045 0.022	0.032 0.015	0.029 0.010
0.75	$C_{a,dl}$ 0.061 $C_{b,dl}$ 0.019	0.028 0.009	0.040 0.018	0.043 0.013	0.033 0.007	0.048 0.012	0.051 0.020	0.036 0.013	0.031 0.007
0.70	$C_{a,dl}$ 0.068 $C_{b,dl}$ 0.016	0.030 0.007	0.046 0.016	0.046 0.011	0.035 0.005	0.051 0.009	0.058 0.017	0.040 0.011	0.033 0.006
0.65	$C_{a,dl}$ 0.074 $C_{b,dl}$ 0.013	0.032 0.006	0.054 0.014	0.050 0.009	0.036 0.004	0.054 0.007	0.065 0.014	0.044 0.009	0.034 0.005
0.60	$C_{a,dl}$ 0.081 $C_{b,dl}$ 0.010	0.034 0.004	0.062 0.011	0.053 0.007	0.037 0.003	0.056 0.006	0.073 0.012	0.048 0.007	0.036 0.004
0.55	$C_{a,dl}$ 0.088 $C_{b,dl}$ 0.008	0.035 0.003	0.071 0.009	0.056 0.005	0.038 0.002	0.058 0.004	0.081 0.009	0.052 0.005	0.037 0.003
0.50	$C_{a,dl}$ 0.095 $C_{b,dl}$ 0.006	0.037 0.002	0.080 0.007	0.059 0.004	0.039 0.001	0.061 0.003	0.089 0.007	0.056 0.004	0.038 0.002

\* Un borde **achurado** indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia **torsional** es despreciable.

Continuación del anexo 3.

**Coefficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas''**

$$M_{a, pos, dl} = C_{a, dl} w l_a^2$$

donde w = carga muerta uniforme total

$$M_{b, pos, dl} = C_{b, dl} w l_b^2$$

Relación	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9	
$l_b$										
1.00	$C_{a, dl}$ 0.036	0.018	0.018	0.027	0.027	0.033	0.027	0.020	0.023	
	$C_{b, dl}$ 0.036	0.018	0.027	0.027	0.018	0.027	0.033	0.023	0.020	
0.95	$C_{a, dl}$ 0.040	0.020	0.021	0.030	0.028	0.036	0.031	0.022	0.024	
	$C_{b, dl}$ 0.033	0.016	0.025	0.024	0.015	0.024	0.031	0.021	0.017	
0.90	$C_{a, dl}$ 0.045	0.022	0.025	0.033	0.029	0.039	0.035	0.025	0.026	
	$C_{b, dl}$ 0.029	0.014	0.024	0.022	0.013	0.021	0.028	0.019	0.015	
0.85	$C_{a, dl}$ 0.050	0.024	0.029	0.036	0.031	0.042	0.040	0.029	0.028	
	$C_{b, dl}$ 0.026	0.012	0.022	0.019	0.011	0.017	0.025	0.017	0.013	
0.80	$C_{a, dl}$ 0.056	0.026	0.034	0.039	0.032	0.045	0.045	0.032	0.029	
	$C_{b, dl}$ 0.023	0.011	0.020	0.016	0.009	0.015	0.022	0.015	0.010	
0.75	$C_{a, dl}$ 0.061	0.028	0.040	0.043	0.033	0.048	0.051	0.036	0.031	
	$C_{b, dl}$ 0.019	0.009	0.018	0.013	0.007	0.012	0.020	0.013	0.007	
0.70	$C_{a, dl}$ 0.068	0.030	0.046	0.046	0.035	0.051	0.058	0.040	0.033	
	$C_{b, dl}$ 0.016	0.007	0.016	0.011	0.005	0.009	0.017	0.011	0.006	
0.65	$C_{a, dl}$ 0.074	0.032	0.054	0.050	0.036	0.054	0.065	0.044	0.034	
	$C_{b, dl}$ 0.013	0.006	0.014	0.009	0.004	0.007	0.014	0.009	0.005	
0.60	$C_{a, dl}$ 0.081	0.034	0.062	0.053	0.037	0.056	0.073	0.048	0.036	
	$C_{b, dl}$ 0.010	0.004	0.011	0.007	0.003	0.006	0.012	0.007	0.004	
0.55	$C_{a, dl}$ 0.088	0.035	0.071	0.056	0.038	0.058	0.081	0.052	0.037	
	$C_{b, dl}$ 0.008	0.003	0.009	0.005	0.002	0.004	0.009	0.005	0.003	
0.50	$C_{a, dl}$ 0.095	0.037	0.080	0.059	0.039	0.061	0.089	0.056	0.038	
	$C_{b, dl}$ 0.006	0.002	0.007	0.004	0.001	0.003	0.007	0.004	0.002	

\* Un borde **achurado** indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia **torsional** es despreciable.

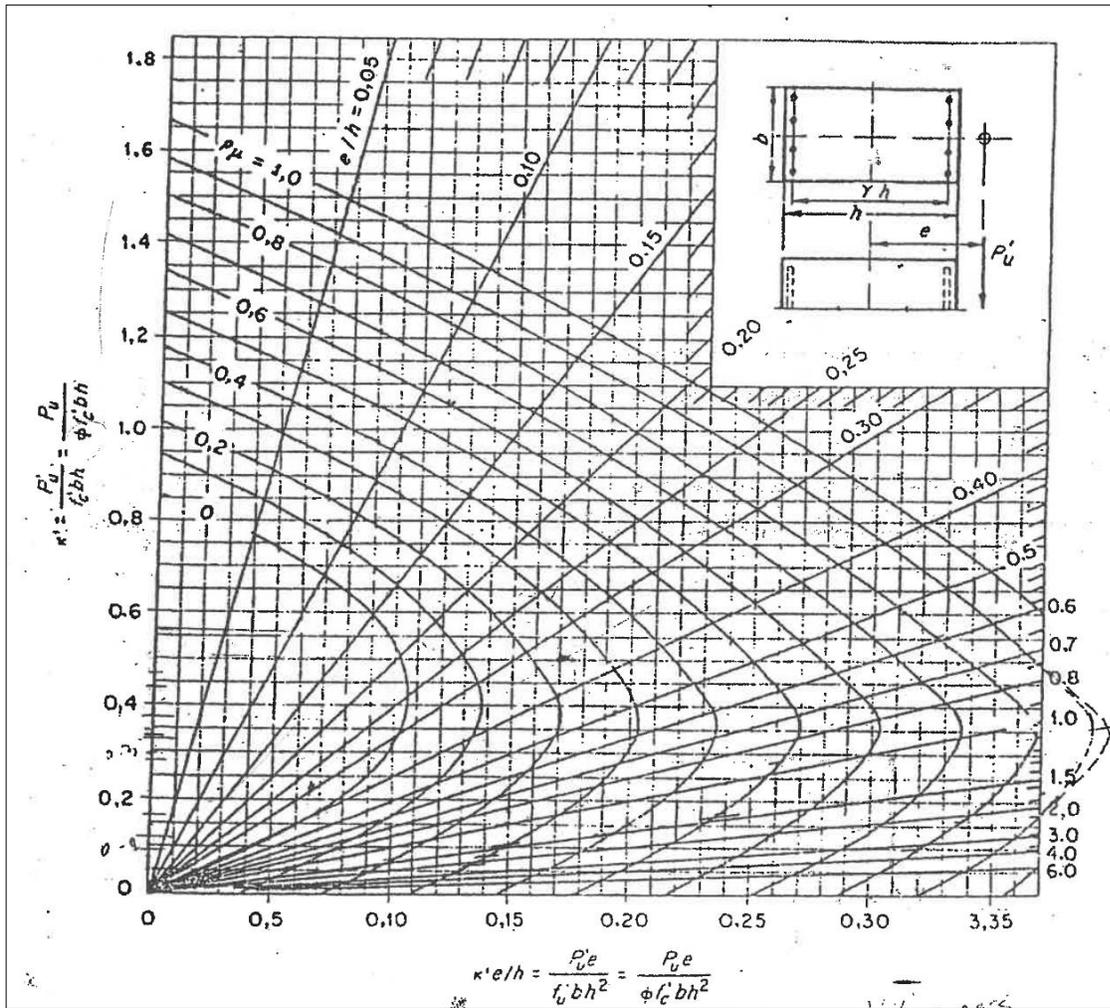
Continuación del anexo 3.

Coeficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas <sup>a</sup>									
$M_{a, pos, ll} = C_{a, ll} w l_a^2$ donde w = carga viva uniforme total $M_{b, pos, ll} = C_{b, ll} w l_b^2$									
Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	$C_{a, ll}$ 0.036	0.027	0.027	0.032	0.032	0.035	0.032	0.028	0.030
	$C_{b, ll}$ 0.036	0.027	0.032	0.032	0.027	0.032	0.035	0.030	0.028
0.95	$C_{a, ll}$ 0.040	0.030	0.031	0.035	0.034	0.038	0.036	0.031	0.032
	$C_{b, ll}$ 0.033	0.025	0.029	0.029	0.024	0.029	0.032	0.027	0.025
0.90	$C_{a, ll}$ 0.045	0.034	0.035	0.039	0.037	0.042	0.040	0.035	0.036
	$C_{b, ll}$ 0.029	0.022	0.027	0.026	0.021	0.025	0.029	0.024	0.022
0.85	$C_{a, ll}$ 0.050	0.037	0.040	0.043	0.041	0.046	0.045	0.040	0.039
	$C_{b, ll}$ 0.026	0.019	0.024	0.023	0.019	0.022	0.026	0.022	0.020
0.80	$C_{a, ll}$ 0.056	0.041	0.045	0.048	0.044	0.051	0.051	0.044	0.042
	$C_{b, ll}$ 0.023	0.017	0.022	0.020	0.016	0.019	0.023	0.019	0.017
0.75	$C_{a, ll}$ 0.061	0.045	0.051	0.052	0.047	0.055	0.056	0.049	0.046
	$C_{b, ll}$ 0.019	0.014	0.019	0.016	0.013	0.016	0.020	0.016	0.013
0.70	$C_{a, ll}$ 0.068	0.049	0.057	0.057	0.051	0.060	0.063	0.054	0.050
	$C_{b, ll}$ 0.016	0.012	0.016	0.014	0.011	0.013	0.017	0.014	0.011
0.65	$C_{a, ll}$ 0.074	0.053	0.064	0.062	0.055	0.064	0.070	0.059	0.054
	$C_{b, ll}$ 0.013	0.010	0.014	0.011	0.009	0.010	0.014	0.011	0.009
0.60	$C_{a, ll}$ 0.081	0.058	0.071	0.067	0.059	0.068	0.077	0.065	0.059
	$C_{b, ll}$ 0.010	0.007	0.011	0.009	0.007	0.008	0.011	0.009	0.007
0.55	$C_{a, ll}$ 0.088	0.062	0.080	0.072	0.063	0.073	0.085	0.070	0.063
	$C_{b, ll}$ 0.008	0.006	0.009	0.007	0.005	0.006	0.009	0.007	0.006
0.50	$C_{a, ll}$ 0.095	0.066	0.088	0.077	0.067	0.078	0.092	0.076	0.067
	$C_{b, ll}$ 0.006	0.004	0.007	0.005	0.004	0.005	0.007	0.005	0.004

<sup>a</sup> Un borde **enchurado** indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde **sin marcas** indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: NILSON, Arthur. *Diseño de estructuras de concreto*. 380 p.

Anexo 4. Diagrama de Interacción para columna rectangular



Fuente: WINTER, George y NILSON, Arthur. *Proyecto de estructura de hormigón*.