



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

**DISEÑO DE CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES DENTRO DEL  
CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA**

**Mario David Contreras Mérida**

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, noviembre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES DENTRO DEL  
CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MARIO DAVID CONTRERAS MÉRIDA**

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

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

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **DISEÑO DE CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES DENTRO DEL CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha febrero de 2013.



**Mario David Contreras Mérida**



Guatemala, 18 de octubre de 2013  
Ref.EPS.DOC.1144.10.13

Ing. Juan Merck Cos  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Merck Cos.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Mario David Contreras Mérida** con carné No. **200818827**, de la Carrera de Ingeniería Civil, , procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DE CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Asesor-Supervisor de EPS

Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingeniería

ASRSOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS

Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo  
MAAO/ra



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

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

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



Guatemala,  
30 de octubre de 2013

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 CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Mario David Contreras Mérida, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 31 de octubre de 2013  
Ref.EPS.D.788.10.13

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

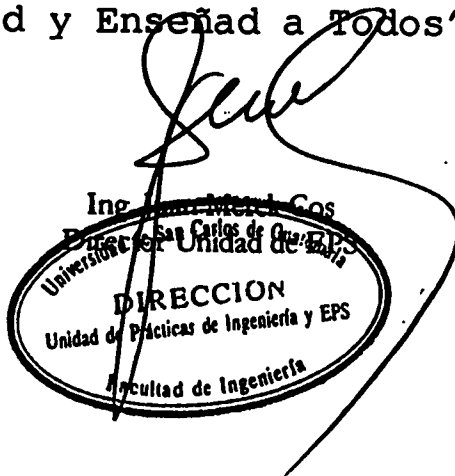
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Mario David Contreras Mérida**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"



JMC/ra

Universidad de San  
Carlos de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de Lingüística

Guatemala, 25 de noviembre de 2013  
Ling.11-18

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

Señor director:

Por este medio hago de su conocimiento que la Unidad de Lingüística hace una modificación al título del trabajo de graduación del estudiante **Mario David Contreras Mérida**, con número de carné: **2008-18827** el cual fue aprobado de acuerdo al protocolo como: **DISEÑO DE CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.**

La Unidad modifica el título del trabajo en virtud de que el mismo no está bien redactado y propone la siguiente forma: **DISEÑO DE CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES DENTRO DEL CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.**



  
Licenciada Rosa Amelia Gonzalez Dominguez  
Coordinadora de la Unidad de Lingüística

Cc. Archivo





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

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y del Coordinador de E.P.S. Ing. Juan Merck Cos, al trabajo de graduación del estudiante Mario David Contreras Mérida, titulado DISEÑO DE CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES DENTRO DEL CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

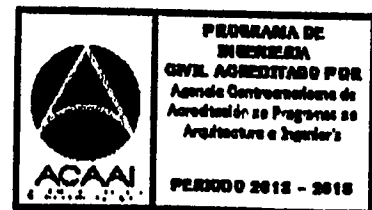
*Hugo Leonel Montenegro Franco*  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre 2013

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 842.2013

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 CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES DENTRO DEL CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA**, presentado por el estudiante universitario **Mario David Contreras Mérida**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 26 de noviembre de 2013

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por darme la vida y demostrarme su presencia amorosa en cada uno de los días de mi vida.
<b>Virgen María</b>	Por ser mi protección e intercesión por excelencia.
<b>Mis padres</b>	Mario René Contreras Urquizú y Tita Guadalupe Mérida de Contreras. Por su ejemplo de vida, amor y apoyo fundamental en todo momento.
<b>Mis hermanas</b>	Sara, Silvia, Débora y María Renee Contreras Mérida. Por ser luz en mi vida.
<b>Mi familia</b>	A los presentes y a los que me esperan. Por su apoyo, amor y consejos.
<b>Mis amigos</b>	Por acompañarme hoy, brindarme su amistad y compartir la felicidad.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por mi existir y por permitirme, junto a Él, lograr metas.
<b>Mis padres</b>	Por su apoyo, amor y guía.
<b>Mis amigos</b>	Por compartir, acompañarme y apoyarme en cada paso de mi vida.
<b>Ilse Lucía García Ortiz y familia</b>	Por ser una bendición en mi vida.
<b>Lic. Sandra Mérida</b>	Por su apoyo y amor incondicional.
<b>Lic. Ana Ruth Mérida</b>	Por ser ejemplo de amor y por su cariño.
<b>Ing. Manuel Arrivillaga</b>	Por su amistad y ayuda en esta etapa de mi vida.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi casa de estudios y permitirme alcanzar mis metas.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por la formación profesional brindada.



## 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. Descripción geográfica y demográfica Santa Catarina Mita Jutiapa .....	1
1.2. Ubicación geográfica y subregionalización municipal .....	1
1.2.1. Estructura espacial .....	2
1.2.2. Subregionalización municipal .....	5
1.3. Demografía .....	7
1.3.1. Población .....	7
1.3.1.1. Densidad poblacional .....	9
1.3.1.2. Población por edad .....	10
1.4. Historia, cultura e identidad .....	11
1.4.1. Historia .....	11
1.4.2. Cultura .....	12
1.4.3. Religión .....	13
1.4.4. Recreación .....	13
1.5. Dimensión social .....	14
1.5.1. Educación .....	15
1.6. Dimensión ambiental .....	17

1.7.	Dimensión económica .....	19
1.8.	Dimensión organización territorial .....	21
2.	DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES, DENTRO DEL CASCO URBANO .....	25
2.1.	Descripción del proyecto .....	25
2.2.	Estudio topográfico .....	25
2.3.	Estudio de suelo.....	27
2.3.1.	Métodos directos .....	27
2.3.1.1.	Análisis de límites de Atterberg.....	27
2.3.1.2.	Análisis granulométrico .....	28
2.3.1.3.	Análisis de compresión triaxial.....	28
2.3.2.	Análisis de resultados.....	29
2.4.	Diseño arquitectónico.....	29
2.4.1.	Distribución espacial .....	30
2.4.2.	Fachadas y cotas .....	30
2.4.3.	Sistema estructural propuesto .....	32
2.5.	Análisis estructural .....	32
2.5.1.	Predimensionamiento .....	32
2.5.1.1.	Distribución de cargas .....	36
2.5.1.1.1.	Cargas gravitacionales....	37
2.5.1.1.2.	Cargas horizontales .....	48
2.5.1.2.	Áreas tributarias.....	54
2.5.2.	Análisis mediante método numérico Kani y por ETABS .....	55
2.5.2.1.	Análisis de marco mediante método numérico Kani .....	56
2.5.2.1.1.	Carga muerta.....	64
2.5.2.1.2.	Carga viva.....	68



	2.5.2.2.	Análisis mediante ETABS .....	73
	2.5.2.3.	Comparación de resultados.....	76
2.5.3.		Integración de cargas de diseño .....	79
	2.5.3.1.	Carga viva.....	79
	2.5.3.2.	Carga muerta .....	87
	2.5.3.3.	Carga por sismo.....	96
	2.5.3.4.	Sobre carga .....	111
	2.5.3.5.	Envolvente de momentos .....	120
	2.5.3.6.	Diagrama de corte último .....	123
	2.5.3.7.	Diagrama de momento último .....	124
2.6.		Diseño estructural.....	126
	2.6.1.	Diseño de cimentaciones .....	126
		2.6.1.1. Corte por punzonamiento.....	130
		2.6.1.2. Corte directo.....	131
	2.6.2.	Diseño de vigas .....	146
	2.6.3.	Diseño de columnas .....	153
	2.6.4.	Diseño de losas .....	160
	2.6.5.	Diseño de gradas.....	162
2.7.		Diseño de instalaciones .....	169
	2.7.1.	Agua potable.....	169
	2.7.2.	Drenaje sanitario.....	171
	2.7.3.	Drenaje pluvial .....	172
	2.7.4.	Instalación eléctrica iluminación.....	174
	2.7.5.	Instalación eléctrica fuerza.....	177
2.8.		Planos constructivos.....	178
2.9.		Presupuesto .....	178
2.10.		Cronograma.....	181
2.11.		Evaluación ambiental.....	182
2.12.		Evaluación socioeconómica.....	185

CONCLUSIONES ..... 187  
RECOMENDACIONES ..... 189  
BIBLIOGRAFÍA ..... 191  
APÉNDICES ..... 193  
ANEXOS ..... 225

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa de ubicación Santa Catarina Mita .....	2
2.	Regiones municipales .....	5
3.	Crecimiento poblacional .....	8
4.	Población por residencia .....	8
5.	Población por etnia .....	9
6.	Pirámide poblacional .....	10
7.	Dimensión ambiental .....	19
8.	Dimensión económica .....	21
9.	Organigrama municipal .....	22
10.	Ubicación terreno .....	26
11.	Planta de distribución Centro de Estudios Superiores .....	31
12.	Altura mínima de viga .....	34
13.	Sección de viga .....	35
14.	Sección columna principal .....	35
15.	Sección columna secundaria .....	36
16.	Armadura Fink-abanico .....	45
17.	Modelo matemático cargas actuantes eje H .....	54
18.	Área tributaria viga eje H .....	55
19.	Esquema de orden de iteraciones eje H .....	57
20.	Distribución de carga muerta eje H .....	58
21.	Distribución de carga viva eje H .....	58
22.	Esquema de modelado de marco eje H .....	73
23.	Asignación de carga muerta eje H .....	73

24.	Asignación de carga viva eje H.....	74
25.	Deformada 3d carga muerta eje H.....	74
26.	Deformada 3d carga viva eje H .....	74
27.	Diagrama de corte último estructura 1 .....	123
28.	Diagrama de corte último estructura 2 .....	124
29.	Diagrama de momento último vigas y columnas estructura 1 .....	125
30.	Diagrama de momento último vigas y columnas estructura 2 .....	125
31.	Diagrama de falla por corte punzonante .....	130
32.	Diagrama de falla por corte local y general.....	132
33.	Detalle armado de zapatas .....	134
34.	Detalle armado de zapatas excéntricas .....	140
35.	Detalle armado de zapatas combinadas.....	145
36.	Diagramas viga 1-2 eje H .....	146
37.	Sección viga .....	152
38.	Detalle armado de vigas .....	152
39.	Detalle armado de columna principal.....	159
40.	Detalle armado de columna secundaria.....	159
41.	Sección de losa vigueta y bovedilla .....	162
42.	Sección de gradas típica .....	167
43.	Sección gradas con desnivel .....	168

## TABLAS

I.	Aldeas y distancia hacia cabecera municipal .....	3
II.	Caseríos y distancia hacia cabecera municipal.....	4
III.	Fincas y distancia hacia cabecera municipal .....	5
IV.	Comunidades por región.....	6
V.	Infraestructura educativa .....	15
VI.	Estudiantes por sexo .....	16

VII.	Libreta topográfica final .....	26
VIII.	Rigidez vigas y columnas .....	59
IX.	Factores de giro .....	60
X.	Momento de empotramiento carga muerta .....	63
XI.	Momento de empotramiento carga viva.....	64
XII.	Diagrama de iteraciones carga muerta .....	65
XIII.	Momento final carga muerta .....	67
XIV.	Diagrama de iteraciones carga viva.....	69
XV.	Momento final carga viva.....	71
XVI.	Momento final carga muerta .....	75
XVII.	Momento final carga viva.....	76
XVIII.	Comparación de resultados carga muerta .....	77
XIX.	Comparación de resultados carga viva.....	78
XX.	Distribución de carga viva primer nivel .....	80
XXI.	Distribución de carga viva segundo nivel.....	84
XXII.	Distribución de carga muerta primer nivel.....	88
XXIII.	Distribución de carga muerta segundo nivel .....	92
XXIV.	Rigidez de marcos primer nivel .....	97
XXV.	Rigidez de marcos segundo nivel .....	98
XXVI.	Rigidez y coordenadas de marcos X primer nivel .....	99
XXVII.	Rigidez y coordenadas de marcos Y primer nivel .....	99
XXVIII.	Rigidez y coordenadas de marcos Y segundo nivel .....	100
XXIX.	Rigidez y coordenadas de marcos X segundo nivel .....	100
XXX.	Fuerza sísmica por nivel.....	103
XXXI.	Cortantes directos primer nivel .....	106
XXXII.	Cortantes directos segundo nivel.....	108
XXXIII.	Fuerzas sísmicas de diseño .....	110
XXXIV.	Distribución de sobre carga primer nivel.....	112
XXXV.	Distribución de sobre carga segundo nivel .....	116

XXXVI.	Envolvente de momentos eje H .....	121
XXXVII.	Propiedades de Joist en entepiso.....	160
XXXVIII.	Unidades de gasto y caudal .....	170
XXXIX.	Unidades de descarga.....	171
XL.	Diámetro de colector .....	172
XLI.	Niveles de iluminación .....	175
XLII.	Corriente y potencia de acuerdo a calibre cable AWG.....	177
XLIII.	Presupuesto del Centro de Estudios Superiores.....	179
XLIV.	Cronograma de actividades .....	181

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
@	A cada, cierta distancia
hn	Altura del edificio sobre la base, m
h	Altura del nivel, m
B	Ancho de viga T
bw	Ancho del alma de viga T
b	Ancho del elemento en sección
A	Área m <sup>2</sup> , cm <sup>2</sup> , km <sup>2</sup> , vrs <sup>2</sup>
As	Área de acero de refuerzo, cm <sup>2</sup>
Asmáx	Área de acero máximo, cm <sup>2</sup>
Asmín	Área de acero mínimo, cm <sup>2</sup>
Astemp	Área de acero por temperatura, cm <sup>2</sup>
Ag	Área gruesa, área total de la sección, cm <sup>2</sup>
Av	Área transversal de varilla, cm <sup>2</sup>
Az	Área zapata, m <sup>2</sup>
P	Carga aplicada a la columna, kg
P'o	Carga axial de resistencia de la columna, Ton
PCR	Carga crítica de pandeo de Euler, kg
P'xo	Carga de resistencia de columna a una excentricidad ex, Ton
P'oy	Carga de resistencia de columna a una excentricidad ey, Ton
P'u	Carga de resistencia de la columna, kg
D, CM	Carga muerta, kg

<b>Qadm</b>	Carga admisible del suelo, Ton/m <sup>2</sup>
<b>E,</b>	Carga por sismo, kg
<b>qu</b>	Carga última soportada por el suelo, Ton/m <sup>2</sup>
<b>L, CV</b>	Carga viva, kg
<b>Q</b>	Caudal, m <sup>3</sup> /s
<b>cms</b>	Centímetros
<b>n</b>	Coefficiente de rugosidad de tubería
<b>c</b>	Coefficiente para momento en losas
<b>Cs</b>	Coefficiente sísmico de diseño
<b>C</b>	Cohesión del suelo, Ton/m <sup>2</sup>
<b>I</b>	Corriente, amperios
<b>Vb</b>	Corte basal, Ton
<b>Vmáx</b>	Corte máximo actuante, kg
<b>V</b>	Cortante, kg
<b>Sa</b>	Demanda de diseño para una estructura, meseta del espectro
<b>D, dv, Ø</b>	Diámetro
<b>a</b>	Distancia a la que se intercepta la resultante de la carga con la base del estribo, m
<b>di</b>	Distancia del centro de rigidez al eje del marco rígido considerado, m
<b>E</b>	Esbeltez
<b>S</b>	Espaciamiento del acero de refuerzo, cm
<b>e</b>	Excentricidad extrema en compresión al centroide del refuerzo en tensión, m
<b>Fcu</b>	Factor de carga última
<b>βd</b>	Factor de flujo plástico, columna
<b>μ</b>	Factor de giro
<b>k</b>	Factor de longitud efectiva



$\phi$	Factor de reducción
R	Factor genérico de reducción de respuesta sísmica
F <sub>x</sub>	Fuerza por nivel, en el nivel i, Ton
Q <sub>neta</sub>	Fuerza neta sobre el suelo, Ton
km	Kilómetro
$\pi$	Letra phi, equivalente a 3,141592
lb	Libras
l/s	Litros por segundo
L <sub>o</sub>	Longitud de confinamiento de estribos, m
L <sub>d</sub>	Longitud de desarrollo, mm
L <sub>u</sub>	Longitud libre de acero, m
$\delta$	Magnificador de momentos
PVC	Material a base de cloruro de polivinilo
C <sub>b</sub>	Menor valor entre el recubrimiento lateral y la barra
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
m <sup>3</sup> /s	Metro cúbico por segundo
m	Metro lineal
m/s	Metros por segundo
K <sub>tr</sub>	Mitad del espaciamiento entre barras
E <sub>s</sub>	Módulo de elasticidad del acero , kg/cm <sup>2</sup>
E <sub>c</sub>	Módulo de elasticidad del concreto, kg/cm <sup>2</sup>
E	Módulo de elasticidad del material
M	Momento. Kg-m, Ton-m
M <sub>b</sub>	Momento balanceado
M <sub>d</sub>	Momento de diseño (magnificado)
M' <sub>t</sub>	Momento efectivo de trabajo
MCM	Momento inducido por la carga muerta
MCV	Momento inducido por la carga viva

<b>MS</b>	Momento inducido por la fuerza sísmica
<b>Lg</b>	Momento de inercia sección de columna, $\text{cm}^4$
<b>U</b>	Momento mayorado
<b>M(-)</b>	Momento negativo, kg-m
<b>M(+)</b>	Momento positivo, kg-m
<b>Mx</b>	Momento último actuando en el sentido X
<b>My</b>	Momento último actuando en el sentido Y
<b>S</b>	Pendiente, %
<b>t'</b>	Peralte de losa, m
<b>d</b>	Peralte efectivo del elemento en sección, distancia desde la fibra, m
<b>Ws</b>	Peso de la edificación, Ton
<b>Y</b>	Peso específico del concreto, $\text{kg/m}^3$
<b>Ys</b>	Peso específico del suelo, $\text{Ton/m}^3$
<b>Pu</b>	Peso último, kg
<b>P</b>	Potencia, watts
<b>q</b>	Presión sobre el suelo, $\text{Ton/m}^2$
<b>qu</b>	Presión última sobre el suelo, $\text{Ton/m}^2$
<b>Q</b>	Quetzal (moneda)
<b>r</b>	Radio de giro, m
<b>K</b>	Rigidez del elemento, $\text{cm}^3$
<b>m</b>	Relación entre los claros de la losa a/b
<b>f'c</b>	Resistencia a la compresión del concreto, $\text{kg/cm}^2$
<b>fy</b>	Resistencia a fluencia del acero de refuerzo, $\text{kg/cm}^2$
<b>Vr</b>	Resistencia al esfuerzo cortante del concreto
<b>Ki</b>	Rigidez de un elemento, $\text{cm}^3$
$\Sigma$	Sumatoria
<b>vrs<sup>2</sup></b>	Varas cuadradas
<b>V</b>	Voltaje

## GLOSARIO

<b>AASHTO</b>	American Association of State Highway and Transportation Officials, Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y Transporte.
<b>ACI</b>	American Concrete Institute, Instituto Americano del Concreto, ACI 318S-08.
<b>Acero mínimo</b>	Acero de refuerzo necesario para soportar adecuadamente cargas en los elementos estructurales para resistir esfuerzos inducidos en los elementos estructurales.
<b>AGIES</b>	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
<b>Carga muerta</b>	Peso de todos los elementos permanentes en el edificio soportado por un elemento estructural durante su vida útil, incluyendo el propio.
<b>Carga viva</b>	Carga que se produce por el uso que se le da a la edificación y soportado por el elemento.
<b>CIE</b>	Commission Internationale de l'éclairage, Comisión Internacional de Iluminación.

<b>Columna esbelta</b>	Elemento estructural que resiste carga axial y esfuerzos flexionantes debido a la longitud del elemento en relación a su sección transversal.
<b>Excentricidad</b>	Resultado de que el centro de masa y el centro de gravedad no coincidan por lo que se generan esfuerzos adicionales por torsión en los elementos estructurales.
<b>FHA</b>	Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas, Guatemala.
<b>INSIVUMEH</b>	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala.
<b>MINEDUC</b>	Ministerio de Educación, Guatemala.
<b>MSPAS</b>	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala.
<b>NSE</b>	Norma de Seguridad Estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la República de Guatemala, AGIES.
<b>PDM</b>	Plan de Desarrollo Municipal, Santa Catarina Mita, Jutiapa, Guatemala.

<b>RCDF</b>	Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, México.
<b>Rumbo</b>	Ángulo horizontal que se forma con un meridiano de referencia, generalmente norte-sur.
<b>USIPE</b>	Programa de Formación Permanente de Maestros, Guatemala.
<b>UTM</b>	Universal Transverse Mercator, Sistemas de Coordenadas Universal Transversal de Mercator.



## RESUMEN

El municipio de Santa Catarina Mita, departamento de Jutiapa ha incrementado su desarrollo durante los últimos años, por la necesidad de una mejor educación se realiza el diseño del Centro de Estudios Superiores dentro del casco urbano del municipio. El edificio beneficiará de forma directa a 950 estudiantes e indirectamente a los ciudadanos ya que extenderá el comercio en el lugar.

La infraestructura comprende un área total de 2 239,14 metros cuadrados distribuida en dos niveles, por nivel se tendrán diez aulas, pasillos, lavadero y módulos de baños, también se tendrá previsto área de jardín y gradas. El sistema estructural será de marcos dúctiles con nudos rígidos, muros de mampostería y losa de vigueta y bovedilla. En el segundo nivel se tiene una estructura metálica con el fin de incrementar la ventilación, iluminación y reducir las cargas aplicadas.

El proyecto se diseñó con base en el sistema estructural anteriormente descrito, tomando en cuenta las consideraciones sísmicas y cargas aplicadas para el diseño de vigas, losas, columnas, zapatas, gradas e instalaciones; fundamentado en los normativos, reglas, leyes y requisitos estructurales, educativos y legales que rigen la construcción en Guatemala.





## **OBJETIVOS**

### **General**

Incrementar la cobertura educativa mediante el diseño y planificación de la construcción de infraestructura adecuada en el casco urbano del municipio de Santa Catarina Mita.

### **Específicos**

1. Determinar la mejor opción para ubicar y dimensionar el proyecto de acuerdo a un diagnóstico que abarque y cumpla con los requerimientos y demandas de la población.
2. Fundamentar el análisis y diseño estructural en normas y códigos vigentes en Guatemala.
3. Facilitar a los usuarios y población en general para un adecuado uso y correcto mantenimiento de la obra con el fin de optimizar su vida útil.



## INTRODUCCIÓN

Ubicado a 154 kilómetros de la ciudad capital, el municipio de Santa Catarina Mita cuenta, según proyecciones para el 2010, con 29 264 personas distribuidas en 46 poblados en una extensión total de 132 kilómetros cuadrados. La población predominantemente se dedica al campo y en la mayoría de poblados se habla español como idioma base.

A lo largo de los años se han mejorado las condiciones de vida incrementando la cobertura de los servicios básicos, sin embargo; se desea seguir desarrollándolos para brindar un nivel de vida adecuado y justo para toda la población. Con la construcción de infraestructura educativa se busca reducir el 23,06 por ciento de analfabetismo que afecta al municipio, además se buscará mejorar las oportunidades de desarrollo y condiciones de vida.

El área total del terreno en el que se ubicará el Centro de Estudios Superiores es de 3 286,49 metros cuadrados de los cuales se utilizarán 1 116,73 metros cuadrados aproximadamente. Contará con diez aulas por nivel, pasillos, módulos de baños y gradas para satisfacer la demanda poblacional; el sistema estructural adoptado es el compuesto por marcos dúctiles de columnas y vigas, muros de mampostería y losas de vigueta y bovedilla. Por ubicarse en Guatemala se abarcarán, además de los requerimientos básicos por sollicitaciones de cargas, las medidas necesarias para tener una respuesta adecuada a las demandas sísmicas.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

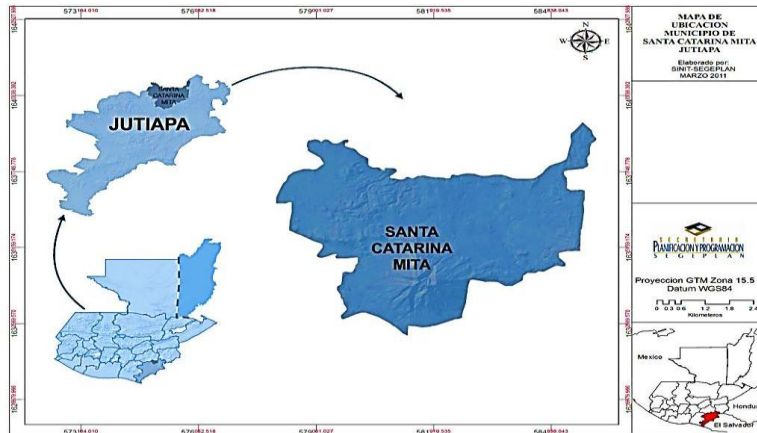
## **1.1. Descripción geográfica y demográfica Santa Catarina Mita, Jutiapa**

El municipio de Santa Catarina Mita se encuentra ubicado en el departamento de Jutiapa, República de Guatemala, con una extensión total de 132 kilómetros cuadrados, con coordenadas geográficas de latitud 14 grados 27 minutos 02 segundos norte y longitud 89 grados 44 minutos 34 segundos oeste, el municipio se encuentra a una altura de 700 metros sobre nivel del mar, distanciado a 154 kilómetros de la ciudad capital, y a 34 kilómetros de la cabecera departamental. La cabecera municipal se encuentra cercana a las faldas del volcán Suchitán, motivo por el cual el trazo de sus calles se inclina de sur a norte, dando lugar a un terreno quebrado y pedregoso, lleno de lomas y depresiones que rara vez forman pequeñas planicies.

## **1.2. Ubicación geográfica y subregionalización municipal**

Santa Catarina Mita colinda al norte con San Manuel Chaparrón, municipio de Jalapa, al este con Agua Blanca, municipio de Jutiapa, al sur con Asunción Mita y El Progreso, municipios de Jutiapa, y al oeste con El Progreso y Monjas, municipios de Jutiapa y Jalapa respectivamente.

Figura 1. **Mapa de ubicación Santa Catarina Mita**



Fuente: PDM 2011-2025 Santa Catarina Mita. p. 09.

### 1.2.1. **Estructura espacial**

Los barrios principales del municipio dentro del casco urbano son: El Centro, El Barreal, La Javía, La Ermita, Valle Nuevo, El Tamarindo, Santa Elena, Colonia Nueva, Colonia Vista Hermosa y Colonia Osorio Rodríguez; además Santa Catarina Mita conformado por 20 aldeas y 23 caseríos, con un total de 46 comunidades pobladas.

Tabla I. **Aldeas y distancia hacia cabecera municipal**

<b>No.</b>	<b>Aldea</b>	<b>Kilómetros</b>
1	Aldea Nueva	9
2	Horcones	6
3	Suchitán	11
4	Cuesta del Guayabo	13
5	El Limón	15
6	Buena Vista	5
7	El Quebracho	8
8	El Rodeo	6
9	La Barranca	2,5
10	Jocote Dulce	21
11	Las Lajas	13
12	Llano de Chinchilla	2
13	Zorrillos	5
14	Magueyes	20
15	Santa Rosa	13
16	Zacuapa	8
17	Carbonera	17
18	San Nicolás	5
19	La Arada	9
20	Sabanetas	11

Fuente: PDM 2011-2025 Santa Catarina Mita. p. 10.

Tabla II. **Caseríos y distancia hacia cabecera municipal**

<b>No.</b>	<b>Caserío</b>	<b>Kilómetros</b>
1	La Unión (Quebrada del Muerto)	8
2	La Aradita	7
3	Llano del Lagarto	6
4	Laguna de Retana	13
5	Los Quintana	13
6	El Jocotillo	7
7	El Roblar	8
8	El Mezcal	10
9	Los Aguilares, González y Montoyas	7
10	Los Chilamates	12
11	Uluma	25
12	Corinto	25
13	Laguna de San Pedro	21
14	El Guapinol	4
15	La Montañita	17
16	Los Tenas	18
17	Cuesta Los Ambrocios	6
18	Los Sandoval	7
19	El Brasil	5
20	San Jorge	22
21	San Vicente	9
22	Llano de San Vicente	8
23	Cuesta de García	3

Fuente: PDM 2011-2025 Santa Catarina Mita. p. 11.



Tabla III. **Fincas y distancia hacia cabecera municipal**

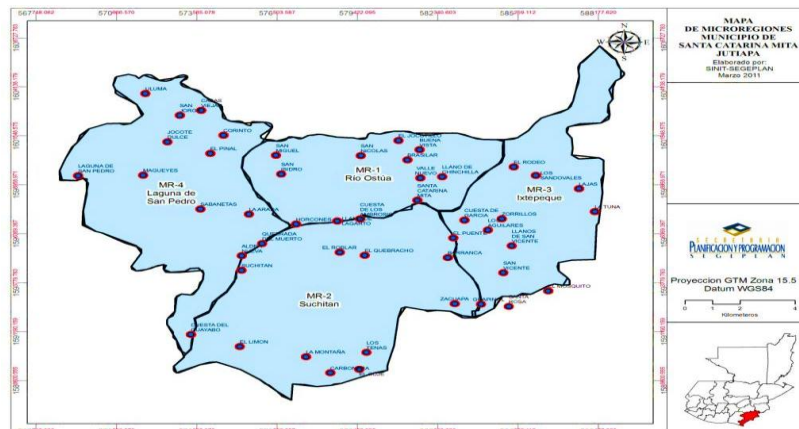
No.	Fincas/Hacienda	Kilómetros
1	San Isidro	8
2	San Miguel	9
3	Hacienda El Coco	7

Fuente: PDM 2011-2025 Santa Catarina Mita. p. 11.

### 1.2.2. Subregionalización municipal

Para una mejor organización y desarrollo comunitario los lugares poblados de Santa Catarina Mita se han dividido en cuatro áreas: río Ostúa, Suchitán, Ixtapeque y laguna de San Pedro.

Figura 2. **Regiones municipales**



Fuente: PDM 2011-2025 Santa Catarina Mita. p. 12.

Tabla IV. **Comunidades por región**

<b>Río Ostúa</b>	<b>Suchitán</b>	<b>Ixtepeque</b>	<b>Laguna de San Pedro</b>
Santa Catarina Mita	Suchitán	Las Lajas	Uluma
Horcones	Laguna de Retana	Los González	Corinto
La Arada	Carbonera	Aguilares y Montoyas	Jocote Dulce
La Aradita	Los Tenas	El Rodeo	Magueyes
San Isidro	La Montañita	Cuesta de García	Laguna de San Pedro
San Miguel	El Roblar	Los Zorrillos	Sabanetas
Llano de Lagarto	El Quebracho del Muerto (La Unión)	Los Aguilares	
Cuesta de los Ambrocios	Cuesta del Guayabo	San Vicente	
San Nicolás	El Mezcal	Llanos de San Vicente	
El Brasilar	Los Chilamates	El Puente	
El Jocotillo	El Limón	La Barranca	
Buena Vista	Aldea Nueva	Zacuapa	
Llano de Chinchilla		El Guapinol	
Valle Nuevo		Santa Rosa	

Fuente: PDM 2011-2025 Santa Catarina Mita. p. 12.

### **1.3. Demografía**

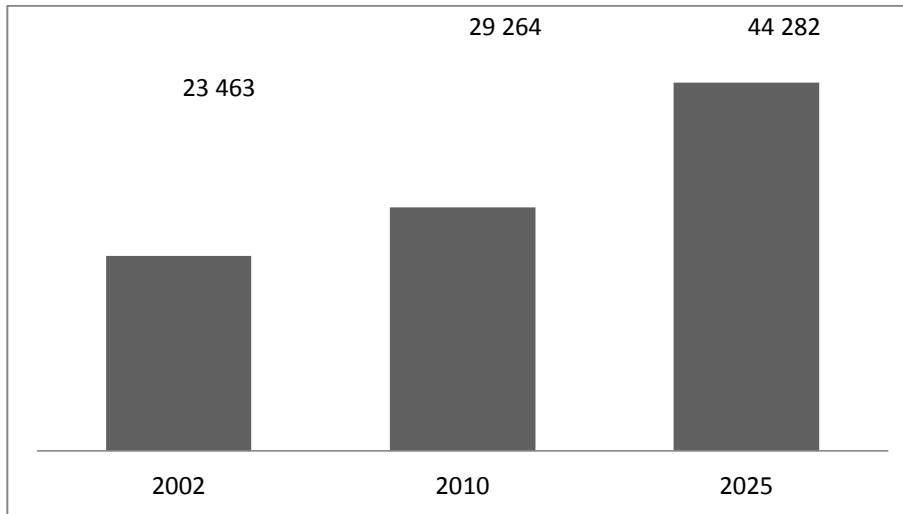
Se establecerán estadísticamente y en rasgos generales la dimensión, características, estado, composición, evolución, distribución y dinámica de la población del municipio de Santa Catarina Mita.

#### **1.3.1. Población**

Santa Catarina Mita, según el XI censo de población y VI de habitación en el 2002 del Instituto Nacional de Estadística, contaba con una población total de 23 463 habitantes de los cuales 10 981 son hombres, equivalente a 46,80 por ciento, y 12 482 mujeres, equivalente a 53,2 por ciento; la proyección para 2010 es de 23 892 con un crecimiento anual del 0,2 por ciento. Sin embargo; tomando en cuenta el censo municipal 2010 se tiene una tasa de crecimiento poblacional de 2,8 por ciento, con lo que la población fue de 29 264 y para el 2025 se proyecta una población de 44 282 en base al censo 2002.

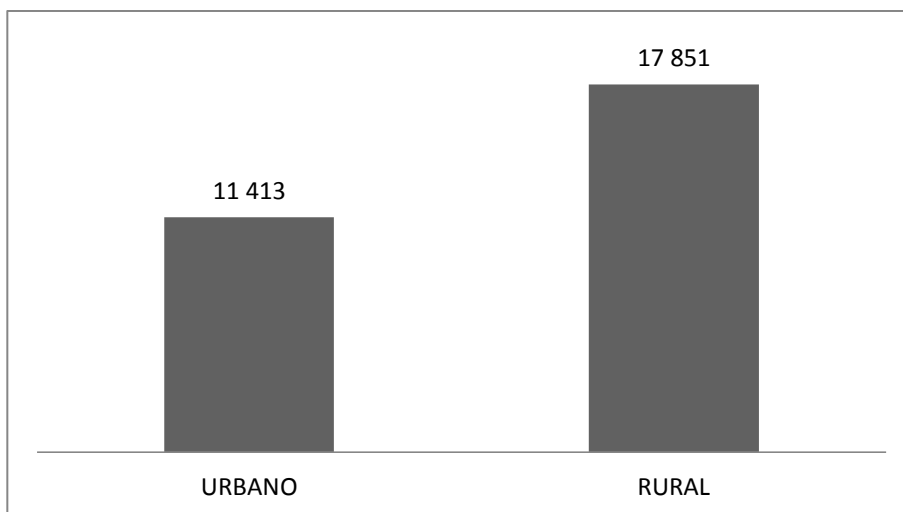
La residencia poblacional se concentra en el área rural con 61 por ciento, dejando un 39 por ciento de población en el área urbana; la población por grupo étnico se distribuye en 99,69 por ciento no indígena y 0,31 por ciento indígena, principalmente de la etnia maya y xinca. Los porcentajes de pobreza y pobreza extrema son considerables, en el municipio existe 50,42 por ciento de pobreza general, encima del departamento (47,29 por ciento) y debajo del nivel nacional (51,02 por ciento); 13,13 por ciento de pobreza extrema por 1,6 por ciento arriba de departamento (11,7 por ciento), abajo la media nacional (15,22 por ciento).

**Figura 3. Crecimiento poblacional**



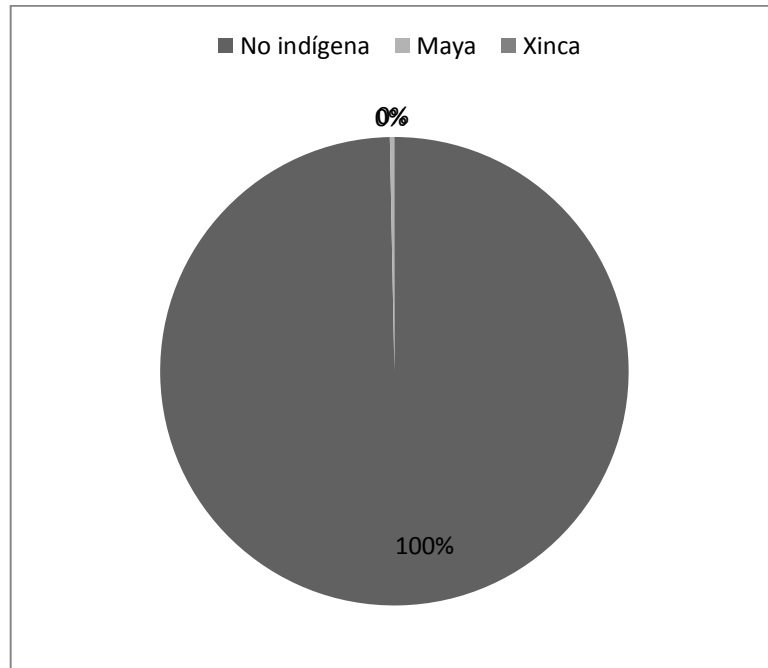
Fuente: PDM 2011-2025 Santa Catarina Mita. p. 14.

**Figura 4. Población por residencia**



Fuente: elaboración propia.

Figura 5. **Población por etnia**



Fuente: elaboración propia.

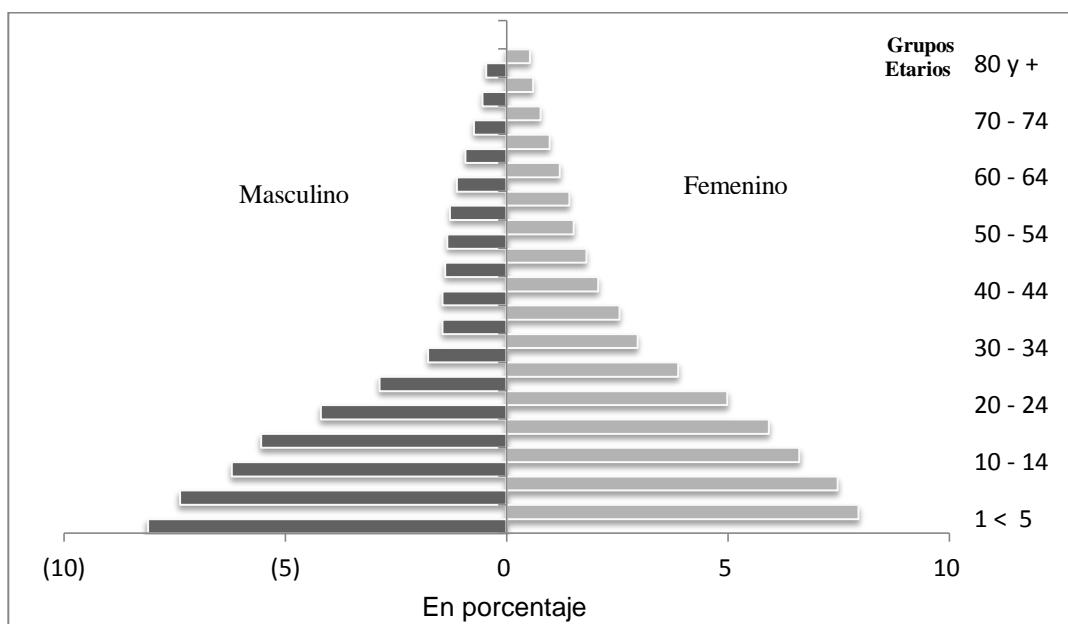
### 1.3.1.1. **Densidad poblacional**

La densidad poblacional del municipio es de 178 habitantes por kilómetro cuadrado. Santa Catarina Mita constituye el tercer municipio más poblado del departamento de Jutiapa. La mayor concentración se encuentra en la cabecera municipal con un 29,75 por ciento de la población, seguido por las comunidades de Suchitán, Cuesta del Guayabo y El Quebracho; que también cuentan con la mayor cantidad de servicios públicos.

### 1.3.1.2. Población por edad

El porcentaje de población menor de 18 años corresponde al 50,59 por ciento; mientras que las personas mayores de 60 años conforman un 7,94 por ciento; los grupos etarios con mayor número de población son en hombres de las edades de 1 a 29 y en mujeres de 1 año hasta 34, por lo que las necesidades particulares de cada grupo por la edad son más indispensables y esto conlleva a que los retos para el desarrollo sean más complejos.

Figura 6. Pirámide poblacional



Fuente: PDM 2011-2025 Santa Catarina Mita. p. 15.

## **1.4. Historia, cultura e identidad**

Durante los últimos años, se ha certificado el estudio de los acontecimientos trascendentales para el municipio de Santa Catarina Mita. Las tradiciones en el municipio son sencillas pero de gran contenido y valor social.

### **1.4.1. Historia**

Los primeros pobladores que ocuparon la circunscripción territorial de la región fueron: los Toltecas-Pipiles y los Pocomames. Los Toltecas-Pipiles eran de procedencia mexicana, quienes llegaron hasta el suelo oriental de Guatemala debido a la desintegración del Imperio Tolteca, en la meseta central en México entre los siglos XI y XII de esta era. La ciudad de Tula (estado actual de Hidalgo, México) fue abandonada, dispersándose sus habitantes por rumbos diferentes y entre ellos a tierras del istmo centroamericano, donde fijaron su hábitat.

Las condiciones ambientales y naturales en esta región eran altamente insalubres existiendo posiblemente una alta mortalidad de la población por lo que el valle se denominó *Mictlán* (Mita) palabra que en náhuatl significa ciudad de los muertos.

Antes de la conquista y el sometimiento, *Mictlán* era un extenso territorio, densamente poblado, que comprendía los actuales municipios de Agua Blanca, Atescatempa, Asunción Mita y Santa Catarina Mita, cuyo gobierno estaba centralizado en los dos últimos para asuntos administrativos, políticos, religiosos y comerciales. Los conquistadores dividieron el territorio mictleco, dando a cada circunscripción nombres castellanos diferentes con los que se conocen actualmente.

Durante la colonia, la comarca perteneció a Chiquimula de la Sierra, siendo uno de los poblados más importantes dentro de la jurisdicción Serrana. Por decreto, el 9 de noviembre de 1853, se segregan del departamento de Chiquimula y se agregan al de Jutiapa los pueblos de Santa Catarina Mita y los valles de Agua Blanca y el Espinal.

#### **1.4.2. Cultura**

El idioma que se habla en todo el municipio es el español; no se habla ningún idioma maya, aunque de acuerdo al punto de vista histórico la lengua vernácula fue el Poqomam. Las tradiciones más importantes: encuentro de la patrona de Santa Catarina Mita con San Luis, patrón de San Luis Jilotepeque, Jalapa, San Ildefonso, patrón de Ipala, Chiquimula y San Pedro de San Pedro Pinula, Jalapa. Baño en las aguas del río Ostúa el sábado de Gloria, 25 de noviembre y 1 de enero; fabricación de pan para la Semana Santa, visitar los regadíos para recoger fruta, regalo de leche para el canchul (ayote con dulce) para el día de los santos, visita a La Piedrona del Volcán Suchitán. Procesiones en Semana Santa, robo y hallazgo de la Santa Cruz, entre otros.

La fiesta patronal se celebra del 21 al 26 de noviembre en honor a La Virgen de Santa Catarina. En los primeros días de mayo se celebra El Tope de Mayo dando la bienvenida al invierno y despidiendo el verano. Las celebraciones más importantes, que se celebran en el municipio son las siguientes: El Tope de Mayo o Día de la Cruz (feria titular del 30 de abril al 4 de mayo), Día de los Santos (1 y 2 de noviembre), feria patronal de noviembre en honor a Santa Catarina, Navidad y año nuevo.



### **1.4.3. Religión**

Predomina la religión católica, aunque también existen la religión cristiano evangélica y otras denominaciones. En la cabecera municipal la iglesia católica conserva todas las características arquitectónicas de los templos construidos durante la época colonial.

En la aldea de El Limón existe la iglesia católica más antigua del municipio, construida a finales del siglo XIX y principios del siglo XX.; como tradición, media hora antes de cada misa, se tocan las campanas como anuncio que la misma está pronta a celebrarse. Entre las festividades religiosas están: Semana Santa, Día de la Cruz (1, 2 y 3 de mayo), Día de los Santos (2 de noviembre), Día de la patrona Santa Catarina Mita (25 de noviembre), Navidad y año nuevo.

### **1.4.4. Recreación**

El municipio cuenta con un moderno Polideportivo Municipal ubicado en el barrio El Tamarindo; atractivo centro turístico que cuenta con piscina olímpica, piscina para niños, estadio de futbol, cancha de basquetbol, coliseo para jaripeos y otros eventos, un albergue con capacidad para 100 personas, restaurante y amplias áreas recreativas, también áreas verdes y de descanso. Asimismo, Valle Escondido representa un centro turístico privado y cuenta con modernas instalaciones para recreación; otros lugares turísticos son: Las Brisas del Sunzo, Las Vegas, volcán Suchitán, volcán Ixtepeque y gran variedad de lugares en el área rural.

## **1.5. Dimensión social**

Santa Catarina Mita constituye uno de los municipios más grandes del departamento de Jutiapa y cuenta con la mayoría de los servicios básicos en salud, educación, transporte urbano y extraurbano, agua, energía eléctrica, red vial, sin embargo; aun hace falta una mayor cobertura para satisfacer las necesidades de toda la población. Presenta una dinámica social muy importante en aspectos educativos, en la salud, organización, participación y seguridad ciudadana.

Los servicios de salud son prestados a través del distrito de salud del MSPAS por medio del centro de salud que se encuentra ubicado en la cabecera municipal, y 6 puestos de salud ubicados en las aldeas La Barranca, Jocote Dulce, Aldea Nueva, Carbonera, El Limón y Horcones.

La tasa de mortalidad es de 4,32 por ciento y la tasa de mortalidad de niños menores de 1 año es de 3,81/1 000 nacidos vivos y en niños menores de 5 años es de 7,62/1 000 nacidos vivos se ven influenciadas por causas de enfermedades naturales principalmente resfriados, amigdalitis y diarrea.

Se han realizado esfuerzos de mejorar el acceso a la salud y nutrición por medio de la contratación de personal capacitado, no obstante hace falta mucho para alcanzar las metas. En cuando a la movilidad en salud la mayoría de las comunidades se acercan a sus puestos de salud mas cercanos y en caso de un servicio de emergencia se acercan al Centro Atención Primaria en la cabecera municipal.

Algunos de los mayores problemas que enfrenta la población rural en cuanto a servicios de saneamiento son la falta de drenaje, el mal tratamiento de la basura, la falta de alcantarillado.

### 1.5.1. Educación

Según datos del MINEDUC, el total de alumnos inscritos en el 2009 en todos los niveles es de 6 852; con un porcentaje de crecimiento del 2008 al 2009 de la siguiente manera: en el nivel párvulos con un crecimiento del 16,96 por ciento; en el nivel primario 7,22 por ciento, en básico 17,29 por ciento, y en diversificado un 0,68 por ciento.

En la infraestructura establecida en el sector educativo, el municipio de Santa Catarina Mita cuenta con 90 establecimientos abiertos y funcionando en jornadas matutina, vespertina, nocturna y plan fin de semana; con 190 días efectivos de clases, los cuales se desglosa de la siguiente manera: 23 escuelas de preprimaria, 56 de primaria, 9 de básicos, 2 diversificado (únicamente en la cabecera municipal).

Tabla V. **Infraestructura educativa**

<b>Nivel educativo</b>	<b>Oficial</b>	<b>Privado</b>	<b>Municipal</b>	<b>Cooperativa</b>	<b>Total</b>
Preprimaria	194	3	2	0	199
Primaria	183	3	0	0	186
Secundaria	14	5	2	5	26
Diversificado	3	4	1	2	10
<b>Totales</b>	<b>394</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>421</b>

Fuente: PDM 2011-2025 Santa Catarina Mita. p. 29.

La relación de estudiantes en cada uno de los niveles por sexo en el municipio se mantiene una relación de un hombre a una mujer, siendo positivo para el desarrollo del municipio al tener equidad de género en el ámbito educacional.

Tabla VI. **Estudiantes por sexo**

<b>Niveles Educativos</b>	<b>Hombres</b>	<b>%</b>	<b>Mujeres</b>	<b>%</b>	<b>Total</b>
Preprimaria	428	47,71	469	52,28	897
Primaria	2 077	50,24	2 057	49,75	4 134
Básico	440	50,22	436	49,77	876
Diversificado	138	51,11	132	48,89	270
<b>Total</b>	<b>3 083</b>	<b>49,91</b>	<b>3 094</b>	<b>50,09</b>	<b>6 177</b>

Fuente: PDM 2011-2025 Santa Catarina Mita. p. 30.

Para el 2004 se tenía un registro de analfabetismo del 23,83 por ciento, entre las edades de 15 años y más, desglosándose en 25,98 por ciento en hombres y 27,5 por ciento en mujeres, en comparación al 2010 no existió reducción significativa, teniendo 23,06 por ciento de población analfabeta, incrementando al 26,84 por ciento en hombres y disminuyendo al 20,02 por ciento en mujeres.

Uno de los factores que incrementaron en 0,86 por ciento el analfabetismo en hombres es la ocupación de los mismos en trabajos de campo especialmente la agricultura y porque la mayoría se propone emigrar a Estados Unidos, dejando a las mujeres a cargo de la familia.

La Municipalidad brinda además el servicio de biblioteca, la cual se encuentra ubicada en planta baja del edificio municipal. La misma cuenta con gran variedad de libros en distintas materias y libros de colección variada, así como también enciclopedias para el uso de los distintos alumnos y demás personas.

#### **1.6. Dimensión ambiental**

En el municipio la vocación de suelos predomina en un 59 por ciento para la actividad forestal y un 31 por ciento para agricultura. En su uso potencial prevalecen principalmente las clases agrológicas IV, VI y VII, cuyas características son de tierras no cultivables, sujetas a medianas limitaciones, aptas solamente para fines de explotación y uso forestal.

En cuanto a la orografía el municipio cuenta con los volcanes Suchitán e Ixtepeque y constituyen áreas protegidas. El municipio es atravesado por el río Ostúa el cual mantiene un considerable caudal durante la época de verano y por consiguiente sus aguas son utilizadas por los agricultores para establecer regadillos en los terrenos que se encuentran en sus orillas.

Santa Catarina Mita posee aproximadamente 30 nacimientos de agua, en su mayoría son utilizados para consumo humano y abrevadero de ganado. Por tal razón se considera que es uno de los municipios del departamento de Jutiapa con mayores fuentes de agua.

Existe una diversidad de fauna y flora principalmente en las áreas protegidas del volcán Suchitán y el área de veda volcán Ixtepeque.

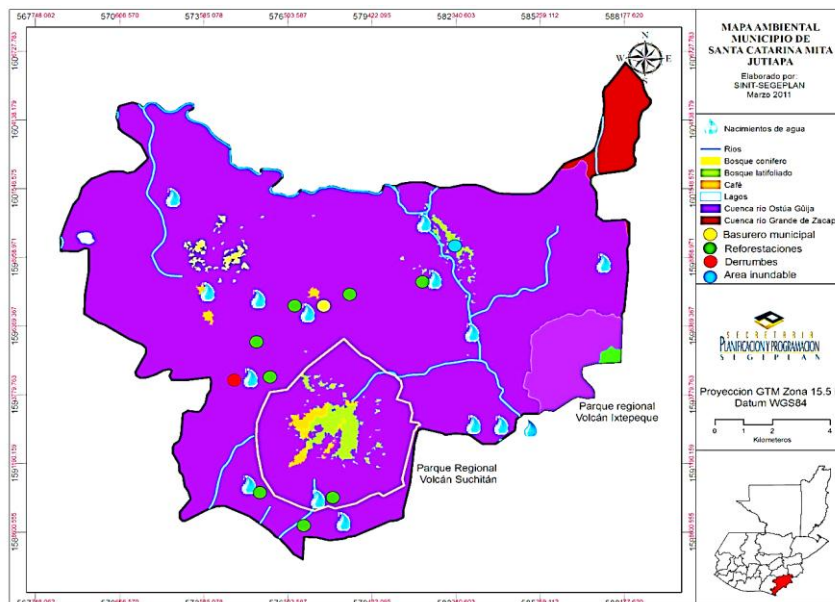
Existe un peligro de extinción de algunas especies, por la tala inmoderada, incendios, cacería y mal uso de los desechos sólidos, líquidos y agroquímicos.

Las amenazas naturales presentes en el municipio son las inundaciones y crecidas del río Ostúa que afecta principalmente a la población de la comunidad Llano de Chinchilla, deslaves y derrumbes de las carreteras que circundan el volcán Suchitán, eventualmente hay presencia de sequias y vientos fuertes que afectan tanto la producción agropecuaria como las viviendas.

El hombre ha intervenido con acciones que vienen a convertirse en amenazas para el territorio como la contaminación del medio ambiente por la falta del tren de aseo principalmente en el área rural, lo que ocasiona que las personas boten basura en basureros clandestinos.

No existe cobertura de drenajes, letrinas y alcantarillados efectivos, otro medio que provoca la erosión de los suelos es la aplicación de agroquímico, derrame desechos sólido y líquido, así como la deforestación.

Figura 7. Dimensión ambiental



Fuente: PDM 2011-2025 Santa Catarina Mita. p. 57.

## 1.7. Dimensión económica

En el municipio, la mayoría de la población se concentra en el área rural, lo que explica que la población económicamente activa, en el carácter agrícola a nivel familiar o individual, viva cerca de las parcelas en que trabaja aunque represente prescindir de servicios y comodidades que posee el área urbana; la mayor producción agrícola es de maíz, frijol y café.

No se ha desarrollado la actividad pecuaria, debido a los altos costos de producción por escasos de agua y pastos lo que ha originado que los propietarios trasladen sus hatos ganaderos al departamento de Petén.

En el área urbana la actividad principal gira alrededor de la industria del calzado, y el comercio de la micro, pequeña y mediana empresa, motores económicos que se ven favorecidos por buenas condiciones de la infraestructura vial y posicionamiento estratégico cercano a los puestos fronterizos con El Salvador y Honduras.

Los productores de calzado se encuentran organizados en una cooperativa, pero no cuentan con la tecnología adecuada que les permita bajar costos de producción, aunado de la competencia de calzado de otros países con una calidad inferior pero a precios muy bajos; situación que influye en salarios de operarios.

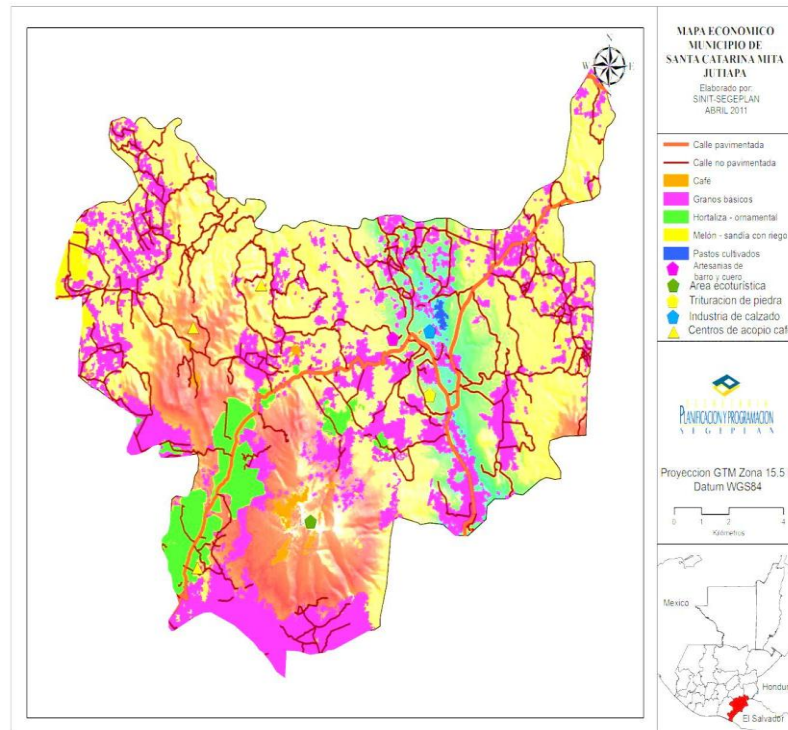
Otro de los ingresos que recibe el municipio es en concepto de remesas familiares, producto de la migración hacia los Estados Unidos, por lo regular de la población masculina de la cabecera municipal. Asimismo, en aldea El Puente se generan ingresos por carpintería y la trituración de pedrín en el río Ostúa.

La infraestructura productiva en el municipio conserva centros de acopio para café, con un rastro municipal con un moderno edificio que presta todos los servicios necesarios, llenando los requisitos sanitarios.

Asimismo se tienen sistemas de riego y mini riego por aspersión, goteo y gravedad, para la actividad agrícola, así como charcas y pozos mecánicos. El municipio cuenta con recursos naturales en su entorno, resaltando el volcán Suchitán, volcán Ixtepeque y río Ostúa, sin existir promoción e infraestructura adecuada para el ecoturismo.



Figura 8. Dimensión económica

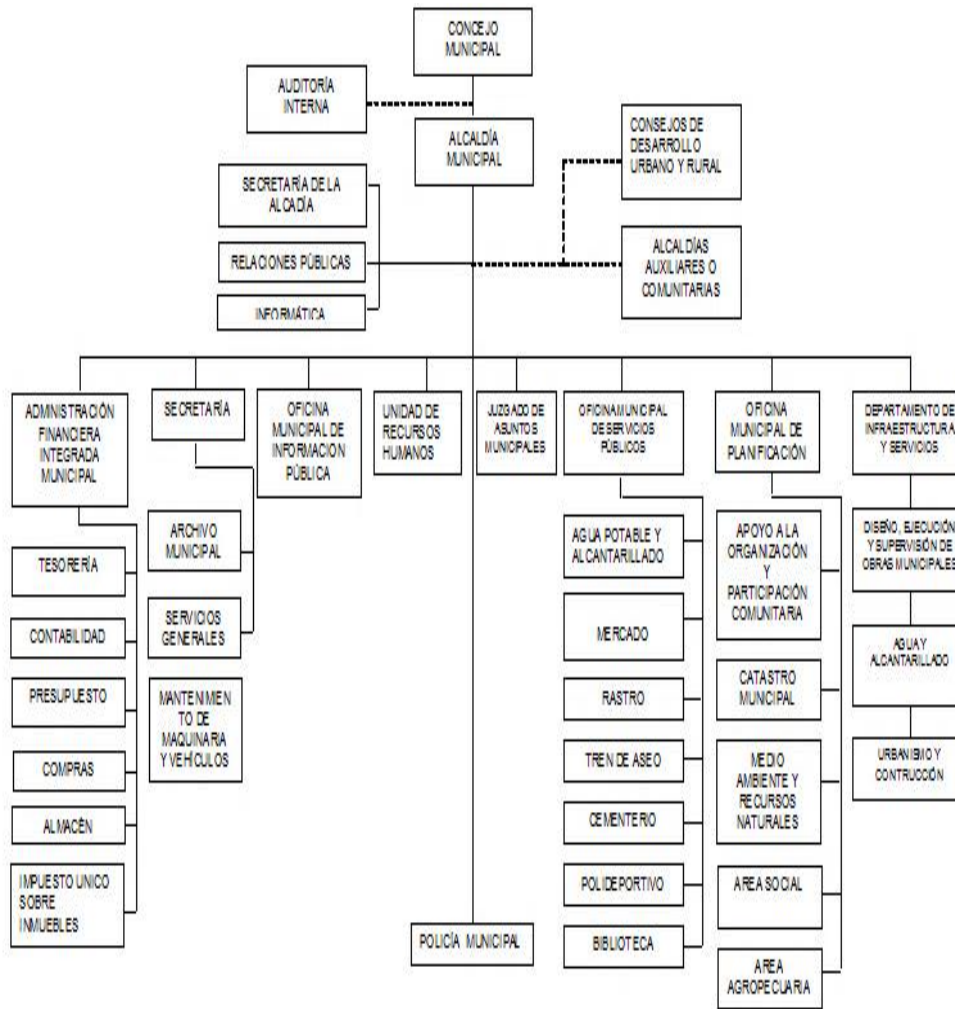


Fuente: PDM 2011-2025 Santa Catarina Mita. p. 71.

### 1.8. Dimensión organización territorial

El gobierno municipal está presidido por el señor alcalde acompañado por síndicos y concejales. La Municipalidad cuenta con la mayoría de dependencias que establece la ley, algunas de ellas son Dirección Municipal de Planificación y Oficina Municipal de la Mujer, así como con una variedad de servicios municipales que se ofrecen mayormente a la población del casco urbano.

Figura 9. Organigrama municipal



Fuente: PDM 2011-2025 Santa Catarina Mita. p. 73.

La organización comunitaria está representada en el Comité Comunitario de Desarrollo y Comité Municipal de Desarrollo; integrados por presidentes y alcalde municipal, jefes de instituciones presentes en el municipio y la sociedad civil organizada.

Funcionan diferentes instituciones de gobierno central que son responsables de apoyar el desarrollo económico, social, cultural, ambiental y político-institucional, aunque en su mayoría no tienen presencia directa con una oficina en el municipio atienden desde las oficinas centrales que se encuentran en la cabecera departamental de Jutiapa. Las únicas que tienen presencia directa son Salud (por medio de centros de salud), Educación y Gobernación.

También existen organizaciones de la sociedad civil que se involucran en el proceso de un desarrollo integral específicamente dentro del sector agropecuario, industrial, educativo, social y de servicio público. Como apoyo y cooperación internacional esta presente el Proyecto de Desarrollo Integral Trifinio involucrado en el aspecto ecológico del territorio.



## **2. DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES, DENTRO DEL CASCO URBANO**

### **2.1. Descripción del proyecto**

El proyecto servirá para satisfacer la demanda de más y mejor educación superior dentro del municipio de Santa Catarina Mita, beneficiará de forma directa a 30 108 personas con una previsión de 950 estudiantes y una proyección de más de 2 000 estudiantes para el 2028. Ubicado en el casco urbano consiste en el diseño de una infraestructura de veinte aulas en dos niveles, módulos de baños, módulos de gradas. Se pretende diseñar la estructura con marcos dúctiles de nudos rígidos resistentes a momentos, muros de mampostería resistentes a corte y losas de vigueta y bovedilla.

Contemplará instalaciones necesarias para uso y funcionamiento adecuado, además de una distribución de espacios y ambientes conforme a las necesidades de los usuarios. El diseño de la estructura contemplará la intención de construir un tercer nivel en un futuro.

### **2.2. Estudio topográfico**

El estudio topográfico proporciona la información necesaria para determinar con certeza unidades de superficie. Para el estudio realizado se utilizaron las siguientes herramientas y equipo:

- 1 Teodolito digital DT-205 TOPCON y 1 GPS Garmin ETREX 30

Las coordenadas de ubicación geográfica del proyecto se encuentran en latitud 14 grados 27 minutos 15.5 segundos al norte y longitud 89 grados 44 minutos 18.6 segundos al oeste. Para reducir el error humano en las mediciones realizadas, con las coordenadas obtenidas durante el estudio se realizó una localización satelital por medio de ortofoto del terreno.

Figura 10. **Ubicación terreno**



Fuente: ortofoto digital UTM zona 16 WGS84, Santa Catarina Mita.

Tabla VII. **Libreta topográfica final**

<b>Estación</b>	<b>P. O.</b>	<b>RUMBO</b>	<b>D. H.</b>
1	2	N 49° 20' 19,32" E	55,8943
2	3	N 35° 0' 9,00" W	71,9302
3	4	S 21° 33' 34,9" W	75,7068
4	1	S 46° 56' 31,6" E	36,5148

Fuente: elaboración propia.

Analizando las coordenadas por medio del método topográfico de Pensilvania se obtuvo un área de 3 286,49 metros cuadrados o 4 703,47 varas cuadradas.

## **2.3. Estudio de suelo**

Por medio de un estudio de suelo teórico y práctico, se podrán determinar adecuadamente las características del mismo y con ello poder balancear los resultados para identificarlo y clasificarlo.

### **2.3.1. Métodos directos**

De acuerdo a pruebas de laboratorio, se determinarán las propiedades hidráulicas y mecánicas y con ello estudiar el comportamiento frente a cargas aplicadas para diseñar la cimentación.

#### **2.3.1.1. Análisis de límites de Atterberg**

Basándose en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir cuatro estados de consistencia según su humedad (sólido, semisólido, plástico y líquido), los límites de Atterberg determinan qué tan plástico es el material de acuerdo a los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado a otro.

El ensayo de Límites de Atterberg se realizó de acuerdo a las Normas AASHTO T-89 y T-90 y clasifica el suelo según la carta de plasticidad del sistema unificado de clasificación de suelos (SCU) como MH y lo describe como limo arcilloso de alta plasticidad color café. Se caracteriza por baja facilidad de tratamiento en obra, muy baja compresibilidad y deficiente plasticidad.

### **2.3.1.2. Análisis granulométrico**

El análisis granulométrico consiste en la medición y gradación de granos de una muestra de suelo con el fin de determinar su origen y propiedades mecánicas tales como permeabilidad y la cohesión del suelo. La clasificación por análisis granulométrico con tamices y lavado previo se realizó según las Normas AASHTO T-27 y T-11.

El estudio lo clasifica como MH y A-7-5 por lo que se infiere que las características son baja permeabilidad, moderada elasticidad, cambio de volumen muy alto y capilaridad muy alta.

### **2.3.1.3. Análisis de compresión triaxial**

El estudio triaxial en un suelo se realiza con el fin de establecer las propiedades esfuerzo-deformación, específicamente se busca determinar la capacidad soporte del suelo, la cohesión, esfuerzo axial (desviador) y el ángulo de fricción interna, entre otros. Los resultados del ensayo determinan que el suelo, a una profundidad de 2,00 metros, es tipo limo arcilloso color café con un ángulo de fricción interna de 20,01 grados, densidad seca de 1,50 toneladas por metro cúbico, densidad húmeda de 1,85 toneladas por metro cúbico y cohesión de 14,48 toneladas por metro cuadrado, entre otros. El análisis del valor soporte se encuentra dentro del inciso 2.6.1 de este informe.



### **2.3.2. Análisis de resultados**

La tipología del suelo refiere que no es recomendado para trabajar base, subbase y/o cimentaciones sin embargo; la capacidad de carga del suelo puede ser adecuada y se puede mejorar al llevar a cabo correctamente métodos de estabilización.

### **2.4. Diseño arquitectónico**

Para efectuar el diseño de la edificación es necesario unificar los componentes que afectan el edificio, entre ellos se puede mencionar los usufructuarios, propósito del edificio, tráfico circulante, comerciantes y ventas, total de aulas, uso de aulas, aceptación, clima, terreno y todos los factores que afecten el correcto funcionamiento.

El edificio se diseñará de dos niveles, cada nivel debe contar con 10 aulas, módulos de baños y gradas. El edificio debe facilitar un adecuado tránsito de los usuarios, tanto en los pasillos como en las aulas.

El Centro de Estudios Superiores tendrá aproximadamente 250 usuarios al día, tanto del municipio, departamento y otros departamentos cercanos; además servirá como espacio para que instituciones de diferentes niveles educativos de todo el municipio realicen actividades varias.

El terreno donde se ubicará la estructura es propiedad municipal, posee forma regular y un área de 3 286,49 metros cuadrados, se encuentra contiguo al hospital municipal y se deberá aprovechar al máximo los espacios. Se cuenta con un estudio de altimetría para determinar el nivel al cual se encontrarán las plantas, ingresos/egresos y rampa de la edificación.

### **2.4.1. Distribución espacial**

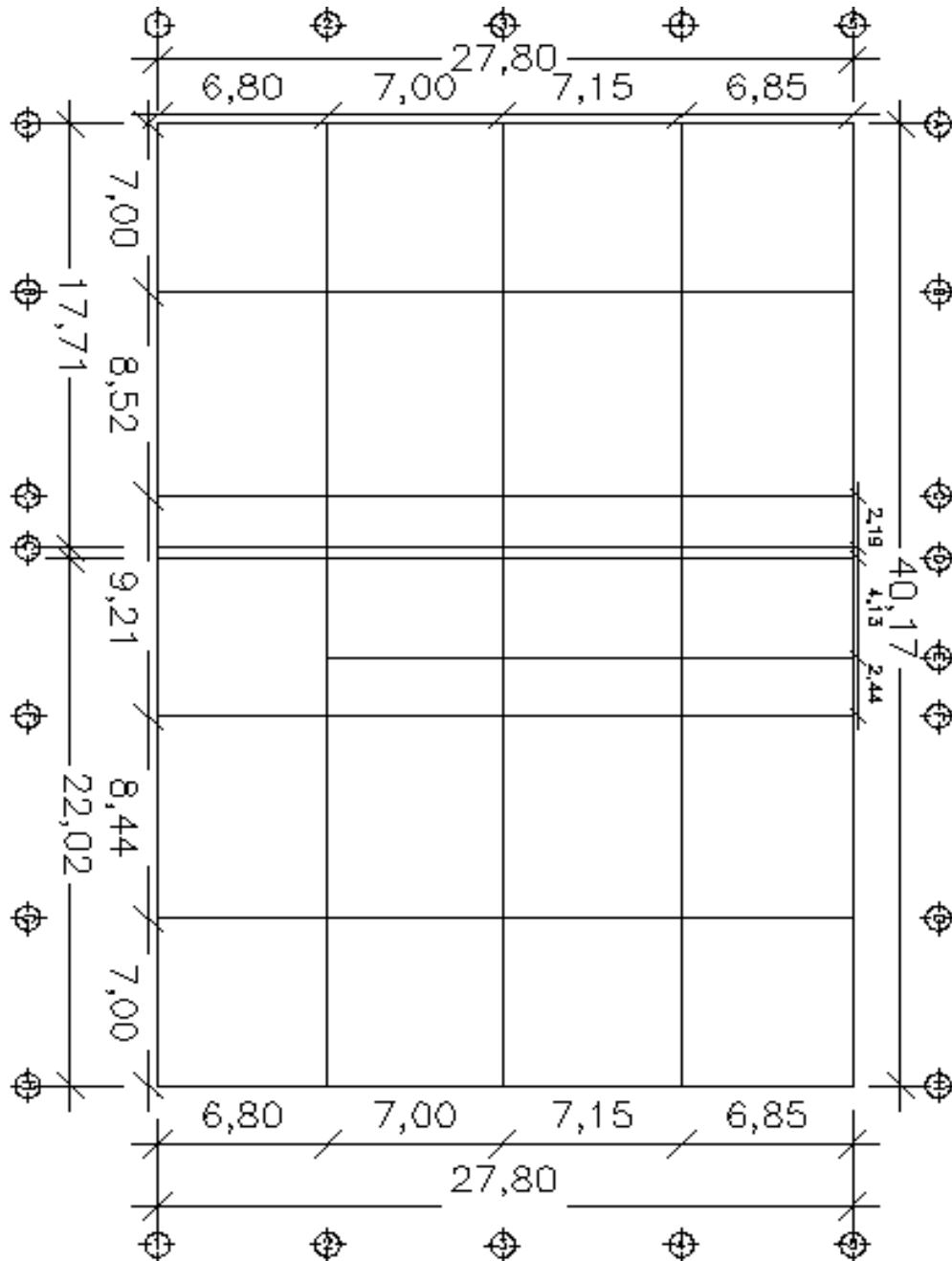
Los ambientes en el Centro de Estudios Superiores deberán diseñarse de acuerdo a códigos de diseño vigentes en Guatemala y las necesidades de los usuarios, contemplando: oficina administrativa, biblioteca, salón de audiovisuales, descanso y recreación, jardín, salón tecnológico, rampa, gradas, sanitarios, entre otros.

Se ubicará una junta de construcción entre los ejes C' y D con el objetivo de reducir los efectos sísmicos y controlar tensiones internas. La estructura 1 comprenderá los ejes de A a C' de 1 a 5; la estructura 2 abarcará los ejes D a H de 1 a 5. Ver detalle en planos constructivos.

### **2.4.2. Fachadas y cotas**

La planta de distribución de ejes presentada representa el espaciamiento máximo previsto entre los marcos dúctiles. Se idealizan dos estructuras unidas mediante una junta de construcción ubicada entre el eje C' y D.

Figura 11. **Planta de distribución Centro de Estudios Superiores**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

### **2.4.3. Sistema estructural propuesto**

Se utilizará el sistema de marcos estructurales, los marcos constituyen los sistemas más eficientes para resistir fuerzas sísmicas, mayor rigidez y resistencia ante cargas laterales; además transmitirán las cargas correctamente hacia la cimentación. Con la utilización de muros de mampostería se reforzará la resistencia a corte de la estructura y disiparán la energía de fuerzas horizontales, el uso de muros de tabla-yeso permitirá separar ambientes, con el fin de aligerar la losa se utilizará losa de vigueta y bovedilla.

## **2.5. Análisis estructural**

Para el diseño del Centro de Estudios Superiores el análisis estructural se debe realizar detalladamente debido a que constituye el proceso de idealizar la estructura tridimensional en planos horizontales, posteriormente se deben analizar las fuerzas internas y desplazamientos a los que es sometida la misma para fijar características.

El proceso de análisis deberá llevar un orden adecuado y basarse en códigos y normas aceptadas en el país. Se iniciará predimensionando la estructura, luego se integrarán las cargas que afectan a los elementos de los marcos; por medio de un análisis numérico y computacional se determinarán los momentos en los marcos y con ello diseñar los elementos estructurales.

### **2.5.1. Predimensionamiento**

Los elementos estructurales se diseñarán de acuerdo a lo establecido por el American Concrete Institute (ACI 318S-08), el Centro de Estudios Superiores será diseñado con marcos especiales resistentes a momentos.

El predimensionamiento de los elementos se comenzará por las losas que, con la intención de una ampliación de tercer nivel a futuro, se diseñarán para el mismo uso. Se debe realizar un análisis en la losa de mayor luz para determinar la dirección de trabajo de la losa:

$$\frac{a}{b} = \frac{4,81}{7,15} = 0,67$$

Debido a que el valor de la relación es mayor a 0,50 se puede inferir que las losas trabajarán en ambos sentidos. Con la finalidad de aligerar la carga de la losa y por requerimientos del cliente la losa será prefabricada de vigueta y bovedilla con un peralte de 0,20 metros.

Las dimensiones de las vigas, las cuales deberán de ser, según el ACI sección 21.5.1.3, de un ancho mayor a 250 milímetros., también se deberá considerar que la altura del elemento debe estar entre el 8 por ciento y el 10 por ciento de la luz libre, además la relación altura/base debe estar entre 2 y 3. El ACI presenta también en su sección 9.5.2.1 las siguientes alturas mínimas:

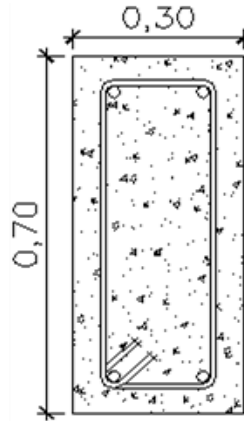
Figura 12. **Altura mínima de viga**

<b>Alturas o espesores mínimos de vigas no pretensadas o losas armadas en una dirección a menos que se calculen las deformaciones*.</b>				
	Simplemente apoyados	Espesor Mínimo, h		En voladizo
		Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse por grandes deformaciones.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18.5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

Fuente: ACI 318S-08, sección 9.5.2.1, tabla 9,5(a). p. 129.

Tomando el criterio de que el peralte deberá ser aproximadamente del 8 por ciento al 10 por ciento de la luz que cubre el elemento y los requerimientos municipales, se adaptarán las dimensiones para la luz mayor de 7,15 metros. se deberá de tener un peralte de 0,70 metro y una base de 0,30 metro. Las dimensiones de las vigas serán las mismas para todas, pues la diferencia de requerimiento estructural sería mínima, lo cual, no sería agradable a la vista.

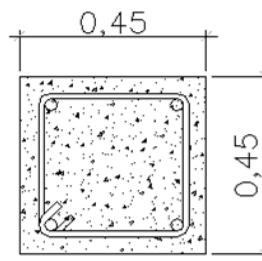
Figura 13. **Sección de viga**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

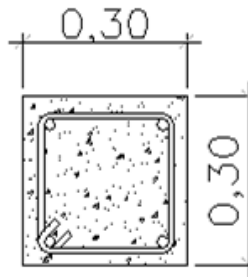
El predimensionamiento de las columnas se basa en la sección 21.6.1.1 del ACI, donde indica que un elemento sometido a compresión axial no deberá ser menor de 300 milímetros de lado, y la relación con la altura no deberá ser menor de 0,4 veces su alto, por lo tanto basados en la propuesta del ACI y en las dimensiones de la edificación se proponen columnas de marcos principales de 0,45 x 0,45 metro y de marcos secundarios de 0,30 x 0,30 metro.

Figura 14. **Sección columna principal**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 15. **Sección columna secundaria**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

### **2.5.1.1. Distribución de cargas**

Para determinar los requerimientos y solicitaciones estructurales de los marcos, se deberán conocer las cargas que actúan sobre ellos, por lo que se realizará una integración de cargas horizontales y gravitacionales. Con el propósito de distribuir correctamente las cargas en los marcos se utilizará el proceso de discretización de masa que consiste en integrar el peso por nivel suponiendo como área tributaria la altura del marco más la mitad del piso superior al marco.

Además al valor de la carga muerta se agregará 25 por ciento de la carga viva. En todo momento se asume un peso específico del concreto de 2 400 kilogramos por metro cúbico.



### 2.5.1.1.1. Cargas gravitacionales

Con el objetivo de realizar un análisis más exacto de las cargas soportadas en los marcos la estructura se subdividirá en 3 estructuras: simétrica, asimétrica y metálica. La estructura simétrica comprende los ingresos a la estructura y salones de clase, la estructura asimétrica incluye los pasillos, servicios sanitarios y módulos de gradas, la estructura metálica se encuentra en el segundo nivel entre los ejes 2-4 y A-B'.

- Estructura simétrica
  - Carga muerta

Se define como todos los elementos permanentes en el edificio. Se analizan los volúmenes de los elementos para conocer el peso propio de cada uno y proceder a la sumatoria.

- Primer nivel
  - ✓ Losa de Vigüeta y Bovedilla = 208 202,52 kg
    - ❖ Pastilla Losa  
 $774,19 \text{ m}^2 * 0,05 \text{ m} * 2\ 400 = 92\ 903,82 \text{ kg}$
    - ❖ Pañuelo  
 $69,27 \text{ m}^2 * 0,08 \text{ m} * 2\ 400 = 13\ 299,84 \text{ kg}$
    - ❖ Bovedilla  
 $587,05 \text{ m}^2 * 8 \text{ unidades/m} * 12 = 56\ 356,98 \text{ kg}$
    - ❖ Nervio  
 $1\ 268 \text{ m} * 0,015 \text{ m}^2 * 2\ 400 = 45\ 641,88 \text{ kg}$

- ✓ Columnas = 124 816,14 kg
  - ❖ Principales  
 $194,69 \text{ m} * 0,2025 \text{ m}^2 * 2 400 = 94 619,34 \text{ kg}$
  - ❖ Secundarias  
 $139,8 \text{ m} * 0,09 \text{ m}^2 * 2 400 = 30 196,80 \text{ kg}$
  
- ✓ Vigas = 136 728,00 kg  
 $(409,73 - 29,93) \text{ m} * 0,30 \text{ m} * (0,70 - 0,20) \text{ m} * 2 400$
  
- ✓ Muros = 296,125.96 kg
  - ❖ Bloque de 0.14 m  
 $1 097,27 \text{ m}^2 * 0,14 \text{ m} * 1 600 = 245 788,48 \text{ kg}$
  - ❖ Bloque de 0.19 m  
 $131,68 \text{ m}^2 * 0,19 \text{ m} * 1 900 = 47 536,23 \text{ kg}$
  - ❖ Tabique de 0.10 m  
 $37,35 \text{ m}^2 * 0.10 \text{ m} * 750 = 2 801,25 \text{ kg}$
  
- ✓ Piso = 37 703,47 kg  
 $774,19 \text{ m}^2 * 48,70 \text{ kg/m}^2$
  
- ✓ Portones = 242,89 kg  
 $31,14 \text{ m}^2 * 7,80 \text{ kg/m}^2$
  
- ✓ Ventanas = 1 640,65 kg  
 $105,17 \text{ m}^2 * 0.006 \text{ m} * 2 600 \text{ kg/m}^3$
  
- ✓ Acabados = 65 806,87 kg  
 $774,19 \text{ m}^2 * 85 \text{ kg/m}^2$

- ✓ Bancas = 10 447,44 kg  
 $8,7062 \text{ m}^2 * 0,50 \text{ m} * 2 400 \text{ kg/m}^3$
- ✓ Estrado = 22 900,80 kg  
 $11,9275 \text{ m}^2 * 0,80 \text{ m} * 2 400 \text{ kg/m}^3$
- ✓ Carga viva = 94 579,81 kg  
 $756,63 \text{ m}^2 * 500,00 \text{ kg/m}^2 * 25\%$

- Segundo nivel

- ✓ Losa de Vigüeta y Bovedilla = 179 384,52 kg
  - ❖ Pastilla Losa  
 $675,15 \text{ m}^2 * 0,05 \text{ m} * 2 400 = 81 017,82 \text{ kg}$
  - ❖ Pañuelo  
 $62,445 \text{ m}^2 * 0,08 \text{ m} * 2 400 = 11 989,44 \text{ kg}$
  - ❖ Bovedilla  
 $488,00 \text{ m}^2 * 8 \text{ u/m} * 12 \text{ kg/m}^2 = 56 356,98 \text{ kg}$
  - ❖ Nervio  
 $1 268 \text{ m} * 0,015 \text{ m}^2 * 2 400 = 46 848,18 \text{ kg}$
- ✓ Columnas = 29 128,14 kg
  - ❖ Principales  
 $45,09 \text{ m} * 0,2025 \text{ m}^2 * 2 400 = 21 913,74 \text{ kg}$
  - ❖ Secundarias  
 $33,4 \text{ m} * 0,09 \text{ m}^2 * 2 400 = 7 214,40 \text{ kg}$

- ✓ Vigas = 122 140,80 kg  
 $(360,28 - 21,00) \text{ m} * 0,30 \text{ m} * (0,70 - 0,20) \text{ m} * 2\ 400$
  
- ✓ Muros = 68 880,51 kg
  - ❖ Bloque de 0,14 m  
 $256,41 \text{ m}^2 * 0,14 \text{ m} * 1\ 600 = 57\ 435,84 \text{ kg}$
  - ❖ Bloque de 0,19 m  
 $29,47 \text{ m}^2 * 0,19 \text{ m} * 1\ 900 = 10\ 638,42 \text{ kg}$
  - ❖ Tabique de 0,10 m  
 $10,75 \text{ m}^2 * 0,10 \text{ m} * 750 = 806,25 \text{ kg}$
  
- ✓ Piso = 37 703,47 kg  
 $774,19 \text{ m}^2 * 48,70 \text{ kg/m}^2$
  
- ✓ Ventanas = 1 777,93 kg  
 $113,97 \text{ m}^2 * 0,006 \text{ m} * 2\ 600 \text{ kg/m}^3$
  
- ✓ Acabados = 57 387,62 kg  
 $675,14 \text{ m}^2 * 85 \text{ kg/m}^2$
  
- ✓ Carga viva = 82 198,56 kg  
 $657,58 \text{ m}^2 * 500,00 \text{ kg/m}^2 * 25\%$
  
- Total carga muerta primer nivel = 999 194,56 kg
- Total carga muerta segundo nivel = 578 601,55 kg

- Carga viva

Se limita a la carga que se produce por el uso que se le da a la edificación. Debido a que se tiene contemplado a futuro una ampliación y por las características de la misma, la carga viva utilizada para ambos niveles será de 500,00 kilogramos por metro cuadrado.

- Estructura asimétrica

- Carga muerta

Se define como todos los elementos permanentes en el edificio. Se analizan los volúmenes de los elementos para conocer el peso propio de cada uno y proceder a la sumatoria.

- Primer nivel

- ✓ Losa de Vigueta y Bovedilla = 65 290,91 kg
  - ❖ Pastilla Losa  
 $237,23 \text{ m}^2 * 0,05 \text{ m} * 2 400 = 28 467,06 \text{ kg}$
  - ❖ Bovedilla  
 $174,97 \text{ m}^2 * 8 \text{ u/m} * 12 = 16 796,69 \text{ kg}$
  - ❖ Nervio  
 $556.31 \text{ m} * 0,015 \text{ m}^2 * 2 400 = 20 027,16 \text{ kg}$
- ✓ Columnas = 36 187,56 kg
  - ❖ Principales  
 $39,42 \text{ m} * 0,2025 \text{ m}^2 * 2 400 = 19 158,12 \text{ kg}$

- ❖ Secundarias  
 $78,84 \text{ m} * 0,09 \text{ m}^2 * 2\,400 = 17\,029,44 \text{ kg}$
  
- ✓ Vigas = 42 145,20kg  
 $(127,57 - 10,50) \text{ m} * 0,30 \text{ m} * (0,70 - 0,20) \text{ m} * 2\,400$
  
- ✓ Muros = 72 015,22 kg
  - ❖ Bloque de 0,14 m  
 $234,66 \text{ m}^2 * 0,14 \text{ m} * 1\,600 = 52\,563,84 \text{ kg}$
  - ❖ Bloque de 0,19 m  
 $42,58 \text{ m}^2 * 0,19 \text{ m} * 1\,900 = 15\,371,38 \text{ kg}$
  - ❖ Tabique de 0,10m  
 $54,40 \text{ m}^2 * 0,10 \text{ m} * 750 = 4\,080,00 \text{ kg}$
  
- ✓ Piso = 11 552,88 kg  
 $237,23 \text{ m}^2 * 48,70 \text{ kg/m}^2$
  
- ✓ Rampa = 19 367,57 kg  
 $8,07 \text{ m}^2 * 2\,400 \text{ kg/m}^3$
  
- ✓ Ventanas = 35,88 kg  
 $2,30 \text{ m}^2 * 0,006 \text{ m} * 2\,600 \text{ kg/m}^3$
  
- ✓ Acabados = 20 164,17 kg  
 $237,23 \text{ m}^2 * 85 \text{ kg/m}^2$
  
- ✓ Gradas = 34 061,30 kg
  - ❖ Losa  
 $13,02 \text{ m}^2 * 0,10 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 3\,125,78 \text{ kg}$

❖ Gradas  
 $7,86 \text{ m}^3 * 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 18\,866,40 \text{ kg}$

❖ Muro  
 $53,88 \text{ m}^2 * 0,14 \text{ m} * 1\,600 = 12\,069,12 \text{ kg}$

✓ Carga viva = 46 288,19 kg  
 $30,31 \text{ m}^2 * 500,00 \text{ kg/m}^2 * 25\%$

▪ Segundo nivel

✓ Losa de Vigüeta y Bovedilla = 61 274,39 kg

❖ Pastilla Losa  
 $267,02 \text{ m}^2 * 0,05 \text{ m} * 2\,400 = 26\,041,86 \text{ kg}$

❖ Bovedilla  
 $154,76 \text{ m}^2 * 8 \text{ u/m} * 12 \text{ kg/m}^2 = 14\,856,53 \text{ kg}$

❖ Nervio  
 $566,00 \text{ m} * 0,015 \text{ m}^2 * 2\,400 = 20\,376,00 \text{ kg}$

✓ Columnas = 9 198,36 kg

❖ Principales  
 $10,02 \text{ m} * 0,2025 \text{ m}^2 * 2\,400 = 4\,869,72 \text{ kg}$

❖ Secundarias  
 $20,04 \text{ m} * 0,09 \text{ m}^2 * 2\,400 = 4\,328,64 \text{ kg}$

✓ Vigas = 39 987,00kg  
 $(121,35 - 10,28) \text{ m} * 0,30 \text{ m} * (0,70 - 0,20) \text{ m} * 2\,400$

- ✓ Muros = 15 867,56 kg
  - ❖ Bloque de 0,14 m  
 $66,94 \text{ m}^2 * 0,14 \text{ m} * 1 600 = 14 994,56 \text{ kg}$
  - ❖ Tabique de 0,10 m  
 $11,64 \text{ m}^2 * 0,10 \text{ m} * 750 = 873,00 \text{ kg}$
  
- ✓ Piso = 11 552,88 kg  
 $237,23 \text{ m}^2 * 48,70 \text{ kg/m}^2$
  
- ✓ Ventanas = 34,32 kg  
 $2,20 \text{ m}^2 * 0.006 \text{ m} * 2 600 \text{ kg/m}^3$
  
- ✓ Acabados = 18 446,32 kg  
 $217,02 \text{ m}^2 * 85 \text{ kg/m}^2$
  
- ✓ Carga viva = 46 288,19 kg  
 $370,31 \text{ m}^2 * 500,00 \text{ kg/m}^2 * 25\%$
  
- Total carga muerta primer nivel = 347 108,88 kg
- Total carga muerta segundo nivel = 202 649,01 kg
  
- Carga viva

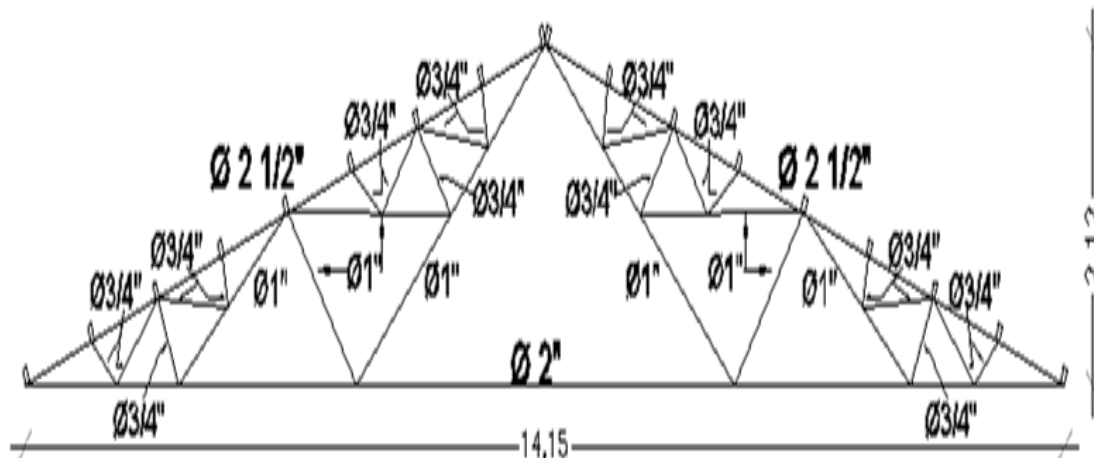
Se limita a la carga que se produce por el uso que se le da a la edificación. Debido a que se tiene contemplado a futuro una ampliación y por las características de la misma, la carga viva utilizada para ambos niveles será de 500,00 kilogramos por metro cuadrado.



- Estructura metálica

Se utilizará una armadura tipo Fink-abanico debido a que representa una opción económica, de poco peso, recomendada para cubrir claros amplios, presenta mayor rigidez debido a que los nodos no transmiten cortantes ni momentos, transmite la carga en tensión o compresión pura y es la adecuada por la relación claro/peralte. El valor del peso específico del acero es de 7 850 kilogramos por metro cúbico.

Figura 16. Armadura Fink-abanico



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

- Estructura simétrica

- Carga muerta

- ✓ Tijeras = 6,32kg

- ❖ Tubería Ø 2 1/2"



- Estructura asimétrica
  - Carga muerta
    - ✓ Tijeras = 3,16kg
      - ❖ Tubería Ø 2 1/2"
        - $14,77\text{m} * 0,000017\text{m}^3 * 7\ 850 = 1,99\text{kg}$
      - ❖ Tubería Ø 2"
        - $14,15\text{m} * 0,0000077\text{m}^3 * 7\ 850 = 0,85\text{kg}$
      - ❖ Tubería Ø 1"
        - $17,60\text{m} * 0,0000017\text{m}^3 * 7\ 850 = 0,23\text{kg}$
      - ❖ Tubería Ø 3/4"
        - $12,82\text{m} * 0,00000089\text{m}^3 * 7\ 850 = 0,09\text{kg}$
    - ✓ Joist = 3,40kg
      - ❖ Angulares
        - $9,70\text{m} * 0,000020\text{m}^3 * 7\ 850 = 1,49\text{kg}$
      - ❖ Tubería Ø 1"
        - $4,85\text{m} * 0,000016\text{m}^3 * 7\ 850 = 0,62\text{kg}$
      - ❖ Tubería Ø 3/4"
        - $10,09\text{m} * 0,000016\text{m}^3 * 7\ 850 = 1,29\text{kg}$
    - ✓ Lámina estructural = 357,34kg
      - ❖ Lámina 14'
        - $2,43\text{m} * 0,0512\text{m}^3 * 1\ 200\text{kg}/\text{m}^3 = 149,05\text{kg}$
      - ❖ Lámina 12'
        - $2,43\text{m} * 0,0439\text{m}^3 * 1\ 200\text{kg}/\text{m}^3 = 127,76\text{kg}$

- ❖ Capote  
 $2,43\text{m} * 0,02195\text{m}^3 * 1\,200\text{kg}/\text{m}^3 = 63,88\text{kg}$
- ❖ Templete  
 $14,15\text{m} * 0,00015\text{m}^3 * 7\,850\text{kg}/\text{m}^3 = 16,66\text{kg}$

✓ Carga viva = 349,84 kg  
 $35,83\text{m}^2 * 39,06\text{ kg}/\text{m}^2 * 25\%$

- Total carga muerta estructura simétrica = 2 024,89 kg
- Total carga muerta estructura asimétrica = 713,73 kg
- Carga viva

Se limita a la carga que se produce por el uso que se le da a la edificación. Debido a que se necesitará mantenimiento de la estructura y por las características de la misma la carga viva utilizada será de 39,06 kilogramo por metro cuadrado.

#### 2.5.1.1.2. Cargas horizontales

La carga horizontal inducida en la estructura es producto de un análisis sísmico, se determinará el corte basal en la edificación siguiendo el procedimiento establecido en el código AGIES:

La obra debido a su ocupación y utilidad se encuentra clasificada como obra importante, categoría III. El mapa de zonificación sísmica de la república de Guatemala ubica al municipio en la zona sísmica 4.

Por su importancia, índice de sismicidad y zonificación se deberá diseñar la estructura con una probabilidad de excedencia de 5 por ciento en 50 años (NSE 2, 4.2.2.3).

De acuerdo al mapa de la zonificación sísmica se determinan los factores  $S_{cr}$ ,  $S_{1r}$ , los cuales son respectivamente la ordenada espectral para sismo corto y para sismo de 1 segundo:

$$S_{cr} = 1,30 \text{ g.}$$

$$S_{1r} = 0,50 \text{ g.}$$

Las ordenadas espectrales deberán de ser modificadas de acuerdo a las condiciones de la superficie, según el perfil de suelo donde se encuentren:

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

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

El coeficiente de sitio  $F_a$  es 1, se determina de acuerdo a las características del suelo y la estructura en la tabla 4.2 (NSE 2, 4.3.3.5). El coeficiente de sitio  $F_v$  para el estudio es 1,5 de acuerdo a las características del suelo y la estructura en la tabla 4,3 (NSE 2, 4.3.3.6). Los factores de proximidad para períodos cortos y largos de vibración,  $N_a$  y  $N_v$ , se establecen según las tablas 4,6 y 4,7 (NSE 2, 4.6.1.1) los cuales tienen valor de 1, por su distancia horizontal respecto a la fuente sísmica.

$$S_{cs} = 1,30 * 1 * 1 = 1,30$$

$$S_{1s} = 0,50 * 1,5 * 1 = 0,75$$

Período de transición,  $T_s$ , relaciona los períodos cortos y largos (NSE 2, 4.3.3.4)

$$T_s = \frac{0,75}{1,30} = 0,58$$

El factor de escala  $K_d$ , para el caso de la estructura por estar estimada para un sismo severo es de  $K_d = 0,80$ . El espectro calibrado al nivel de diseño requerido (NSE 2, 4.3.4.2) será el siguiente:

$$S_{cd} = K_d * S_{cs} = 0,80 * 1,30 = 1,04$$

$$S_{1d} = K_d * S_{1s} = 0,80 * 0,75 = 0,60$$

El corte basal al límite de cedencia (NSE 3, 2.1.1) se determina mediante la fórmula:

$$V_b = C_s * W_s$$

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

Donde:

$V_b$  = corte basal

$C_s$  = coeficiente sísmico de diseño

$W_s$  = Peso de la edificación

$S_a(T)$  = demanda de diseño para una estructura con período  $T$

$R$  = 8; factor genérico de reducción de respuesta sísmica (NSE 3, 1.6.1).

El período de vibración de la estructura será calculado por el método empírico (NSE 3, 2.1.4):

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

Donde:

$h_n$  = altura total del edificio desde la base

$K_t$  y  $x$  = 0,049 y 0,75. Para el sistema estructural E1

$$T_a = 0,049 * (8,74)^{0,75} = 0,2491 \text{ seg}$$

Ordenadas espectrales:

La norma (NSE 3, 2.1.6) permite que para los períodos de diseño podrán ser directamente los empíricos encontrados anteriormente  $T_a$ .

$$\text{Si: } T < T_s$$

$$0,25 < 0,58$$

Entonces

$$S_a(T) = S_{cd} = 1,04$$

Por lo tanto,

$$C_s = \frac{S_a(T)}{R} = \frac{1,04}{8} = 0,13$$

El código permite realizar comprobaciones al espectro (NSE 3, 2.1.2.1) especificando los valores mínimos de  $C_s$ , cumpliendo con lo siguiente:

$$C_s > 0,044 * S_{cd} = 0,044 * 1,04 = 0,04576 \quad \text{Chequea}$$

$$C_s > 0,5 * \frac{S_{1r}}{R} = 0,5 * \frac{0,5}{8} = 0,0313 \quad \text{Chequea}$$

- Corte basal

$$V_b = C_s * W_s = 0,13 * 2\,130,29 \text{ ton} = 276,94 \text{ ton}$$

$$V_b < 15\% W_s \quad \text{Cumple}$$

Para estipular la fuerza lateral por nivel (NSE 3, 2.2), se procederá a realizar una sumatoria de fuerzas por nivel y el residuo se multiplicará por el corte basal, expresado de la siguiente manera:

$$F_x = \frac{(V_b * W_x * h_x^k)}{\sum(W_i H_i^k)}$$

Donde:

$F_x$  = fuerza por nivel

$V_b$  = corte basal

$W_x$  = peso por nivel

$H_x$  = altura de nivel

$K$  = para periodos menores a 0,5 seg. se considera 1



- Primer nivel 142,57 toneladas
- Segundo nivel 134,37 toneladas

Para determinar la fuerza por marco, debido a que es una estructura simétrica y no existe una excentricidad excesiva, únicamente es necesario realizar una división de la fuerza total que le llega a ese nivel y el número de marcos que tiene en cada eje, por lo que la fuerza por eje será de la siguiente manera:

Eje X

Nivel 1 19,20 ton

Nivel 2 20,37 ton

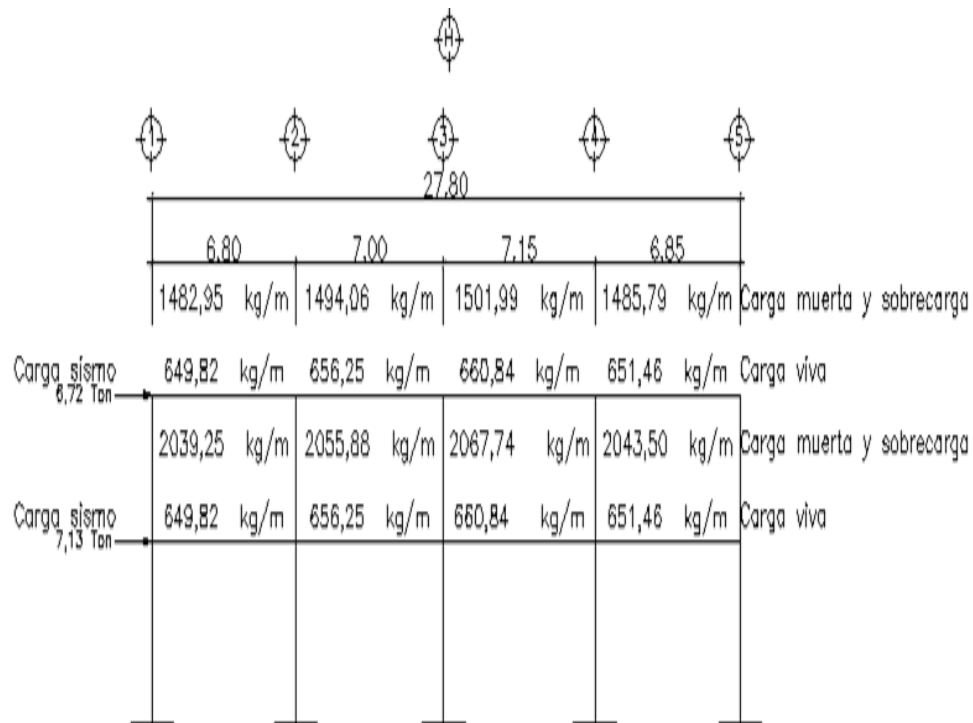
Eje Y

Nivel 1 6,72 ton

Nivel 2 7,13 ton

El modelo matemático de cargas verticales y horizontales que actúan en el eje H es:

Figura 17. **Modelo matemático cargas actuantes eje H**

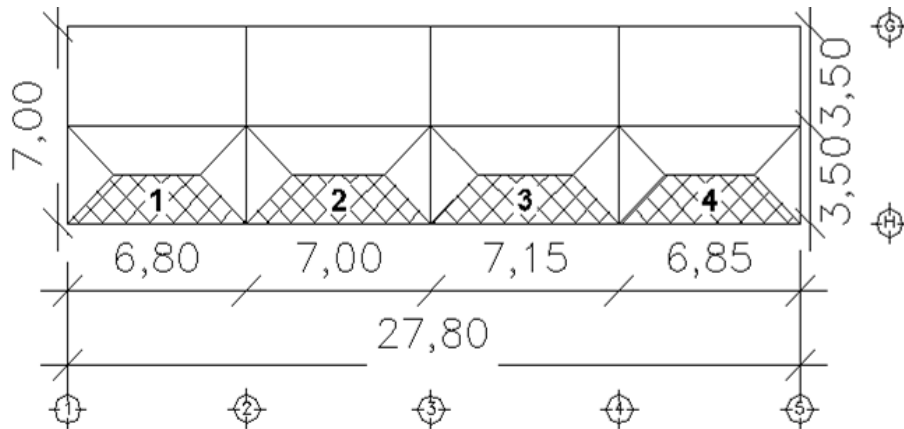


Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

### 2.5.1.2. Áreas tributarias

Cada viga de la estructura soporta una cantidad de carga específica, la cual se encuentra determinando el área de losa que le transmite carga, con lo cual para el eje H, el análisis del área tributaria que soporta la viga, se determina mediante la partición de la losa con triángulos equiláteros y trapecios. El área tributaria por marco se presentará en la distribución de cargas.

Figura 18. Área tributaria viga eje H



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Para encontrar el valor numérico de las diferentes áreas, se procede a realizar un análisis geométrico simple, de donde se encuentra que para cada figura el área tributaria es la siguiente:

$$\text{Área 1} = 8,84 \text{ m}^2$$

$$\text{Área 2} = 9,19 \text{ m}^2$$

$$\text{Área 3} = 9,45 \text{ m}^2$$

$$\text{Área 4} = 9,93 \text{ m}^2$$

### 2.5.2. Análisis mediante método numérico Kani y por ETABS

Para cerciorar el análisis estructural y tener una comparación adecuada entre resultados, los valores de momentos obtenidos en los nudos rígidos del marco seleccionado no deben variar más del diez por ciento entre el método numérico Kani y el análisis computacional por ETABS.

### 2.5.2.1. Análisis de marco mediante método numérico Kani

El método de Kani es un método exacto e iterativo de distribución de momentos, por lo que se debe establecer una ruta para determinar los valores en los diferentes ciclos. El método de Kani es aplicable a vigas y marcos con cualquier tipo de carga. Para un análisis comparativo más preciso con el software ETABS las cargas aplicadas serán la carga muerta y la carga viva sin modificar.

Para iniciar dicho análisis es necesario precisar la inercia de las secciones, que para el caso estudiado se realizara una inercia relativa, la cual se obtiene mediante el siguiente procedimiento:

Inercia de columnas:

$$I = \frac{1}{12} bh^3 = \frac{1}{12} (0,45)(0,45)^3 = 0,003417$$

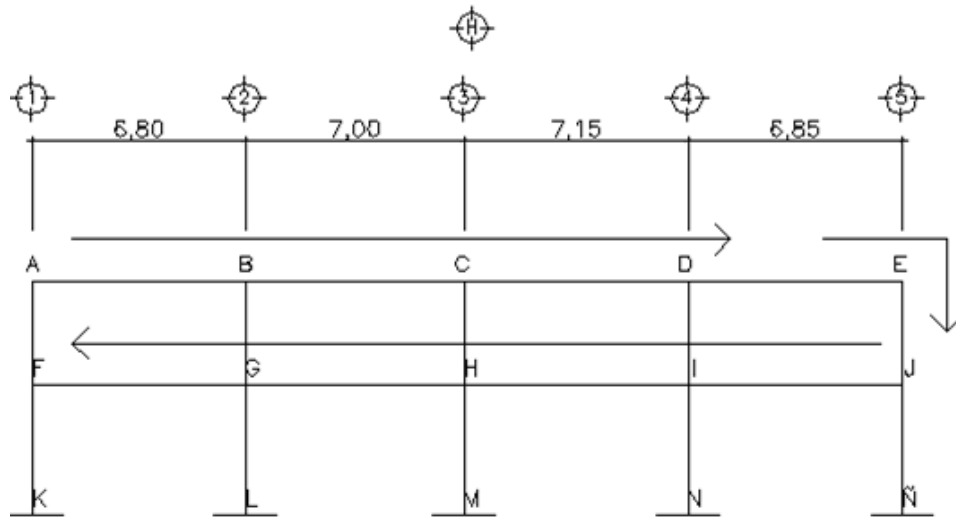
$$I = \frac{1}{12} bh^3 = \frac{1}{12} (0,30)(0,30)^3 = 0,000675$$

Inercia de vigas:

$$I = \frac{1}{12} bh^3 = \frac{1}{12} (0,30)(0,70)^3 = 0,008575$$

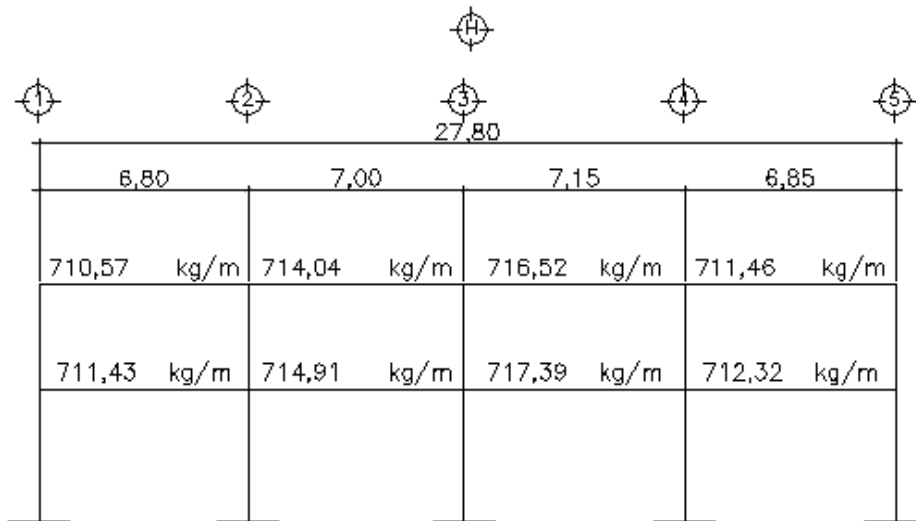
A continuación se presenta el análisis para el caso del marco H con carga muerta. Se establecen los nudos y el orden de las iteraciones:

Figura 19. **Esquema de orden de iteraciones eje H**



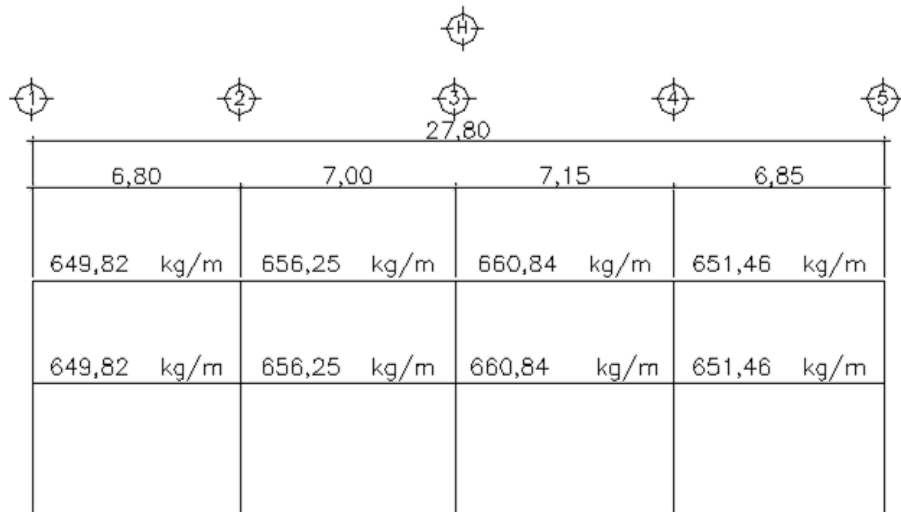
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 20. **Distribución de carga muerta eje H**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 21. **Distribución de carga viva eje H**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

La rigidez de cada elemento corresponde a una relación entre inercia y longitud del elemento:

$$K = I/L$$

Tabla VIII. **Rigidez vigas y columnas**

<b>Viga</b>	<b>Nudo</b>	<b>Rigidez</b>
1--2	A-B	1,26E-03
2--3	B-C	1,23E-03
3--4	C-D	1,20E-03
4--5	D-E	1,25E-03
1--2	F-G	1,26E-03
2--3	G-H	1,23E-03
3--4	H-I	1,20E-03
4--5	I-J	1,25E-03
<b>Columna</b>	<b>Nudo</b>	<b>Rigidez</b>
1	A-F	1,02E-03
2	B-G	1,02E-03
3	C-H	1,02E-03
4	D-I	1,02E-03
5	E-J	1,02E-03
1	F-K	6,33E-04
2	G-L	6,33E-04
3	H-M	6,33E-04
4	I-N	6,33E-04
5	J-Ñ	6,33E-04

Fuente: elaboración propia.

Se establecen los factores de giro por nudo, el factor en un empotramiento es cero y la sumatoria de factores en un nudo debe ser igual a -0,50:

$$\mu_{ij} = -\frac{1}{2} \frac{k_{ij}}{\sum k_{ij}}$$

Tabla IX. **Factores de giro**

<b>NUDO A</b>	<b>k</b>	<b>μ</b>
μ A-B	1,26E-03	-0,276
μ A-F	1,02E-03	-0,224
Σ	2,28E-03	-0,50
<b>NUDO B</b>	<b>k</b>	<b>μ</b>
μ B-A	1,26E-03	-0,180
μ B-C	1,23E-03	-0,175
μ B-G	1,02E-03	-0,146
Σ	3,51E-03	-0,50
<b>NUDO C</b>	<b>k</b>	<b>μ</b>
μ C-B	1,23E-03	-0,178
μ C-D	1,20E-03	-0,174
μ C-H	1,02E-03	-0,148
Σ	3,45E-03	-0,50
<b>NUDO D</b>	<b>k</b>	<b>μ</b>
μ D-C	1,20E-03	-0,173
μ D-E	1,25E-03	-0,180
μ D-I	1,02E-03	-0,147
Σ	3,47E-03	-0,50



Continuación de la tabla IX.

<b>NUDO E</b>	<b>k</b>	<b>μ</b>
μ E-D	1,25E-03	-0,275
μ E-J	1,02E-03	-0,225
Σ	2,27E-03	-0,50
<b>NUDO F</b>	<b>k</b>	<b>μ</b>
μ F-G	1,26E-03	-0,216
μ F-A	1,02E-03	-0,175
μ F-K	6,33E-04	-0,108
Σ	2,92E-03	-0,50
<b>NUDO G</b>	<b>k</b>	<b>μ</b>
μ G-F	1,26E-03	-0,152
μ G-H	1,23E-03	-0,148
μ G-B	1,02E-03	-0,124
μ G-L	6,33E-04	-0,076
Σ	4,14E-03	-0,50
<b>NUDO H</b>	<b>k</b>	<b>μ</b>
μ H-G	1,23E-03	-0,150
μ H-I	1,20E-03	-0,147
μ H-C	1,02E-03	-0,125
μ H-M	6,33E-04	-0,078
Σ	4,08E-03	-0,50

Continuación de la tabla IX.

<b>NUDO I</b>	<b>k</b>	<b>μ</b>
μ I-H	1,20E-03	-0,146
μ I-J	1,25E-03	-0,152
μ I-D	1,02E-03	-0,125
μ I-N	6,33E-04	-0,077
Σ	4,11E-03	-0,50
<b>NUDO J</b>	<b>k</b>	<b>μ</b>
μ J-I	1,25E-03	-0,215
μ J-E	1,02E-03	-0,176
μ J-N	6,33E-04	-0,109
Σ	2,91E-03	-0,50

Fuente: elaboración propia.

Se calcula el momento de empotramiento por nudo, el momento de empotramiento en columna es cero por definición, el valor dependerá del sentido asignado:

$$\bar{M} = \pm \frac{wl^2}{12}$$

Tabla X. **Momento de empotramiento carga muerta**

<b>Nudo</b>	<b>Carga muerta (kg/m)</b>	<b>Longitud</b>	<b>Momento</b>
A-B	710,57	6,80	-2 738,07
B-A	710,57	6,80	2 738,07
B-C	714,04	7,00	-2 915,68
C-B	714,04	7,00	2 915,68
C-D	716,52	7,15	-3 052,52
D-C	716,52	7,15	3 052,52
D-E	711,46	6,85	-2 781,95
E-D	711,46	6,85	2 781,95
F-G	711,43	6,80	-2 741,36
G-F	711,43	6,80	2 741,36
G-H	714,91	7,00	-2 919,20
H-G	714,91	7,00	2 919,20
H-I	717,39	7,15	-3 056,22
I-H	717,39	7,15	3 056,22
I-J	712,32	6,85	-2 785,30
J-I	712,32	6,85	2 785,30

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Momento de empotramiento carga viva**

<b>Nudo</b>	<b>Carga viva (kg/m)</b>	<b>Longitud</b>	<b>Momento</b>
A-B	649,82	6,80	-2 503,96
B-A	649,82	6,80	2 503,96
B-C	656,25	7,00	-2 679,69
C-B	656,25	7,00	2 679,69
C-D	660,84	7,15	-2 815,31
D-C	660,84	7,15	2 815,31
D-E	651,46	6,85	-2 547,34
E-D	651,46	6,85	2 547,34
F-G	649,82	6,80	-2 503,96
G-F	649,82	6.80	2,503.96
G-H	656,25	7.00	-2,679.69
H-G	656,25	7.00	2,679.69
H-I	660,84	7.15	-2,815.31
I-H	660,84	7.15	2,815.31
I-J	651,46	6.85	-2,547.34
J-I	651,46	6.85	2,547.34

Fuente: elaboración propia.

#### **2.5.2.1.1. Carga muerta**

Luego de realizar el cálculo de momentos de empotramiento, momentos de sujeción y factores de giro por carga muerta, se procede a realizar un análisis iterativo hasta obtener igualdad de valores dado el giro en cada uno de los extremos de la barra.

Tabla XII. Diagrama de iteraciones carga muerta

NUDO A				NUDO B				NUDO C					
	-2,738.0724	-0.2760	-2,738.0724	2,738.0724	-0.1797	-177.6050	-0.1745	-2,915.6774	2,915.6774	-0.1777	-136.8440	-0.1739	-3,052.5214
	AB	755.8185	-84.2308	BA		BC	-100.3238	42.2441	CB		CD		
0.0000	-0.2240		677.9209	-103.0820	0.0000	-0.1458	-100.1368	50.1925	0.0000	-0.1484			49.1395
613.2177	AF		676.7482	-94.3613	-84.2308	BG		-31.6653	27.5268	35.2819	CH		26.9493
550.0170			673.9405	-88.7172	-83.6335			-86.1824	25.7826	41.9204			25.2417
549.0656			672.2140	-87.9183	-76.5581			-85.4063	25.5885	22.9901			25.0517
546.7877			671.9135	-87.7928	-71.9789			-85.2845	25.4761	21.5334			24.9417
545.3869			671.8633	-87.7521	-71.9307			-85.2449	25.4476	21.3713			24.9138
545.1431			671.8492	-87.7418	-71.2289			-85.2349	25.4377	21.2775			24.9040
545.1023			671.8456	-87.7388	-71.1959			-85.2320	25.4349	21.2537			24.9013
545.0909			671.8446	-87.7380	-71.1875			-85.2312	25.4342	21.2454			24.9006
545.0880			671.8443	-87.7378	-71.1851			-85.2310	25.4341	21.2430			24.9005
545.0872			671.8442	-87.7377	-71.1844			-85.2309	25.4340	21.2425			24.9004
545.0869			671.8442	-87.7377	-71.1842			-85.2309	25.4340	21.2423			24.9004
545.0869			671.8442	-87.7377	-71.1842			-85.2309	25.4340	21.2423			24.9004
545.0869			671.8442	-87.7377	-71.1842			-85.2309	25.4340	21.2423			24.9004
545.0868			671.8442	-87.7377	-71.1842			-85.2309	25.4340	21.2423			24.9004
545.0868			671.8442	-87.7377	-71.1842			-85.2309	25.4340	21.2423			24.9004
391.9480					-31.3678					16.6239			
391.9480					-31.3678					16.6239			
391.9480					-31.3677					16.6239			
391.9480					-31.3677					16.6239			
391.9480					-31.3677					16.6239			
391.9478					-31.3674					16.6236			
391.9471					-31.3666					16.6227			
391.9444					-31.3634					16.6189			
391.9340					-31.3486					16.6045			
391.8774					-31.2846					16.5590			
391.5878					-31.0812					16.3490			
390.9774					-30.1054					15.0680			
389.5268					-24.1665					4.5334			
366.4873	FA				31.1447	GB				8.3143	HC		
0.0000	-0.1754				0.0000	-0.1235				0.0000	-0.1254		
NUDO F				NUDO G				NUDO H					
	-2,741.3624	-0.2162	-2,741.3624	2,741.3624	-0.1522	-177.8359	-0.1479	-2,919.1982	2,919.1982	-0.1501	-137.0222	-0.1470	-3,056.2204
	FG	451.7122	-38.3872	GF		GH	37.2904	9.9549	HG		HI		
0.0000	-0.1085		480.1094	-29.7863	0.0000	-0.0764	-28.9352	5.4279	0.0000	-0.0775			5.3140
226.6792	FK		481.8973	-37.1062	19.2636	GL		-36.0461	18.0414	5.1425	HM		17.6629
240.9295			482.6497	-38.3090	-14.9474			-37.2144	19.5752	2.8040			19.1645
241.8268			483.0067	-38.5597	-18.6207			-37.4580	19.8218	3.3198			19.4059
242.2043			483.0764	-38.6386	-19.2243			-37.5346	19.8810	10.1122			19.4639
242.3835			483.0892	-38.6568	-19.3501			-37.5524	19.8983	10.2396			19.4809
242.4185			483.0925	-38.6608	-19.3897			-37.5562	19.9029	10.2702			19.4853
242.4249			483.0934	-38.6618	-19.3989			-37.5572	19.9040	10.2791			19.4864
242.4265			483.0936	-38.6621	-19.4008			-37.5574	19.9042	10.2815			19.4867
242.4270			483.0937	-38.6621	-19.4013			-37.5575	19.9043	10.2820			19.4867
242.4271			483.0937	-38.6622	-19.4015			-37.5575	19.9043	10.2822			19.4868
242.4271			483.0937	-38.6622	-19.4015			-37.5575	19.9043	10.2822			19.4868
	KF					LG					MH		
	0.0000					0.0000					0.0000		
	NUDO K					NUDO L					NUDO M		

Continuación de la tabla XII.

3,052.5214	-0.1726	NUDO D				NUDO E	
-53.8381	DC	270.5677	-0.1802	-2,781.9537	2,781.9537	-0.2751	2,781.9537
69.0434	0.0000	-0.1472		72.0672	-680.0876	0.0000	-0.2249
62.8432	-45.9287	DI		65.5954	-673.7534	-612.9296	EJ
61.8782	58.9002			64.5882	-673.9215	-555.8321	
62.1830	53.6108			64.9063	-673.9586	-550.6552	
62.2543	52.7876			64.9808	-674.0639	-550.7926	
62.2857	53.0476			65.0136	-674.0929	-550.8229	
62.2946	53.1085			65.0229	-674.0995	-550.9090	
62.2969	53.1353			65.0252	-674.1011	-550.9327	
62.2974	53.1428			65.0258	-674.1016	-550.9381	
62.2976	53.1447			65.0259	-674.1017	-550.9394	
62.2976	53.1452			65.0260	-674.1017	-550.9398	
62.2976	53.1454			65.0260	-674.1017	-550.9399	
62.2976	53.1454			65.0260	-674.1017	-550.9399	
62.2976	53.1454			65.0260	-674.1017	-550.9399	
62.2976	53.1454			65.0260	-674.1017	-550.9399	
	17.6956					-396.8963	
	17.6956					-396.8963	
	17.6956					-396.8963	
	17.6956					-396.8964	
	17.6957					-396.8964	
	17.6959					-396.8967	
	17.6968					-396.8977	
	17.7005					-396.9014	
	17.7133					-396.9161	
	17.7620					-396.9886	
	18.0284					-397.2969	
	19.4360					-397.1135	
	18.4718					-396.7317	
	30.2204	ID				-382.1815	JE
	0.0000	-0.1246				0.0000	-0.1759
		NUDO I				NUDO J	
3,056.2204	-0.1460	270.9198	-0.1524	-2,785.3006	2,785.3006	-0.2153	2,785.3006
35.4247	IH			36.9762	-467.6176		JJ
21.6528	0.0000	-0.0770		22.6011	-487.8676	0.0000	-0.1088
22.7831	18.6919	IN		23.7809	-485.8877	-236.3863	JÑ
21.1330	11.4251			22.0586	-486.1120	-246.6230	
20.8208	12.0215			21.7326	-485.7348	-245.6221	
20.7637	11.1509			21.6730	-485.6461	-245.7355	
20.7487	10.9861			21.6574	-485.6282	-245.5448	
20.7444	10.9560			21.6529	-485.6236	-245.4999	
20.7433	10.9481			21.6518	-485.6224	-245.4909	
20.7430	10.9458			21.6515	-485.6221	-245.4886	
20.7430	10.9452			21.6514	-485.6220	-245.4880	
20.7430	10.9451			21.6514	-485.6220	-245.4878	
20.7430	10.9451			21.6514	-485.6220	-245.4878	
		NI					ÑJ
		0.0000					0.0000
		NUDO N					NUDO Ñ

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Momento final carga muerta**

NUDO		MOMENTO FINAL
A	Mab	-1 482,1217
	Maf	1 482,1217
B	Mba	3 234,4413
	Mbc	-3 060,7052
	Mbg	-173,7361
C	Mcb	2 881,3145
	Mcd	-2 940,4230
	Mch	59,1085
D	Mdc	3 202,0170
	Mde	-3 326,0034
	Mdi	123,9864
E	Med	1 498,7762
	Mej	-1 498,7762
F	Mfg	-1 813,8372
	Mfa	1 328,9829
	Mfk	484,8542
G	Mgf	3 147,1317
	Mgh	-2 974,4090
	Mgb	-133,9197
	Mgl	-38,8031

Continuación de la tabla XIII.

NUDO		MOMENTO FINAL
H	Mhg	2 921,4493
	Mhi	-2 996,5039
	Mhc	54,4901
	Mhm	20,5644
I	Mih	3 117,1931
	Mij	-3 227,6197
	Mid	88,5366
	Min	21,8901
J	Mji	1 835,7081
	Mje	-1 344,7326
	Mjñ	-490,9755
K	Mkf	242,4271
L	Mlg	-19,4015
M	Mmh	10,2822
N	Mni	10,9450
Ñ	Mñj	-245,4877

Fuente: elaboración propia.

#### 2.5.2.1.2. Carga viva

Luego de realizar el cálculo de momentos de empotramiento, momentos de sujeción y factores de giro por carga viva, se procede a realizar un análisis iterativo hasta obtener igualdad de valores dado el giro en cada uno de los extremos de la barra.



Tabla XIV. Diagrama de iteraciones carga viva

NUDO A				NUDO B				NUDO C					
	-2,503.3583	-0.2760	-2,503.3583	2,503.3583	-0.1737	-175.7232	-0.1745	-2,673.6875	2,673.6875	-0.1777	-135.6250	-0.1739	-2,815.3125
	AB		691.1836	-75.1433	BA		BC	-89.9713	40.0816	CB		CD	
0.0000	-0.2240		619.6359	-92.2886	0.0000	-0.1458		-89.8518	47.8369	0.0000	-0.1484		46.8333
560.7856	AF		618.5512	-84.4322	-75.1433	EG		-82.0199	27.1176	33.4758	CH		26.5487
502.7287			616.0168	-79.2810	-74.8764			-77.0158	25.5187	33.9529			24.9834
501.8487			614.4421	-78.5507	-68.5023			-76.3064	25.3374	22.6484			24.8058
499.7924			614.1677	-78.4335	-64.3230			-76.1945	25.2334	21.3130			24.7041
498.5149			614.1216	-78.3981	-63.7305			-76.1581	25.2072	21.1616			24.6784
498.2922			614.1086	-78.3886	-63.6370			-76.1489	25.1981	21.0748			24.6695
498.2548			614.1053	-78.3858	-63.6066			-76.1462	25.1956	21.0529			24.6670
498.2443			614.1044	-78.3851	-63.5990			-76.1455	25.1949	21.0452			24.6664
498.2416			614.1041	-78.3849	-63.5967			-76.1453	25.1948	21.0431			24.6662
498.2409			614.1041	-78.3848	-63.5961			-76.1453	25.1947	21.0426			24.6661
498.2406			614.1041	-78.3848	-63.5959			-76.1452	25.1947	21.0425			24.6661
498.2406			614.1041	-78.3848	-63.5959			-76.1452	25.1947	21.0424			24.6661
498.2406			614.1041	-78.3848	-63.5959			-76.1452	25.1947	21.0424			24.6661
357.6539					-27.3177					16.4419			
357.6539					-27.3177					16.4419			
357.6538					-27.3177					16.4419			
357.6537					-27.3175					16.4416			
357.6530					-27.3167					16.4408			
357.6505					-27.3138					16.4373			
357.6411					-27.3002					16.4241			
357.5994					-27.2418					16.3788			
357.3253					-27.0565					16.1903			
356.7721					-26.1657					15.0209			
355.4472					-20.7501					5.4168			
334.3723	FA				29.6452	GB				3.0547	HC		
0.0000	-0.1754				0.0000	-0.1235				0.0000	-0.1254		
NUDO F				NUDO G				NUDO H					
	-2,503.3583	-0.2162	-2,503.3583	2,503.3583	-0.1522	-175.7232	-0.1479	-2,673.6875	2,673.6875	-0.1501	-135.6250	-0.1470	-2,815.3125
	FG		412.1230	36.5391	GF		GH	35.4351	10.8415	HG		HI	
0.0000	-0.1085		438.1047	-25.5754	0.0000	-0.0764		-24.8447	6.4857	0.0000	-0.0775		6.3497
206.8155	FK		439.7378	-32.2504	18.3361	GL		-31.3290	17.9850	5.6005	HM		17.6077
219.8507			440.4196	-33.3484	-12.8343			-32.3856	19.3851	3.3504			18.9784
220.6702			440.7451	-33.5767	-16.1640			-32.6174	19.6109	3.2907			19.1995
221.0123			440.8088	-33.6487	-16.7349			-32.6873	19.6651	10.0140			19.2525
221.1756			440.8205	-33.6635	-16.8495			-32.7036	19.6809	10.1306			19.2680
221.2076			440.8235	-33.6691	-16.8857			-32.7071	19.6851	10.1596			19.2721
221.2135			440.8243	-33.6700	-16.8941			-32.7080	19.6861	10.1668			19.2731
221.2150			440.8245	-33.6703	-16.8959			-32.7083	19.6863	10.1689			19.2733
221.2154			440.8246	-33.6703	-16.8964			-32.7083	19.6864	10.1695			19.2734
221.2155			440.8246	-33.6704	-16.8965			-32.7083	19.6864	10.1696			19.2734
221.2155			440.8246	-33.6704	-16.8965			-32.7083	19.6864	10.1696			19.2734
221.2156			440.8246	-33.6704	-16.8965			-32.7083	19.6864	10.1696			19.2734
221.2156			440.8246	-33.6704	-16.8965			-32.7083	19.6864	10.1696			19.2734
	KF				0.0000	LG				0.0000	MH		
	0.0000					0.0000					0.0000		
	NUDO K					NUDO L					NUDO M		

Continuación de la tabla XIV.

2,815.3125	-0.1726	NUDO D				NUDO E	
	267.9688	-0.1802	-2,547.3438	2,547.3438	-0.2751	2,547.3438	
-53.0241	DC	DE	-55.3463	-685.6337	ED		
59.5987	0.0000	-0.1472	62.2088	-621.7997	0.0000	-0.2249	
53.9897	-45.2343	DI	56.3542	-616.1515	-560.3650	EJ	
53.1317	50.8429		55.4586	-616.3363	-508.1937		
53.4162	46.0580		55.7556	-616.3727	-503.5775		
53.4822	45.3261		55.8244	-616.4632	-503.7285		
53.5110	45.5688		55.8545	-616.4958	-503.7582		
53.5191	45.6250		55.8630	-616.5018	-503.8371		
53.5211	45.6496		55.8651	-616.5033	-503.8588		
53.5217	45.6565		55.8657	-616.5037	-503.8638		
53.5218	45.6583		55.8658	-616.5038	-503.8650		
53.5218	45.6587		55.8659	-616.5039	-503.8653		
53.5218	45.6588		55.8659	-616.5039	-503.8654		
53.5218	45.6589		55.8659	-616.5039	-503.8654		
53.5218	45.6589		55.8659	-616.5039	-503.8655		
	13.7758				-362.4710		
	13.7758				-362.4710		
	13.7759				-362.4711		
	13.7761				-362.4713		
	13.7770				-362.4722		
	13.7803				-362.4756		
	13.7920				-362.4891		
	13.8366				-362.5554		
	14.0806				-362.8375		
	15.3666				-362.6728		
	14.4782				-364.2399		
	25.5303	ID			-349.5658	JE	
	0.0000	-0.1246			0.0000	-0.1753	
	NUDO I				NUDO J		
2,815.3125	-0.1460	267.9688	-0.1524	-2,547.3438	2,547.3438	-0.2153	
29.9276	IH	IJ	31.2383	-427.7107	JJ	2,547.3438	
16.9716	0.0000	-0.0770	17.7148	-445.6652	0.0000	-0.1088	
18.0129	15.7913	IN	18.8017	-443.7478	-216.2129	JN	
16.5054	8.9551		17.2283	-443.9493	-225.2891		
16.2195	9.5045		16.9298	-443.6042	-224.3199		
16.1671	8.7091		16.8752	-443.5230	-224.4217		
16.1534	8.5582		16.8608	-443.5065	-224.2473		
16.1495	8.5306		16.8568	-443.5024	-224.2062		
16.1485	8.5234		16.8557	-443.5012	-224.1979		
16.1482	8.5213		16.8555	-443.5009	-224.1958		
16.1482	8.5208		16.8554	-443.5009	-224.1952		
16.1482	8.5206		16.8554	-443.5009	-224.1951		
16.1481	8.5206		16.8554	-443.5008	-224.1950		
16.1481	8.5206		16.8554	-443.5008	-224.1950		
16.1481	8.5206		16.8554	-443.5008	-224.1950		
	NI					NJ	
	0.0000					0.0000	
	NUDO N				NUDO Ñ		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Momento final carga viva**

<b>NUDO</b>		<b>MOMENTO FINAL</b>
A	Mab	-1 354,1350
	Maf	1 354,1350
B	Mba	2 961,2928
	Mbc	-2 806,7833
	Mbg	-154,5095
C	Mcb	2 653,9317
	Mcd	-2 712,4584
	Mch	58,5267
D	Mdc	2 947,0223
	Mde	-3 052,1159
	Mdi	105,0936
E	Med	1 370,2019
	Mej	-1 370,2019
F	Mfg	-1 655,9795
	Mfa	1 213,5484
	Mfk	442,4311
G	Mgf	2 877,4422
	Mgh	-2 725,4178
	Mgb	-118,2314
	Mgl	-33,7931

Continuación de la tabla XV.

NUDO		MOMENTO FINAL
H	Mhg	2 686,3520
	Mhi	-2 760,6175
	Mhc	53,9263
	Mhm	20,3393
I	Mih	2 866,8822
	Mij	-2 957,1339
	Mid	73,2105
	Min	17,0412
J	Mje	1 677,1974
	Mje	-1 228,8074
	Mjñ	-448,3900
K	Mkf	221,2156
L	Mlg	-16,8965
M	Mmh	10,1696
N	Mni	8,5206
Ñ	Mñj	-224,1950

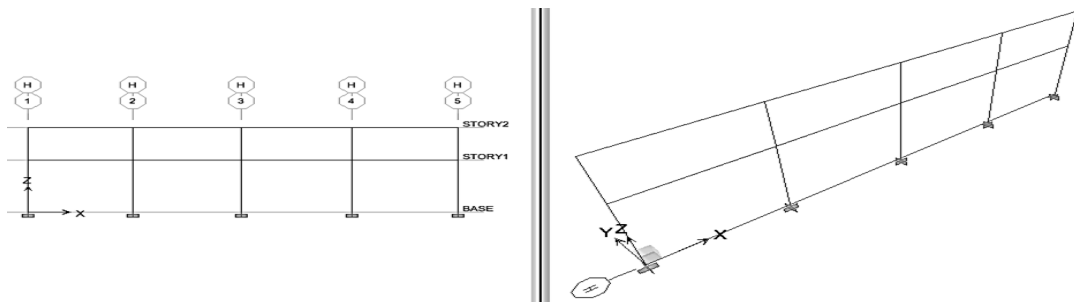
Fuente: elaboración propia.

Los diagramas de momento para las cargas actuantes en el eje H se presentan al final de este documento en los apéndices 1, 2, 3 y 4.

### 2.5.2.2. Análisis mediante ETABS

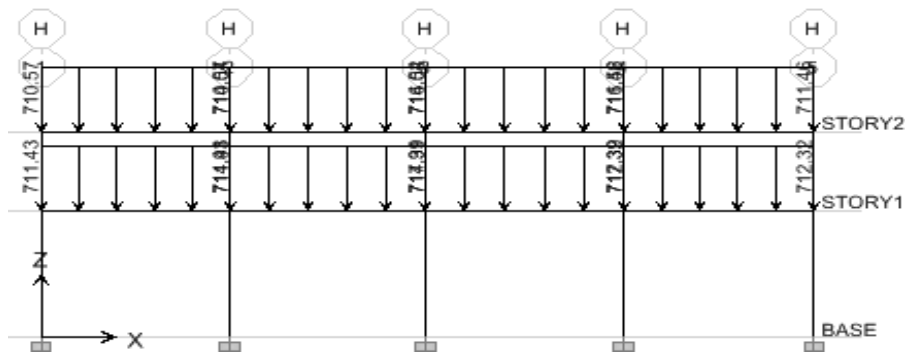
ETABS es uno de los programas computacionales que lideran el análisis estructural, se pueden analizar estructuras complejas determinando las propiedades básicas. Una de las principales ventajas del programa computacional es su interfaz gráfica, esto hace muy fácil idealizar levantamientos en 3 dimensiones de estructuras u objetos.

Figura 22. Esquema de modelado de marco eje H



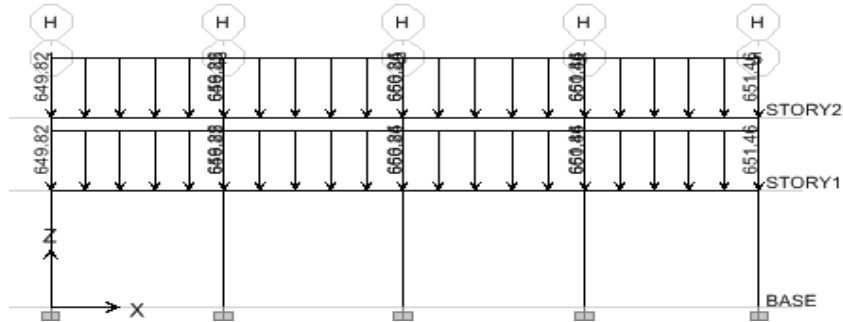
Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

Figura 23. Asignación de carga muerta eje H



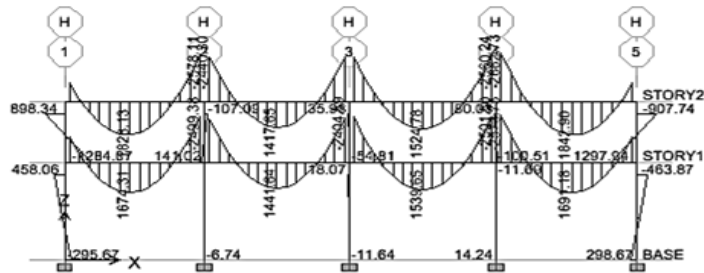
Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

Figura 24. **Asignación de carga viva eje H**



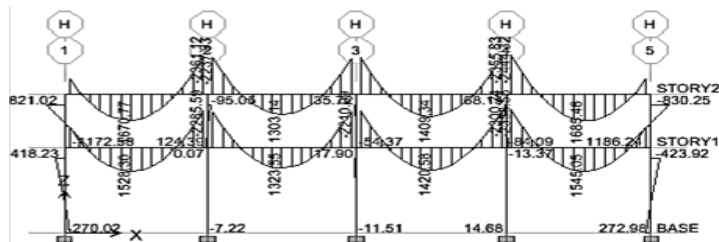
Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

Figura 25. **Deformada 3d carga muerta eje H**



Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

Figura 26. **Deformada 3d carga viva eje H**



Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

Tabla XVI. **Momento final carga muerta**

NUDO		MOMENTO FINAL
A	Mab	-1 477,02
B	Mba	-3 159,37
	Mbc	-2 986,50
C	Mcb	-2 925,18
	Mcd	-2 985,23
D	Mdc	-3 122,78
	Mde	-3 250,74
E	Med	-1 492,58
F	Mfg	-1 854,39
G	Mgf	-3 065,70
	Mgh	-2 923,72
H	Mhg	-2 950,65
	Mhi	-3 027,95
I	Mih	-3 061,44
	Mij	-3 146,40
J	Mji	-1 875,38

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Momento final carga viva**

NUDO		MOMENTO FINAL
A	Mab	-1 349,63
B	Mba	-2 892,85
	Mbc	-2 739,61
C	Mcb	-2 693,16
	Mcd	-2 752,78
D	Mdc	-2 874,50
	Mde	-2 983,01
E	Med	-1 364,93
F	Mfg	-1 693,31
G	Mgf	-2 802,97
	Mgh	-2 679,73
H	Mhg	-2 712,22
	Mhi	-2 788,87
I	Mih	-2 815,92
	Mij	-2 882,48
J	Mji	-1 713,97

Fuente: elaboración propia.

### 2.5.2.3. Comparación de resultados

El análisis de ETABS y el procedimiento realizado con el método iterativo de Kani difieren menos del 10 por ciento máximo, esto se comprobó realizando comparaciones de los momentos resultantes en los elementos.



Es correcto aceptar los valores resultantes por el método iterativo de Kani, a pesar que los valores no son los mismos debido a que el programa computacional utiliza sus propios métodos de análisis, pero los resultados son similares y adecuados por lo que se continuará diseñando en base al programa computacional ETABS.

Tabla XVIII. **Comparación de resultados carga muerta**

NUDO		KANI	ETABS	% ERROR
A	Mab	-1 482,12	-1 477,02	0,35
B	Mba	3 234,44	-3 159,37	2,38
	Mbc	-3 060,71	-2 986,50	2,48
C	Mcb	2 881,31	-2 925,18	1,50
	Mcd	-2 940,42	-2 985,23	1,50
D	Mdc	3 202,02	-3 122,78	2,54
	Mde	-3 326,00	-3 250,74	2,32
E	Med	1 498,78	-1 492,58	0,42
F	Mfg	-1 813,84	-1 854,39	2,19
G	Mgf	3 147,13	-3 065,70	2,66
	Mgh	-2 974,41	-2 923,72	1,73
H	Mhg	2 921,45	-2 950,65	0,99
	Mhi	-2 996,50	-3 027,95	1,04
I	Mih	3 117,19	-3 061,44	1,82
	Mij	-3 227,62	-3 146,40	2,58
J	Mji	1 835,71	-1 875,38	2,12

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Comparación de resultados carga viva**

NUDO		KANI	ETABS	% ERROR
A	Mab	-1 354,14	-1 349,63	0,33
B	Mba	2 961,29	-2 892,85	2,37
	Mbc	-2 806,78	-2 739,61	2,45
C	Mcb	2 653,93	-2 693,16	1,46
	Mcd	-2 712,46	-2 752,78	1,46
D	Mdc	2 947,02	-2 874,50	2,52
	Mde	-3 052,12	-2 983,01	2,32
E	Med	1 370,20	-1 364,93	0,39
F	Mfg	-1 655,98	-1 693,31	2,20
G	Mgf	2 877,44	-2 802,97	2,66
	Mgh	-2 725,42	-2 679,73	1,70
H	Mhg	2 686,35	-2 712,22	0,95
	Mhi	-2 760,62	-2 788,87	1,01
I	Mih	2 866,88	-2 815,92	1,81
	Mij	-2 957,13	-2 882,48	2,59
J	Mji	1 677,20	-1 713,97	2,15

Fuente: elaboración propia.

### **2.5.3. Integración de cargas de diseño**

Se presenta el análisis por la aplicación de carga de sismo, carga muerta y carga viva, la carga de viento es mínima y se desprecia. Con la aplicación de las cargas se generan momentos en toda la estructura con los que se procederá a diseñar los elementos de la misma.

#### **2.5.3.1. Carga viva**

Debido a la importancia y características de la edificación la carga viva a utilizar para toda la estructura será de 500 kilogramo por metro cuadrado. Con ello se satisfarán los requerimientos para una posible construcción de tercer nivel.

- Primer nivel

Tabla XX. **Distribución de carga viva primer nivel**

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Área Tributaria (m <sup>2</sup> )	W viva (kg/m <sup>2</sup> )	Puntual Viva (kg)	Dist. Viva (kg/m)
1	A-Sec	3,50	3,06	500,00	0,00	437,50
	Sec-B	3,50	3,06	500,00	0,00	437,50
	B-Sec	4,25	4,52	500,00	0,00	531,25
	Sec-C	4,27	4,56	500,00	0,00	533,75
	C-Sec	4,58	5,24	500,00	0,00	572,50
	Sec-F	4,63	5,36	500,00	0,00	578,75
	F-Sec	4,26	4,54	500,00	0,00	532,50
	Sec-G	4,18	4,37	500,00	0,00	522,50
	G-Sec	3,50	3,06	500,00	0,00	437,50
	Sec-H	3,50	3,06	500,00	0,00	437,50
2	A-Sec	3,50	6,13	500,00	0,00	875,00
	Sec-B	3,50	6,13	500,00	0,00	875,00
	B-Sec	4,25	9,30	500,00	0,00	1 093,76
	B-Sec 2-3'		2,53	500,00	1 265,63	
	Sec-C	4,27	9,36	500,00	0,00	1 096,26
	C-Sec	4,58	10,40	500,00	0,00	1 135,00
	C-Sec 2-3'		2,53	500,00	1 265,63	
	Sec-F	4,63	10,57	500,00	0,00	1 141,24
	Sec-F 2-3'		2,53	500,00	1 265,63	
	F-Sec	4,26	9,33	500,00	0,00	1 095,00
	Sec-G	4,18	9,07	500,00	0,00	1 085,00
	Sec-G 2-3'		2,53	500,00	1 265,58	
	G-Sec	3,50	6,13	500,00	0,00	875,00
Sec-H	3,50	6,13	500,00	0,00	875,00	
3	A-Sec	3,50	6,13	500,00	0,00	875,00
	Sec-B	3,50	6,13	500,00	0,00	875,00
	G-Sec	3,50	6,13	500,00	0,00	875,00
	Sec-H	3,50	6,13	500,00	0,00	875,00
C-D'	3-4'	4,73	5,59	500,00	0,00	591,25
	3-4''	2,42	2,93	500,00	0,00	605,00

Continuación de la tabla XX.

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Área Tributaria (m2)	W viva (kg/m2)	Puntual Viva (kg)	Dist. Viva (kg/m)
4	A-Sec	3,50	6,13	500,00	0,00	875,00
	Sec-B	3,50	6,13	500,00	0,00	875,00
	B-Sec1	3,75	8,05	500,00	0,00	1 073,75
	B-Sec1 3-4"		2,93	500,00	1 464,10	
	Sec1-Sec2	3,69	7,87	500,00	0,00	1 066,25
	Sec2-D	3,72	7,95	500,00	0,00	1 068,37
	D-E	4,13	9,26	500,00	0,00	1 121,25
	E-Sec	5,50	14,23	500,00	0,00	1 293,44
	Sec-G	5,38	13,75	500,00	0,00	1 277,66
	Sec-G 3-4"		2,93	500,00	1 464,10	
	G-Sec	3,50	6,13	500,00	0,00	875,00
	Sec-H	3,50	6,13	500,00	0,00	875,00
5	A-Sec	3,50	3,06	500,00	0,00	437,50
	Sec-B	3,50	3,06	500,00	0,00	437,50
	B-Sec1	3,75	3,52	500,00	0,00	468,75
	Sec1-Sec2	3,69	3,40	500,00	0,00	461,25
	Sec2-D	3,72	3,46	500,00	0,00	465,00
	D-E	4,13	4,26	500,00	0,00	516,25
	E-Sec	5,50	7,56	500,00	0,00	687,50
	Sec-G	5,38	7,24	500,00	0,00	672,50
	G-Sec	3,50	3,06	500,00	0,00	437,50
	Sec-H	3,50	3,06	500,00	0,00	437,50
A	1--2	6,80	8,84	500,00	0,00	649,82
	2--3	7,00	9,19	500,00	0,00	656,25
	3--4	7,15	9,45	500,00	0,00	660,84
	4--5	6,85	8,93	500,00	0,00	651,46
Sec A-B	1--2	6,80	17,68	500,00	0,00	1 299,63
	2--3	7,00	18,38	500,00	0,00	1 312,50
	3--4	7,15	18,90	500,00	0,00	1 321,68
	4--5	6,85	17,85	500,00	0,00	1 302,92
C	1--2	6,80	20,29	500,00	0,00	1 491,74

Continuación de la tabla XX.

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Área Tributaria (m <sup>2</sup> )	W viva (kg/m <sup>2</sup> )	Dist. Viva (kg/m)
B	1--2	6,80	18,77	500,00	1 380,28
	2--3	7,00	17,69	500,00	1 263,75
	3--4	7,15	18,14	500,00	1 268,34
	4--5	6,85	18,25	500,00	1 332,34
Sec B-C	1--2	6,80	19,89	500,00	1 462,81
Sec C-F	1--2	6,80	20,71	500,00	1 522,84
F	1--2	6,80	20,33	500,00	1 494,84
Sec F-G	1--2	6,80	19,79	500,00	1 455,22
Sec 1 B-D	4--5	6,85	18,56	500,00	1 354,92
Sec 2 B-D	4--5	6,85	18,52	500,00	1 351,51
D	4--5	6,85	20,48	500,00	1 494,70
E	4--5	6,85	21,16	500,00	1 544,24
Sec E-G	4--5	6,85	22,47	500,00	1 639,81
G	1--2	6,80	18,68	500,00	1 373,63
	2--3	7,00	16,99	500,00	1 213,75
	3--4	7,15	17,42	500,00	1 218,34
	4--5	6,85	20,12	500,00	1 468,28
Sec G-H	1--2	6,80	17,68	500,00	1 299,63
	2--3	7,00	18,38	500,00	1 312,50
	3--4	7,15	18,90	500,00	1 321,68
	4--5	6,85	17,85	500,00	1 302,92
H	1--2	6,80	8,84	500,00	649,82
	2--3	7,00	9,19	500,00	656,25
	3--4	7,15	9,45	500,00	660,84
	4--5	6,85	8,93	500,00	651,46
E-F''	2-3''	4,75	7,84	500,00	825,58
	3-4'	4,73	7,80	500,00	824,14
	3-4''	2,42	2,93	500,00	605,00
B-C''	2-3'	2,25	2,53	500,00	562,50
E-F'	2-3'	2,25	2,53	500,00	562,50
C-D'	3-4'	4,73	5,59	500,00	591,25
	3-4''	2,42	2,93	500,00	605,00

Continuación de la tabla XX.

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Área Tributaria (m <sup>2</sup> )	W viva (kg/m <sup>2</sup> )	Puntual Viva (kg)	Dist. Viva (kg/m)
2-3'	B-C''	4,45	3,74	500,00	0,00	420,29
	C-D'	4,28	3,55	500,00	0,00	414,65
	D-E	4,13	7,64	500,00	0,00	925,53
	E-F'	4,45	6,97	500,00	0,00	782,60
	E-F'		7,84	500,00	3 921,50	
	F-G'	4,20	3,46	500,00	0,00	411,83
3	C-D''	4,80	5,76	500,00	0,00	599,87
	D-E	4,13	8,53	500,00	0,00	1032,50
	E-F''	3,34	5,58	500,00	0,00	835,00
	E-F'''	1,32	0,87	500,00	0,00	330,00
3-4'	B-C'''	3,92	3,28	500,00	0,00	418,25
	C-D''	4,80	10,10	500,00	0,00	1 052,36
	D-E	4,13	7,80	500,00	0,00	944,00
	E-F''	3,34	5,37	500,00	0,00	803,32
	F-G''	5,32	5,41	500,00	0,00	508,34
B-C'	2-3'	2,25	2,53	500,00	0,00	562,50
	2-3''	4,75	4,30	500,00	0,00	452,11
	3-4'	4,73	4,27	500,00	0,00	451,45
	3-4''	2,42	2,93	500,00	0,00	605,00
D	2-3'	2,25	2,53	500,00	0,00	562,50
	2-3''	4,75	5,54	500,00	0,00	583,63
	3-4'	4,73	11,10	500,00	0,00	1 172,99
	3-4''	2,42	2,93	500,00	0,00	605,00
E	2-3'	2,25	2,53	500,00	0,00	562,50
	2-3''	4,75	10,69	500,00	0,00	1 125,07
	3-4'	4,73	10,61	500,00	0,00	1 121,93
	3-4''	2,42	2,93	500,00	0,00	605,00
F-G'''	2-3'	2,25	2,53	500,00	0,00	562,48
	2-3''	4,75	4,05	500,00	0,00	426,63
	3-4'	4,73	4,03	500,00	0,00	426,08
	3-4''	2,42	2,92	500,00	0,00	603,14

Fuente: elaboración propia.

- Segundo Nivel

Tabla XXI. **Distribución de carga viva segundo nivel**

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Área Tributaria (m2)	W viva (kg/m2)	Dist. Viva (kg/m)
1	A-Sec	3,50	3,06	500,00	437,50
	Sec-B	3,50	3,06	500,00	437,50
	B-Sec	4,25	4,52	500,00	531,25
	Sec-C	4,27	4,56	500,00	533,75
	C-Sec	4,58	5,24	500,00	572,50
	Sec-F	4,63	5,36	500,00	578,75
	F-Sec	4,26	4,54	500,00	532,50
	Sec-G	4,18	4,37	500,00	522,50
	G-H	3,50	3,06	500,00	437,50
	Sec-H	3,50	3,06	500,00	437,50
2	Punt. A		39,64	39,06	
	A-Sec	3,50	3,06	500,00	437,50
	Sec-B	3,50	3,06	500,00	437,50
	Punt. Sec-B		79,28	39,06	
	B-Sec	4,25	6,56	500,00	772,13
	B-Sec 2-3'		1,27	500,00	
	Punt. B-Sec		2,73	39,06	
	Sec-C	4,27	9,36	500,00	1 096,26
	C-Sec	4,58	10,40	500,00	1 135,00
	C-Sec 2-3'		2,53	500,00	
	Sec-F	4,63	10,57	500,00	1 141,24
	Sec-F 2-3'		2,53	500,00	
	F-Sec	4,26	9,33	500,00	1 095,00
	Sec-G	4,18	9,07	500,00	1 085,00
	Sec-G 2-3'		2,53	500,00	
	G-Sec	3,50	6,13	500,00	875,00
Sec-H	3,50	6,13	500,00	875,00	
3	G-Sec	3,50	6,13	500,00	875,00
	Sec-H	3,50	6,13	500,00	875,00



Continuación de la tabla XXI.

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Área Tributaria (m <sup>2</sup> )	W viva (kg/m <sup>2</sup> )	Puntual Viva (kg)	Dist. Viva (kg/m)
4	Punt. A		39,64	39,06	1 548,42	
	A-Sec	4,50	3,06	500,00	0,00	340,28
	Sec-B	3,50	3,06	500,00	0,00	437,50
	Punt. Sec-B		79,28	39,06	3 096,83	
	B-Sec1	3,75	5,11	500,00	0,00	681,71
	Punt. B-Sec1		2,93	39,06	114,61	
	B-Sec1 3-4"		1,46	500,00	732,05	
	Sec1-Sec2	3,69	7,87	500,00	0,00	1 066,25
	Sec2-D	3,72	7,95	500,00	0,00	1 068,37
	D-E	4,13	9,26	500,00	0,00	1 121,25
	E-Sec	5,50	14,23	500,00	0,00	1 293,44
	Sec-G	5,38	13,75	500,00	0,00	1 277,66
	Sec-G 3-4"		2,92	500,00	1 459,59	
	G-Sec	3,50	6,13	500,00	0,00	875,00
	Sec-H	3,50	6,13	500,00	0,00	875,00
5	A-Sec	3,50	3,06	500,00	0,00	437,50
	Sec-B	3,50	3,06	500,00	0,00	437,50
	B-Sec1	3,75	3,52	500,00	0,00	468,75
	Sec1-Sec2	3,69	3,40	500,00	0,00	461,25
	Sec2-D	3,72	3,46	500,00	0,00	465,00
	D-E	4,13	4,26	500,00	0,00	516,25
	E-Sec	5,50	7,56	500,00	0,00	687,50
	Sec-G	5,38	7,24	500,00	0,00	672,50
	G-Sec	3,50	3,06	500,00	0,00	437,50
	Sec-H	3,50	3,06	500,00	0,00	437,50
A	1--2	6,80	8,84	500,00	0,00	649,82
	4--5	6,85	8,93	500,00	0,00	651,46
A-B	1--2	6,80	17,68	500,00	0,00	1 299,63
	4--5	6,85	17,85	500,00	0,00	1 302,92
B	1--2	6,80	18,77	500,00	0,00	1 380,28
	4--5	6,85	18,25	500,00	0,00	1 332,34
B-C	1--2	6,80	19,89	500,00	0,00	1 462,81
C	1--2	6,80	20,29	500,00	0,00	1 491,74

Continuación de la tabla XXI.

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Área Tributaria (m <sup>2</sup> )	W viva (kg/m <sup>2</sup> )	Dist. Viva (kg/m)
Sec C-F	1--2	6,80	20,71	500,00	1 522,84
F	1--2	6,80	20,33	500,00	1 494,84
Sec F-G	1--2	6,80	19,79	500,00	1 455,22
Sec 1 B-D	4--5	6,85	18,56	500,00	1 354,92
Sec 2 B-D	4--5	6,85	18,52	500,00	1 351,51
D	4--5	6,85	20,48	500,00	1 494,70
E	4--5	6,85	21,16	500,00	1 544,24
Sec E-G	4--5	6,85	22,47	500,00	1 639,81
G	1--2	6,80	18,68	500,00	1 373,63
	2--3	7,00	16,99	500,00	1 213,75
	3--4	7,15	17,42	500,00	1 218,34
	4--5	6,85	20,12	500,00	1 468,28
Sec G-H	1--2	6,80	17,68	500,00	1 299,63
	2--3	7,00	18,38	500,00	1 312,50
	3--4	7,15	18,90	500,00	1 321,68
	4--5	6,85	17,85	500,00	1 302,92
H	1--2	6,80	8,84	500,00	649,82
	2--3	7,00	9,19	500,00	656,25
	3--4	7,15	9,45	500,00	660,84
	4--5	6,85	8,93	500,00	651,46
2-3'	B-C''	4,45	3,74	500,00	420,29
	C-D'	4,28	3,55	500,00	414,65
	D-E	4,13	7,64	500,00	925,53
	E-F'	4,45	3,74	500,00	420,29
	F-G'	4,20	3,46	500,00	411,83
3	C-D''	4,80	5,76	500,00	599,87
	D-E	4,13	8,53	500,00	1 032,50
	E-F''	3,34	2,79	500,00	417,50
3-4'	B-C'''	3,92	3,28	500,00	418,25
	C-D''	4,80	10,10	500,00	1 052,36
	D-E	4,13	7,80	500,00	944,00
	E-F''	3,34	5,37	500,00	803,32
	F-G''	5,32	4,97	500,00	467,40

Continuación de la tabla XXI.

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Área Tributaria (m <sup>2</sup> )	W viva (kg/m <sup>2</sup> )	Puntual Viva (kg)	Dist. Viva (kg/m)
B-C'	2-3'	2,250	1,27	500,00	0,00	281,25
	Punt. 2-3'		8,49	39,06	331,52	
	Punt. 3		11,49	39,06	448,98	
	Punt. 3-4'		8,67	39,06	338,63	
	3-4''	2,420	1,46	500,00	0,00	302,50
B-C''	2-3'	2,250	2,53	500,00	0,00	562,50
C-D'	3-4'	4,730	5,59	500,00	0,00	591,25
	3-4''	2,420	2,93	500,00	0,00	605,00
D	2-3'	2,250	2,53	500,00	0,00	562,50
	2-3''	4,750	5,54	500,00	0,00	583,63
	3-4'	4,730	11,10	500,00	0,00	1 172,99
	3-4''	2,420	2,93	500,00	0,00	605,00
E	2-3'	2,250	2,53	500,00	0,00	562,50
	2-3''	4,750	5,54	500,00	0,00	583,63
	3-4'	4,730	10,61	500,00	0,00	1 121,93
	3-4''	2,420	2,93	500,00	0,00	605,00
E-F'	2-3'	2,250	2,53	500,00	0,00	562,50
E-F''	3-4'	4,730	5,11	500,00	0,00	540,19
	3-4''	2,420	2,93	500,00	0,00	605,00
F-G'''	2-3'	2,250	2,53	500,00	0,00	562,48
	2-3''	4,750	4,05	500,00	0,00	426,63
	3-4'	4,730	4,03	500,00	0,00	426,08
	3-4''	2,420	2,92	500,00	0,00	603,14

Fuente: elaboración propia.

### 2.5.3.2. Carga muerta

La carga muerta (obra gris permanente) que actúa sobre toda la estructura será tomada de igual manera que lo analiza ETABS, relacionando para su aplicación y distribución el peso de las vigas, columnas y losa.

- Primer nivel

Tabla XXII. **Distribución de carga muerta primer nivel**

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Área Trib. (m <sup>2</sup> )	P. Propio Viga (kg/m)	P. Propio Losa (kg/m)	Puntual Muerta (kg)	Dist. Tot. Muerta (kg/m)
1	A-Sec	3,50	3,06	360,00	236,60	0,00	596,60
	Sec-B	3,50	3,06	360,00	236,60	0,00	596,60
	B-Sec	4,25	4,52	360,00	287,30	0,00	647,30
	Sec-C	4,27	4,56	360,00	288,66	0,00	648,66
	C-Sec	4,58	5,24	360,00	309,61	0,00	669,61
	Sec-F	4,63	5,36	360,00	312,99	0,00	672,99
	F-Sec	4,26	4,54	360,00	287,98	0,00	647,98
	Sec-G	4,18	4,37	360,00	282,57	0,00	642,57
	G-Sec	3,50	3,06	360,00	236,60	0,00	596,60
	Sec-H	3,50	3,06	360,00	236,60	0,00	596,60
2	A-Sec	3,50	6,13	360,00	473,21	0,00	833,21
	Sec-B	3,50	6,13	360,00	473,21	0,00	833,21
	B-Sec	4,25	9,30	360,00	591,51	0,00	951,51
	B-2-3'		2,53	360,00		3 483,34	
	Sec-C	4,27	9,36	360,00	592,86	0,00	952,86
	C-Sec	4,58	10,40	360,00	613,82	0,00	973,82
	C-2-3'		2,53	360,00		3 483,34	
	Sec-F	4,63	10,57	360,00	617,19	0,00	977,19
	Sec-2-3'		2,53	360,00		3 483,34	
	F-Sec	4,26	9,33	360,00	592,19	0,00	952,19
	Sec-G	4,18	9,07	360,00	586,78	0,00	946,78
	G-2-3'		2,53	360,00		3 483,21	
	G-Sec	3,50	6,13	360,00	473,21	0,00	833,21
Sec-H	3,50	6,13	360,00	473,21	0,00	833,21	
3	A-Sec	3,50	6,13	360,00	473,21	0,00	833,21
	Sec-B	3,50	6,13	360,00	473,21	0,00	833,21
	G-Sec	3,50	6,13	360,00	473,21	0,00	833,21
	Sec-H	3,50	6,13	360,00	473,21	0,00	833,21

Continuación de la tabla XXII.

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Á. Tributaria (m <sup>2</sup> )	P. Propio Viga (kg/m)	P. Propio Losa (kg/m)	Dist. Tot. Muerta (kg/m)
4	A-Sec	3,50	6,13	360,00	473,21	833,21
	Sec-B	3,50	6,13	360,00	473,21	833,21
	B-Sec1	3,75	8,05	360,00	580,69	940,69
	Sec1-Sec2	3,69	7,87	360,00	576,64	936,64
	Sec2-D	3,72	7,95	360,00	577,79	937,79
	D-E	4,13	9,26	360,00	606,38	966,38
	E-Sec	5,50	14,23	360,00	699,50	1 059,50
	Sec-G	5,38	13,75	360,00	690,97	1 050,97
	G-Sec	3,50	6,13	360,00	473,21	833,21
	Sec-H	3,50	6,13	360,00	473,21	833,21
5	A-Sec	3,50	3,06	360,00	236,60	596,60
	Sec-B	3,50	3,06	360,00	236,60	596,60
	B-Sec1	3,75	3,52	360,00	253,50	613,50
	Sec1-Sec2	3,69	3,40	360,00	249,45	609,45
	Sec2-D	3,72	3,46	360,00	251,48	611,48
	D-E	4,13	4,26	360,00	279,19	639,19
	E-Sec	5,50	7,56	360,00	371,81	731,81
	Sec-G	5,38	7,24	360,00	363,69	723,69
	G-Sec	3,50	3,06	360,00	236,60	596,60
	Sec-H	3,50	3,06	360,00	236,60	596,60
A	1--2	6,80	8,84	360,00	351,43	711,43
	2--3	7,00	9,19	360,00	354,91	714,91
	3--4	7,15	9,45	360,00	357,39	717,39
	4--5	6,85	8,93	360,00	352,32	712,32
Sec A-B	1--2	6,80	17,68	360,00	702,85	1 062,85
	2--3	7,00	18,38	360,00	709,81	1 069,81
	3--4	7,15	18,90	360,00	714,78	1 074,78
	4--5	6,85	17,85	360,00	704,63	1 064,63
B	1--2	6,80	18,77	360,00	746,47	1 106,47
	2--3	7,00	17,69	360,00	683,45	1 043,45
	3--4	7,15	18,14	360,00	685,93	1 045,93
	4--5	6,85	18,25	360,00	720,54	1 080,54

Continuación de la tabla XXII.

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Á. Trib. (m2)	P. Propio Viga (kg/m)	P. Propio Losa (kg/m)	Dist. Tot. Muerta (kg/m)
Sec B-C	1--2	6,80	19,89	360,00	791,10	1 151,10
C	1--2	6,80	20,29	360,00	806,75	1 166,75
Sec C-F	1--2	6,80	20,71	360,00	823,57	1 183,57
F	1--2	6,80	20,33	360,00	808,42	1 168,42
Sec F-G	1--2	6,80	19,79	360,00	787,00	1 147,00
Sec 1 B-D	4--5	6,85	18,56	360,00	732,75	1 092,75
Sec 2 B-D	4--5	6,85	18,52	360,00	730,91	1 090,91
D	4--5	6,85	20,48	360,00	808,35	1 168,35
E	4--5	6,85	21,16	360,00	835,14	1 195,14
Sec E-G	4--5	6,85	22,47	360,00	886,82	1 246,82
G	1--2	6,80	18,68	360,00	742,87	1 102,87
	2--3	7,00	16,99	360,00	656,41	1 016,41
	3--4	7,15	17,42	360,00	658,89	1 018,89
	4--5	6,85	20,12	360,00	794,06	1 154,06
Sec G-H	1--2	6,80	17,68	360,00	702,85	1 062,85
	2--3	7,00	18,38	360,00	709,81	1 069,81
	3--4	7,15	18,90	360,00	714,78	1 074,78
	4--5	6,85	17,85	360,00	704,63	1 064,63
H	1--2	6,80	8,84	360,00	351,43	711,43
	2--3	7,00	9,19	360,00	354,91	714,91
	3--4	7,15	9,45	360,00	357,39	717,39
	4--5	6,85	8,93	360,00	352,32	712,32
2-3'	B-C''	4,45	3,74	360,00	227,30	587,30
	C-D'	4,28	3,55	360,00	224,24	584,24
	D-E	4,13	7,64	360,00	500,53	860,53
	E-F'	4,45	6,97	360,00	423,24	783,24
	F-G'	4,20	3,46	360,00	222,72	582,72
3	C-D''	4,80	5,76	360,00	324,42	684,42
	D-E	4,13	8,53	360,00	558,38	918,38
	E-F''	3,34	5,58	360,00	451,58	811,58
	E-F'''	1,32	0,87	360,00	178,47	538,47

Continuación de la tabla XXII.

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Á. Trib. (m2)	P. Propio Viga (kg/m)	P. Propio Losa (kg/m)	Dist. Tot. Muerta (kg/m)
3-4'	B-C'''	3,92	3,28	360,00	226,19	586,19
	C-D''	4,80	10,10	360,00	569,13	929,13
	D-E	4,13	7,80	360,00	510,52	870,52
	E-F''	3,34	5,37	360,00	434,44	794,44
	F-G''	5,32	5,41	360,00	274,91	634,91
B-C'	2-3'	2,25	2,53	360,00	304,20	664,20
	2-3''	4,75	4,30	360,00	244,50	604,50
	3-4'	4,73	4,27	360,00	244,15	604,15
	3-4''	2,42	2,93	360,00	327,19	687,19
B-C''	2-3'	2,25	2,53	360,00	304,20	664,20
C-D'	3-4'	4,73	5,59	360,00	319,75	679,75
	3-4''	2,42	2,93	360,00	327,19	687,19
D	2-3'	2,25	2,53	360,00	304,20	664,20
	2-3''	4,75	5,54	360,00	315,63	675,63
	3-4'	4,73	11,10	360,00	634,36	994,36
	3-4''	2,42	2,93	360,00	327,19	687,19
E	2-3'	2,25	2,53	360,00	304,20	664,20
	2-3''	4,75	10,69	360,00	608,45	968,45
	3-4'	4,73	10,61	360,00	606,75	966,75
	3-4''	2,42	2,93	360,00	327,19	687,19
E-F'	2-3'	2,25	2,53	360,00	304,20	664,20
E-F''	2-3''	4,75	7,84	360,00	446,48	806,48
	3-4'	4,73	7,80	360,00	445,70	805,70
	3-4''	2,42	2,93	360,00	327,19	687,19
F-G'''	2-3'	2,25	2,53	360,00	304,19	664,19
	2-3''	4,75	4,05	360,00	230,73	590,73
	3-4'	4,73	4,03	360,00	230,43	590,43
	3-4''	2,42	2,92	360,00	326,18	686,18

Fuente: elaboración propia.

- Segundo nivel

Tabla XXIII. **Distribución de carga muerta segundo nivel**

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Á. Trib. (m <sup>2</sup> )	P. Propio Viga (kg/m)	P. Propio Losa (kg/m)	Puntual Muerta (kg)	Dist. Tot. Muerta (kg/m)
1	A-Sec	3,50	3,06	360,00	236,03	0,00	596,03
	Sec-B	3,50	3,06	360,00	236,03	0,00	596,03
	B-Sec	4,25	4,52	360,00	286,61	0,00	646,61
	Sec-C	4,27	4,56	360,00	287,96	0,00	647,96
	C-Sec	4,58	5,24	360,00	308,86	0,00	668,86
	Sec-F	4,63	5,36	360,00	312,23	0,00	672,23
	F-Sec	4,26	4,54	360,00	287,28	0,00	647,28
	Sec-G	4,18	4,37	360,00	281,89	0,00	641,89
	G-H	3,50	3,06	360,00	236,03	0,00	596,03
	Sec-H	3,50	3,06	360,00	236,03	0,00	596,03
2	Punt. A		39,64			776,21	
	A-Sec	3,50	3,06	360,00	236,03		596,03
	Sec-B	3,50	3,06	360,00	236,03		596,03
	Punt. Sec-B		79,28			1 552,42	
	B-Sec	4,25	6,56	360,00	416,56		776,56
	B-Sec 2-3'		1,27	360,00		1 634,53	
	Punt. B-Sec		2,73			53,42	
	Sec-C	4,27	9,36	360,00	591,42		951,42
	C-Sec	4,58	10,40	360,00	612,33		972,33
	C-Sec 2-3'		2,53	360,00		3 269,06	
	Sec-F	4,63	10,57	360,00	615,70		975,70
	Sec-F 2-3'		2,53	360,00		3 269,06	
	F-Sec	4,26	9,33	360,00	590,75		950,75
	Sec-G	4,18	9,07	360,00	585,35		945,35
	Sec-G 2-3'		2,53	360,00		3 268,93	
	G-Sec	3,50	6,13	360,00	472,06	0,00	832,06
Sec-H	3,50	6,13	360,00	472,06	0,00	832,06	
3	G-Sec	3,50	6,13	360,00	472,06	0,00	832,06
	Sec-H	3,50	6,13	360,00	472,06	0,00	832,06



Continuación de la tabla XXIII.

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Á. Trib. (m <sup>2</sup> )	P. Propio o Viga (kg/m)	P. Propio Losa (kg/m)	Puntual Muerta (kg)	Dist. Tot. Muerta (kg/m)
4	Punt. A		39,64			776,21	
	A-Sec	4,50	3,06	360,00	183,58	0,00	543,58
	Sec-B	3,50	3,06	360,00	236,03	0,00	596,03
	Sec-B		79,28			1552,42	
	B-Sec1	3,75	5,11	360,00	367,78	0,00	727,78
	B-Sec1		2,93			57,45	
	B-Sec1 3-4"		1,46	360,00		1 890,86	
	Sec1-Sec2	3,69	7,87	360,00	575,24	0,00	935,24
	Sec2-D	3,72	7,95	360,00	576,38	0,00	936,38
	D-E	4,13	9,26	360,00	604,91	0,00	964,91
	E-Sec	5,50	14,23	360,00	697,80	0,00	1057,80
	Sec-G	5,38	13,75	360,00	689,29	0,00	1049,29
	Sec-G 3-4"		2,92	360,00		3 770,06	
	G-Sec	3,50	6,13	360,00	472,06	0,00	832,06
Sec-H	3,50	6,13	360,00	472,06	0,00	832,06	
5	A-Sec	3,50	3,06	360,00	236,03	0,00	596,03
	Sec-B	3,50	3,06	360,00	236,03	0,00	596,03
	B-Sec1	3,75	3,52	360,00	252,89	0,00	612,89
	Sec1-Sec2	3,69	3,40	360,00	248,84	0,00	608,84
	Sec2-D	3,72	3,46	360,00	250,87	0,00	610,87
	D-E	4,13	4,26	360,00	278,51	0,00	638,51
	E-Sec	5,50	7,56	360,00	370,90	0,00	730,90
	Sec-G	5,38	7,24	360,00	362,81	0,00	722,81
	G-Sec	3,50	3,06	360,00	236,03	0,00	596,03
Sec-H	3,50	3,06	360,00	236,03	0,00	596,03	
A	1--2	6,80	8,84	360,00	350,57	0,00	710,57
	4--5	6,85	8,93	360,00	351,46	0,00	711,46
A-B	1--2	6,80	17,68	360,00	701,14	0,00	1 061,14
	4--5	6,85	17,85	360,00	702,92	0,00	1 062,92
B	1--2	6,80	18,77	360,00	744,66	0,00	1 104,66
	4--5	6,85	18,25	360,00	718,79	0,00	1 078,79
B-C	1--2	6,80	19,89	360,00	789,18	0,00	1 149,18

Continuación de la tabla XXIII.

<b>Eje</b>	<b>Tramo</b>	<b>Long. Viga (m)</b>	<b>Á. Trib. (m2)</b>	<b>P. Propio Viga (kg/m)</b>	<b>P. Propio Losa (kg/m)</b>	<b>Dist. Tot. Muerta (kg/m)</b>
C	1--2	6,80	20,29	360,00	804,79	1 164,79
Sec C-F	1--2	6,80	20,71	360,00	821,57	1 181,57
F	1--2	6,80	20,33	360,00	806,46	1 166,46
Sec F-G	1--2	6,80	19,79	360,00	785,08	1 145,08
Sec 1 B-D	4--5	6,85	18,56	360,00	730,97	1 090,97
Sec 2 B-D	4--5	6,85	18,52	360,00	729,13	1 089,13
D	4--5	6,85	20,48	360,00	806,38	1 166,38
E	4--5	6,85	21,16	360,00	833,11	1 193,11
Sec E-G	4--5	6,85	22,47	360,00	884,67	1 244,67
G	1--2	6,80	18,68	360,00	741,07	1 101,07
	2--3	7,00	16,99	360,00	654,81	1 014,81
	3--4	7,15	17,42	360,00	657,29	1 017,29
	4--5	6,85	20,12	360,00	792,13	1 152,13
Sec G-H	1--2	6,80	17,68	360,00	701,14	1 061,14
	2--3	7,00	18,38	360,00	708,09	1 068,09
	3--4	7,15	18,90	360,00	713,04	1 073,04
	4--5	6,85	17,85	360,00	702,92	1 062,92
H	1--2	6,80	8,84	360,00	350,57	710,57
	2--3	7,00	9,19	360,00	354,04	714,04
	3--4	7,15	9,45	360,00	356,52	716,52
	4--5	6,85	8,93	360,00	351,46	711,46
2-3'	B-C''	4,45	3,74	360,00	226,75	586,75
	C-D'	4,28	3,55	360,00	223,70	583,70
	D-E	4,13	7,64	360,00	499,32	859,32
	E-F'	4,45	3,74	360,00	226,75	586,75
	F-G'	4,20	3,46	360,00	222,18	582,18
3	C-D''	4,80	5,76	360,00	323,63	683,63
	D-E	4,13	8,53	360,00	557,03	917,03
	E-F''	3,34	2,79	360,00	225,24	585,24

Continuación de la tabla XXIII.

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Á. Trib. (m2)	P. Propio Viga (kg/m)	P. Propio Losa (kg/m)	Puntual Muerta (kg)	Dist. Tot. Muerta (kg/m)
3-4'	B-C'''	3,92	3,28	360,00	225,65	0,00	585,65
	C-D''	4,80	10,10	360,00	567,74	0,00	927,74
	D-E	4,13	7,80	360,00	509,28	0,00	869,28
	E-F''	3,34	5,37	360,00	433,39	0,00	793,39
	F-G''	5,32	4,97	360,00	252,16	0,00	612,16
B-C'	2-3'	2,250	1,27	360,00	151,73	0,00	511,73
	Punt. 2-3'		8,49			169,09	
	Punt. 3		11,49			229,00	
	Punt. 3-4'		8,67			172,72	
	3-4''	2,420	1,46	360,00	163,20	0,00	523,20
B-C''	2-3'	2,250	2,53	360,00	303,47	0,00	663,47
C-D'	3-4'	4,730	5,59	360,00	318,98	0,00	678,98
	3-4''	2,420	2,93	360,00	326,39	0,00	686,39
D	2-3'	2,250	2,53	360,00	303,47	0,00	663,47
	2-3''	4,750	5,54	360,00	314,87	0,00	674,87
	3-4'	4,730	11,10	360,00	632,82	0,00	992,82
	3-4''	2,420	2,93	360,00	326,39	0,00	686,39
E	2-3'	2,250	2,53	360,00	303,47	0,00	663,47
	2-3''	4,750	5,54	360,00	314,87	0,00	674,87
	3-4'	4,730	10,61	360,00	605,27	0,00	965,27
	3-4''	2,420	2,93	360,00	326,39	0,00	686,39
E-F'	2-3'	2,250	2,53	360,00	303,47	0,00	663,47
E-F''	3-4'	4,730	5,11	360,00	291,43	0,00	651,43
	3-4''	2,420	2,93	360,00	326,39	0,00	686,39
F-G'''	2-3'	2,250	2,53	360,00	303,45	0,00	663,45
	2-3''	4,750	4,05	360,00	230,17	0,00	590,17
	3-4'	4,730	4,03	360,00	229,87	0,00	589,87
	3-4''	2,420	2,92	360,00	325,39	0,00	685,39

Fuente: elaboración propia.

### 2.5.3.3. Carga por sismo

Para establecer la distribución de fuerzas cortantes sísmicas se utilizará el análisis de fuerza lateral equivalente establecido en el RCDF, luego de haber determinado el corte basal se debe calcular las fuerzas adicionales producidas por la excentricidad de la estructura entre el centro de masa y el centro de rigidez. La excentricidad genera momento torsionante en el marco lo que implica un aumento en el cortante total de los marcos y del nivel; una vez obtenidos los cortantes de diseño para cada marco en la edificación deberán ser desacumulados para obtener las fuerzas sísmicas de diseño. El análisis presentado corresponde a la estructura 2.

Una estimación aproximada de la rigidez de un nivel se obtiene con la fórmula de Wilbur:

$$R_n = \frac{48E}{h_n \left( \frac{4h_n}{\sum k_{cn}} + \frac{h_m + h_n}{\sum k_{tm}} + \frac{h_n + h_o}{\sum k_{tn}} \right)}$$

Donde:

- E = módulo de elasticidad del concreto, 200 000 kg/cm<sup>2</sup>
- h = altura del nivel, cm
- K<sub>c</sub> = rigidez de columnas de marco, cm<sup>3</sup>
- K<sub>t</sub> = rigidez de vigas de marco, cm<sup>3</sup>
- n = nivel propio
- m = nivel inferior
- o = nivel superior

Tabla XXIV. Rigidez de marcos primer nivel

<b>Eje</b>	<b>48E</b>	<b>hn</b>	<b>hm</b>	<b>ho</b>	<b>Kcn</b>	<b>Ktm</b>	<b>Ktn</b>	<b>Rix</b>
1	48E	540	0	334	2 906,25	15 236,50	15 236,50	22 205,90
2	48E	540	0	334	2 906,25	24 162,34	24 162,34	22 809,63
3	48E	540	0	334	3 557,88	16 039,85	16 039,85	26 871,22
4	48E	540	0	334	3 432,88	10 129,23	10 129,23	24 846,87
5	48E	540	0	334	2 925,07	10 129,23	10 129,23	21 555,91
2-3'	48E	540	0	334	1 515,63	6 044,90	6 044,90	10 715,50
3-4'	48E	540	0	334	528,41	6 255,48	6 255,48	4 121,16
<b>Eje</b>	<b>48E</b>	<b>hn</b>	<b>hm</b>	<b>ho</b>	<b>Kcn</b>	<b>Ktm</b>	<b>Ktn</b>	<b>Riy</b>
D	48E	540	0	334	1 265,63	1 261,03	1 261,03	7 408,18
C-F	48E	540	0	334	250,00	1 261,03	1 261,03	1 904,81
F	48E	540	0	334	1 265,63	1 261,03	1 261,03	7 408,18
F-G	48E	540	0	334	250,00	1 261,03	1 261,03	1 904,81
D	48E	540	0	334	3 116,12	12 224,48	12 224,48	23 249,10
E	48E	540	0	334	2 656,25	12 224,48	12 224,48	20 095,32
E-G	48E	540	0	334	250,00	1 251,82	1 251,82	1 903,77
G	48E	540	0	334	3 164,06	4 937,15	4 937,15	20 679,25
G-H	48E	540	0	334	625,00	4 937,15	4 937,15	4 893,38
H	48E	540	0	334	3 164,06	4 937,15	4 937,15	20 679,25
E-F''	48E	540	0	334	757,81	3 618,16	3 618,16	5 485,08
F-G'	48E	540	0	334	375,00	10 972,66	10 972,66	3 018,88

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Rigidez de marcos segundo nivel

Eje	48E	hn	hm	ho	Kcn	Ktm	Ktn	Rix
1	48E	334	540	0	4 698,73	15 236,50	15 236,50	79 046,43
2	48E	334	540	0	4 698,73	24 162,34	15 236,50	83 938,05
3	48E	334	540	0	8 936,93	16 039,85	9 543,64	120 272,39
4	48E	334	540	0	7 970,15	10 129,23	10 129,23	100 188,55
5	48E	334	540	0	7 149,14	10 129,23	10 129,23	93 888,52
2-3'	48E	334	540	0	2 450,41	6 044,90	6 044,90	38 577,85
3-4'	48E	334	540	0	808,38	6 255,48	6 255,48	15 571,91
Eje	48E	hn	hm	ho	Kcn	Ktm	Ktn	Riy
C	48E	334	540	0	2 046,22	1 261,03	1 261,03	17 842,98
C-F	48E	334	540	0	404,19	1 261,03	1 261,03	6 741,83
F	48E	334	540	0	2 046,22	1 261,03	1 261,03	17 842,98
F-G	48E	334	540	0	404,19	1 261,03	1 261,03	6 741,83
D	48E	334	540	0	4 294,54	12 224,48	12 224,48	70 118,91
E	48E	334	540	0	4 294,54	12 224,48	12 224,48	70 118,91
E-G	48E	334	540	0	1 225,21	1 251,82	1 251,82	13 983,77
G	48E	334	540	0	5 115,55	4 937,15	4 937,15	56 821,38
G-H	48E	334	540	0	1 009,88	4 937,15	4 937,15	18 335,24
H	48E	334	540	0	5 115,55	4 937,15	4 937,15	56 821,38
E-F''	48E	334	540	0	1 225,21	3 618,16	1 812,90	18 956,64
F-G'	48E	334	540	0	606,29	10 972,66	10 972,66	12 422,93

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Rigidez y coordenadas de marcos X primer nivel**

Eje	Riy	xi	Riy*xi
D	7 408,18	0,00	0,00
Sec C-F	1 904,81	1,94	3 695,34
F	7 408,18	6,57	48 671,71
Sec F-G	1 904,81	10,83	20 629,12
D	23 249,10	0,00	0,00
E	20 095,32	4,13	82 993,69
Sec E-G	1 903,77	9,63	18 333,34
G	20 679,25	15,01	310 395,51
Sec G-H	4 893,38	18,51	90 576,49
H	20 679,25	22,01	455 150,25
E-F''	5 485,08	7,46	40 918,69
F-G'	3 018,88	12,78	38 581,28
$\Sigma$	118 630,01		1 109 945,43

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Rigidez y coordenadas de marcos Y primer nivel**

Eje	Rix	yi	Rix*yi
1	22 205,90	0,00	0,00
2	22 809,63	6,80	155 105,51
3	26 871,22	13,80	370 822,82
4	24 846,87	20,95	520 541,96
5	21 555,91	27,80	599 254,40
2-3'	10 715,50	9,05	96 975,31
3-4'	4 121,16	18,53	76 365,03
$\Sigma$	133 126,20		1 819 065,02

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Rigidez y coordenadas de marcos Y segundo nivel**

Eje	Rix	yi	Rix*yi
1	79 046,43	0,00	0,00
2	83 938,05	6,80	570 778,75
3	120 272,39	13,80	1 659 758,97
4	100 188,55	20,95	2 098 950,20
5	93 888,52	27,80	2 610 100,98
2-3'	38 577,85	9,05	349 129,55
3-4'	15 571,91	18,53	288 547,54
$\Sigma$	531 483,72		7 577 266,01

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Rigidez y coordenadas de marcos X segundo nivel**

Eje	Riy	xi	Riy*xi
D	17 842,98	0,00	0,00
Sec C-F	6 741,83	1,94	13 079,15
F	17 842,98	6,57	117 228,36
Sec F-G	6 741,83	10,83	73 014,02
D	70 118,91	0,00	0,00
E	70 118,91	4,13	289 591,08
Sec E-G	13 983,77	9,63	134 663,66
G	56 821,38	15,01	852 888,88
Sec G-H	18 335,24	18,51	339 385,33
H	56 821,38	22,01	1 250 638,53
E-F''	18 956,64	7,46	141 416,56
F-G'	12 422,93	12,78	158 764,99
$\Sigma$	366 748,76		3 370 670,57

Fuente: elaboración propia.



Las coordenadas de torsión se obtienen según las fórmulas:

$$X_t = \frac{\sum(R_{iy} * x_i)}{\sum R_{iy}} \text{ y } Y_t = \frac{\sum(R_{ix} * y_i)}{\sum R_{ix}}$$

- Primer nivel

$$X_t = 9,36 \text{ m}$$

$$Y_t = 13,66 \text{ m}$$

- Segundo nivel

$$X_t = 9,19 \text{ m}$$

$$Y_t = 14,26 \text{ m}$$

Las coordenadas del centro de masa son:

$$X_{cm} = 11,01 \text{ m}$$

$$Y_{cm} = 13,90 \text{ m}$$

La excentricidad es la resta de las coordenadas de torsión y las coordenadas del centro de masa:

- Primer nivel

$$ecx = -1,65 \text{ m}$$

$$ecy = -0,24 \text{ m}$$

- Segundo nivel

$$ecx = -1,81 \text{ m}$$

$$ecy = 0,36 \text{ m}$$

Se debe calcular excentricidades de diseño de los valores teóricos de centro de masa y corte, b representa la dimensión perpendicular a la fuerza; el resultado se expresa en valor absoluto y se utiliza el más crítico:

$$e_d = 1,5e + 0,10(b)$$

$$e_d = e - 0,10(b)$$

- Primer nivel

$$edx = 3,85 \text{ m}$$

$$edy = 2,43 \text{ m}$$

- Segundo nivel

$$edx = 1,30 \text{ m}$$

$$edy = 3,32 \text{ m}$$

Fuerza sísmica por nivel según RCDF es:

$$F_i = \frac{W_i * h_i}{\sum W_i * h_i} * V$$

Donde:

W = peso de la estructura

H = altura del nivel desde cimentación

V = corte basal de la estructura

Tabla XXX. Fuerza sísmica por nivel

Nivel	Altura (m)	Peso (ton)	Wi*hi (ton*m)	Vb (ton)	Fi (ton)	Vi (ton)
2	8,74	783,99	6 852,07	276,94	134,37	134,37
1	5,40	1 346,30	7 270,04	276,94	142,57	276,94
Σ			14 122,10		276,94	

Fuente: elaboración propia.

El momento torsionante por dirección por nivel será:

$$M_{tx} = V * e_y$$

$$M_{ty} = V * e_x$$

- Primer nivel

$$M_{tx} = 671,94$$

$$M_{ty} = 1 066,11$$

- Segundo nivel

$$M_{tx} = 445,47$$

$$M_{ty} = 174,08$$

El análisis de los cortantes directos se presentará en tablas distribuidas:

Columna 1: distribución de los ejes.

Columna 2: rigidez del marco.

Columna 3: distancia desde el datum (coordenada del marco).

Columna 4: rigidez del marco multiplicada por su coordenada.

Columna 5: cortante directo por eje, producto de la fórmula:

$$V_{ix} = V_x \frac{R_{ix}}{\sum R_{ix}} ; V_{iy} = V_y \frac{R_{iy}}{\sum R_{iy}}$$

Columna 6: coordenadas del eje respecto centro de torsión.

$$x_{iT} = x_i - x_T ; y_{iT} = y_i - y_T$$

Columna 7 y 8: resultados parciales de aplicación de cortante por torsión.

Columna 9 y 10: cortante por torsión según sismo actuando en la dirección.

$$V_{iX} = \frac{R_{ix}y_{iT}}{\sum(R_{ix}y_{iT}^2 + R_{iy}x_{iT}^2)} M_{Tx} \text{ o } M_{Ty} ; V_{iy} = \frac{R_{iy}x_{iT}}{\sum(R_{ix}y_{iT}^2 + R_{iy}x_{iT}^2)} M_{Tx} \text{ o } M_{Ty}$$

Columna 11 y 12: fuerza cortante total, suma de cortante directo y torsión, debido a la acción del sismo en dirección normal a la orientada entre ejes.

Columna 13: consideración del efecto simultáneo del sismo en una dirección más 30 por ciento de la otra.

Columna 14: verificación aproximada de los requisitos de desplazamiento lateral por medio de las deformaciones, debe ser menor a 0,006.

$$\gamma = \frac{V_T}{R_i h}$$

Tabla XXXI. Cortantes directos primer nivel

1	2	3	4	5	6	7
				<b>Corte Directo</b>		
<b>Eje</b>	<b>Rix</b>	<b>yi</b>	<b>Rix*yi</b>	<b>Vx</b>	<b>Yit</b>	<b>Rix*Yit</b>
1	22 205,90	0,00	0,00	46,19	-13,66	-303 426,19
2	22 809,63	6,80	155 105,51	47,45	-6,86	-156 570,24
3	26 871,22	13,80	370 822,82	55,90	0,14	3 648,70
4	24 846,87	20,95	520 541,96	51,69	7,29	181 028,96
5	21 555,91	27,80	599 254,40	44,84	14,14	304 709,75
2-3'	10 715,50	9,05	96 975,31	22,29	-4,61	-49 443,64
3-4'	4 121,16	18,53	76 365,03	8,57	4,87	20 052,66
$\Sigma$	133 126,20		1 819 065,02	276,94		
<b>Eje</b>	<b>Riy</b>	<b>xi</b>	<b>Riy*xi</b>	<b>Vy</b>	<b>Xit</b>	<b>Riy*Xit</b>
D	7 408,18	0,00	0,00	17,29	-9,36	-69 313,57
C-F	1 904,81	1,94	3 695,34	4,45	-7,42	-14 126,78
F	7 408,18	6,57	48 671,71	17,29	-2,79	-20 641,86
F-G	1 904,81	10,83	20 629,12	4,45	1,47	2 807,00
D	23 249,10	0,00	0,00	54,27	-9,36	-217 527,04
E	20 095,32	4,13	82 993,69	46,91	-5,23	-105 025,45
E-G	1 903,77	9,63	18 333,34	4,44	0,27	520,94
G	20 679,25	15,01	310 395,51	48,28	5,65	116 912,97
G-H	4 893,38	18,51	90 576,49	11,42	9,15	44 792,24
H	20 679,25	22,01	455 150,25	48,28	12,65	261 667,71
E-F''	5 485,08	7,46	40 918,69	12,80	-1,90	-10 401,70
F-G'	3 018,88	12,78	38 581,28	7,05	3,42	10 335,55
$\Sigma$	118 630,01		1 109 945,43	276,94		

Continuación de la tabla XXXI.

8	9	10	11	12	13	14
	Torsión		Cortante Total			
Rix* Yit <sup>2</sup>	Sismo x	Sismo y	x	y	X+ 0,3Y	Distorsión
4 146 080,82	-10,73	232,52	35,47	232,52	105,23	8,78E-04
1 074 731,82	-5,53	60,27	41,92	60,27	60,00	4,87E-03
495,44	0,13	0,03	56,03	0,03	56,04	3,86E-03
1 318 937,98	6,40	73,97	58,09	73,97	80,28	5,98E-03
4 307 311,46	10,77	241,56	55,61	241,56	128,08	1,10E-03
228 143,61	-1,75	12,79	20,54	12,79	24,38	4,21E-03
97 571,92	0,71	5,47	9,28	5,47	10,92	4,91E-03
11 173 273,05						
Riy* Xit <sup>2</sup>	Sismo x	Sismo y	x	y	X+ 0,3Y	Distorsión
648 522,94	-2,45	36,37	14,84	36,37	25,76	2,88E-03
104 769,33	-0,50	5,88	3,95	5,88	5,71	5,01E-03
57 515,71	-0,73	3,23	16,56	3,23	17,53	5,75E-03
4 136,50	0,10	0,23	4,55	0,23	4,62	3,79E-03
2 035 261,87	-7,69	114,14	46,59	114,14	80,83	3,07E-03
548 901,10	-3,71	30,78	43,20	30,78	52,43	4,55E-03
142,55	0,02	0,01	4,46	0,01	4,47	5,74E-03
660 983,54	4,13	37,07	52,41	37,07	63,53	3,29E-03
410 011,93	1,58	22,99	13,01	22,99	19,91	2,48E-03
3 311 048,27	9,25	185,69	57,52	185,69	113,23	5,65E-03
19 725,39	-0,37	1,11	12,44	1,11	12,77	5,85E-03
35 385,17	0,37	1,98	7,41	1,98	8,01	5,77E-03
7 836 404,32						

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. Cortantes directos segundo nivel

1	2	3	4	5	6	7
				<b>Corte Directo</b>		
Eje	Rix	yi	Rix*yi	Vx	Yit	Rix*Yit
1	79 046,43	0,00	0,00	19,98	-14,26	-1 126 950,50
2	83 938,05	6,80	570 778,75	21,22	-7,46	-625 910,69
3	120 272,39	13,80	1 659 758,97	30,41	-0,46	-54 942,46
4	100 188,55	20,95	2 098 950,20	25,33	6,69	670 580,34
5	93 888,52	27,80	2 610 100,98	23,74	13,54	1 271 549,48
2-3'	38 577,85	9,05	349 129,55	9,75	-5,21	-200 867,81
3-4'	15 571,91	18,53	288 547,54	3,94	4,27	66 541,63
Σ	531 483,72		7 577 266,01	134,37		
Eje	Riy	xi	Riy*xi	Vy	Xit	Riy*Xit
D	17 842,98	0,00	0,00	6,54	-9,19	-163 989,10
C-F	6 741,83	1,94	13 079,15	2,47	-7,25	-48 882,85
F	17 842,98	6,57	117 228,36	6,54	-2,62	-46 760,74
F-G	6 741,83	10,83	73 014,02	2,47	1,64	11 052,02
D	70 118,91	0,00	0,00	25,69	-9,19	-644 440,44
E	70 118,91	4,13	289 591,08	25,69	-5,06	-354 849,36
E-G	13 983,77	9,63	134 663,66	5,12	0,44	6 143,34
G	56 821,38	15,01	852 888,88	20,82	5,82	330 661,77
G-H	18 335,24	18,51	339 385,33	6,72	9,32	170 871,98
H	56 821,38	22,01	1 250 638,53	20,82	12,82	728 411,41
E-F''	18 956,64	7,46	141 416,56	6,95	-1,73	-32 807,89
F-G'	12 422,93	12,78	158 764,99	4,55	3,59	44 589,85
Σ	366 748,76		3 370 670,57	134,37		



Continuación de la tabla XXXII.

8	9	10	11	12	13	14
	Torsión		Cortante Total			
Rix* Yit <sup>2</sup>	Sismo x	Sismo y	x	y	X+ 0,3Y	Distorsión
16 066 726,91	-7,54	-2,95	12,45	-2,95	11,56	4,38E-04
4 667 301,37	-4,19	-1,64	17,03	-1,64	16,54	5,90E-04
25 098,64	-0,37	-0,14	30,04	-0,14	30,00	7,47E-04
4 488 316,98	4,49	1,75	29,82	1,75	30,34	9,07E-04
1 722 0827,45	8,51	3,32	32,24	3,32	33,24	1,06E-03
1 045 881,89	-1,34	-0,53	8,41	-0,53	8,25	6,40E-04
284 344,59	0,45	0,17	4,38	0,17	4,43	8,53E-04
43 798 497,84						
Riy* Xit <sup>2</sup>	Sismo x	Sismo y	x	y	X+ 0,3Y	Distorsión
1 507 171,34	-1,10	-0,43	5,44	-0,43	5,31	8,91E-04
354 433,95	-0,33	-0,13	2,14	-0,13	2,10	9,35E-04
122 544,94	-0,31	-0,12	6,22	-0,12	6,19	1,04E-03
18 117,79	0,07	0,03	2,54	0,03	2,55	1,13E-03
5 922 846,03	-4,31	-1,68	21,38	-1,68	20,87	8,91E-04
1 795 779,15	-2,37	-0,93	23,32	-0,93	23,04	9,84E-04
2 698,89	0,04	0,02	5,16	0,02	5,17	1,11E-03
1 924 226,54	2,21	0,86	23,03	0,86	23,29	1,23E-03
1 592 410,66	1,14	0,45	7,86	0,45	7,99	1,31E-03
9 337 738,79	4,87	1,90	25,69	1,90	26,26	1,38E-03
56 779,97	-0,22	-0,09	6,73	-0,09	6,70	1,06E-03
160 047,24	0,30	0,12	4,85	0,12	4,88	1,18E-03
22 794 795,29						

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Fuerzas sísmicas de diseño**

<b>Marco</b>	<b>Nivel</b>	<b>Cortante (ton)</b>	<b>Fuerza (ton)</b>
1	2	11,56	11,56
	1	105,23	93,66
2	2	16,54	16,54
	1	60,00	43,45
3	2	30,00	30,00
	1	56,04	26,04
4	2	30,34	30,34
	1	80,28	49,94
5	2	33,24	33,24
	1	128,08	94,84
2-3'	2	8,25	8,25
	1	24,38	16,13
3-4'	2	4,43	4,43
	1	10,92	6,49
D	2	26,19	26,19
	1	82,93	56,75
C-F	2	2,10	2,10
	1	5,71	3,61

Continuación de la tabla XXXIII.

Marco	Nivel	Cortante (ton)	Fuerza (ton)
F	2	6,19	6,19
	1	17,53	11,34
F-G	2	2,55	2,55
	1	4,62	2,06
E	2	23,04	23,04
	1	52,43	29,40
E-G	2	5,17	5,17
	1	4,47	-0,70
G	2	23,29	23,29
	1	63,53	40,24
G-H	2	7,99	7,99
	1	19,91	11,91
H	2	26,26	26,26
	1	113,23	86,97
E-F''	2	6,70	6,70
	1	12,77	6,07
F-G'	2	4,88	4,88
	1	8,01	3,12

Fuente: elaboración propia.

#### 2.5.3.4. Sobre carga

La sobrecarga corresponde a la sumatoria de los pesos de las instalaciones, ventanas, muros y acabados que contiene la estructura pero que de ser necesario pueden ser removidos sin afectar a la edificación. La carga aplicada en los marcos será la relación del peso por área afectada.

- Primer nivel

Tabla XXXIV. **Distribución de sobre carga primer nivel**

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Á. Tributaria (m <sup>2</sup> )	W SC (kg/m <sup>2</sup> )	Dist. SC (kg/m)
1	A-Sec	3,50	3,06	1 021,69	893,98
	Sec-B	3,50	3,06	1 021,69	893,98
	B-Sec	4,25	4,52	1 021,69	1 085,55
	Sec-C	4,27	4,56	1 021,69	1 090,66
	C-Sec	4,58	5,24	1 021,69	1 169,84
	Sec-F	4,63	5,36	1 021,69	1 182,61
	F-Sec	4,26	4,54	1 021,69	1 088,10
	Sec-G	4,18	4,37	1 021,69	1 067,67
	G-Sec	3,50	3,06	1 021,69	893,98
	Sec-H	3,50	3,06	1 021,69	893,98
2	A-Sec	3,50	6,13	1 021,69	1 787,96
	Sec-B	3,50	6,13	1 021,69	1 787,96
	B-Sec	4,25	9,30	1 021,69	2 234,96
	B-Sec 2-3'		2,53	1 463,20	
	Sec-C	4,27	9,36	1 021,69	2 240,07
	C-Sec	4,58	10,40	1 021,69	2 319,24
	C-Sec 2-3'		2,53	1 463,20	
	Sec-F	4,63	10,57	1 021,69	2 332,00
	Sec-F 2-3'		2,53	1 463,20	
	F-Sec	4,26	9,33	1 021,69	2 237,50
	Sec-G	4,18	9,07	1 021,69	2 217,07
	Sec-G 2-3'		2,53	1 463,20	
	G-Sec	3,50	6,13	1 021,69	1 787,96
Sec-H	3,50	6,13	1 021,69	1 787,96	
3	A-Sec	3,50	6,13	1 021,69	1 787,96
	Sec-B	3,50	6,13	1 021,69	1 787,96
	G-Sec	3,50	6,13	1 021,69	1 787,96
	Sec-H	3,50	6,13	1 021,69	1 787,96

Continuación de la tabla XXXIV.

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Á. Tributaria (m2)	W SC (kg/m2)	Dist. SC (kg/m)
4	A-Sec	3,50	6,13	1 021,69	1 787,96
	Sec-B	3,50	6,13	1 021,69	1 787,96
	B-Sec1	3,75	8,05	1 021,69	2 194,08
	B-Sec1 3-4"		2,93	1 463,20	
	Sec1-Sec2	3,69	7,87	1 021,69	2 178,76
	Sec2-D	3,72	7,95	1 021,69	2 183,10
	D-E	4,13	9,26	1 021,69	2 291,14
	E-Sec	5,50	14,23	1 021,69	2 642,99
	Sec-G	5,38	13,75	1 021,69	2 610,74
	G-Sec	3,50	6,13	1 021,69	1 787,96
	Sec-H	3,50	6,13	1 021,69	1 787,96
5	A-Sec	3,50	3,06	1 021,69	893,98
	Sec-B	3,50	3,06	1 021,69	893,98
	B-Sec1	3,75	3,52	1 021,69	957,84
	Sec1-Sec2	3,69	3,40	1 021,69	942,51
	Sec2-D	3,72	3,46	1 021,69	950,17
	D-E	4,13	4,26	1 021,69	1 054,90
	E-Sec	5,50	7,56	1 021,69	1 404,83
	Sec-G	5,38	7,24	1 021,69	1 374,18
	G-Sec	3,50	3,06	1 021,69	893,98
Sec-H	3,50	3,06	1 021,69	893,98	
A	1--2	6,80	8,84	1 021,69	1 327,82
	2--3	7,00	9,19	1 021,69	1 340,97
	3--4	7,15	9,45	1 021,69	1 350,35
	4--5	6,85	8,93	1 021,69	1 331,18
Sec A-B	1--2	6,80	17,68	1 021,69	2 655,65
	2--3	7,00	18,38	1 021,69	2 681,94
	3--4	7,15	18,90	1 021,69	2 700,70
	4--5	6,85	17,85	1 021,69	2 662,36
B	1--2	6,80	18,77	1 021,69	2 820,45
	2--3	7,00	17,69	1 021,69	2 582,33
	3--4	7,15	18,14	1 021,69	2 591,71
	4--5	6,85	18,25	1 021,69	2 722,49

Continuación de la tabla XXXIV.

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Á. Tributaria (m <sup>2</sup> )	W SC (kg/m <sup>2</sup> )	Dist. SC (kg/m)
Sec B-C	1--2	6,80	19,89	1 021,69	2 989,07
C	1--2	6,80	20,29	1 021,69	3 048,20
Sec C-F	1--2	6,80	20,71	1 021,69	3 111,75
F	1--2	6,80	20,33	1 021,69	3 054,54
Sec F-G	1--2	6,80	19,79	1 021,69	2 973,57
Sec 1 B-D	4--5	6,85	18,56	1 021,69	2 768,61
Sec 2 B-D	4--5	6,85	18,52	1 021,69	2 761,64
D	4--5	6,85	20,48	1 021,69	3 054,25
E	4--5	6,85	21,16	1 021,69	3 155,46
Sec E-G	4--5	6,85	22,47	1 021,69	3 350,76
G	1--2	6,80	18,68	1 021,69	2 806,86
	2--3	7,00	16,99	1 021,69	2 480,16
	3--4	7,15	17,42	1 021,69	2 489,54
	4--5	6,85	20,12	1 021,69	3 000,25
Sec G-H	1--2	6,80	17,68	1 021,69	2 655,65
	2--3	7,00	18,38	1 021,69	2 681,94
	3--4	7,15	18,90	1 021,69	2 700,70
	4--5	6,85	17,85	1 021,69	2 662,36
H	1--2	6,80	8,84	1 021,69	1 327,82
	2--3	7,00	9,19	1 021,69	1 340,97
	3--4	7,15	9,45	1 021,69	1 350,35
	4--5	6,85	8,93	1 021,69	1 331,18
2-3'	B-C''	4,45	3,74	1 187,98	998,60
	C-D'	4,28	3,55	1 187,98	985,18
	D-E	4,13	7,64	1 187,98	2 199,01
	E-F'	4,45	6,97	1 187,98	1 859,41
	F-G'	4,20	3,46	1 187,98	978,49
3	C-D''	4,80	5,76	1 187,98	1 425,27
	D-E	4,13	8,53	1 187,98	2 453,17
	E-F''	3,34	5,58	1 187,98	1 983,92
	E-F'''	1,32	0,87	1 187,98	784,06

Continuación de la tabla XXXIV.

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Á. Tributaria (m <sup>2</sup> )	W SC (kg/m <sup>2</sup> )	Dist. SC (kg/m)
3-4'	B-C'''	3,92	3,28	1 187,98	993,75
	C-D''	4,80	10,10	1 187,98	2 500,36
	D-E	4,13	7,80	1 187,98	2 242,89
	E-F''	3,34	5,37	1 187,98	1 908,66
	F-G''	5,32	5,41	1 187,98	1 207,78
B-C'	2-3'	2,25	2,53	1 187,98	1 336,47
	2-3''	4,75	4,30	1 187,98	1 074,19
	3-4'	4,73	4,27	1 187,98	1 072,62
	3-4''	2,42	2,93	1 187,98	1 437,45
B-C''	2-3'	2,25	2,53	1 187,98	1 336,47
C-D'	3-4'	4,73	5,59	1 187,98	1 404,78
	3-4''	2,42	2,93	1 187,98	1 437,45
D	2-3'	2,25	2,53	1 187,98	1 336,47
	2-3''	4,75	5,54	1 187,98	1 386,69
	3-4'	4,73	11,10	1 187,98	2 786,96
	3-4''	2,42	2,93	1 187,98	1 437,45
E	2-3'	2,25	2,53	1 187,98	1 336,47
	2-3''	4,75	10,69	1 187,98	2 673,10
	3-4'	4,73	10,61	1 187,98	2 665,64
	3-4''	2,42	2,93	1 187,98	1 437,45
E-F'	2-3'	2,25	2,53	1 187,98	1 336,47
E-F''	2-3''	4,75	7,84	1 187,98	1 961,53
	3-4'	4,73	7,80	1 187,98	1 958,12
	3-4''	2,42	2,93	1 187,98	1 437,45
F-G'''	2-3'	2,25	2,53	1 187,98	1 336,42
	2-3''	4,75	4,05	1 187,98	1 013,66
	3-4'	4,73	4,03	1 187,98	1 012,35
	3-4''	2,42	2,92	1 187,98	1 433,02

Fuente: elaboración propia.

- Segundo nivel

Tabla XXXV. **Distribución de sobre carga segundo nivel**

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Á. Tributaria (m2)	W SC (kg/m2)	Dist. SC (kg/m)
1	A-Sec	3,50	3,06	594,30	520,01
	Sec-B	3,50	3,06	594,30	520,01
	B-Sec	4,25	4,52	594,30	631,45
	Sec-C	4,27	4,56	594,30	634,42
	C-Sec	4,58	5,24	594,30	680,48
	Sec-F	4,63	5,36	594,30	687,90
	F-Sec	4,26	4,54	594,30	632,93
	Sec-G	4,18	4,37	594,30	621,05
	G-H	3,50	3,06	594,30	520,01
	Sec-H	3,50	3,06	594,30	520,01
2	A-Sec	3,50	3,06	594,30	520,01
	Sec-B	3,50	3,06	594,30	520,01
	B-Sec	4,25	6,56	594,30	917,76
	Sec-C	4,27	9,36	594,30	1 303,01
	C-Sec	4,58	10,40	594,30	1 349,06
	Sec-F	4,63	10,57	594,30	1 356,49
	F-Sec	4,26	9,33	594,30	1 301,52
	Sec-G	4,18	9,07	594,30	1 289,63
	G-Sec	3,50	6,13	594,30	1 040,03
	Sec-H	3,50	6,13	594,30	1 040,03
3	G-Sec	3,50	6,13	594,30	1 040,03
	Sec-H	3,50	6,13	594,30	1 040,03



Continuación de la tabla XXXV.

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Á. Tributaria (m <sup>2</sup> )	W SC (kg/m <sup>2</sup> )	Dist. SC (kg/m)
4	A-Sec	4,50	3,06	594,30	404,46
	Sec-B	3,50	3,06	594,30	520,01
	B-Sec1	3,75	5,11	594,30	810,28
	Sec1-Sec2	3,69	7,87	594,30	1 267,35
	Sec2-D	3,72	7,95	594,30	1 269,87
	D-E	4,13	9,26	594,30	1 332,72
	E-Sec	5,50	14,23	594,30	1 537,38
	Sec-G	5,38	13,75	594,30	1 518,63
	G-Sec	3,50	6,13	594,30	1 040,03
	Sec-H	3,50	6,13	594,30	1 040,03
5	A-Sec	3,50	3,06	594,30	520,01
	Sec-B	3,50	3,06	594,30	520,01
	B-Sec1	3,75	3,52	594,30	557,16
	Sec1-Sec2	3,69	3,40	594,30	548,24
	Sec2-D	3,72	3,46	594,30	552,70
	D-E	4,13	4,26	594,30	613,62
	E-Sec	5,50	7,56	594,30	817,16
	Sec-G	5,38	7,24	594,30	799,34
	G-Sec	3,50	3,06	594,30	520,01
	Sec-H	3,50	3,06	594,30	520,01
A	1--2	6,80	8,84	594,30	772,37
	4--5	6,85	8,93	594,30	774,33
Sec A-B	1--2	6,80	17,68	594,30	1 544,75
	4--5	6,85	17,85	594,30	1 548,65
B	1--2	6,80	18,77	594,30	1 640,61
	4--5	6,85	18,25	594,30	1 583,63
Sec B-C	1--2	6,80	19,89	594,30	1 738,70
C	1--2	6,80	20,29	594,30	1 773,09
Sec C-F	1--2	6,80	20,71	594,30	1 810,06
F	1--2	6,80	20,33	594,30	1 776,78
Sec F-G	1--2	6,80	19,79	594,30	1 729,68
Sec 1 B-D	4--5	6,85	18,56	594,30	1 610,46
Sec 2 B-D	4--5	6,85	18,52	594,30	1 606,40

Continuación de la tabla XXXV.

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Á. Tributaria (m <sup>2</sup> )	W SC (kg/m <sup>2</sup> )	Dist. SC (kg/m)
D	4--5	6,85	20,48	594,30	1 776,61
E	4--5	6,85	21,16	594,30	1 835,48
Sec E-G	4--5	6,85	22,47	594,30	1 949,08
G	1--2	6,80	18,68	594,30	1 632,70
	2--3	7,00	16,99	594,30	1 442,67
	3--4	7,15	17,42	594,30	1 448,13
	4--5	6,85	20,12	594,30	1 745,20
Sec G-H	1--2	6,80	17,68	594,30	1 544,75
	2--3	7,00	18,38	594,30	1 560,04
	3--4	7,15	18,90	594,30	1 570,95
	4--5	6,85	17,85	594,30	1 548,65
H	1--2	6,80	8,84	594,30	772,37
	2--3	7,00	9,19	594,30	780,02
	3--4	7,15	9,45	594,30	785,48
	4--5	6,85	8,93	594,30	774,33
3	C-D''	4,80	5,76	654,74	785,52
	D-E	4,13	8,53	654,74	1 352,03
	E-F''	3,34	2,79	654,74	546,71
2-3'	B-C''	4,45	3,74	654,74	550,37
	C-D'	4,28	3,55	654,74	542,97
	D-E	4,13	7,64	654,74	1 211,96
	E-F'	4,45	3,74	654,74	550,37
	F-G'	4,20	3,46	654,74	539,28

Continuación de la tabla XXXV.

Eje	Tramo	Long. Viga (m)	Á. Tributaria (m <sup>2</sup> )	W SC (kg/m <sup>2</sup> )	Dist. SC (kg/m)
3-4'	B-C'''	3,92	3,28	654,74	547,69
	C-D''	4,80	10,10	654,74	1 378,04
	D-E	4,13	7,80	654,74	1 236,14
	E-F''	3,34	5,37	654,74	1 051,93
	F-G''	5,32	4,97	654,74	612,04
B-C''	2-3'	2,25	2,53	654,74	736,58
C-D'	3-4'	4,73	5,59	654,74	774,23
	3-4''	2,42	2,93	654,74	792,23
D	2-3'	2,25	2,53	654,74	736,58
	2-3''	4,75	5,54	654,74	764,26
	3-4'	4,73	11,10	654,74	1 536,00
	3-4''	2,42	2,93	654,74	792,23
E	2-3'	2,25	2,53	654,74	736,58
	2-3''	4,75	5,54	654,74	764,26
	3-4'	4,73	10,61	654,74	1 469,14
	3-4''	2,42	2,93	654,74	792,23
B-C'	2-3'	2,25	1,27	654,74	368,29
	3-4''	2,42	1,46	654,74	396,12
E-F'	2-3'	2,25	2,53	654,74	736,58
E-F''	3-4'	4,73	5,11	654,74	707,37
	3-4''	2,42	2,93	654,74	792,23
F-G'''	2-3'	2,25	2,53	654,74	736,55
	2-3''	4,75	4,05	654,74	558,67
	3-4'	4,73	4,03	654,74	557,94
	3-4''	2,42	2,92	654,74	789,79

Fuente: elaboración propia.

### 2.5.3.5. Envolvente de momentos

El código ACI, en la sección 9,2 indica que se deberá diseñar las estructuras para diferentes combinaciones de momentos, determinando cuál será el momento máximo crítico. Para el diseño del Centro de Estudios Superiores las cargas actuantes a analizar en la estructura serán las cargas viva, muerta y por sismo; según lo establecido por las consideraciones alternativas de diseño en el apéndice C del código ACI, se analizarán las cargas para 3 combinaciones las cuales son:

- Caso 1  
 $U = 1,4 D + 1,7 L$
- Caso 2  
 $U = 0,75 (1,4 D + 1,7 L) + 1,4 E$
- Caso 3  
 $U = 0,9 D + 1,4 E$

Donde:

U = momento mayorado

L = carga viva

D = carga muerta

E = carga por sismo

De acuerdo a las siguientes combinaciones de momentos se presenta las siguientes tablas de envolvente de momentos, en la que se determina el momento máximo al cual está sometido cada elemento estructural del eje H:

Tabla XXXVI. **Envolvente de momentos eje H**

<b>NUDO</b>		<b>Caso 1</b>	<b>Caso 2</b>	<b>Caso 3</b>	<b>U (kg)</b>	<b>U (Ton)</b>
A	Mab	4 016,68	2 987,13	1 221,76	4 016,68	4,02
	Maf	1 450,42	2 575,44	1 910,60	2 575,44	2,58
B	Mba	9 347,55	7 035,88	2 872,04	9 347,55	9,35
	Mbc	8 855,32	6 628,05	2 680,63	8 855,32	8,86
	Mbg	2 894,00	3 752,87	2 317,13	3 752,87	3,75
C	Mcb	8 684,00	6 522,81	2 643,47	8 684,00	8,68
	Mcd	8 829,25	6 587,49	2 644,21	8 829,25	8,83
	Mch	2 944,94	4 193,90	2 754,79	4 193,90	4,19
D	Mdc	9 298,79	7 004,49	2 852,23	9 298,79	9,30
	Mde	9 611,10	7 182,24	2 898,34	9 611,10	9,61
	Mdi	2 950,75	3 816,77	2 362,74	3 816,77	3,82
E	Med	4 089,73	3 100,97	1 301,28	4 089,73	4,09
	Mej	1 403,63	2 530,68	1 892,01	2 530,68	2,53
F	Mfg	5 234,51	3 837,66	1 520,03	5 234,51	5,23
	Mfa	1 949,20	2 335,72	1 446,55	2 335,72	2,34
	Mfk	672,84	4 946,42	4 639,84	4 946,42	4,95
G	Mgf	9 073,72	6 879,52	2 839,78	9 073,72	9,07
	Mgh	8 621,55	6 410,38	2 571,55	8 621,55	8,62
	Mgb	3 846,13	3 832,97	1 920,83	3 846,13	3,85
	Mgl	1 415,40	5 745,70	5 059,45	5 745,70	5,75
H	Mhg	8 786,54	6 646,83	2 721,71	8 786,54	8,79
	Mhi	8 931,25	6 621,55	2 635,56	8 931,25	8,93
	Mhc	3 955,82	4 505,73	2 577,94	4 505,73	4,51
	Mhm	1 339,87	5 842,12	5 186,20	5 842,12	5,84

Continuación de la tabla XXXVI.

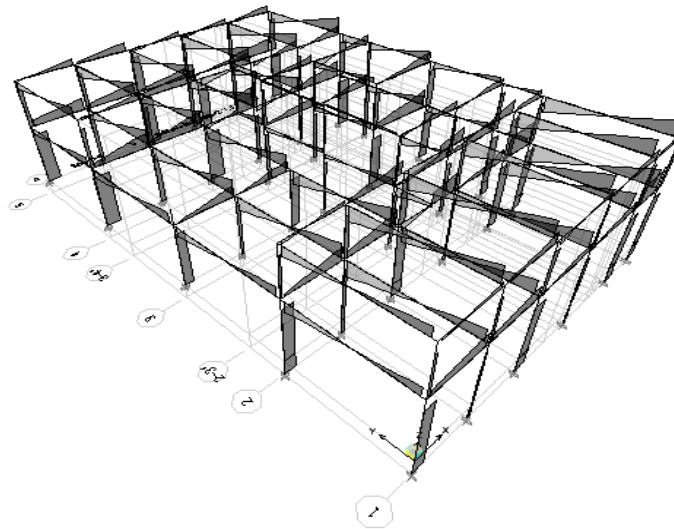
<b>NUDO</b>		<b>Caso 1</b>	<b>Caso 2</b>	<b>Caso 3</b>	<b>U (kg)</b>	<b>U (Ton)</b>
I	Mih	9 122,13	6 913,71	2 841,12	9 122,13	9,12
	Mij	9 234,08	6 842,15	2 733,70	9 234,08	9,23
	Mid	3 950,84	4 100,70	2 155,94	4 100,70	4,10
	Min	1 410,20	5 357,62	4 671,44	5 357,62	5,36
J	Mji	5 412,37	4 162,28	1 757,32	5 412,37	5,41
	Mje	1 777,22	2 520,16	1 677,73	2 520,16	2,52
	Mjñ	703,69	4 253,49	3 934,50	4 253,49	4,25
K	Mkf	431,81	7 715,31	7 516,43	7 715,31	7,72
L	Mlg	932,95	8 497,30	8 045,35	8 497,30	8,50
M	Mmh	819,64	8 765,79	8 364,38	8 765,79	8,77
N	Mni	926,11	7 908,14	7 460,44	7 908,14	7,91
Ñ	Mñj	473,37	6 642,06	6 428,37	6 642,06	6,64

Fuente: elaboración propia.

### 2.5.3.6. Diagrama de corte último

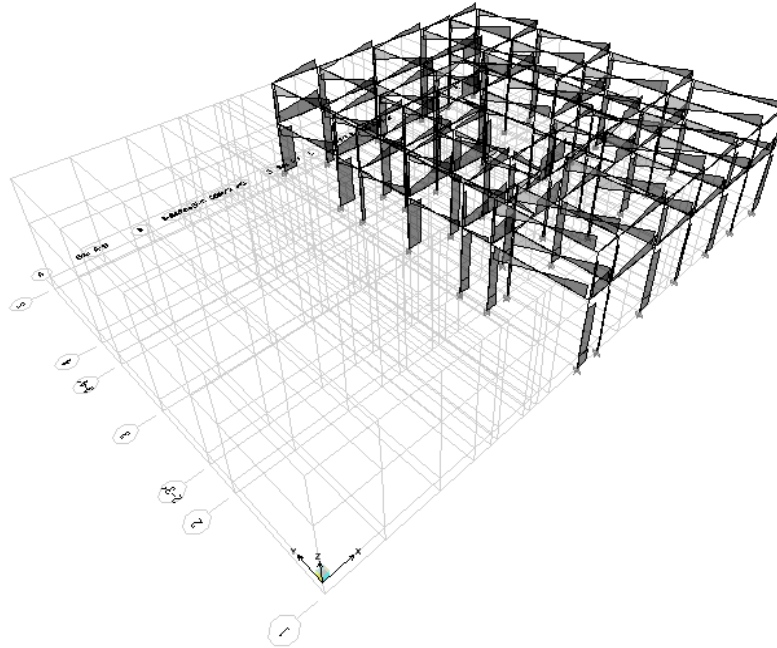
Dadas las cargas viva, muerta y de sismo aplicadas en la estructura, los elementos desarrollan una fuerza cortante que varía a lo largo de los mismos. Función que representa la distribución de esfuerzos cortantes en los elementos de la estructura.

Figura 27. Diagrama de corte último estructura 1



Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

Figura 28. **Diagrama de corte último estructura 2**



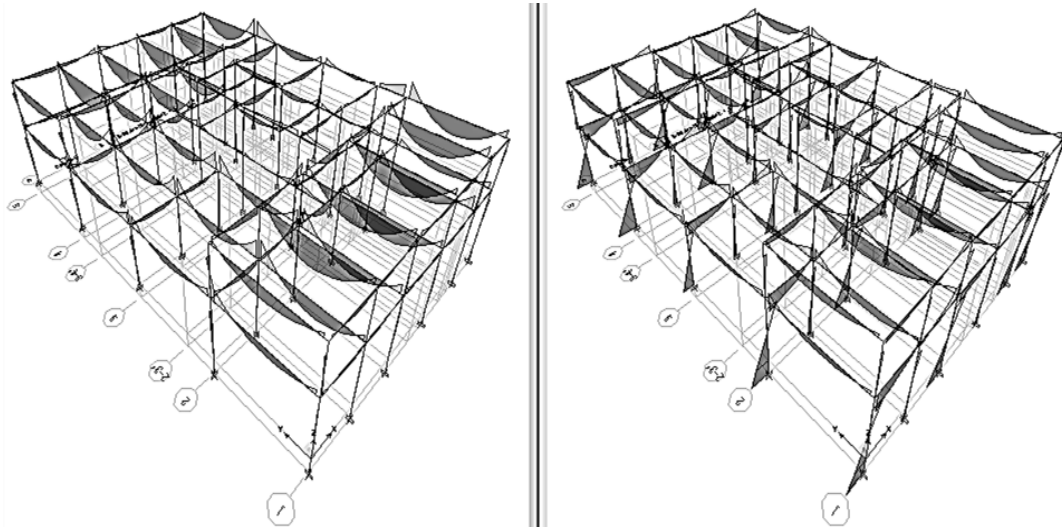
Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

### **2.5.3.7. Diagrama de momento último**

Resultado de someter los elementos a la acción de torque y o aplicación de cargas, se deriva de la distribución de fuerzas cortantes en el elemento estructural. Función que representa la distribución de momentos flectores que varían a lo largo de los elementos de la estructura.

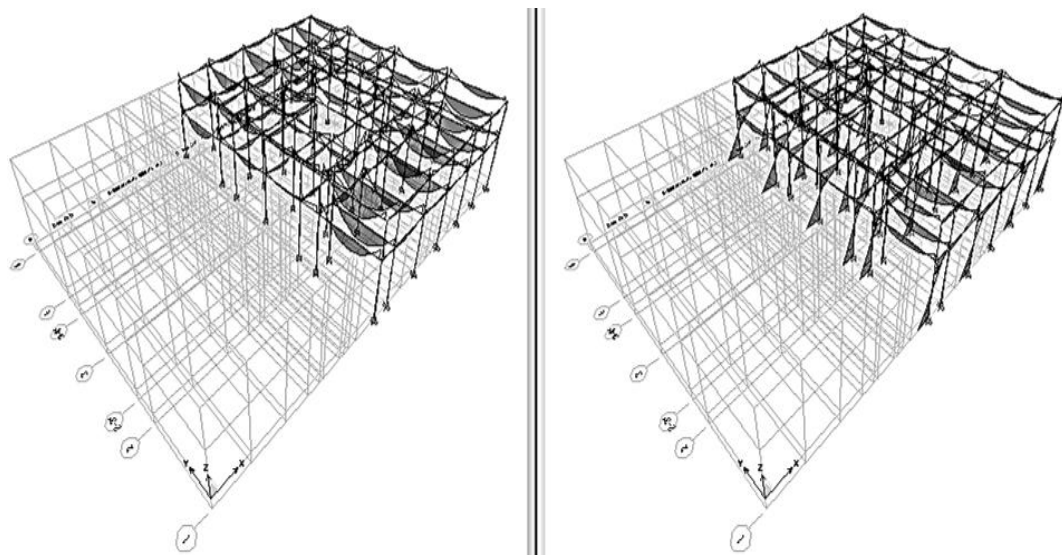


Figura 29. **Diagrama de momento último vigas y columnas estructura 1**



Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

Figura 30. **Diagrama de momento último vigas y columnas estructura 2**



Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

## 2.6. Diseño estructural

Se deberán definir las características del Centro de Estudios Superiores con el objetivo de optimizar los elementos para obtener un adecuado funcionamiento frente a cargas y/o solicitudes estructurales.

### 2.6.1. Diseño de cimentaciones

Comprende todos los elementos encargados de transmitir correctamente las cargas de la estructura al suelo, la carga transmitida no debe superar la carga última del suelo. A pesar que existen muchas otras opciones para determinar las características de la cimentación se diseñarán zapatas aisladas, constituyendo una cimentación superficial con el objetivo de disminuir costos y simplificar la construcción.

La capacidad de carga del suelo se determinará mediante la teoría de Terzaghi por medio de un análisis de equilibrio, para una zapata aislada con cimentación corrida, como es el caso de la estructura, se puede expresar la carga última como:

$$q_u = (1,3 C * N_c) + (q * N_q) + (0,4 * \gamma_s * B * N_\gamma)$$

Donde:

- C = cohesión del suelo
- $\gamma_s$  = peso específico del suelo
- q =  $\gamma * D_f$  (donde  $D_f$  es la profundidad hasta la base de la zapata)
- $N_c, N_q,$  = factores adimensionales que están en función del ángulo
- $N_\gamma$  = de fricción del suelo y forma de la cimentación

De acuerdo al ensayo triaxial del estudio de suelos se pueden obtener los valores de cohesión, peso específico y ángulo de fricción interna del suelo, los cuales son:

$$\begin{aligned} D_f &= 1,2 \text{ m} \\ B = L &= 1,6 \text{ m} \\ \gamma_s &= 1,50 \text{ Ton/m}^3 \\ C &= 14,48 \text{ Ton/m}^2 \\ \phi &= 20,01^\circ \end{aligned}$$

Las variaciones o factores de Terzaghi se pueden establecer de acuerdo al ángulo de fricción interna (ver anexo 1 de este informe), para 20,01 grados serán:

$$\begin{aligned} N_c &= 11,85 \\ N_q &= 3,88 \\ N_\gamma &= 1,12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_u &= [(1,3 * 14,48 * 11,85) + (1,5 * 1,2 * 3,88) + (0,4 * 1,5 * 1,6 * 1,12)] \\ q_u &= 231,12 \text{ Ton/m}^2 \end{aligned}$$

El cálculo de la capacidad de carga bruta admisible de cimentaciones superficiales requiere aplicar un factor de seguridad a la capacidad de carga última bruta, el factor de seguridad depende primordialmente de la importancia de la estructura, en este caso por ser una estructura de importancia alta se tomará un factor de seguridad de 7. A la carga admisible se le deberá sustraer  $q$  para obtener la carga neta admisible, la cual se le incrementa el área de la zapata para obtener la fuerza neta.

$$q_{adm} = \frac{231,12}{8} = 28,89 \text{ Ton/m}^2$$

$$q_{netaadm} = 28,89 - (1,5 * 1,2) = 27,09 \text{ Ton/m}^2$$

$$Q_{neta} = 27,09 * (1,60 * 1,60) = 69,35 \text{ Ton}$$

La capacidad soporte del suelo es de 28,89 toneladas por metro cuadrado y la fuerza neta es de 69,35 toneladas. Se diseñará una zapata cuadrada aislada para columnas cuadradas de 0,45 metro, para la cual se obtienen los siguientes valores:

$$\begin{aligned} C_m &= 31,29 \text{ Ton} \\ C_v &= 16,42 \text{ Ton} \\ M_x &= 2,39 \text{ Ton} \\ M_y &= 2,39 \text{ Ton} \\ \gamma_s &= 1,50 \text{ ton/m}^3 \\ \gamma'_c &= 2,4 \text{ ton/m}^3 \\ f_y &= 4\,200 \text{ kg/cm}^2 \\ f'_c &= 281 \text{ kg/cm}^2 \\ q_{suelo} &= 28,89 \text{ Ton/m}^2 \\ d_f &= 1,20 \text{ m} \\ FCU &= 1,49 \\ P_u &= 64,23 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Determinando las cargas de trabajo:

$$\begin{aligned} P_z &= P_u/FCU &= 43,11 \text{ Ton} \\ P_{xz} &= M_x/FCU &= 1,60 \text{ Ton} \\ P_{yz} &= M_y/FCU &= 1,60 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$P_{total} = P_z + P_{xz} + P_{yz} = 46,32 \text{ Ton}$$

Se estima una zapata de sección cuadrada con espesor de 0,30 metro y un recubrimiento de concreto de 7,5 centímetros. La carga equivalente para la zapata es:

$$q_e = q_a - (\gamma f'c * t) - (\gamma_s * (df - t))$$

$$q_e = 28,89 - (2,4 * 0,30) - (1,50 * (1,20 - 0,30)) = 26,82 \text{ Ton/m}^2$$

El área requerida para la zapata es de:

$$A = P_u / q_e = 64,23 / 26,82 = 2,39 \text{ m}^2$$

Se utilizará una zapata de 1,60 metros de base y 1,60 metros de longitud, para cumplir con un área de sección total de 2,56 metros cuadrados. La presión de apoyo para el diseño por resistencia se calcula como:

$$q_a > q_{m\acute{a}x}$$

$$q_{m\acute{a}x} / q_{m\acute{i}n} = \frac{P_{total}}{A} \pm \frac{6 M_x}{bh^2} \pm \frac{6 M_y}{bh^2}$$

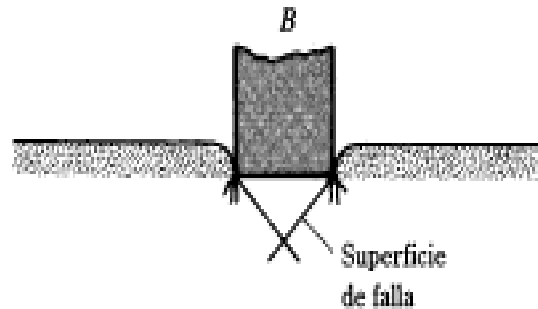
$$q_{m\acute{a}x} = \frac{46,32}{1,60 * 1,60} + \frac{6 * 2,39}{1,60 * 1,60^2} + \frac{6 * 2,39}{1,60 * 1,60^2} = 25,09 \text{ Ton/m}^2 \text{ Cumple}$$

$$q_{m\acute{i}n} = \frac{46,32}{1,60 * 1,60} - \frac{6 * 2,39}{1,60 * 1,60^2} - \frac{6 * 2,39}{1,60 * 1,60^2} = 11,09 \text{ Ton/m}^2 \text{ Cumple}$$

### 2.6.1.1. Corte por punzonamiento

Esta falla ocasiona una grieta diagonal que varía de 20 grados a 45 grados formando una superficie de pirámide alrededor de la columna. La representación de la naturaleza de la falla en suelo por capacidad de carga dada una falla de corte por punzonamiento es:

Figura 31. Diagrama de falla por corte punzonante



Fuente: DAS, Braja. Principio de Ingeniería de Cimentaciones. p. 153.

El peralte requerido para el cortante por punzonamiento en dos direcciones es:

$$d = \frac{(A - (b_{col} + d)^2) * q_u}{0,85 * 4\sqrt{f_c} * 4(b_{col} + d)}$$

$$d = \frac{(2,56 \text{ m}^2 - (0,45 \text{ m} + 0,225 \text{ m})^2) * 28,89 \text{ Ton/m}^2}{0,85 * 4\sqrt{2810 \text{ Ton/m}^2} * 4(0,45 \text{ m} + 0,225 \text{ m})} = 0,12115 \text{ m}$$

$$0,12115 \text{ m} < 0,225 \text{ m} \quad \text{Cumple}$$

$$\emptyset V \text{ res} > \emptyset V \text{ act}$$

$$\emptyset V \text{ act} = Pd (Azapata - A_{\text{falla}})$$

$$Pd = q \text{ max} * FCU = 25,09 * 1,49 = 37,38 \text{ Ton/m}^2$$

$$A_{\text{falla}} = (b_{\text{col}} + d) * (b_{\text{col}} + d) = (0,45 + 0,225) * (0,45 + 0,225) = 0,456 \text{ m}^2$$

$$\emptyset V \text{ act} = 37,38 \text{ Ton/m}^2 * ((1,6 * 1,6) \text{ m}^2 - (0,456) \text{ m}^2) = 78,64 \text{ Ton}$$

$$\emptyset V \text{ res} = \emptyset * 1,06 \sqrt{f'_c} * \frac{\text{Perímetro de falla} * d}{1000}$$

$$\text{Perímetro de falla} = 4 * (b_{\text{col}} + d) = 4 * (45 + 22,5) = 270 \text{ cm}$$

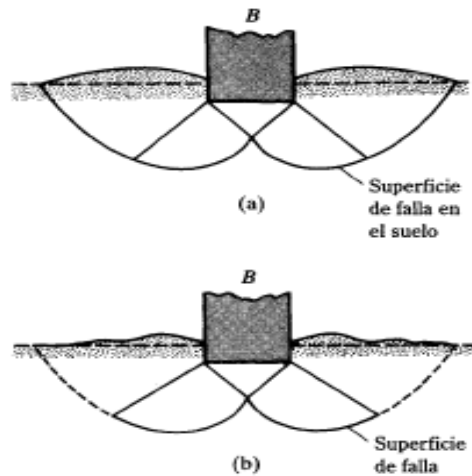
$$\emptyset V \text{ res} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{281} * \frac{270 * 22,5}{1000} = 91,75 \text{ Ton}$$

$$78,64 < 91,75 \text{ Cumple}$$

#### 2.6.1.2. Corte directo

Esta falla ocasiona una grieta diagonal formando una superficie triangular alrededor de la columna. La representación de la naturaleza de la falla en suelo por capacidad de carga dada una falla general de corte (a) y una falla local por corte (b) son:

Figura 32. Diagrama de falla por corte local y general



Fuente: DAS, Braja. Principio de Ingeniería de Cimentaciones. p. 153.

Peralte requerido por cortante directo:

$$d = \frac{q_u * b * \left( \frac{b}{2} - \left( \frac{b_{col}}{2} + d \right) \right)}{0,85 * 2\sqrt{f_c} * b}$$

$$d = \frac{28,89 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} * 1,60 \text{ m} * \left( \frac{1,60 \text{ m}}{2} - \left( \frac{0,45 \text{ m}}{2} + 0,225 \text{ m} \right) \right)}{0,85 * 2\sqrt{2810 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}} * 1,25 \text{ m}} = 0,1088 \text{ m}$$

$$0,1088\text{m} < 0,225 \text{ m Cumple}$$



$$\emptyset V_{res} > \emptyset V_{act}$$

$$\emptyset V_{res} = \emptyset * 0,53 \sqrt{f'c} * \frac{b * d}{1000} = 0,85 * 0,53 \sqrt{281} * \frac{22,5 * 160}{1000} = 27,19 \text{ Ton}$$

$$\emptyset V_{act} = Pd * l'c * b$$

$$Pd = q_{max} * FCU = 25,09 * 1,49 = 37,38 \text{ Ton/m}^2$$

$$l'c = \frac{b}{2} - \frac{b_{col}}{2} - d = \frac{1,60}{2} - \frac{0,45}{2} - 0,225 = 0,35 \text{ m}$$

$$\emptyset V_{act} = 37,38 \text{ Ton/m}^2 * 0,35 \text{ m} * 1,60 \text{ m} = 20,93 \text{ Ton}$$

$$20,93 < 27,19 \text{ Cumple}$$

El área de acero requerida por la zapata:

$$M = \frac{W * (b - b_{col} - d - l'c)^2}{2} = \frac{\left(\frac{64,23}{1,60}\right) * (0,575)^2}{2} * 1000 = 6636,26 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$As = \frac{0,85 f'c}{fy} \left[ bd - \sqrt{bd^2 - \frac{M b}{0,003825 f'c}} \right]$$

$$As = \frac{0,85 * 281}{4200} \left[ (160 * 22,5) - \sqrt{(160 * 22,5)^2 - \frac{6636,26 * 160}{0,003825 * 281}} \right] = 7,96 \text{ cms}^2$$

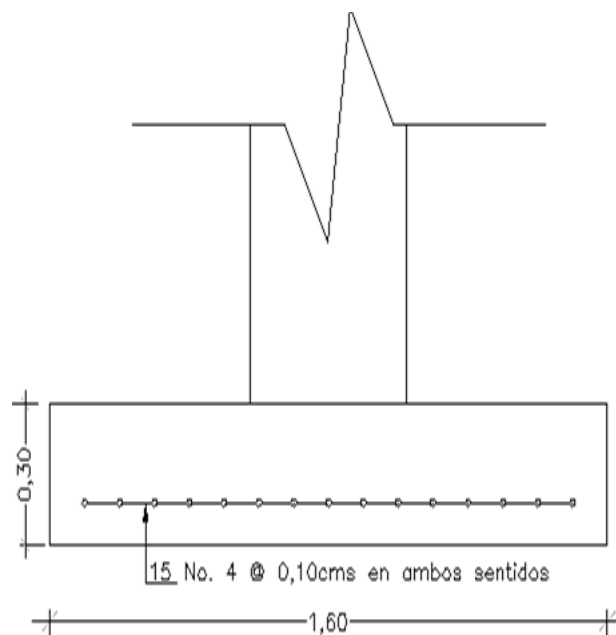
$$As_{min} = \frac{14,1}{fy} bd = \frac{14,1}{4200} * 160 * 22,50 = 12,09 \text{ cms}^2$$

El espaciamiento máximo entre varillas de refuerzo está definido por:

$$S = \frac{A_v}{A_s} = \frac{1,2667 \text{ cm}^2}{9,44 \text{ cm}^2} = 0,1342$$

Se utilizará, como referencia, el área de acero mínimo de 12,09 centímetros cuadrados y se colocarán 15 varillas núm. 4 con una separación entre centros de varillas de 10 centímetros, dejando 10 centímetros en cada lado y un recubrimiento de 7,5 centímetros.

Figura 33. **Detalle armado de zapatas**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Para el diseño de la zapata excéntrica se tiene las siguientes condiciones de carga y momento:

$$\begin{aligned} P_u &= 30,37 \text{ Ton} \\ M_u &= 7,47 \text{ Ton-m} \\ f_y &= 4\,200 \text{ kg/cm}^2 \\ f'_c &= 281 \text{ kg/cm}^2 \\ d_f &= 1 \text{ m} \\ V_s &= 28,89 \text{ Ton/m}^2 \\ \gamma_s &= 1,50 \text{ Ton/m}^2 \\ FCU &= 1,49 \\ \gamma f'_c &= 2,4 \text{ Ton/m}^3 \\ \text{Columna} &= 0,45 \times 0,45 \text{ m} \end{aligned}$$

Determinando las cargas de trabajo:

$$\begin{aligned} P' &= P_u / FCU = 20,38 \text{ Ton} \\ M_t &= M_u / FCU = 5,01 \text{ Ton-m} \end{aligned}$$

Determinando área de la zapata:

$$A = 1,5 * P' / V_s = 1,5 * 20,38 / 28,89 = 1,06 \text{ m}^2$$

Se utilizará una zapata de 1,75 metros de base y 2,00 metros de longitud, para cumplir con un área de sección total de 3,50 metros cuadrados.

La transferencia de cargas y momentos hacia el centro de gravedad se determinará de tal forma que el centro de gravedad del elemento coincida con el centro de presión:

$$d = b/2 - b_{col}/2 = 0,65 \text{ Ton}$$

$$P_{col} = (b_{col} * a_{col}) * L_{col} * \gamma'_c = 2,62 \text{ Ton}$$

$$P_{suelo} = \text{Azapata} * d_f * \gamma_s = 5,25 \text{ Ton}$$

$$P_{cim} = \text{Azapata} * b_{col} * \gamma'_c = 3,78 \text{ Ton}$$

$$P_{cg} = P' + P_{col} + P_{suelo} + P_{cim} = 32,03 \text{ Ton}$$

$$M_{cg} = M_t + P' * d + P_{col} * d = 9,94 \text{ Ton}$$

La excentricidad obtenida dada las cargas y momentos en el centro de gravedad se obtiene por medio de:

$$e = \frac{M_{cg}}{P_{cg}} = \frac{9,94}{32,03} = 0,31 \text{ m.}$$

$$a = \frac{l}{2} - e = \frac{1,75}{2} - 0,31 = 0,565 \text{ m.}$$

Como  $e > L/6$  y  $3a < L$  entonces existirán presiones por tensión y la presión máxima y de diseño son

$$q_{\text{máx}} < V_s$$

$$q_{\text{máx}} = \frac{4 P_{46,32}}{3b(L-2e)} = \frac{4 * 32,03}{3(2) * (1,75 - 2(0,31))} = 18,90 \text{ Ton/m}^2 \quad \text{Cumple}$$

$$q_{\text{diseño}} = q_{\text{máx}} * \text{FCU} = 28,16 \text{ Ton/m}^2$$

La presión última del cimiento y suelo es:

$$q(s + c) = FCU * [(df * \gamma_s) + (t * \gamma'_c)] = 3,75 \text{ Ton/m}^2$$

De acuerdo al apéndice 5 de este informe se puede establecer una ecuación de carga por medio de una relación de triángulos de las cargas aplicadas sobre el cimiento:

$$\frac{W}{x} = \frac{28,16}{1,695} \therefore w = 16,61(x) \text{ Ton/m}^3$$

La zapata debe resistir los efectos de corte por punzonamiento y corte simple. Para ello se tiene un espesor propuesto de 30 centímetro, varillas propuestas para el armado núm. 5 y un recubrimiento de 7,5 centímetros.

El corte punzonante se determina de la siguiente forma:

$$d = t - \text{rec} - \frac{\emptyset}{2} = 21,71 \text{ cms}$$

El área de corte punzonante se establece mediante:

$$b_{col} + d = 45 + 21,71 = 66,71 \text{ cms}$$

$$b_{col} + \frac{d}{2} = 45 + \frac{21,71}{2} = 55,86 \text{ cms}$$

La sección crítica del punzonamiento es igual a:

$$x = 3a - \left( b_{col} + \frac{d}{2} \right) = 1,14$$

Sustituyendo en la ecuación de carga se obtiene que  $W = 18,94 \text{ Ton/m}^2$ . El corte actuante  $V_{act}$ , deberá ser menor que el corte resistente y se calcula con la siguiente ecuación:

$$V_{act} = P + qm \left[ (b_{col} + d) * \left( b_{col} + \frac{d}{2} \right) \right] - \frac{q_{dis} + w}{2} \left[ (b_{col} + d) * \left( b_{col} + \frac{d}{2} \right) \right]$$

$$V_{act} = 22,99 \text{ Ton}$$

$$\phi V_{res} = \phi * 1,06 \sqrt{f'_c} * \frac{\text{Perímetro de falla} * d}{1000}$$

$$\phi V_{res} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{281} * \frac{(66,71 + (2(55,86))) * 21,71}{1000} = 58,51 \text{ Ton}$$

$$22,99 < 58,51 \text{ Cumple}$$

El chequeo por corte simple para la zapata se realiza, determinando la sección crítica como:

$$x = 3a - (b_{col} + d) = 1,03 \text{ m}$$

La ecuación de corte se trabajará entre los valores de 0 y 1,695. La ecuación de corte se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$V = q(s + c) * (L - 3a) + q(s + c) * (x) - \left( \frac{x}{2} \right) (W * x)$$

$$V = 0,206 + 3,75x - 8,31x^2$$

Derivando e igualando a cero se obtiene un valor de  $x$  de 0,22577 metro

Sustituyendo el valor de x en la ecuación general, se obtiene un valor de corte máximo de 0,63 tonelada sobre metro. El corte resistente se determina como:

$$\phi V_{res} = \phi * 0.53 \sqrt{f'_c} * \frac{b * d}{1000} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{281} * \frac{175 * 21,71}{1000} = 28,69 \text{ Ton}$$

$$V_{res} > V_{act} \text{ Cumple}$$

El chequeo por flexión para diseñar el refuerzo se realiza mediante los momentos críticos de corte igual a 0 y a sección crítica en flexión al rostro de la columna, la distancia al rostro de la columna es:

$$x = 3a - b_{col} = 1,245$$

Cuando el corte es cero, la ecuación general de corte es:

$$0 = 0,206 + 3,75x - 8,31x^2$$

De lo anterior se obtiene, por medio de la fórmula cuadrática un valor de distancia requerida para el refuerzo de 0,50 metros. La carga en los puntos críticos será:

$$W = 16,61(1,245) = 20,68 \text{ Ton/m}^2 \text{ y } W = 16,61(0,50) = 8,31 \text{ Ton/m}^2$$

Para ambos casos el momento actuante se obtiene por medio de la fórmula:

$$M_{act} = \frac{q(s + c)}{2} * [x + (L - 3a)]^2 - \frac{w * x^2}{6}$$

El momento máximo es 0,69 tonelada metro sobre metro

El acero mínimo requerido dado un peralte propuesto se calcula como:

$$A_{s_{\text{mín}}} = 0,002 * B * t = 0,002 * 175 * 30 = 10,50 \text{ cm}^2$$

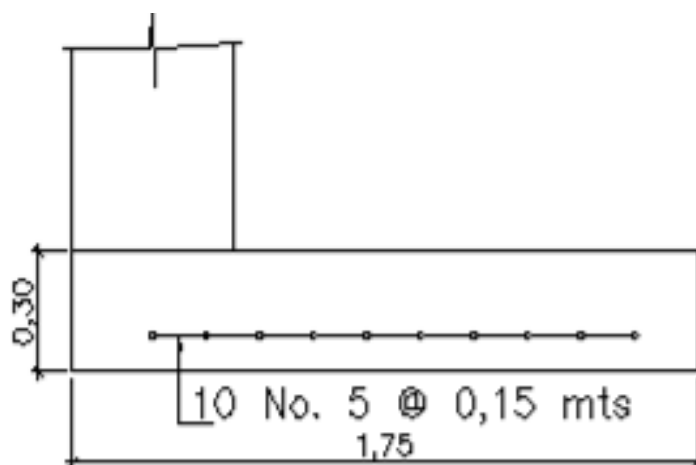
El momento resistente debido al acero mínimo es:

$$M_R = 0,9A_s * f_y * \left( d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f'_c * b} \right) = 0,9(10,5) * 4200 \left( 21,71 - \frac{10,5 * 4200}{1,7(281) * 175} \right)$$

$$M_R = 8,41 \text{ Ton/m}$$

Como el momento resultante es mayor que el momento máximo, se puede utilizar el área de acero mínimo para el refuerzo de la zapata, con espaciamiento de 15 centímetros.

Figura 34. **Detalle armado de zapatas excéntricas**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.



Para el diseño de zapatas combinadas, con columnas a una distancia de 2,19 metros, se propone un espesor de 30 centímetros con un recubrimiento de 7,5 centímetros además se tienen las siguientes condiciones de carga y momento:

	Columna A		Columna B
Cm	= 24,28 Ton	Cm	= 23,57 Ton
Cv	= 13,72 Ton	Cv	= 14,17 Ton
$\gamma_s$	= 1,50 ton/m <sup>3</sup>	$\gamma_s$	= 1,50 ton/m <sup>3</sup>
$\gamma'c$	= 2,4 ton/m <sup>3</sup>	$\gamma'c$	= 2,4 ton/m <sup>3</sup>
$f_y$	= 4 200 kg/cm <sup>2</sup>	$f_y$	= 4 200 kg/cm <sup>2</sup>
$f'c$	= 281 kg/cm <sup>2</sup>	$f'c$	= 281 kg/cm <sup>2</sup>
$q_{suelo}$	= 28,89 Ton/m <sup>2</sup>	$q_{suelo}$	= 28,89 Ton/m <sup>2</sup>
df	= 1,20 m	df	= 1,20 m

La carga equivalente para la zapata es:

$$q_e = q_a - (\gamma'c * t) - (\gamma_s * (df - t))$$

$$q_e = 28,89 - (2,4 * 0,30) - (1,50 * (1,20 - 0,30)) = 26,82 \text{ Ton/m}^2$$

De acuerdo al apéndice 6 de este informe se puede determinar la distancia al centro de gravedad al realizar sumatoria de momentos en el punto A, obteniendo la siguiente ecuación:

$$\sum M_A = 37,74(2,19) - 75,74(x) = 0 \rightarrow x = 1,09\text{m}$$

Las dimensiones recomendadas para la zapata se establecen como:

$$L = (b_{col} + x) * 2 = 3,08m$$

$$B * L = \frac{Cm_T + Cv_T}{q_e} = \frac{75,74}{26,82}$$

$$B * L = 2,82 \rightarrow B = 0,92m$$

De acuerdo a lo anterior se propone una zapata de 3,10 metros de largo y 1 metro de base. La capacidad de carga dada la zapata se determina:

$$q_u = \frac{1,4(Cm_T) + 1,7(Cv_T)}{Az} = \frac{1,4(47,85) + 1,7(27,89)}{3,10} = 36,90 \text{ Ton/m}^2$$

Las distancias efectivas entre columnas son:

$$L_1 = L_{\text{entre columnas}} - \left(\frac{b_{colA}}{2}\right) - \left(\frac{b_{colB}}{2}\right) = 1,74m$$

$$L_2 = L_{\text{total}} - L_1 - b_{colA} - b_{colB} = 0,46m$$

Las cargas de columnas se establecen por medio de la siguiente ecuación:

$$P = 1,4(Cm) + 1,7(Cv)$$

$$P_a = 57,32 \text{ Ton y } P_b = 57,09 \text{ Ton}$$

Se utilizará el apéndice 6 en este informe para establecer los cortantes y momentos en los puntos críticos de la siguiente forma:

$$V_A = 0$$

$$V_B = Pa - (bz * qu)(b_{colA}) = 57,32 - 36,90(0,45) = 40,72 \text{ Ton}$$

$$V_C = Pa - (bz * qu)(b_{colA} + L_1) = 57,32 - 36,90(0,45 + 1,74) = 23,49 \text{ Ton}$$

$$V_D = Pa - (bz * qu)(b_{colA} + L_1 + b_{colB}) + Pb = 57,32 - 97,4 + 57,09 = 16,99 \text{ Ton}$$

$$V_E = Pa - (bz * qu)(L_{total}) + Pb = 57,32 - 36,90(3,10) + 57,09 = 0 \text{ Ton}$$

$$M_A = 0$$

$$M_B = \frac{1}{2}(0,45)(40,72) = 9,16 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$M_{C1} = \frac{1}{2}(1,10)(40,72) = 31,56 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$M_{CT} = 31,56 - \left[ \frac{1}{2}(0,64)(23,49) \right] = 24,04 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$M_D = 24,04 - \left[ \frac{1}{2}(0,26)(23,49) \right] + \left[ \frac{1}{2}(0,19)(16,99) \right] = 22,60 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$M_E = 22,60 + \left[ \frac{1}{2}(0,46)(16,99) \right] = 26,51 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

El chequeo por corte flexionamiento procede de acuerdo a:

$$Vu_1 = V_{\text{m}ax} - d(B * qu) = 40,72 - (0,225 * 36,90) = 32,42 \text{ Ton}$$

$$d = \frac{Vu_1 * 1000}{\emptyset * 2 * \sqrt{f_c} * B} = \frac{32,42 * 1000}{0,85 * 2 * \sqrt{281} * 100} = 11,38 \text{ cm}$$

$d_{\text{flexionamiento}} < d$       Cumple

El chequeo de corte por punzonamiento se establece como:

$$Vu_2 = q_{\text{máx}} - (b_{\text{col}} + d)^2 * qu = 57,32 - (0,45 + 0,225)^2 * 36,90 = 40,51 \text{ Ton}$$

$$d = \frac{Vu_2 * 1000}{0,85 * 4\sqrt{f_c} * 4(b_{\text{col}} + d)} = \frac{40,51 * 1000}{0,85 * 4\sqrt{281} * 4(45 + 22,5)} = 2,63 \text{ cm}$$

$d_{\text{punzonamiento}} < d$       Cumple

El área de acero requerido por refuerzo se establece de acuerdo a la ecuación:

$$As = \rho * b * d$$

Donde  $\rho$  es igual a:

$$\frac{M}{\emptyset * b * d^2} = fy * \rho \left( 1 - \frac{1}{1,7} \rho \frac{fy}{f_c} \right)$$

Teniendo un momento máximo de 31,56 tonelada metro  $\rho$  es igual a 1,6452E-4. Determinando los valores límite de  $\rho$ :

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{14,1}{fy} = 0,0034$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0,5 * \left[ \frac{\emptyset^2 * f_c}{fy} \left( \frac{6090}{6090 + fy} \right) \right] = 0,01430$$

$$A_s = 0,0034 * 1 * 0,225 = 7,65 \text{ cm}^2$$

El refuerzo de acero para el lado corto se calcula de acuerdo a las ecuaciones:

$$q_u = \frac{q_{\text{máx}}}{b} = 57,32 \text{ Ton/m}^2$$

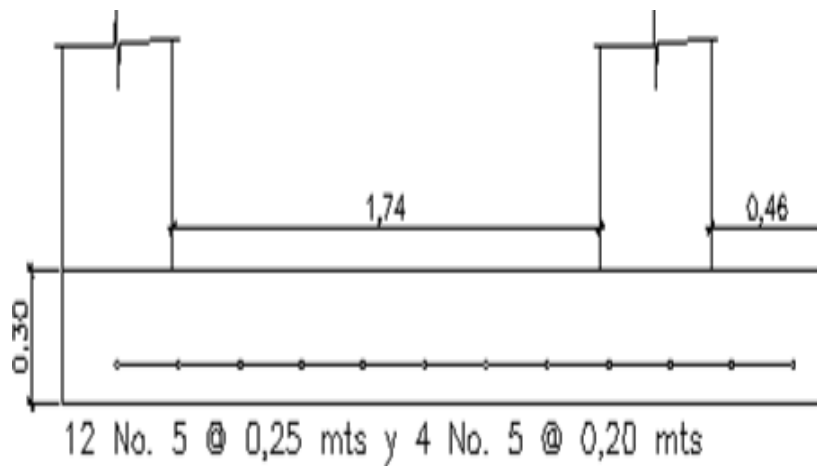
$$M = \frac{1}{2} w * L^2; L = \frac{L}{2} - \frac{b_{\text{col}}}{2} = 0,275 \text{ m}$$

$$M = \frac{1}{2} (57,32) * (0,275)^2 = 2,17$$

Dado el momento se establece un  $\rho$  de 1,667E-5, se utilizará el  $\rho$  mínimo para determinar el área de acero

$$A_s = 0,0034 * (1 - 0,275) * 0,225 = 5,16 \text{ cm}^2$$

Figura 35. **Detalle armado de zapatas combinadas**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

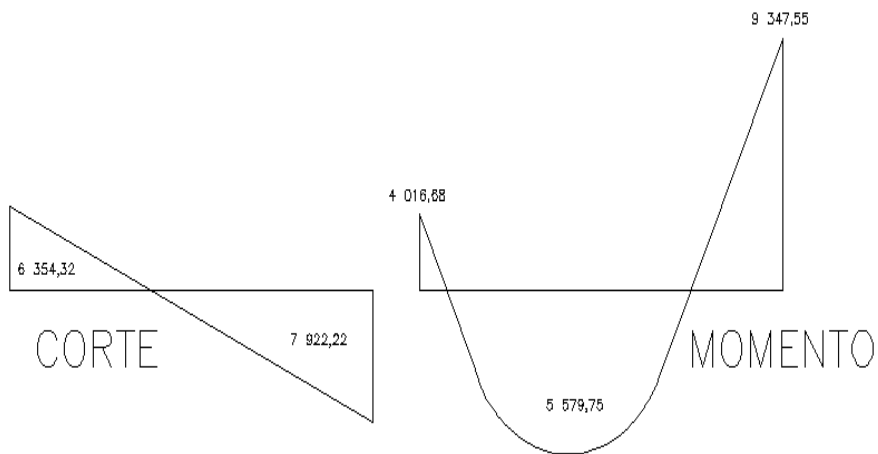
## 2.6.2. Diseño de vigas

Elemento estructural horizontal que debido a la disposición de sus dimensiones trabaja predominantemente a flexión, a pesar de ello las vigas trabajan a varias solicitaciones de carga dependiendo el tramo analizado, por lo que el diseño deberá cumplir con todos los esfuerzos aplicados.

El diseño de todas las vigas cumplirá los parámetros y requerimientos de diseño establecidos en el código ACI, capítulos 10 a 12 correspondientes a flexión y cargas axiales, cortante y torsión y longitudes de desarrollo y empalmes del refuerzo respectivamente.

Se analizará una viga en el eje H correspondiente al segundo nivel, tramo 1-2; este procedimiento deberá ser aplicado por eje en la viga más crítica, los resultados se presentan en planos finales. Para un correcto análisis se cuenta con los siguientes datos:

Figura 36. Diagramas viga 1-2 eje H



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

$$\begin{aligned}
M^- &= 9\,347,55 \text{ kg.m} \\
M^+ &= 5\,579,75 \text{ kg.m} \\
F_y &= 4\,200 \text{ kg/cm}^2 \\
f_c &= 281 \text{ kg/cm}^2 \\
b &= 30 \text{ cm} \\
d &= 67 \text{ cm}
\end{aligned}$$

Área de acero máximo y mínimo, según ACI 318S-08, sección 10,5

$$A_{s \text{ min}} = \frac{14,1}{f_y} b d = \frac{14,1}{4\,200} * 30 * 67 = 6,75 \text{ cms}^2$$

$$\rho_{bal} = \frac{0,85 * 0,85 * f_c}{f_y} * \frac{6\,120}{6\,120 + f_y} = \frac{0,85 * 0,85 * 281}{4\,200} * \frac{6\,120}{6\,120 + 4\,200}$$

$$\rho_{bal} = 0,0287$$

$$A_{s \text{ Max}} = 0,028 * 0,5 * (67)(30) = 28,81 \text{ cm}^2$$

Determinando el área de acero requerido para momento negativo y positivo

$$A_s = \frac{0,85 f_c}{f_y} \left[ b d - \sqrt{b d^2 - \frac{M b}{0,003825 f_c}} \right]$$

$$A_s (-) = \frac{0,85 * 281}{4\,200} \left[ (30 * 67) - \sqrt{(30 * 67)^2 - \frac{9\,347,55 * 30}{0,003825 * 281}} \right] = 3,75 \text{ cms}^2$$

$$As (+) = \frac{0,85 * 281}{4 200} \left[ (30 * 67) - \sqrt{(30 * 67)^2 - \frac{5 581,55 * 30}{0,003825 * 281}} \right] = 2,22\text{cms}^2$$

En ambos momentos se tomará el área de acero mínimo por lo que se colocarán, tanto en la cama superior como en la inferior, 2 varillas no. 7 corridas. No podrá existir más de 15 centímetros sin acero longitudinal de refuerzo.

Se debe considerar los siguientes criterios para diseño de los elementos en caso de sismo:

La cama inferior debe tener dos varillas corridas mínimo, se deberá seleccionar el mayor entre el área de acero mínimo, 50 por ciento del acero requerido por momento negativo y el 50 por ciento del acero requerido para momento positivo.

La cama superior debe tener mínimo dos varillas corridas y se deberá seleccionar el área mayor entre el acero mínimo y el 33 por ciento del área de acero requerida para el momento negativo.

Se colocarán 2 bastones núm. 6 en los apoyos de la cama superior y 1 bastón no. 6, en el centro de la cama inferior. La longitud de desarrollo de los bastones no podrá ser menor a 300 milímetros y se calculará según la sección 12,2,3 del código ACI 318S-08 definido como:

$$Ld = \left( \frac{Fy * \Psi t * \Psi e * \Psi s}{1,1 * \lambda * \sqrt{f'c} * \left( \frac{Cb + Ktr}{dv} \right)} \right) * dv$$



Donde:

$d_v$  = diámetro de la varilla

$C_b$  = menor valor entre el recubrimiento lateral y la barra

$K_{tr}$  = mitad del espaciamiento entre barras, permitido usar 0

$\frac{C_b + K_{tr}}{d_b}$  = no debe de ser mayor a 2,5

$\lambda$  para concreto normal = 1

$\Psi_t$  = 1

$\Psi_e$  = 1

Para Barras no. 7 y = 1

mayores  $\Psi_s$

Para barras menores  $\Psi_s$  = 0,8

Longitud de desarrollo mínimo en vigas para varillas núm. 6

$$L_d = \left( \frac{4 \cdot 200 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{1,1 \cdot 0,8 \cdot \sqrt{281} \cdot \left( \frac{3+0}{1,91} \right)} \right) \cdot 19,05 = 345 \text{ mm}$$

El acero transversal deberá colocarse, según disposiciones sección 21.3.4.2 del código ACI 318S-08, como soporte del acero longitudinal y para contrarrestar los efectos por esfuerzos de corte. El espaciamiento del acero transversal no debe exceder las siguientes condiciones: el primer estribo debe colocarse a 5 centímetros del apoyo, debe ser menor a  $d/4$ , no deberá ser mayor que 8 veces el diámetro del acero longitudinal, no puede pasar de 24 veces el diámetro del estribo y 30 centímetros. El refuerzo transversal deberá de cumplir con las sollicitaciones a corte.

Corte resistente:

$$V = 0,875 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V = 0,875 * 0,53 * \sqrt{281} * 70 * 30 = 16\,325,12 \text{ kg}$$

Comparación con el corte último

Si  $V \geq V_U$  la viga necesita estribos sólo por armado, el estribo no debe ser menor a no. 3

Si  $V < V_U$  se diseñan estribos por corte, el estribo no debe ser menor a no.3 y se obtiene por:

$$S = \frac{2 * A_v * F_y}{V_u}$$

$$S_{\text{máx}} = \frac{d}{2} \leq 30 \text{ cm}$$

En ambas estructuras solamente una viga necesitará diseño de estribos debido a que su corte último excede el corte resistente, se ubica en el primer nivel de la estructura dos en el eje E-G, tramo 4-5. El corte es de 16 554,78 kilogramo. Debido a que la diferencia no es mucha se utilizará estribo no. 4.

$$S = \frac{2 * (1,27) * 4\,200}{16\,565,74} = 6,50 \text{ cm}$$

En todas las demás vigas se utilizará, en longitudes sin confinamiento del elemento, un espaciamiento no mayor a las siguientes disposiciones:

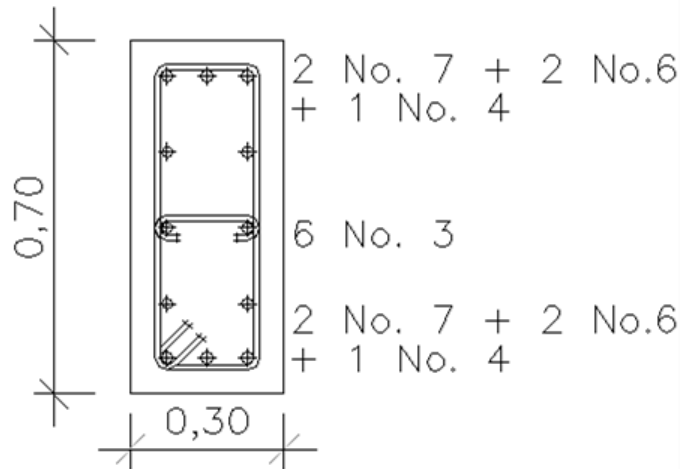
- $67/4 = 16,75$  cm
- 17,78 cm
- 17,10 cm
- 30 cm

Los estribos no confinados se colocarán a 15 centímetros. Los requisitos sísmicos demandan confinar los estribos de las vigas en sus extremos, con el objetivo de darle mayor ductilidad a los nudos, no debe ser menor que 2 veces  $d$  y su espaciamiento no debe ser mayor a  $d/4$ .

- $L = 134$  cm
- Espaciamiento menor a 16,75 cm

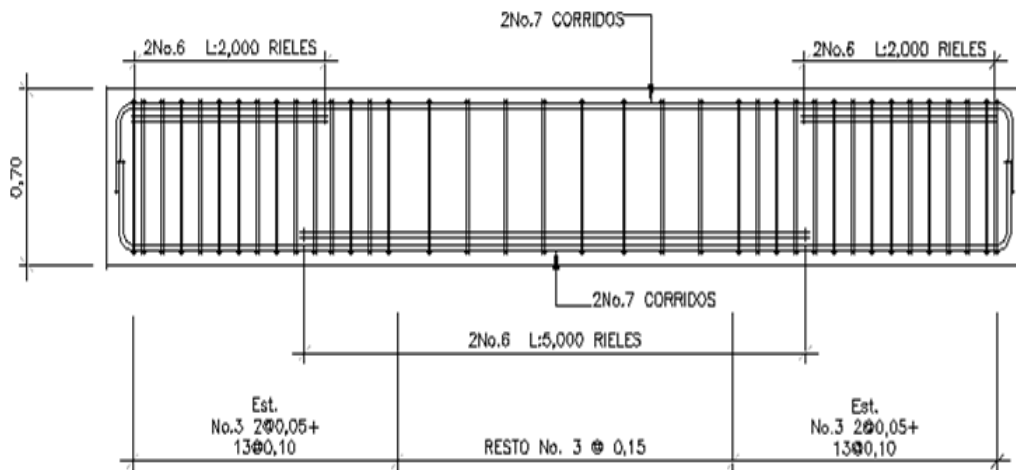
En el inciso 7.10.5 del ACI 318S-08 no se permite que las varillas longitudinales se encuentren espaciadas más de 150 milímetros, por lo que para cumplir los requerimientos se agregarán 6 varillas núm. 3.

Figura 37. **Sección viga**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 38. **Detalle armado de vigas**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

### **2.6.3. Diseño de columnas**

Elemento vertical fundamental encargado de transmitir verticalmente las cargas hacia la cimentación. Las cargas se aplican en compresión principalmente a pesar de se deben considerar las cargas en flexión por lo que la columna se diseñará para trabajar a flexo-compresión. El diseño de todas las columnas cumplirá los parámetros y requerimientos de diseño establecidos en el código ACI, capítulos 10 y 21, considerando las solicitudes por zona sísmica. Se analizarán las columnas por sección.

La cuantía de acero para Guatemala debe oscilar entre el 1 por ciento y 6 por ciento del área de sección de columna, por la importancia de la obra se diseñará para el 0,01. Para los estribos se utilizará varilla núm. 3 cuando el refuerzo longitudinal sea de varillas núm. 4 a la núm. 10, y estribos varillas núm. 4 para varillas de número mayor a 10.

El ACI 318S-08 en la sección 21,6,4,3 indica que la separación de estribos en columnas de marcos especiales resistentes a momentos para zona de confinamiento, la cual será de un tercio de la longitud efectiva del elemento deberá ser menor que: 6 veces el diámetro de la varilla longitudinal, 150 milímetro y la cuarta parte de la dimensión menor de la sección de columna. Deberá soportar el esfuerzo de corte.

Es recomendable tener el menor número de secciones diferentes en una edificación, en el caso del Centro de Estudios Superiores se tienen dos secciones, por lo que se diseñará a partir de la columna crítica de cada nivel. La columna crítica que se asumirá es la de mayor área tributaria, al igual que en el diseño de cimentación será el tramo 3-4 entre ejes D-E.

El área tributaria de la columna es de 22,85 metros cuadrados y el peso de las vigas de 4 818,24 kilogramos. De los datos anteriores se encontrará la carga última de la siguiente expresión:

$$P_u = C_u \text{ tot} + P \text{ viga} * F_{CU}$$

Donde:

$F_{CU}$  = factor de carga última

$$F_{CU} = \frac{C_u \text{ tot}}{C_t}$$

$$F_{CU} = \frac{C_u \text{ tot}}{C_t} = \frac{(500 * 1,7) + (1\ 176,32 * 1,4)}{1\ 676,32} = 1,49$$

$$P_u = (22,85 * 2\ 496,85) + (4\ 818,24 * 1,49) = 64\ 232,20 \text{ kg}$$

La esbeltez de una columna viene dada por la siguiente expresión:

$$E = \frac{k * L_u}{r}$$

Donde:

$E$  = esbeltez

$k$  = factor de longitud efectiva (1,10, ACI cap. 10)

$L_u$  = longitud libre

$r$  = radio de giro

$$E = \frac{1,10 * 5,2}{0,3 * 0,225} = 84,74$$

Debido a que la esbeltez se encuentra entre 22 y 100 se establece como columna esbelta y se deberán magnificar los momentos con métodos aproximados.

Los cálculos requeridos para la magnificación de los momentos, serán los siguientes:

Donde:

$P_u$  = carga última de diseño

$P_{cr}$  = carga crítica de pandeo de Euler

$\beta_d$  = factor de flujo plástico

$E_c$  = módulo de elasticidad del concreto  $\text{kg/cm}^2$

$L_g$  = momento de inercia de la sección de concreto

$M_d$  = momento magnificado

$$\beta_d = \frac{1,4 * C_m}{C_u} = \frac{1\ 646,85}{2\ 496,85} = 0,6595$$

$$EI = \frac{(E_c * \frac{L_g}{2,5})}{1 + \beta_d} = \frac{(251\ 445,82 * \frac{4\ 050}{2,5})}{1 + 0,6595} = 20\ 710\ 756,57 \times 10^3$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{(k * LU)^2} = \frac{\pi^2 * 20\ 710\ 756,57 \times 10^3}{(1,10 * 5,2)^2} = 6\ 247\ 462\ 411 \text{ Kg}$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{P_u}{0,70 * P_{cr}}\right)} = \frac{1}{1 - \left(\frac{64\ 232,20}{0,70 * 6\ 247\ 462\ 411}\right)} = 1,00001469$$

$$M_d = \delta * M_u$$

Para verificar las dimensiones de la columna  $P'u > P'ua$

$$P'ua = \frac{Pu}{0,70} = 91\,760,29 \text{ kg}$$

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{(P'xo)} + \frac{1}{(P'oy)} - \frac{1}{(0,85 * f'c * Ag) + (As * fy)}}$$

Donde:

$$P'xo = (k'x * f'c * Ag)$$

$$P'oy = (k'y * f'c * Ag)$$

$k'x$  y  $k'y$  = valores para interpolados de acuerdo a diagrama de interacción de columnas, 0,565 y 0,574 respectivamente

$Ag$  = área de acero gruesa ( $b * h$ )

$As$  = área de acero a utilizar, a partir del 1%-3% área gruesa, 1%( $b * h$ )

$$P'xo = (0,565 * 0,281 * 2025) = 321,50 \text{ Ton}$$

$$P'oy = (0,574 * 0,281 * 2025) = 326,62 \text{ Ton}$$

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{321,50} + \frac{1}{326,62} - \frac{1}{(0,85 * 0,281 * 2025) + (21,535 * 4,2)}} = 225\,719,08 \text{ Ton}$$

$$P'u > P'ua$$

$$225\,719,08 > 91\,760,29 \text{ Chequea}$$



Para calcular el refuerzo longitudinal se tomará el método de Bresler, además de ser un método con resultados acertados es el que utiliza el programa computacional ETABS, depende de la cuantía de acero a utilizar y de la sección de la columna. La cuantía de acero se propone de 1 por ciento por ser una obra de gran importancia y dadas las condicionantes para zonas sísmicas.

$$A_s = \rho * b * h$$

Para las columnas de sección de 0,45 m \* 0,45 m

$$A_s = 0,01 * 45 * 45 = 20,25\text{cm}^2$$

Para las columnas de sección de 0,30 m \* 0,30 m

$$A_s = 0,01 * 45 * 45 = 9,00\text{cm}^2$$

Para el armado de las columnas de sección de 0,45 metro \* 0,45 metro se utilizarán 4 varillas núm. 6 y 8 varillas núm. 4, el armado de las columnas de sección de 0,30 metro \* 0,30 metro se realizará con 4 varillas núm. 5 y 4 varillas núm. 6. Con esto se cumple que el espaciamiento entre varillas longitudinales sea como máximo de 15 centímetros.

Para el refuerzo transversal, dadas las condicionantes, se obtiene un espaciamiento máximo de:

- $45/4 = 11,25 \text{ cm.}; 30/4 = 7,5 \text{ cm}$
- $6*1,91 = 11,43 \text{ cm}; 6*1,27 = 7,62 \text{ cm}$

Corte resistente:

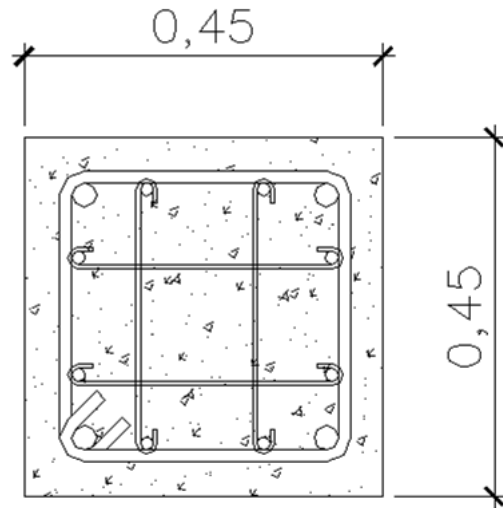
$$V = 0,875 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V = 0,875 * 0,53 * \sqrt{281} * 45 * 45 = 15\,742,08 \text{ kg}$$

El valor de corte máximo en la estructura corresponde a 4 454,37 kg por tanto el análisis de las fuerzas cortantes indica que se pueden trabajar con los espaciamientos entre estribos anteriormente establecidos y no es necesario diseñar los estribos.

Los parámetros condicionantes de la longitud de confinamiento en los extremos de la columna son establecidos en el código ACI 318S-08 en la sección 21,6,4,1 y no debe ser menor a cualquiera entre: altura de la sección, L/6 y 45 centímetros. Por lo que la longitud de confinamiento será de 1 metro en las columnas. Los estribos se colocarán a cada 10 centímetros en la columna de 45 centímetros y a cada 7,5 centímetros en la columna de 30 centímetros. En el resto del elemento se colocarán a cada 20 centímetros y a cada 15 centímetros respectivamente.

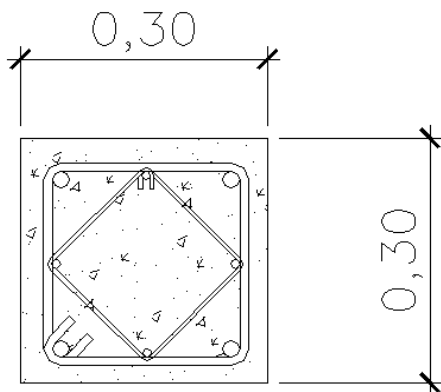
Figura 39. **Detalle armado de columna principal**



4 Ø 6/8" y 8 Ø 1/2" EST. Ø 3/8" @ 0,20  
EXTREMOS CONFINADOS A 0,10 A 1,00 METRO  
ESL. Ø 1/4" @ 0,20

Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 40. **Detalle armado de columna secundaria**



4 Ø 5/8" + 4 Ø 1/2" est. principales Ø 3/8"  
@ 0,20 y est. secundarios Ø 1/4" @ 0,20  
EXTREMOS CONFINADOS @ 0,075 A 1,00 METRO

Fuente: elaboración propia, , con programa de AutoCAD 2012.

#### 2.6.4. Diseño de losas

La losa de vigueta y bovedilla se considera un sistema estructural prefabricado que ahorra tiempo y costo en la construcción, además de reducir considerablemente la carga muerta.

Se seleccionarán las dimensiones de la vigueta y bovedilla de acuerdo a la luz crítica, datos del fabricante y la sobrecarga a considerar. Es similar a la losa nervada en un sentido, los elementos de relleno lo constituyen las bovedillas y los nervios las viguetas.

La bovedilla adecuada para una longitud no mayor de 7 metros tiene las siguientes características: altura de 15 centímetros y 48 centímetros de largo útil obteniendo un peralte de losa terminada de 20 centímetros, separación entre puntales en el larguero de 1 metro y un área efectiva de electromalla de 11,75 metros cuadrados

Tabla XXXVII. **Propiedades de Joist en entrepiso**

<b>Luz libre (m)</b>	<b>Área acero (cms<sup>2</sup>)</b>	<b>Joist SPN</b>	<b>Acero adicional</b>
2,00	0,60	10-6-6-8	1 Ø 6,2 mm
2,50	0,95	10-6-6-8	2 Ø 6,2 mm
3,00	1,38	10-6-6-8	3 Ø 6,2 mm
3,50	1,90	10-8-6-8	3 Ø 6,2 mm
4,00	2,51	10-10-8-8	3 Ø 6,2 mm
4,50	3,23	10-12-8-8	3 Ø 6,2 mm
5,00	4,06	10-12-8-8	5 Ø 6,2 mm

Fuente: SIC, Ángel Roberto. Guía Teórica y práctica del curso concreto armado 2. p. 88.

El área requerida a flexión dada la dirección de la modulación de la losa de vigueta y bovedilla es de 3,23 centímetros cuadrados por lo que se deberá utilizar un joist 10-12-8-8 y un refuerzo de 3 varillas de 6,2 milímetros en 2/3 partes de la luz libre. El fabricante además propone la utilización de eslabones de 4,5 milímetros a cada 30 centímetros.

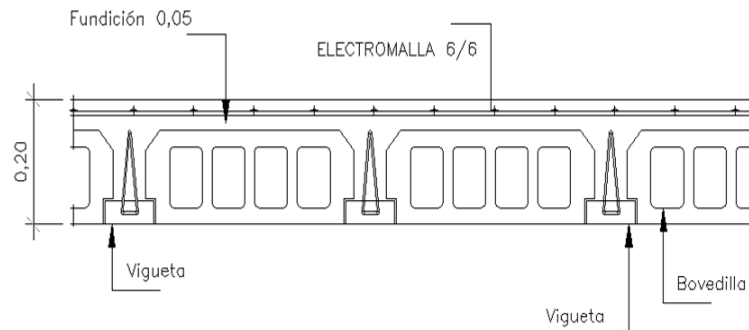
El joist tiene una altura de 10 centímetros y está compuesto por una varilla de 12 milímetros de diámetro en el cordón superior, dos varillas de 8 milímetros de diámetro en el cordón diagonal y dos varillas de 8 milímetros de diámetro para el cordón inferior.

La vigueta se seleccionará teniendo parámetros críticos de 7,15 metros de longitud y una carga viva de 500 kilogramos por metro cuadrado de acuerdo al anexo 2 de este informe.

Se determina la sobrecarga de 500 kilogramos por metro cuadrado, J indica que tendrá una pastilla de concreto de 10 centímetros x 15 centímetros, 20 se refiere al peralte de losa requerido y 132 indica que se necesitarán 2 varillas de 13 milímetros de diámetro para la flexión.

Los bastones para el refuerzo negativo se colocarán uno por vigueta, serán de 3/8" de diámetro y su longitud será de L/4. De la gráfica se infiere que la losa será capaz de soportar una sobrecarga de 550 kilogramos por metro cuadrado la cual es mayor a la actuante de 500 kilogramos por metro cuadrado.

Figura 41. **Sección de losa vigueta y bovedilla**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

### 2.6.5. **Diseño de gradas**

Dado que se tiene un desnivel de 1 metro para en un módulo de gradas y que éste converge en el descanso con el otro se diseñarán 2 tipos de gradas diferentes. En la estructura se tiene 3 módulos de altura igual a 1,6 metros y 1 de altura 2,6 metros; con esto se cubre la altura entre losas de 3,20 metros y 4,20 metros respectivamente.

Una escalera debe ser cómoda y segura dependiendo de la relación de los de huella (H) y contrahuella (C), cumpliendo con los siguientes criterios:

$$H > 20 \text{ cm}; C < H$$

$$2H + C < 64 \text{ cm}$$

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

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

Carga de diseño para una escalera:

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

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

Número de escalones:

$$\text{Altura}/C_{\max}$$

$$\text{Altura}/C_{\max} = \frac{2,6}{0,18} = 14,44 = 14 \text{ gradas de } 18 \text{ cm y } 1 \text{ grada de } 8 \text{ cm}$$

$$\text{Altura}/C_{\max} = \frac{1,6}{0,15} = 10,67 = 10 \text{ gradas de } 15 \text{ cm y } 1 \text{ grada de } 10 \text{ cm}$$

Para utilizar 15 gradas, se chequea:

$$H = 28 \text{ cm} > 20 \text{ cm}$$

$$C = 18 \text{ cm}$$

$$2H + C = 2 \cdot 18 + 28 = 64 \text{ cm}$$

$$C + H = 18 + 28 = 46 \text{ cm}$$

$$C \cdot H = 18 \cdot 28 = 504 \text{ cm}^2$$

Para utilizar 11 gradas, se chequea:

$$H = 30 \text{ cm} > 20 \text{ cm}$$

$$C = 15 \text{ cm}$$

$$2H + C = 2 \cdot 15 + 30 = 60 \text{ cm}$$

$$C + H = 15 + 30 = 45 \text{ cm}$$

$$C \cdot H = 15 \cdot 30 = 450 \text{ cm}^2$$

Como todo chequea, se tienen 14 contrahuellas de 18 centímetros, 1 de 8 centímetros, 14 huellas de 28 centímetros y 10 contrahuellas de 15 centímetros, 1 de 10 centímetros, 11 huellas de 30 centímetros.

Para calcular el espesor de la losa en dos sentidos, se utiliza:

$$t = \frac{P}{180} = \frac{2(3,98) + 2(3,67)}{180} = 0,10$$

Integración de cargas

Carga Muerta

$$w^c * \left(t + \frac{c}{2}\right) + PPacabados = \left(2400 * \left(0,10 + \frac{0,18}{2}\right)\right) + 85 = 541 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva                      500 kg/m<sup>2</sup>

Carga última

$$1,2CM + 1,6CV = 1,2(541) + 1,6(500) = 1449,20 \text{ kg/m}^2$$

Se calculan los momentos actuantes en la losa por medio del método 3 del ACI, m = 0,95 y los coeficientes C son 0,072 y 0,027.

$$M(-) = C * w * l^2 = 0,072 * 1449,20 * 3,98^2 = 1652,83$$

$$M(+) = C * w * l^2 = 0,027 * 1449,20 * 3,98^2 = 619,81$$



Cálculo de acero:

$$A_{s \text{ min}} = \frac{14,1}{f_y} b d = \frac{14,1}{4\ 200} * 100 * 10 = 3,36 \text{ cms}^2$$

Determinando el área de acero requerido dados momento negativo y positivo:

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

$$A_s (-) = 4,55 \text{ cm}^2$$

$$A_s (+) = 1,66 \text{ cm}^2$$

Acero por temperatura para el refuerzo en el sentido transversal:

$$A_{s \text{ temp}} = 0,002 * b * d = 0,002 * 100 * 14,75 = 2,95 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento máximo:

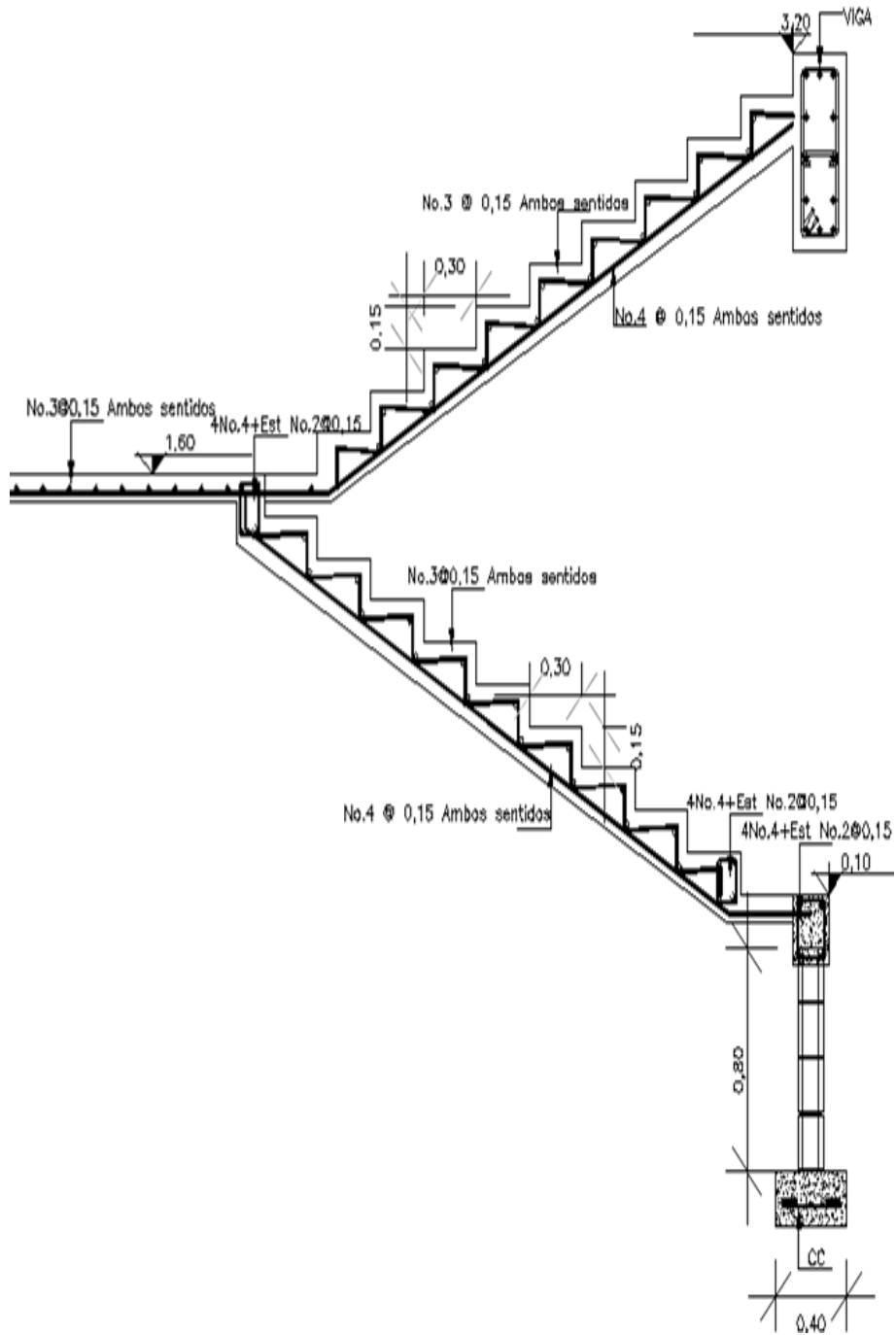
$$S_{\text{máx}} = 2 * t = 2 * 10 = 20 \text{ cm}$$

Se propone un armado de varillas núm. 3 a cada 15 centímetros en ambos sentidos para el refuerzo en las gradas, varillas núm. 4 a cada 15 centímetros en ambos sentidos para el refuerzo longitudinal y varillas núm. 3 a cada 15 centímetros en ambos sentidos para la losa.

El cimiento corrido se le coloca exclusivamente en los muros tabique debido a que no representan muros de carga y se utilizará para estabilizar el muro divisorio de los módulos de gradas, se diseñarán de acuerdo a la teoría de FHA.

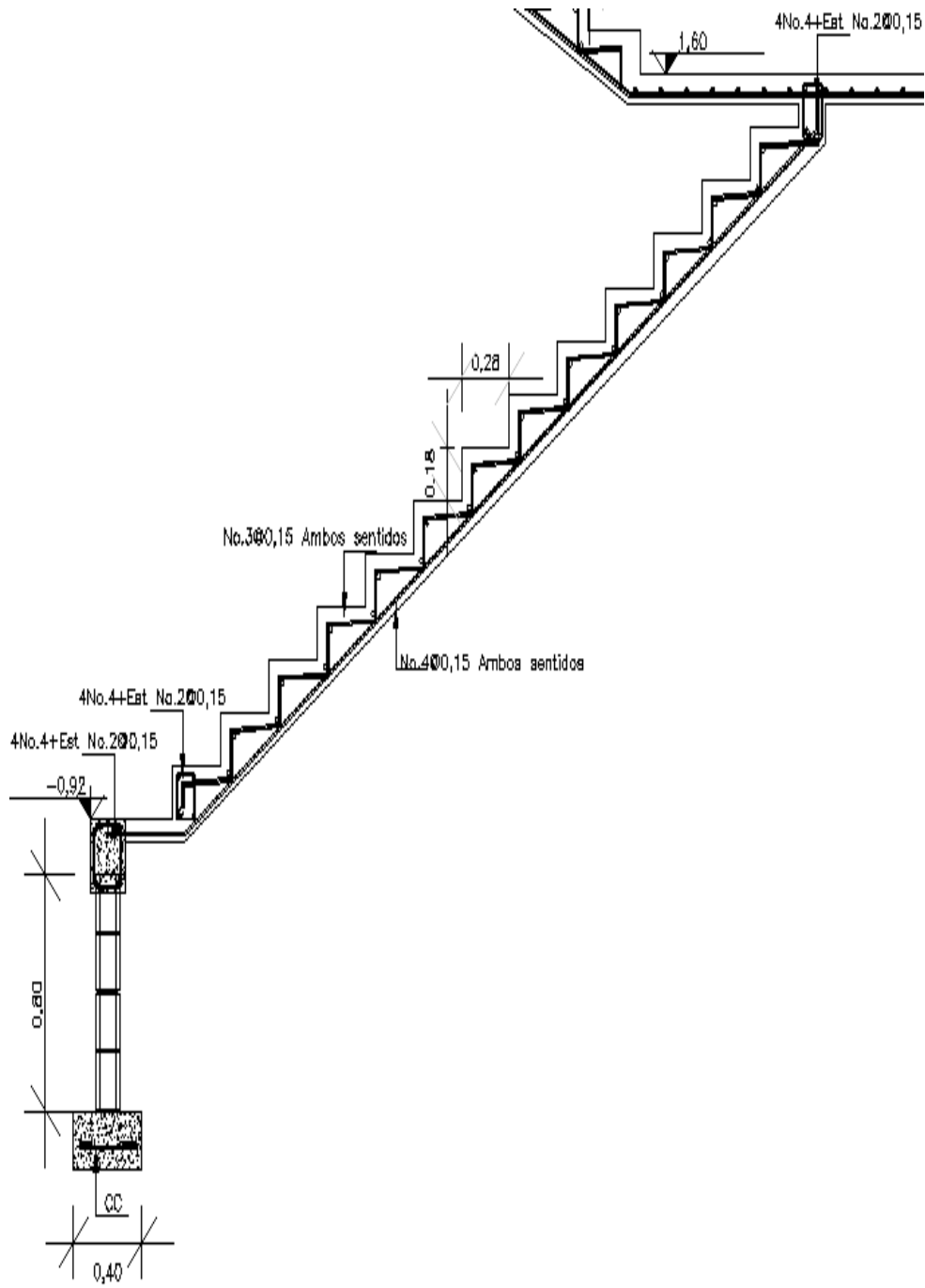
Utilizando las condiciones de terreno y una adecuada distribución de las cargas en la sección, con una excentricidad de 1 por ciento se propone colocar cimiento corrido de 20 centímetros de peralte por 40 centímetros de ancho a una profundidad desde el suelo hasta la base del cimiento de 0,80 metro y se utilizarán 3 varillas núm. 3 + esl. núm. 3 a cada 15 centímetros.

Figura 42. Sección de gradas típica



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 43. Sección gradas con desnivel



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

## **2.7. Diseño de instalaciones**

La ubicación de las instalaciones debe considerarse de acuerdo a su necesidad y uso. No deben interferir con el funcionamiento de la edificación, además deben suplir la demanda, ser accesibles a los usuarios y no obstruir la locomoción de los usuarios.

### **2.7.1. Agua potable**

La utilización de los artefactos y la dotación de agua potable no deben interferir con las actividades diarias del Centro de Estudios Superiores. Se ubicarán en un punto que resulte accesible y de distancia semejante desde cualquier punto del edificio. Se debe considerar los detalles de recorrido de la tubería ya que no debe ser visible para los usuarios.

La dotación dependerá principalmente de la cantidad de usuarios y artefactos en la infraestructura, utilización, área comprendida e idiosincrasia de los vecinos. También afectará el método seleccionado para el diseño, la cantidad de artefactos se preferirá conforme a los criterios normativos para el diseño de edificios escolares del USIPE, la dotación se realizará por el método de Hunter el cual asigna un número específico y una dotación individual experimental.

De los 950 estudiantes proyectados, 530 son hombres y 420 son mujeres. Los artefactos se distribuirán en 1 módulo de baños por género por nivel. La norma recomienda 1 lavamanos por cada 60 alumnos, 1 inodoro por cada 75 hombres y 1 por cada 60 mujeres, además 1 bidet por cada 30 hombres. De acuerdo a las especificaciones anteriores y requerimientos delimitados se diseñará para 16 lavamanos, 15 inodoros, 2 lavaderos y 1 mingitorio.

Tabla XXXVIII. **Unidades de gasto y caudal**

Artefacto	Cantidad	UH	Gasto l/s	Caudal l/s
Inodoro	15	42	0,09	1,4
Lavamanos	16	32	0,10	1,6
Mingitorio	1	5	0,10	0,10
Lavadero	2	6	0,20	0,40

Fuente: elaboración propia.

Acorde a lo anterior se diseñará para un caudal de 3,5 litros sobre segundo igual a 0,0035 metros cúbicos sobre segundo; el diámetro de la tubería principal se determinará de acuerdo a:

$$\varnothing = \sqrt[2,63]{\left(\frac{Q}{0,02785 * C}\right) \left(\frac{L}{hf}\right)^{0,54}}$$

Donde:

- Ø = diámetro (m)
- L = longitud (m)
- Q = caudal (m<sup>3</sup>/s)
- C = coeficiente de material (adimensional)
- Hf = pérdida de carga (m)

$$\varnothing = \sqrt[2,63]{\left(\frac{0,0035}{0,2785 * 150}\right) \left(\frac{27}{5}\right)^{0,54}} = 0,03 \text{ m} = 1,18 \text{ pulg}$$

Este método considera aparatos sanitarios de uso intermitente y tiene en cuenta el mayor número, la proporción del uso simultáneo de los aparatos disminuye. El gasto obtenido por este método es tal que hay cierta probabilidad que no sea sobrepasado, por lo tanto se utilizará tubería de 1 pulgada de diámetro para la distribución principal de la estructura y tubería de  $\frac{3}{4}$  de pulgada para las conexiones de artefactos.

### 2.7.2. Drenaje sanitario

Luego de ser utilizada el agua se contamina, convirtiéndose en agua residual la cual debe evacuarse a una pendiente adecuada para evitar atascos en el sistema. Se deberá considerar que la ubicación y distribución de los drenajes no afecte el funcionamiento de la estructura y sus usuarios. Para el cálculo de drenajes se definirá la unidad de descarga por el método Hunter. La unidad de descarga se establece de acuerdo a la descarga de un lavamanos común con 0,34 litros sobre segundos, de ahí parten todas las descargas de cada artefacto; los inodoros representan el caudal a evacuar más grande.

Tabla XXXIX. **Unidades de descarga**

<b>Artefactos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>No. Hunter</b>	<b>UH</b>
Inodoro con tanque	15	5,6	84
Lavamanos	16	2	32
Mingitorio	1	4	4
Lavadero	2	3	6
<b>TOTAL</b>			<b>126</b>

Fuente: elaboración propia.

El método considera un diámetro de tubería por unidades de descarga:

Tabla XL. **Diámetro de colector**

Ø TUBO PVC	Unidades máximas de descarga (UD)		
	Pendiente		
	1%	2%	3%
2"	5	6	8
4"	84	96	114
6"	330	440	580
8"	870	1 150	1 680

Fuente: elaboración propia.

De lo anterior se puede establecer que la tubería que sale del mingitorio y lavaderos será de diámetro 2 pulgadas con una pendiente de 2%, la tubería de los módulos de baños corresponderá a diámetro 4 pulgadas con pendiente de 2 por ciento, la tubería que sale de lavamanos será de diámetro 2 pulgadas con pendiente de 2 por ciento, unificando tubería de lavamanos con diámetro 4 pulgadas y pendiente 2 por ciento. La tubería recolectora final será de diámetro 6 pulgadas con pendiente de 2 por ciento.

### **2.7.3. Drenaje pluvial**

La evacuación de la precipitación pluvial en el edificio debe diseñarse de acuerdo a los parámetros de diseño establecidos en las estaciones hidrométricas del INSIVUMEH, debido a que no se tiene una estación específica para el municipio se utilizarán los valores de la estación de Asunción Mita, Jutiapa.



El diámetro de la tubería a utilizar será calculada según el caudal a evacuar tomando en cuenta los valores de intensidad de lluvia y área afectada:

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

Donde:

- Q = caudal en m<sup>3</sup>/s
- C = coeficiente de escorrentía
- I = intensidad de lluvia mm/hr
- A = área a considerar, ha

$$I = \frac{A}{(B + t)^n}$$

Donde:

- A, B y n = parámetros de diseño conforme a análisis de tormentas
- t = tiempo de concentración

$$I = \frac{14\,900}{(50 + 25)^{1,158}} = 100,43 \text{ mm/hr}$$

Según datos estadísticos de la Estación Asunción Mita, la intensidad es de 110,65 milímetros por hora, el coeficiente de escorrentía a utilizar es de 0,95 por ser superficie de techo impermeable.

$$Q = \frac{0,95 * 100,43 * 0,077}{360} = 0,020 \text{ m}^3/\text{s}$$

El diámetro de la tubería se calcula con la fórmula empírica de Manning:

$$\emptyset = \left( \frac{Q * n}{0,312 * S^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Donde:

Q = caudal en m<sup>3</sup>/s

n = coeficiente de rugosidad de Manning para pvc

S = pendiente de la tubería, %

$$\emptyset = \left( \frac{0.02 * 0.009}{0,312 * 0.02^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}} = 0,12 \text{ m} = 12 \text{ cm}$$

Con el cálculo teórico se obtuvo un diámetro de 12 centímetros por lo que en el diseño final se utilizara tubería pvc de 4 pulgadas.

#### **2.7.4. Instalación eléctrica iluminación**

Se deben considerar los aspectos de iluminación natural, factores de reflexión en elementos y ambientes individuales. Tomar en cuenta la estética y las normativas para realizar diseño basado en los usuarios, se analizarán requerimientos del MINEDUC para instituciones educativas, razonamientos de la comisión internacional de iluminación y criterios de la empresa eléctrica de Guatemala. Se establecen niveles de iluminación requeridos acorde a ambientes definidos en la edificación:

Tabla XLI. Niveles de iluminación

Ambiente	Luxes
Salones de clase y auditorios	400
Pasillos	250
Gradas	200
Laboratorios, bibliotecas, salas de lectura y pintura	500

Fuente: 29 Informe CIE.

Cálculo de iluminación:

Datos:

Longitud (L) = 7,00 m

Ancho (A) = 7,00 m

Altura (H) = 4,20 m

Altura de techo incluye lámpara (HT) = 0,25

Altura de suelo hasta escritorio (HS) = 0,75

Tipo de lámpara a utilizar = T-2 doble de 40 w 4450 luxes

$$H - H_T - H_S = 4,2 - 0,25 - 0,75 = 3,20$$

Relación de cavidad de local (RCL):

$$RCL = \frac{5 * H * (L + A)}{L * A} = \frac{5 * 3,20 * (7 + 7)}{7 * 7} = 4,57$$

Índice local (K):

$$k = \frac{5}{RCL} = \frac{5}{4,57} = 1,09$$

Factor de pérdida total (FTP) = 0,60

Coeficiente de utilización (CU) = 0,70

Cálculo del número de lámparas (N):

$$N = \frac{\text{Luxes requeridos} * \text{Área}}{\text{Lúmenes generados} * \# \text{ de lámparas} * \text{CU} * \text{FTP}} = \frac{400 * 49}{4450 * 2 * 0,7 * 0,6}$$

$$N = 5,24 = 6 \text{ lámparas}$$

Iluminación resultante (EC):

$$EC = \frac{N * \# \text{ lámpara} * \text{Luxes} * \text{FPT} * \text{CU}}{\text{Área}} = \frac{6 * 2 * 4450 * 0,6 * 0,7}{49} = 457,71 \text{ lux}$$

El circuito 1 de iluminación está formado por 16 unidades T-2 dobles de 40 watts y 4450 luxes cada uno, siendo la carga total conectada de 1280 watts.

La alimentación de carga eléctrica al edificio será de 120 volts, la corriente a través del circuito 1 se calcula con la siguiente expresión, para luego determinar el calibre de cable:

$$I = \frac{P}{V}$$

Donde:

I = corriente

P = potencia

V = voltaje

Tabla XLII. **Corriente y potencia de acuerdo a calibre cable AWG**

<b>Calibre AWG</b>	<b>Corriente soportada</b>	<b>Watts soportados 127V</b>
18	10 Amperes	1270
16	13 Amperes	1651
14	18 Amperes	2286
12	25 Amperes	3175
10	30 Amperes	3810
8	40 Amperes	5080

Fuente: Norma de instalaciones eléctricas NOM-001 SEDE 2005.

$$I = \frac{1280}{120} = 10,66 \text{ amperios}$$

De acuerdo al resultado, el conductor a utilizar en el circuito 1 de iluminación es el no. 12 THHN.

### **2.7.5. Instalación eléctrica fuerza**

Se asignará un valor de 300 watts de potencia a cada tomacorriente, el circuito anterior de fuerza está formado por 10 unidades y la corriente se calcula con la expresión:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{3\,000}{120} = 25,00 \text{ amp}$$

De acuerdo al resultado, el conductor a utilizar en el circuito 1 de fuerza es el no. 12 THHN.

Los detalles específicos de cada uno de los circuitos de la estructura se encuentran en planos constructivos.

## **2.8. Planos constructivos**

Corresponden a documentos gráficos que reflejan los detalles y características de una obra en particular, diagramación de la futura obra de infraestructura. Sirven como referencia para el diseño y la construcción ya que de ellos se pueden obtener datos, detalles y requerimientos de los ambientes y elementos estructurales, deben representar de forma clara y completa la visualización de la estructura.

Para el centro de Estudios Superiores se presentarán, entre otros, los siguientes planos: planta general, planta acotada, cimentación, ubicación de columnas y muros, distribución de vigas y modulación losa, puertas y ventanas, detalles estructurales y de gradas, elevaciones, acabados e instalaciones.

## **2.9. Presupuesto**

Se refiere a los trabajos necesarios para el diseño, construcción y mantenimiento de la edificación, tomando en cuenta las cantidades de trabajo y su costo. Para el Centro de Estudios Superiores se cotizaron los precios del sector, tanto de materiales como de mano de obra y se utilizó el método de precio unitario para la integración de precios por renglones, además se utilizará un porcentaje de indirectos de 30 por ciento por tratarse de una obra municipal.

Tabla XLIII. Presupuesto del Centro de Estudios Superiores

<b>INTEGRACIÓN DE PRECIOS POR RENGLONES</b>					
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>U</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>SUMA RENGLÓN</b>
<b>1</b>	<b>Preliminares</b>	1,00	Global	Q 31 354,57	<b>Q 31 354,57</b>
<b>Primer Nivel</b>					
<b>2</b>	<b>Cimentación</b>	77,00	u	Q 3 706,01	<b>Q 285 362,41</b>
2,1	Zapatas	77,00	u	Q 2 538,67	Q 195 477,26
2,2	Cimiento corrido	10,00	ml	Q 345,99	Q 3 459,91
2,3	Viga de amarre	519,51	ml	Q 187,72	Q 97 522,48
<b>3</b>	<b>Columnas</b>				<b>Q 253 984,83</b>
3,1	Principales	227,00	ml	Q 778,21	Q 176 653,54
3,2	Secundarias	165,20	ml	Q 468,11	Q 77 331,28
<b>4</b>	<b>Levantado muro</b>	925,39	m2	Q 231,68	<b>Q 214 396,94</b>
4,1	Muro 0,14	925,39	m2	Q 135,96	Q 125 815,00
4,2	Muro 0,19	95,52	m2	Q 140,03	Q 13 375,25
4,3	Muro tablayeso	59,00	m2	Q 188,50	Q 11 121,50
4,4	Solera S1	342,66	ml	Q 172,37	Q 59 065,41
4,5	Solera S2	26,86	ml	Q 186,89	Q 5 019,78
4,6	Solera corona	26,86	ml	Q 203,94	Q 5 477,95
<b>5</b>	<b>Viga, losas</b>				<b>Q 620 074,89</b>
5,1	Viga	528,32	ml	Q 658,20	Q 347 741,34
5,2	Losa	1 011,42	m2	Q 269,26	Q 272 333,54
<b>6</b>	<b>Acabados</b>				<b>Q 389 496,07</b>
6,1	Repello	2 183,42	m2	Q 46,59	Q 101 722,85
6,2	Cernido	2 183,42	m2	Q 46,41	Q 101 333,63
6,3	Piso	1 011,42	m2	Q 184,33	Q 186 439,59
<b>7</b>	<b>Puertas</b>	1,00	Global	Q 29 562,00	<b>Q 29 562,00</b>
<b>8</b>	<b>Ventanería</b>	103,68	m2	Q 630,07	<b>Q 65 325,65</b>
<b>9</b>	<b>Trabajos varios</b>				<b>Q 95 612,83</b>
9,1	Gradas	150,00	ml	Q 252,15	Q 37 822,02
9,2	Rampa	7,34	ml	Q 1 867,81	Q 13 709,75
9,3	Bancas y estrado	25,89	ml	Q 945,16	Q 24 470,17
9,4	Portones	34,14	m2	Q 574,43	Q 19 610,89

Continuación de la tabla XLIII.

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U	PRECIO UNITARIO	SUMA RENGLÓN
<b>Segundo Nivel</b>					
<b>10</b>	<b>Columnas</b>				<b>Q 161 555,01</b>
10,1	Principales	141,28	ml	Q 783,01	Q 110 622,98
10,2	Secundarias	106,88	ml	Q 476,53	Q 50 932,03
<b>11</b>	<b>Levantado muro</b>				<b>Q 156 052,51</b>
11,1	Muro 0,14	729,89	m2	Q 135,96	Q 99 235,92
11,2	Muro 0,19	108,21	m2	Q 136,40	Q 14 759,41
11,3	Muro tablayeso	59,00	m2	Q 188,50	Q 11 121,50
11,4	Solera S1	164,89	ml	Q 172,39	Q 28 425,02
11,5	Solera S2	13,43	ml	Q 186,94	Q 2 510,67
11,6	Solera corona	66,09	ml	Q 203,76	Q 13 466,65
<b>12</b>	<b>Viga, losas, cubierta</b>				<b>Q 593 819,86</b>
12,1	Viga	481,80	ml	Q 647,76	Q 312 090,00
12,2	Losa	892,16	m2	Q 315,78	Q 281 729,85
12,3	Cubierta	142,80	m2	Q 221,00	Q 31 558,80
<b>13</b>	<b>Acabados</b>				<b>Q 338 551,56</b>
13,1	Repello	1 817,80	m2	Q 46,59	Q 84 689,06
13,2	Cernido	1 817,80	m2	Q 46,41	Q 84 365,02
13,3	Piso	892,16	m2	Q 189,99	Q 169 497,48
<b>14</b>	<b>Puertas</b>	1,00	Global	Q 33,124,00	<b>Q 33 124,00</b>
<b>15</b>	<b>Ventanería</b>	116,09	m2	Q 645,45	<b>Q 74 930,38</b>
<b>Instalaciones</b>					
<b>16</b>	<b>Hidráulicas</b>	1,00	Global	Q 17,207,40	<b>Q 17 207,40</b>
<b>17</b>	<b>Sanitarias</b>	1,00	Global	Q 19,704,22	<b>Q 19 704,22</b>
<b>18</b>	<b>Iluminación</b>	1,00	Global	Q 62,471,38	<b>Q 62 471,38</b>
<b>19</b>	<b>Fuerza</b>	1,00	Global	Q 32,218,15	<b>Q 32 218,15</b>
<b>TOTAL</b>					<b>Q 3 474 804,65</b>

Fuente: elaboración propia.





## **2.11. Evaluación ambiental**

Procedimiento técnico-administrativo de análisis, se utiliza para identificar, interpretar y prevenir los posibles impactos ambientales que generaría, en caso de ser ejecutado el proyecto en su entorno; una entidad competente debe verificar y aceptar el estudio.

Nombre del proyecto: centro de estudios superiores, Santa Catarina Mita, Jutiapa.

Nombre del proponente: Municipalidad de Santa Catarina Mita

Teléfono: 78883112      Fax: 78883392

Correo electrónico: musacami@intelnett.com

Dirección del proyecto: colonia Nueva, casco urbano, Santa Catarina Mita

Coordenadas geográficas UTM: zona 16 204996,675 1599619,113

Coordenadas geográficas: latitud Norte 14 grados 27 minutos 15,5 segundos, longitud Oeste 89 grados 44 minutos 18,6 segundos

Información general de la edificación:

Etapa de construcción: el terreno donde se ubicará el centro de estudios superiores no posee otra construcción por lo que únicamente será necesaria la remoción de vegetación, posteriormente se procederá a realizar excavaciones estructurales y trabajos de estabilización de taludes, fundición de zapatas, columnas, vigas y piso de la estructura. En este proceso se acarreará ripio, movimiento de tierras y se necesitará maquinaria adecuada para excavar y transportar el material del lugar. Los materiales a utilizar serán cemento, cal, arena, pedrín, acero, bloque de piedra pómez, tabla-yeso, ventanería, tubo de pvc, material para conexiones eléctricas, entre otros.

Etapa de operación: las actividades normales que se desempeñan en una universidad, jornadas de estudio matutinas, vespertinas y de fin de semana, además se podrá utilizar para actividades de la delegación de educación en el municipio.

El área del terreno en la que se ubicará el centro de estudios superiores es de 3 286,49 metros cuadrados, el área de construcción será de 2 239,14 metros cuadrados, teniendo previstos ambientes de jardín, acera y rampa.

Actividades colindantes: al norte del centro de estudios superiores se encuentra el hospital municipal, al sur y oeste se encuentran terrenos libres, municipal y privado respectivamente, al este se encuentra un terreno libre municipal y un río. Por el momento los terrenos circunvecinos no se encuentran poblados, la población más cercana y el río se encuentran a más de 50 metros de distancia.

Proyección de uso de agua: el agua será utilizada de una dotación de servicio público, el cual lo brinda la municipalidad, será utilizada para servicios sanitarios, limpieza y consumo humano. La captación de agua de lluvia se realizará por medio de bajadas de agua pluvial en la losa de techo.

No serán emitidos gases o partículas de polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos o azufre.

El agua residual será generada por actividades de limpieza y utilización de servicio sanitario existente (utilizado por construcción de Hospital Municipal), no será de tipo industrial.

Los desechos sólidos (basura común) serán transportados a un relleno sanitario municipal.

En el aspecto social, el cambio o modificación económica, social y cultural será positiva, generará un aumento en la tasa educativa, reducción de deserción escolar y aumento de comercio en el área, no se tocarán ni dañarán monumentos arqueológicos para la construcción del centro de estudios superiores.

No se generarán efectos o riesgos derivados de la actividad para el vecindario, no se generarán riesgos a la salud de los pobladores cercanos al sitio ni molestia alguna.

## **2.12. Evaluación socioeconómica**

Se realizará un análisis de la construcción por medio de las determinantes de valor presente neto y tasa interna de retorno. El valor presente neto del proyecto consiste en trasladar todos los ingresos y egresos que conlleva la realización del mismo a una misma fecha.

Con el valor presente neto se proyectará la rentabilidad de la edificación tomando en cuenta los egresos y los ingresos que conlleva dicho proyecto en los años subsiguientes a su construcción. La tasa interna de retorno representa el interés generado dada una inversión, se establece de acuerdo a los rendimientos futuros esperados.

Debido a que se trata de una obra de carácter social no se prevén ingresos, por lo que el proyecto no sería rentable, sin embargo; el fin del proyecto es brindar una mejor y mayor cobertura de la educación en el área y no el lucro, por lo que es aceptado.

Al no existir ingresos no existiría una tasa de retorno, pero el Estado estipula un 4,5 por ciento para la ejecución de obras públicas y sociales, calculado de acuerdo a la captación de fondos invertidos en obra pública y tasas libres de riesgo al invertir en el país.



## CONCLUSIONES

1. La población estudiantil proyectada consta de 530 hombres y 420 mujeres, para tener 950 estudiantes. Con el proyecto se incrementará la cobertura educativa en el municipio, beneficiando a una población total estimada de 30 108 personas en el presente y 44 282 personas en el 2025. Por las razones anteriores se razona que el Centro de Estudios Superiores será de gran importancia para el desarrollo educacional del departamento de Jutiapa.
2. Los elementos estructurales y el acero de refuerzo propuesto cumplen con los requerimientos establecidos en el ACI. Se diseñaron para cargas axiales, flexión, cortante, longitudes de desarrollo y efectos de torsión; con lo anterior se infiere que la estructura se encuentra diseñada adecuadamente y en concordancia con las normas y leyes que regulan la construcción en el país.
3. Al extender el acceso a la educación superior en la región, se reducirán considerablemente los gastos por traslados a otros municipios, además se incrementará el comercio por la población externa que utilizará el servicio, aumentando el nivel educativo y dando la oportunidad de una profesionalización, mejorando la calidad de vida.
4. La estructura se analizó en todos los casos con un alto grado de importancia y debido a las solicitaciones producidas por carga muerta, carga viva y carga de sismo. La carga de viento en el edificio es mínima y es por ello que no se considera para efectos de cargas mayoradas.

5. La comparación de los resultados entre los análisis por sistema numérico Kani y programa computacional ETABS presentan un porcentaje de error mínimo de 1,77 por ciento para carga viva y 1,79 por ciento para carga muerta; por lo tanto las fuerzas aplicadas para el diseño de los elementos se referenciaron a los valores obtenidos en el programa ETABS para tener certeza de las propuestas, además se estableció apta la estructura para la construcción futura de un tercer nivel.
6. De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de momentos se puede establecer que las distancias entre ejes y el desnivel obtenido en el primer nivel, dadas las condiciones del terreno no afectan considerablemente el comportamiento y respuesta ante cargas aplicadas, por lo tanto se puede considerar el edificio como una estructura simétrica estable y apropiada para el uso previsto.
7. El valor estimado de la construcción del edificio es Q 3 474 804,65; de lo que se puede establecer un precio por metro cuadrado de construcción de Q 1 825,41. Comparando con precios de obras públicas anteriores y parámetros de costos en el sector el valor se encuentra dentro de los límites esperados de adquisición de productos y servicios para la construcción, por lo que se aceptan los valores de precios unitarios utilizados para la infraestructura.
8. Tomar como rentable el proyecto es correcto a pesar de no generar ingresos por tratarse de una edificación social que beneficiará directamente a la población brindándole más y mejores herramientas para su superación y desarrollo, recordando que el fin último es para beneficiar y no para lucro.



## RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa

1. Corresponde proporcionar un mantenimiento progresivo a la estructura para optimizar e incrementar el período de vida útil y con ello seguir incrementando el desarrollo en la comunidad.
2. Cumplir aspectos de seguridad industrial producirá una reducción en los riesgos y daños materiales y humanos. Considerar todas las medidas de precaución.
3. Se debe capacitar a la población para que tome conciencia de la importancia de la estructura y con ello colabore en el funcionamiento adecuado y su mantenimiento, garantizando así el máximo aprovechamiento de la vida útil del edificio.
4. Garantizar la reducción de los daños al ambiente derivados del proceso constructivo por medio de estrategias de prevención y minimización del impacto ambiental como la idealización de los desechos como un bien para que puedan ser reutilizados y/o reciclados, también optimizar el uso y transporte de la maquinaria. Trasladar en la medida de lo posible, la mínima cantidad de residuos al relleno sanitario.



## BIBLIOGRAFÍA

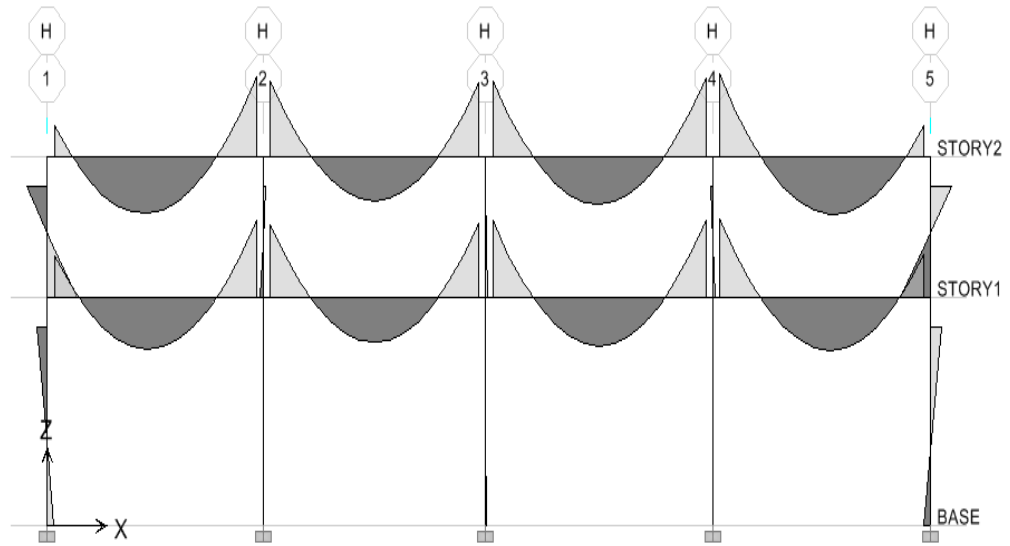
1. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 1996. 470 p.
2. CABRERA SEIS, Jadenón Vinicio. *Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones I*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1994. 155 p.
3. DAS, Braja M. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. 4a ed. México: Thomson. 880 p.
4. Instituto Americano del Concreto. *Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-08) y comentario (Versión en español y en sistema métrico)*. California: ACI, 2008. 518 p.
5. Instituto Nacional de Estadística. *Proyecciones de Población con base en XI Censo de Población y VI de Habitación 2002, Período 2000-2020*. Guatemala: INE, 2004. 1 779 p.
6. McCORMAC, Jack C. *Diseño de Concreto Reforzado*. 5a ed. México D.F.: Alfaomega, 2005. 803 p.

7. Municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa. *Plan de Desarrollo Municipal 2011-2025*. Guatemala: Municipalidad Santa Catarina Mita, 2011. 124 p.
8. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructura de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill, 2001. 722 p.
9. Programa de Formación permanente de maestros. *Criterios normativos para el diseño de edificios escolares*. Guatemala: USIPE, 236 p.
10. Sic García, Ángel Roberto. *Guía teórica y práctica del curso de Concreto Armado 2*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1988. 325 p.

## **APÉNDICES**

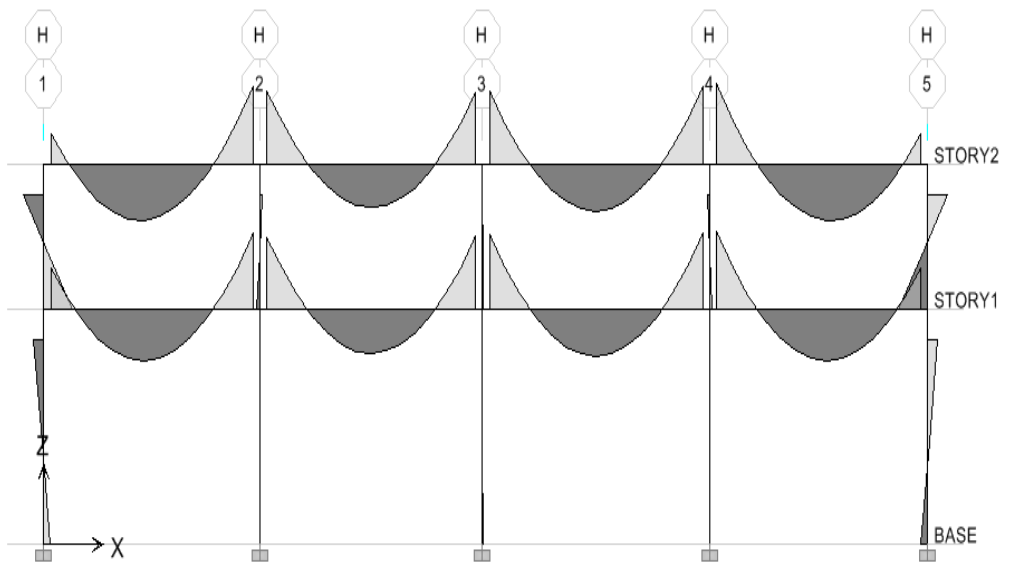


### Apéndice 1. Diagrama de momentos carga viva



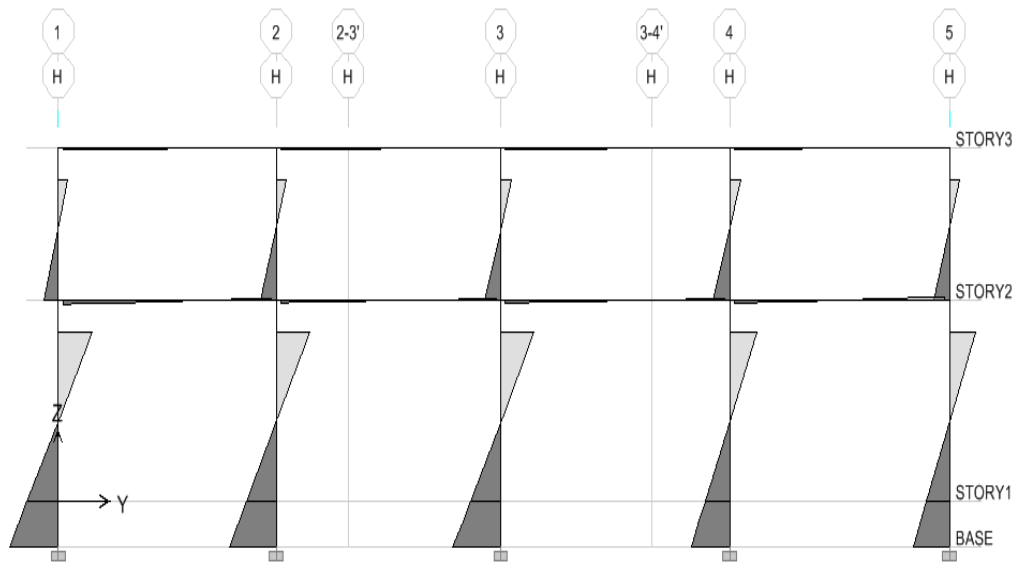
Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

### Apéndice 2. Diagrama de momentos carga muerta



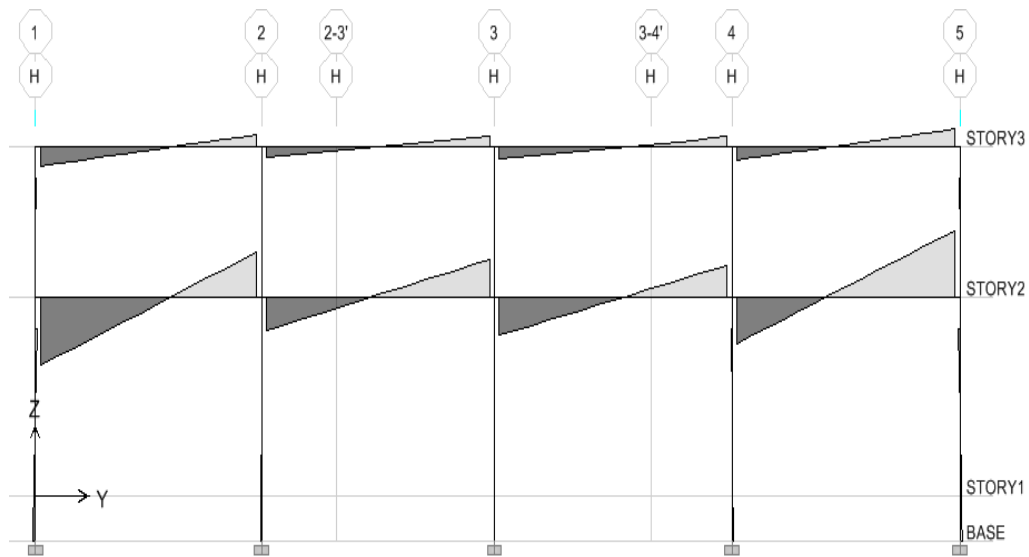
Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

Apéndice 3. **Diagrama de momentos carga sismo en eje x**



Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

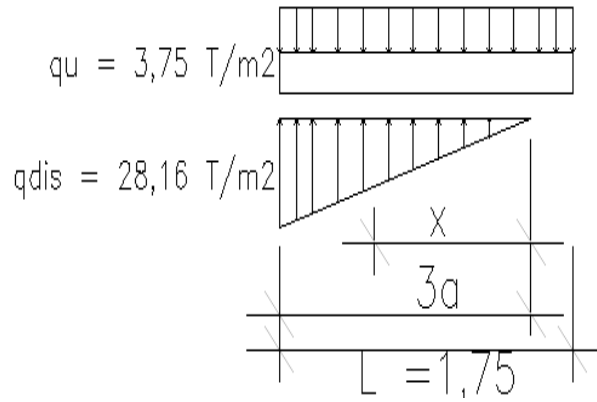
Apéndice 4. **Diagrama de momentos carga sismo en eje y**



Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

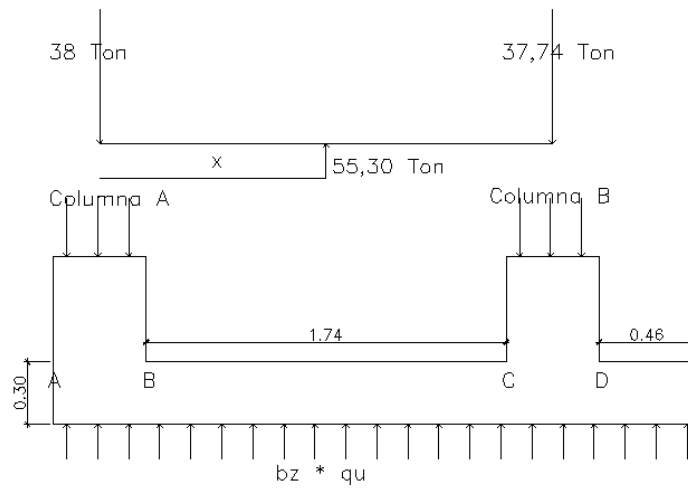


Apéndice 5. **Diagrama de cuerpo libre cimiento zapata excéntrica**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Apéndice 6. **Diagrama de cuerpo libre zapata combinada**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

## Apéndice 7. Resultado ensayo límites de Atterberg



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



INFORME No. 0253 S.S.

O.T.: 31,114

Interesado: Mario David Contreras Mérida

Proyecto: EPS "Diseño de Centro de Estudios Superiores, Casco Urbano, Santa Catarina Mita, Jutiapa."

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Santa Catarina Mita, Jutiapa

FECHA: 01 de abril del 2013

**RESULTADOS:**

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	82.6	45.2	MH	Limo Arcilloso de Alta Plasticidad Color Café

(\*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. *Teima Maricela Cano Morales*  
DIRECTORA CII/USAC



*Omar Enrique Medrano Méndez*  
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos



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

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 8. Resultado ensayo análisis granulométrico



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

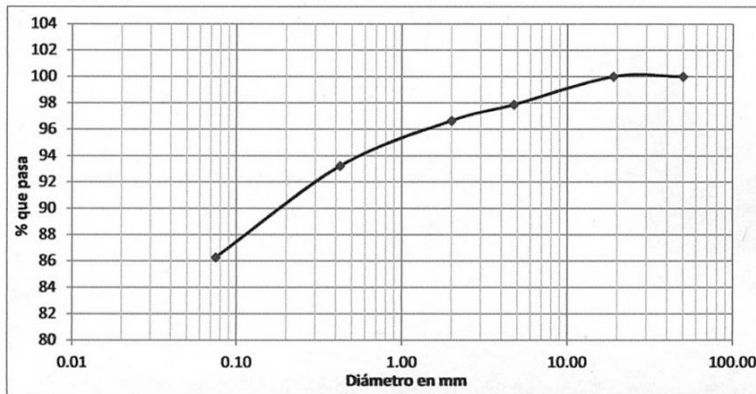


INFORME No. 0254 S.S. O.T. No. 31,114  
 Interesado: Mario David Contreras Mèrida  
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y con lavado previo.  
 Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11  
 Proyecto: EPS "Diseño de Centro de Estudios Superiores, Casco Urbano, Santa Catarina Mita, Jut  
 Ubicación: Santa Catarina Mita, Jutiapa  
 Fecha: 01 de abril del 2013

Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50.00	100.00
3/4"	19.00	100.00
4	4.75	97.87
10	2.00	96.65
40	0.43	93.22
200	0.075	86.27

% de Grava: 2.13  
 % de Arena: 11.59  
 % de finos: 86.27

D 10: \*  
 D 30: \*  
 D 60: \*



Descripción del suelo: Limo Arcilloso de Alta plasticidad color café  
 Clasificación: S.C.U.: MH P.R.A.: A-7-5  
 Observaciones: Muestra tomada por el interesado.  
 \* Diámetro efectivo no aplica.

Atentamente,

Vo. Bo.  
 Inga. Telma Maricela Cano Morales  
 DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



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

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 9. Resultado ensayo de compresión triaxial



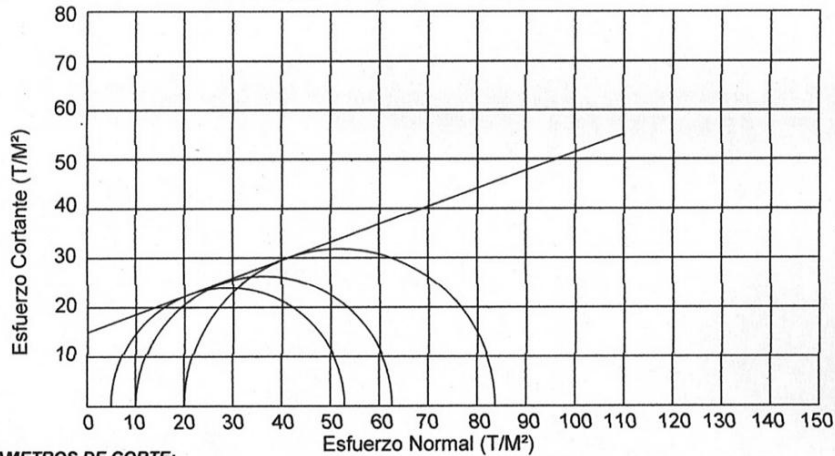
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



### ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 0252 S.S. O.T.: 31,114

INTERESADO: Mario David Contreras Mérida  
PROYECTO: EPS "Diseño de Centro de Estudios Superiores, Casco Urbano, Santa Catarina Mita, Jutiapa"  
UBICACIÓN: Santa Catarina Mita, Jutiapa  
FECHA: 01 de abril del 2013  
POZO: 1 PROFUNDIDAD: 2.00 m. MUESTRA: 1



#### PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA :  $\phi = 20.01^\circ$  COHESIÓN:  $C_u = 14.48 \text{ Ton/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.  
DESCRIPCION DEL SUELO: Limo Arcilloso Color Café  
DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"  
OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	2	3
PRESION LATERAL (T/m <sup>2</sup> )	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m <sup>2</sup> )	28.90	36.31	51.83
PRESION INTERSTICIAL u(T/m <sup>2</sup> )	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2.0	2.5	3.5
DENSIDAD SECA (T/m <sup>3</sup> )	1.50	1.50	1.50
DENSIDAD HUMEDA (T/m <sup>3</sup> )	1.85	1.85	1.85
HUMEDAD (%H)	23.50	23.50	23.50

Atentamente,

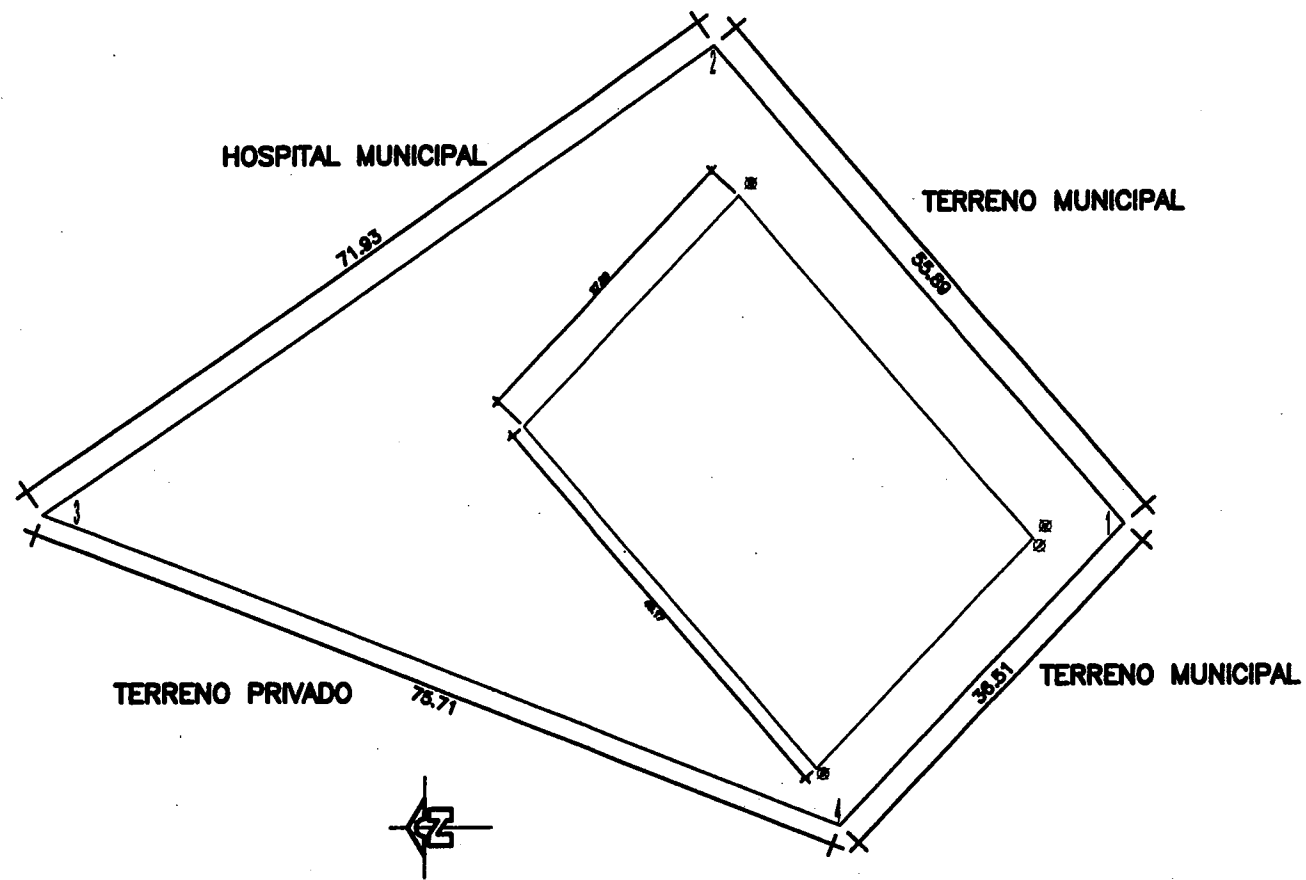
Vo. Bo.

Inga. Telma Marcela Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Mejía Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos


FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—  
Edificio 5 Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo: 2418-8118; Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121  
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: elaboración propia.

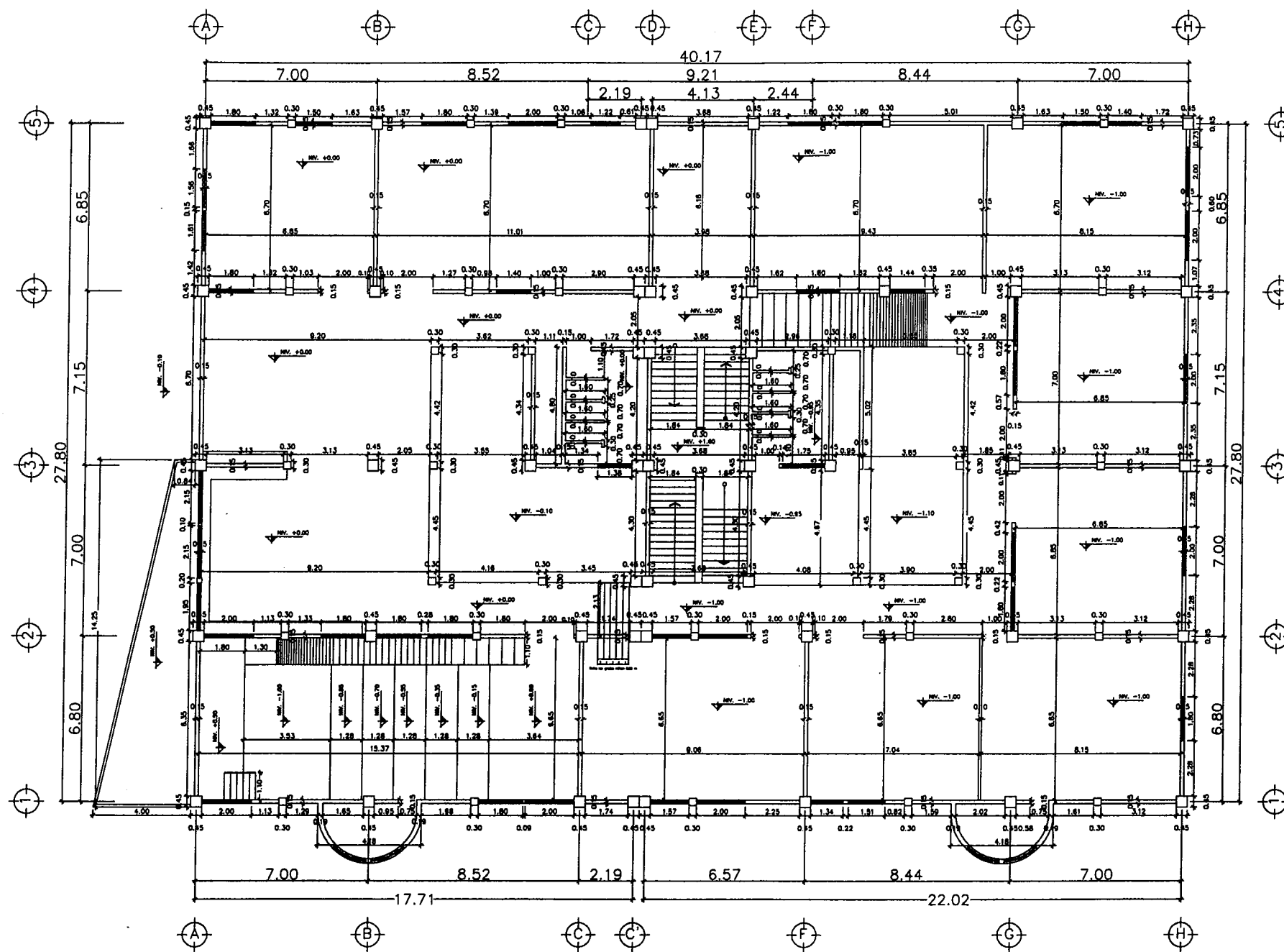


Libreta Topográfica			
Est.	P.O.	Rumbo	D.H.
1	2	N 49° 20' 19.32" E	55.8943
2	3	N 38° 0' 9.00" W	71.9302
3	4	S 21° 33' 34.92" W	75.7068
4	1	S 46° 56' 31.56" E	38.5148

**PLANTA CONJUNTO** ESCALA 1:300

 <b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>UNIDAD DE E.P.S.</b>	
PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.	
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.	CALCALO: MARIO DAVID CONTRERAS MÉRIDA DISEÑO: MARIO DAVID CONTRERAS MÉRIDA DIBUJO: MUNICIPALIDAD REVISÓ: ING. MANUEL A. ARRIVALLAGA O.
ESCALA: INDICADA FECHA: OCTUBRE 2013	HONORARIOS: 1/23






SIMBOLOGIA COTAS	
↘ NIV. +0.00	NIVEL DE PISO TERMINADO
+1.00	SOBRE NIVEL
-1.00	BAJO NIVEL
↔ 0.00	MEDIDA LINEAL

PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL

ESCALA 1:100



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**UNIDAD DE E.P.S.**

PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES  
 ZONAS URBANAS, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

DESCRIPCION: PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL

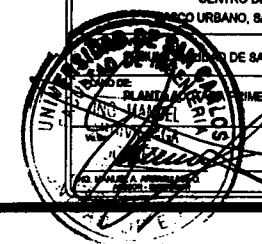
ELABORADO POR: MARIO DAVID CONTRERAS MERIDA

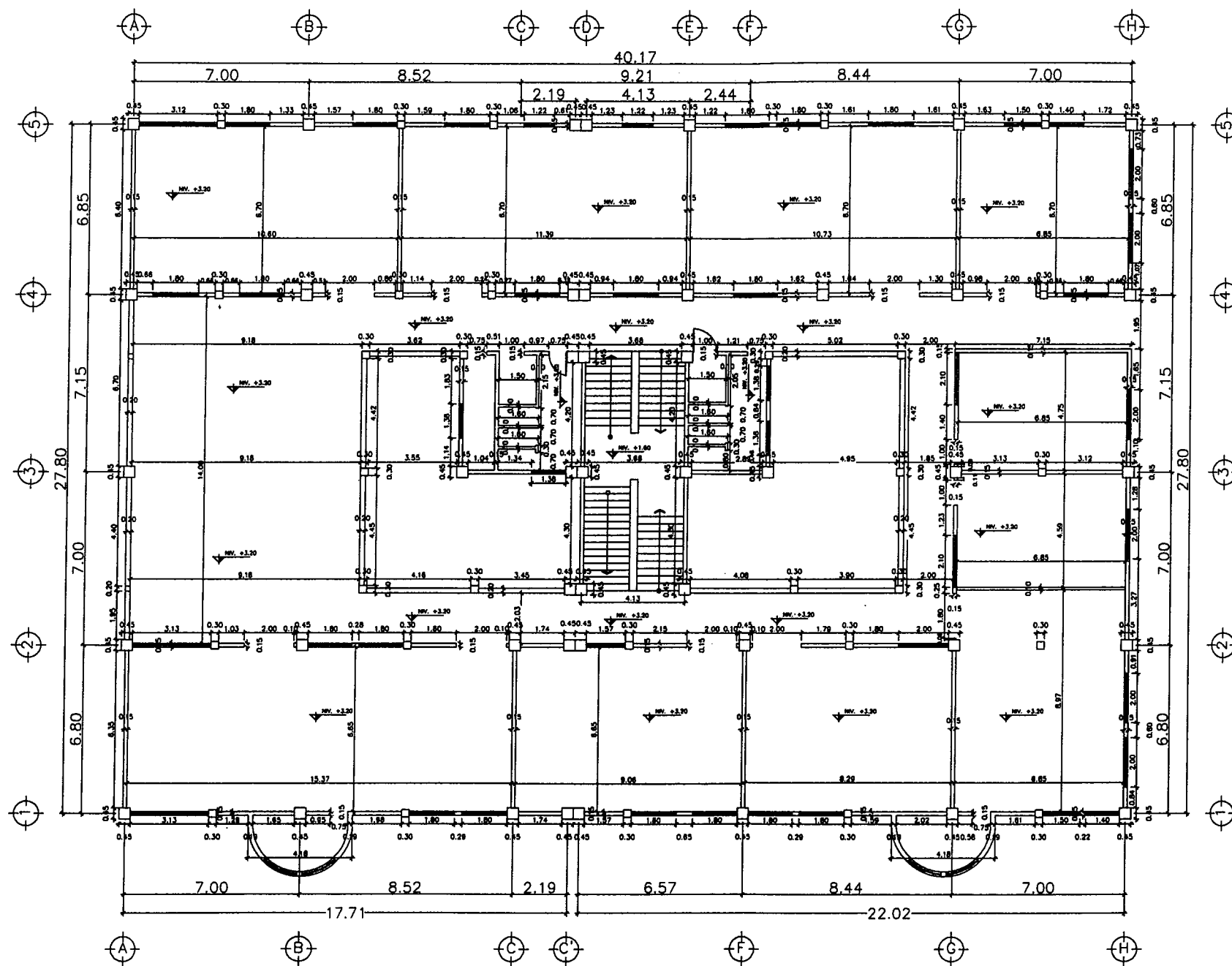
REVISADO POR: MARCELO A. ARRIVALLAGA C.

ESCALA: INDICADA

FECHA: OCTUBRE 2013

HOJA No. 2/23




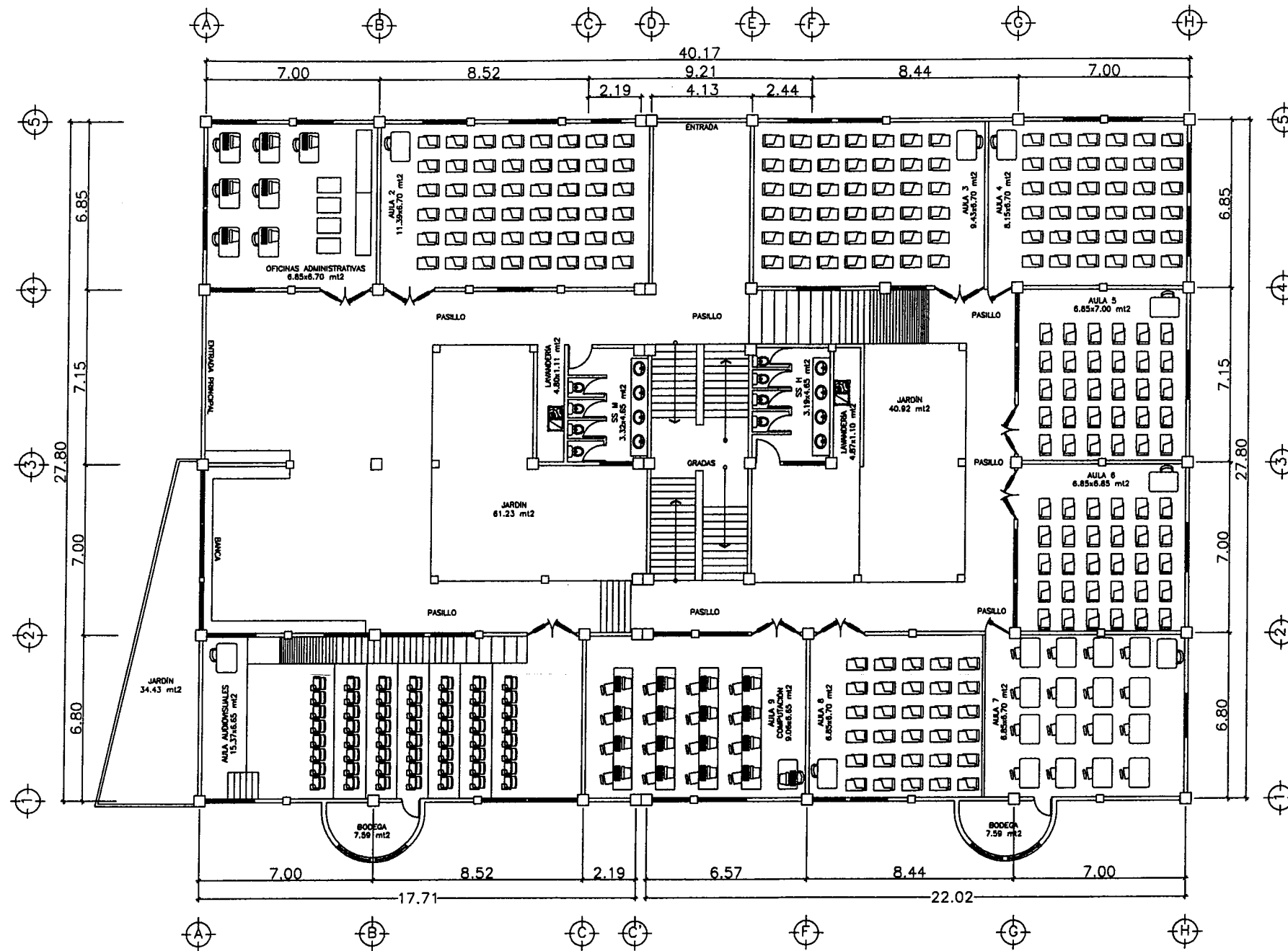


SIMBOLOGÍA COTAS	
↙ NIV. +0.00	NIVEL DE PISO TERMINADO
+1.00	SOBRE NIVEL
-1.00	BAJO NIVEL
↔ 0.00 ↔	MEDIDA LINEAL

PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1:100

 <b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES CASCO URBANO, SANTA CATERINA MITA, JUTIAPA	
UBICACIÓN: CALLE DE LA UNIDAD DE SANTA CATERINA MITA, JUTIAPA	
PLANO DE: PLANTA DE ESTUDIOS SUPERIORES SEGUNDO NIVEL	
DISEÑO MUNICIPALIDAD: INGENIERO: DR. MANUEL A. ARRIVALLAGA O.	
ESCALA:	INDICADA:
FECHA:	HOJA No:
REPRESENTANTE:	MARIO D. CONTRERAS MÉRIDA
OCTUBRE 2015	23



SIMBOLOGIA AMUEBLADO	
	ESCRITORIO ALUMNO
	ESCRITORIO CATEDRATICO
	MESA DE DIBUJO
	LAVAMANOS CON TOP DE CONCRETO
	INODORO
	URINAL
	LAVADERO
	ASIENTOS FIJOS AUDIOVISUALES
	SILLAS Y MESA TIPO ESTUDIO
	ARCHIVOS
	COMPUTADORA

PLANTA AMUEBLADA PRIMER NIVEL

ESCALA 1:100

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**UNIDAD DE E.P.S.**

PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CASCO URBANO, SANTA CATARINA MTA, JUTIAPA

PROYECTANTE: MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MTA, JUTIAPA

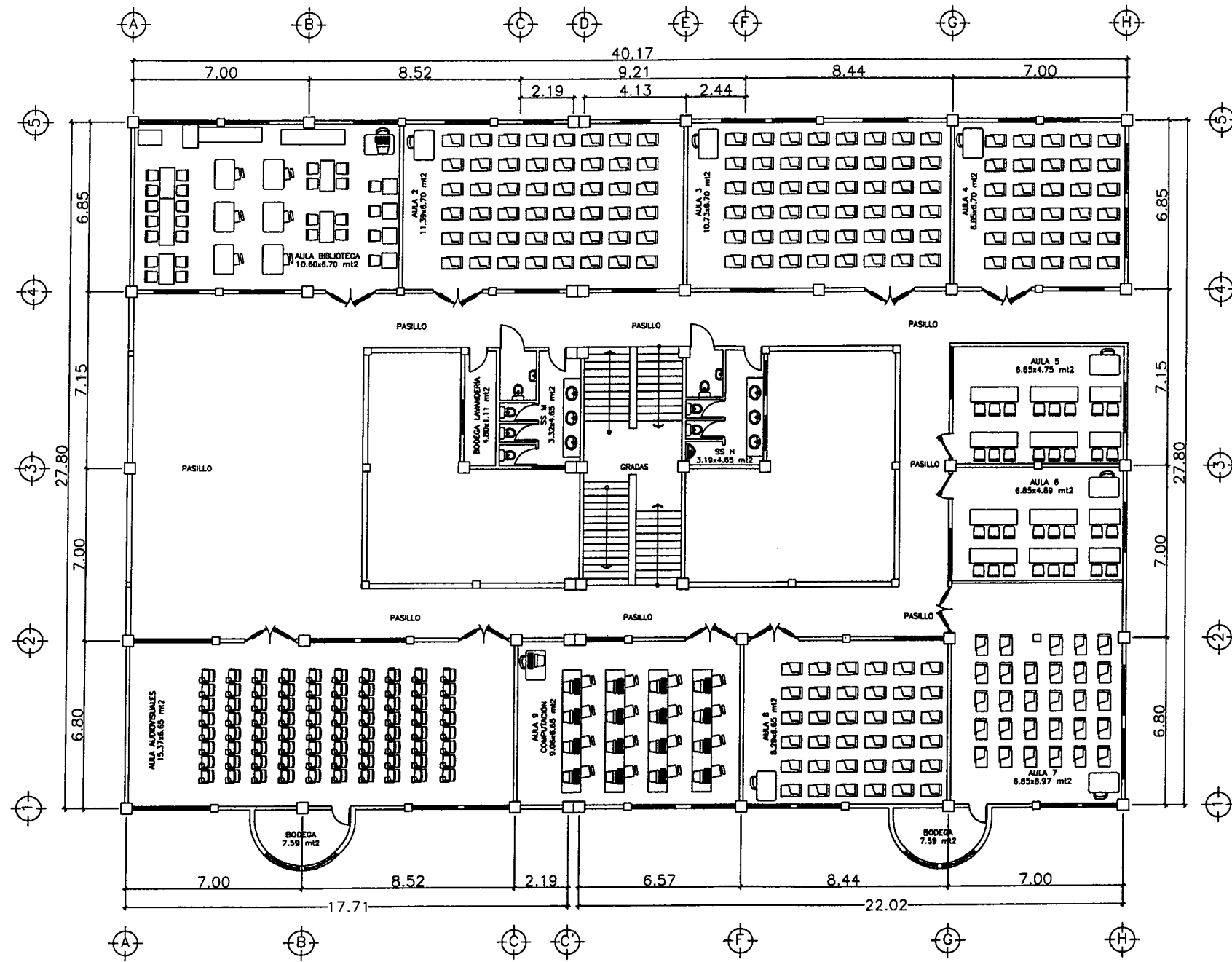
REVISOR: MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MTA, JUTIAPA

ESCALA: INDICADA

FECHA: OCTUBRE 2013

DISEÑO: MARIO DAVID CONTRERAS MENDOZA  
CORRECCION: MARIO DAVID CONTRERAS MENDOZA  
REVISOR: MARIO DAVID CONTRERAS MENDOZA




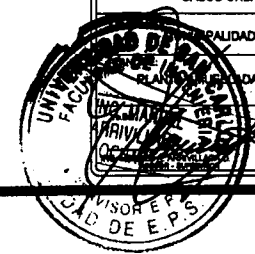


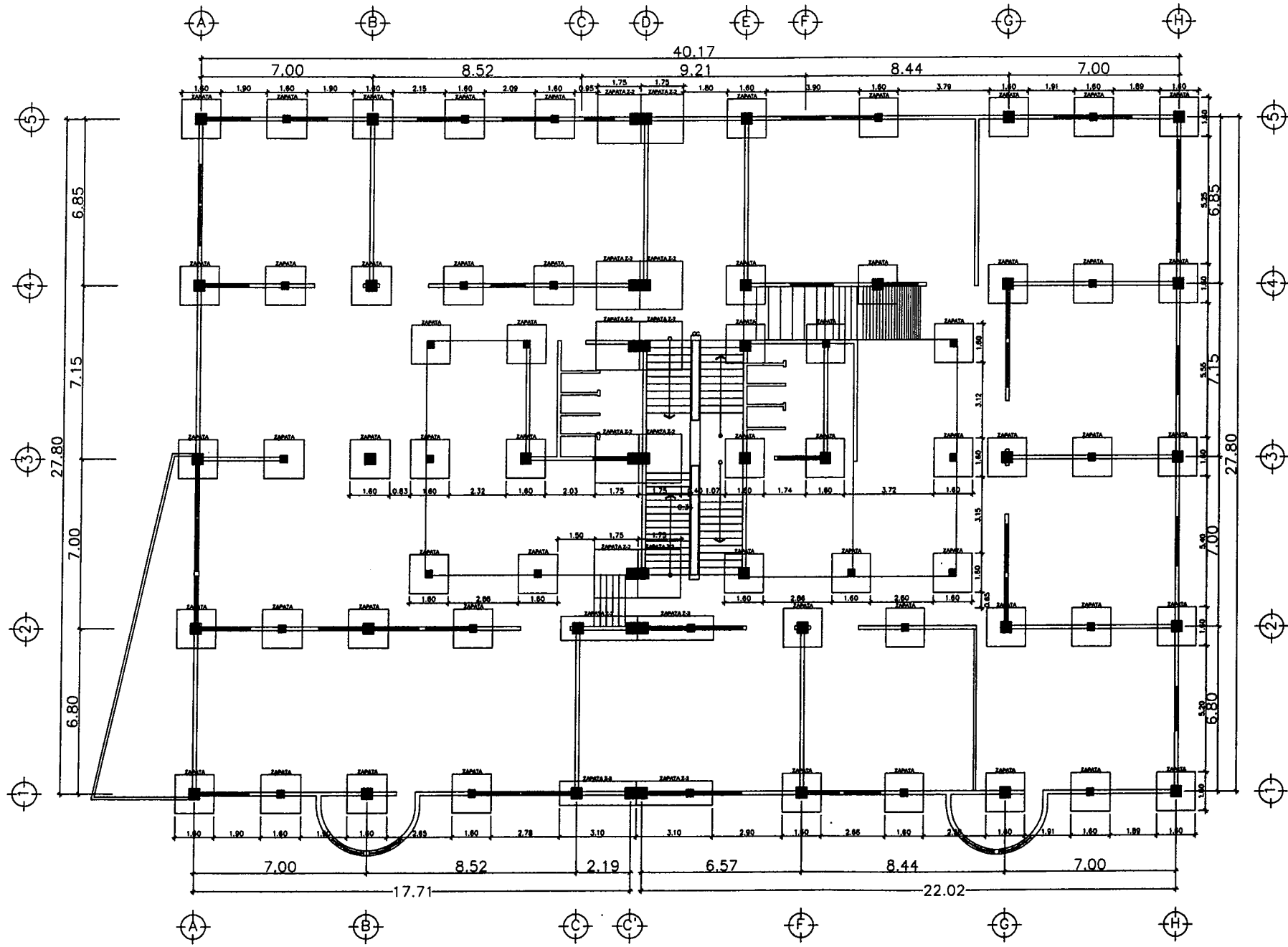
SIMBOLOGÍA AMUEBLADO	
	ESCRITORIO ALUMNO
	ESCRITORIO CATEDRÁTICO
	MESA DE DIBUJO
	LAVAMANOS CON TOP DE CONCRETO
	INODORO
	URINAL
	LAVADERO
	ASIENTOS FIJOS AUDIOVISUALES
	SILLAS Y MESA TIPO ESTUDIO
	ARCHIVOS
	COMPUTADORA

PLANTA AMUEBLADA SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1:100

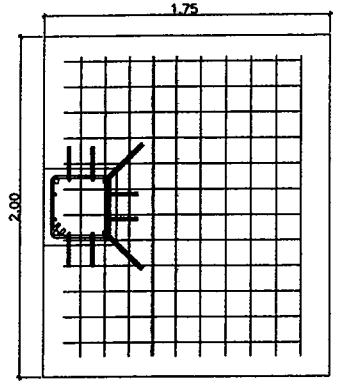
 <b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES CASCO URBANO, SANTA CECILIA MITA, JUTIAPA	
LOCALIDAD DE SANTA CECILIA MITA, JUTIAPA	
TÍTULO: PLANTA AMUEBLADA SEGUNDO NIVEL	
DISEÑO: MARIO DAVID CONTRERAS MÉRIDA DISEÑO: MUNICIPALIDAD REVISÓ: ING. MARIBEL A. ARRIVALLAGA O.	ESCALA: INDICADA FECHA: OCTUBRE 2019 HOJA Nº: 5/23



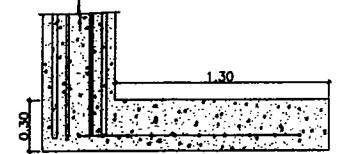


PLANTA CIMENTACIÓN

ESCALA 1:100

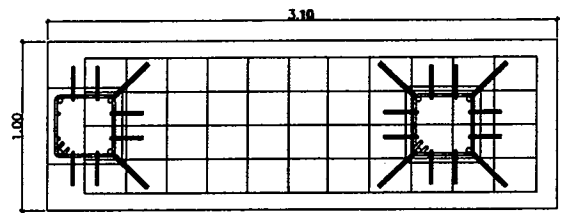


12 No. 5  $\varnothing$  0,15 mts y  
10 No. 5  $\varnothing$  0,15 mts

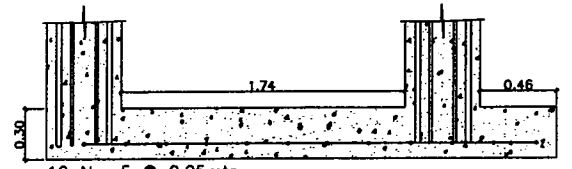


10 No. 5  $\varnothing$  0,15 mts

ZAPATA Z-2  
ESCALA 1:20



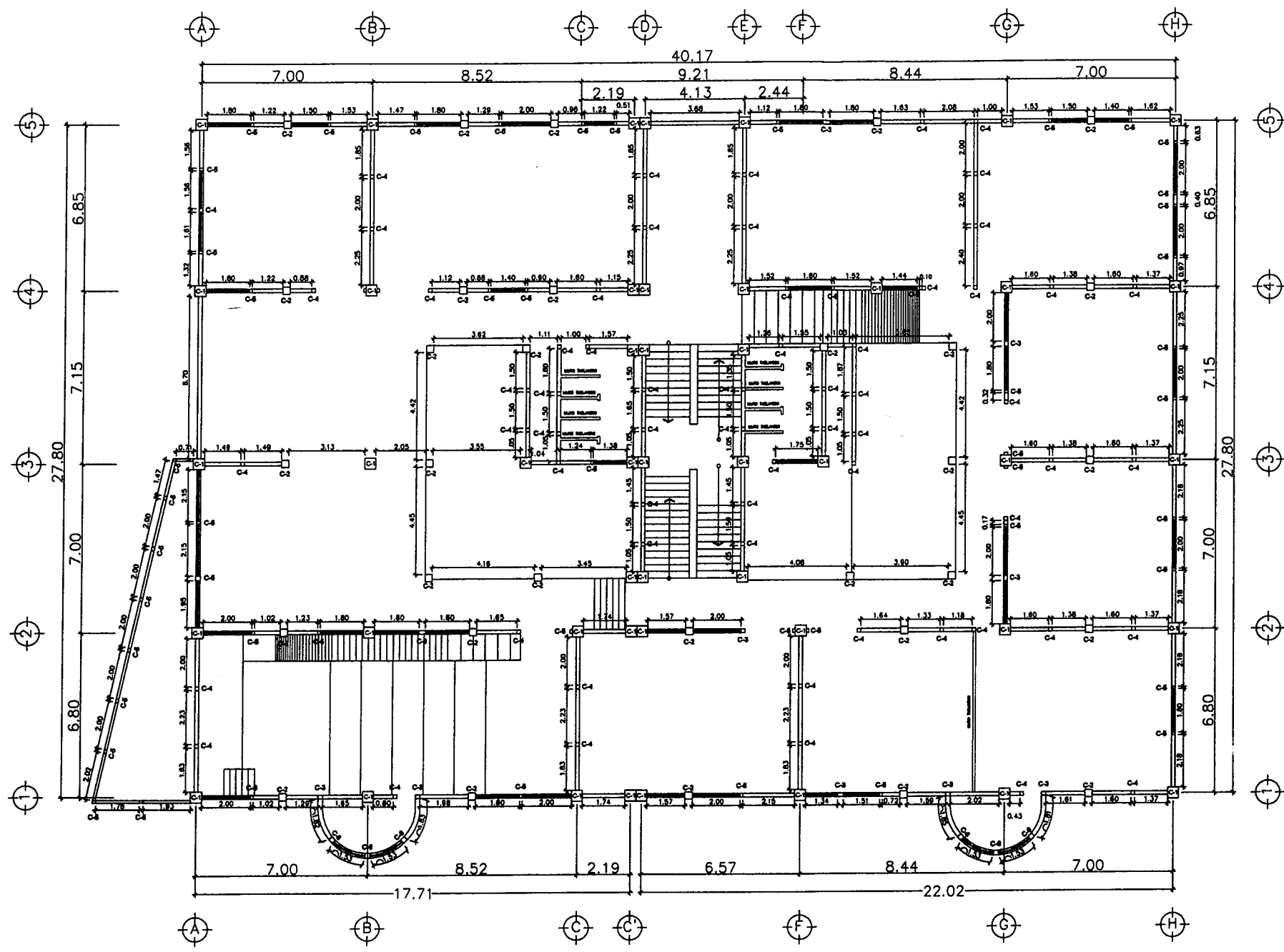
12 No. 5  $\varnothing$  0,25mts y 4 No.5  $\varnothing$  0,20 mts



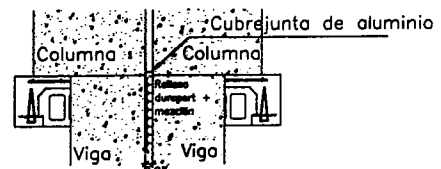
12 No. 5  $\varnothing$  0,25mts

ZAPATA Z-3  
ESCALA 1:20

 <b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>UNIDAD DE E.P.S.</b>	
PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES CARCO URBANO, SANTA CATERINA MITA, JUTIAPA	
DISEÑO: MARIO DAVID CONTRERAS MÉRIDA DISEÑO: MARIO DAVID CONTRERAS MÉRIDA DISEÑO: MUNICIPALIDAD DISEÑO: ING. MARCELO A. ARRIVALLAGA	
ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE 2013
HOJA No. 23	




SIMBOLOGÍA COLUMNAS	
C-0	TIPO DE COLUMNA
$\curvearrowright 0.00$	LONGITUD DE CURVA
$\pm 0.00$	MEDIDA LINEAL



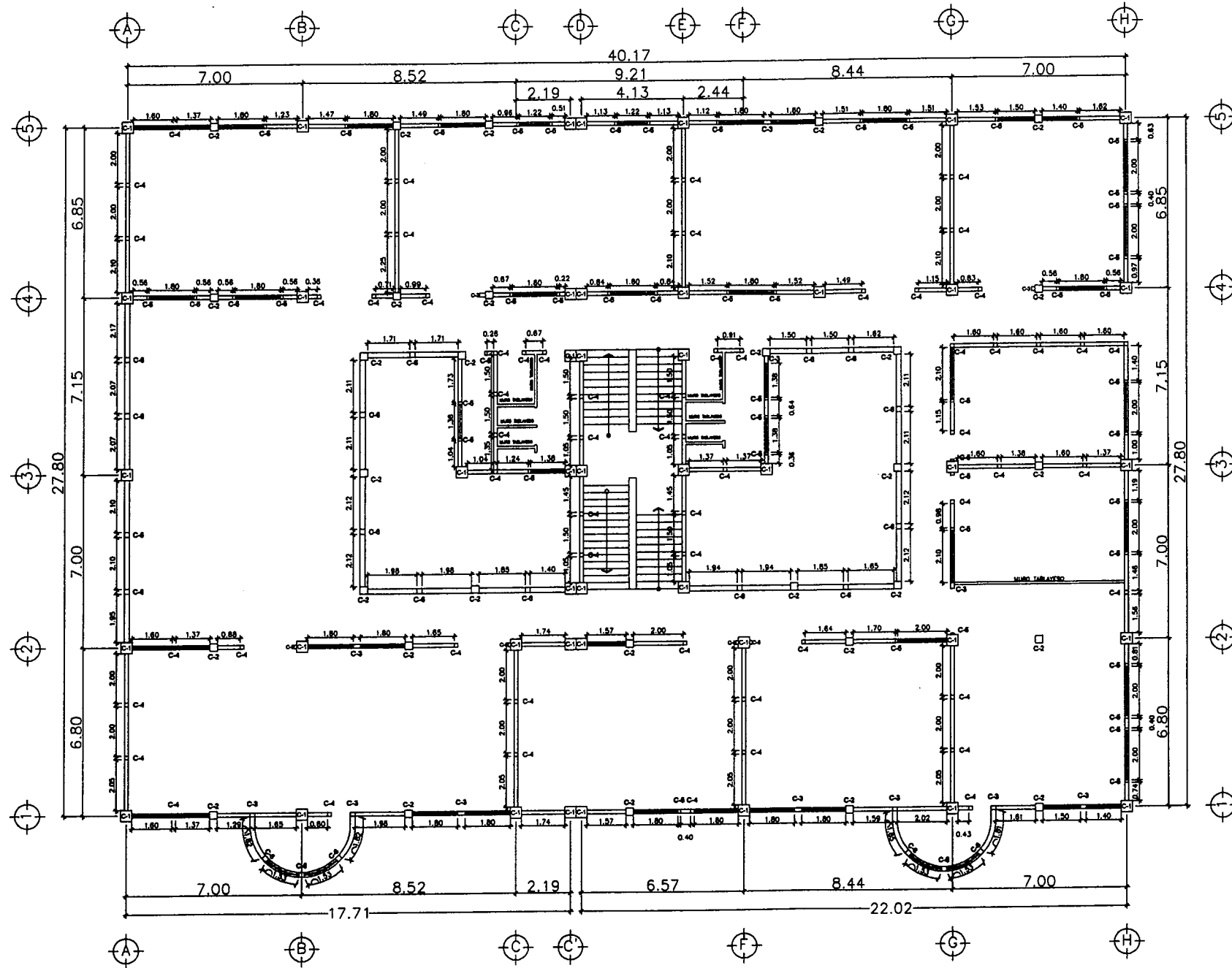
JUNTA DE CONSTRUCCIÓN  
SIN ESCALA

PLANTA COLUMNAS PRIMER NIVEL

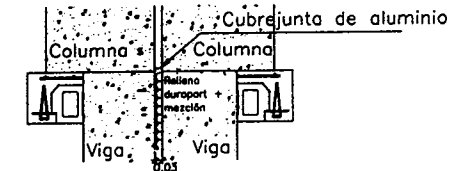
ESCALA 1:100

 <b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
DISEÑO: MARIO DAVID CONTRERAS MÉRIDA DISEÑO MUNICIPALIDAD REVISÓ: ING. MARIBEL A. ARROYLAGA D.	
TITULO: PLANAS PRIMER NIVEL	
ESCALA: INDICADA	HOJA No: 23
FECHA: OCTUBRE 2013	DISEÑADOR: MARIO D. CONTRERAS MÉRIDA






SIMBOLOGÍA COLUMNAS	
C-0	TIPO DE COLUMNA
$\curvearrowright 0.00$	LONGITUD DE CURVA
$\rightarrow 0.00$	MEDIDA LINEAL



PLANTA COLUMNAS SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1:100



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE E.P.S.

PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES  
PARQUE URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

UBICACIÓN: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

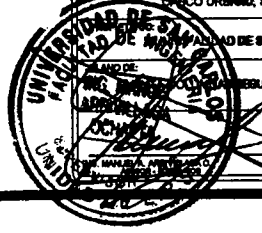
CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA

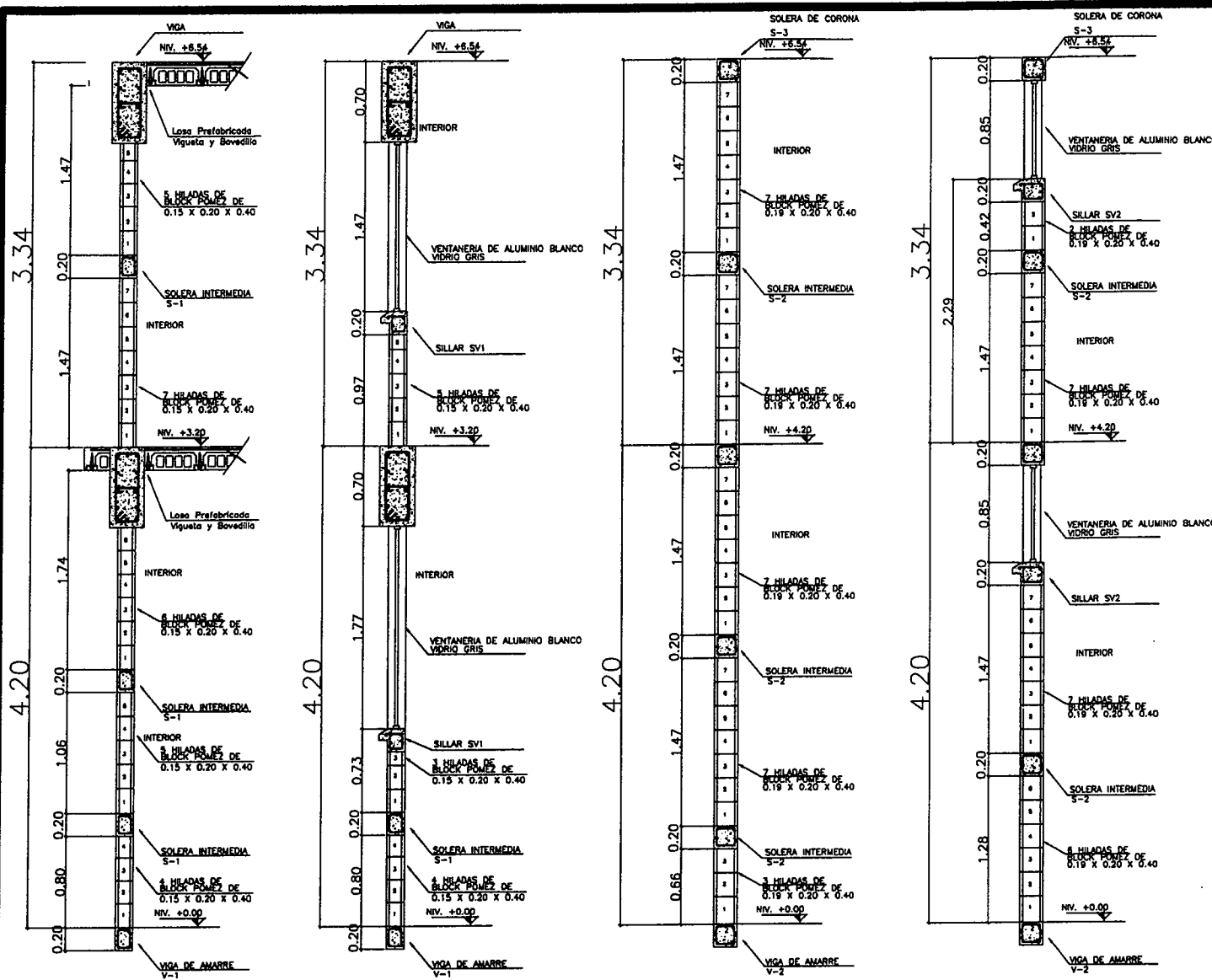
REPRESENTANTE MUNICIPAL: MARINO D. CONTRERAS MÉRIDA

ESCALA: INDICADA

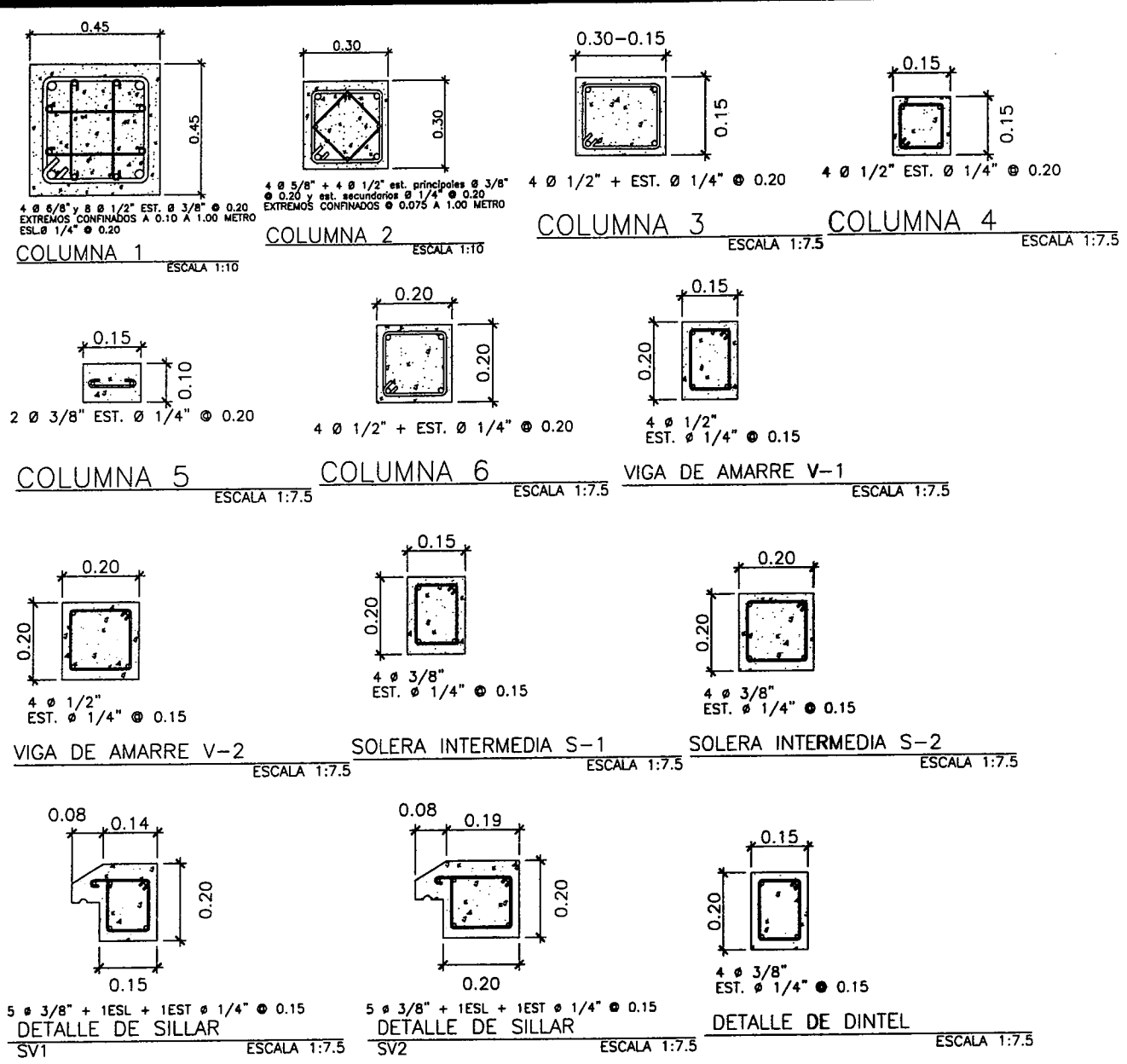
FECHA: OCTUBRE 2013

INDICADA: 23

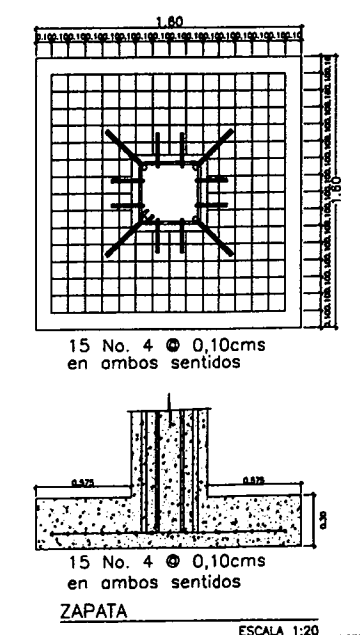
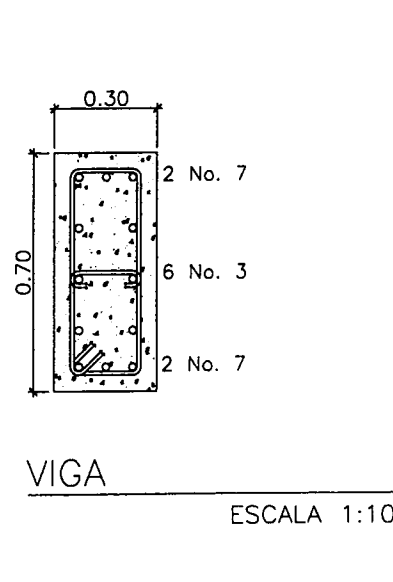
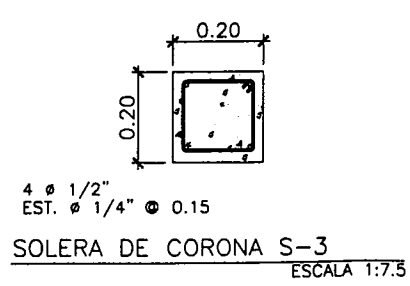
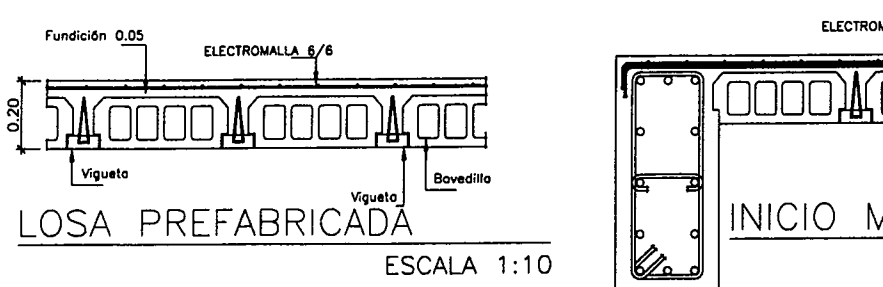
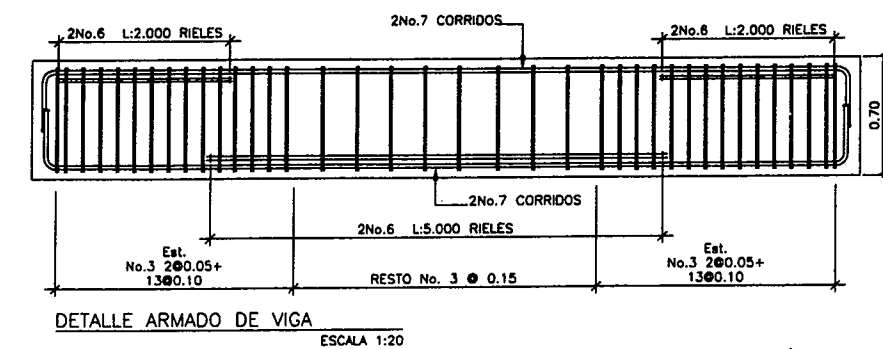




CORTE DE MURO ESCALA 1:25  
 CORTE DE MURO VENTANAS ESCALA 1:25  
 CORTE DE MURO 0.20 ESCALA 1:25  
 CORTE DE MURO 0.20 VENTANA ESCALA 1:25



COLUMNA 1 ESCALA 1:10  
 COLUMNA 2 ESCALA 1:10  
 COLUMNA 3 ESCALA 1:7.5  
 COLUMNA 4 ESCALA 1:7.5  
 COLUMNA 5 ESCALA 1:7.5  
 COLUMNA 6 ESCALA 1:7.5  
 VIGA DE AMARRE V-1 ESCALA 1:7.5  
 VIGA DE AMARRE V-2 ESCALA 1:7.5  
 SOLERA INTERMEDIA S-1 ESCALA 1:7.5  
 SOLERA INTERMEDIA S-2 ESCALA 1:7.5  
 DETALLE DE SILLAR SV1 ESCALA 1:7.5  
 DETALLE DE SILLAR SV2 ESCALA 1:7.5  
 DETALLE DE DINTEL ESCALA 1:7.5

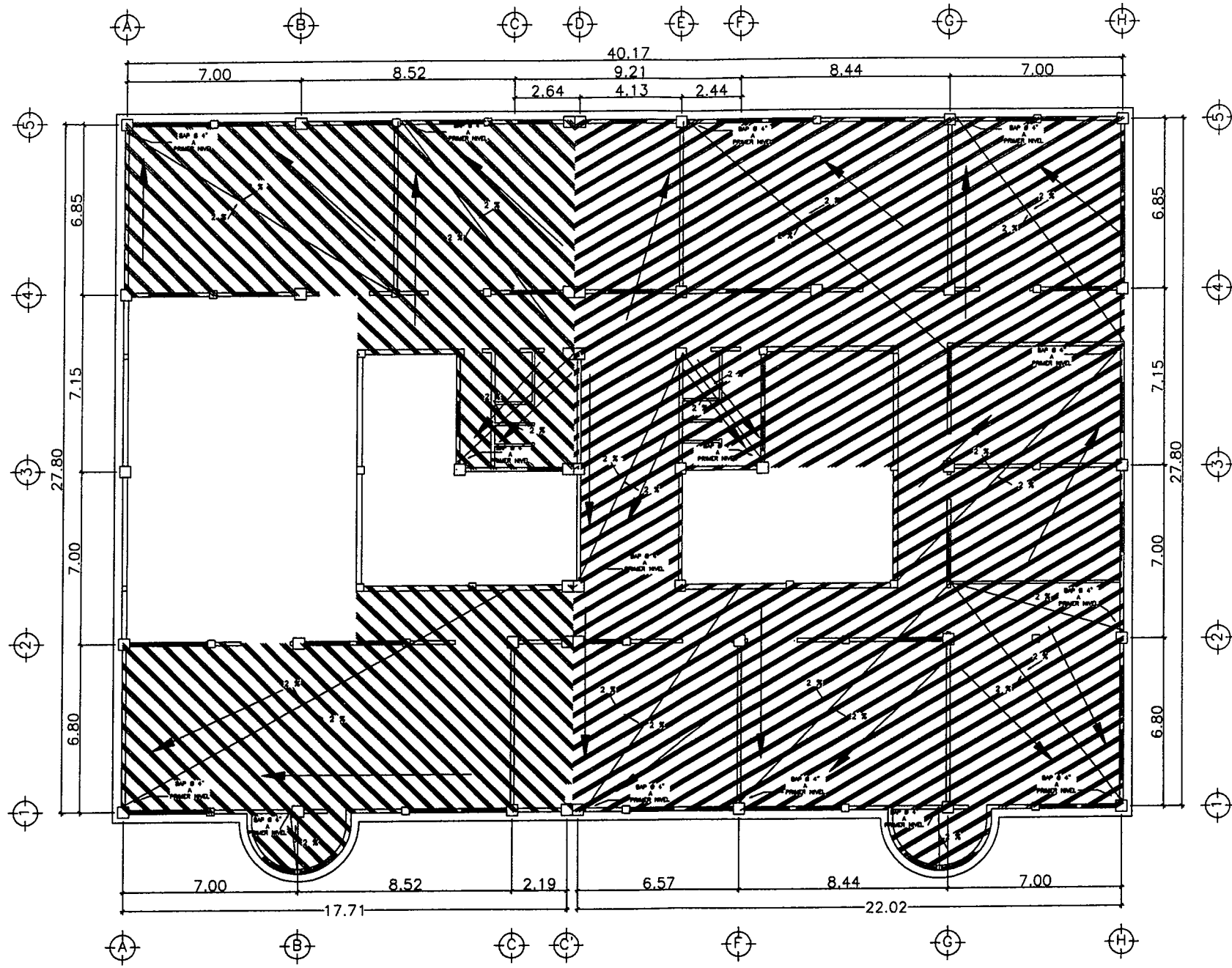


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 UNIDAD DE E.P.B.

PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES  
 CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.

DETALLE DE INGENIERÍA  
 INGENIERO MANUEL  
 LIBRERO


ESCALA: INDICADA  
 FECHA: OCTUBRE 2010  
 HOJA No. 9/23

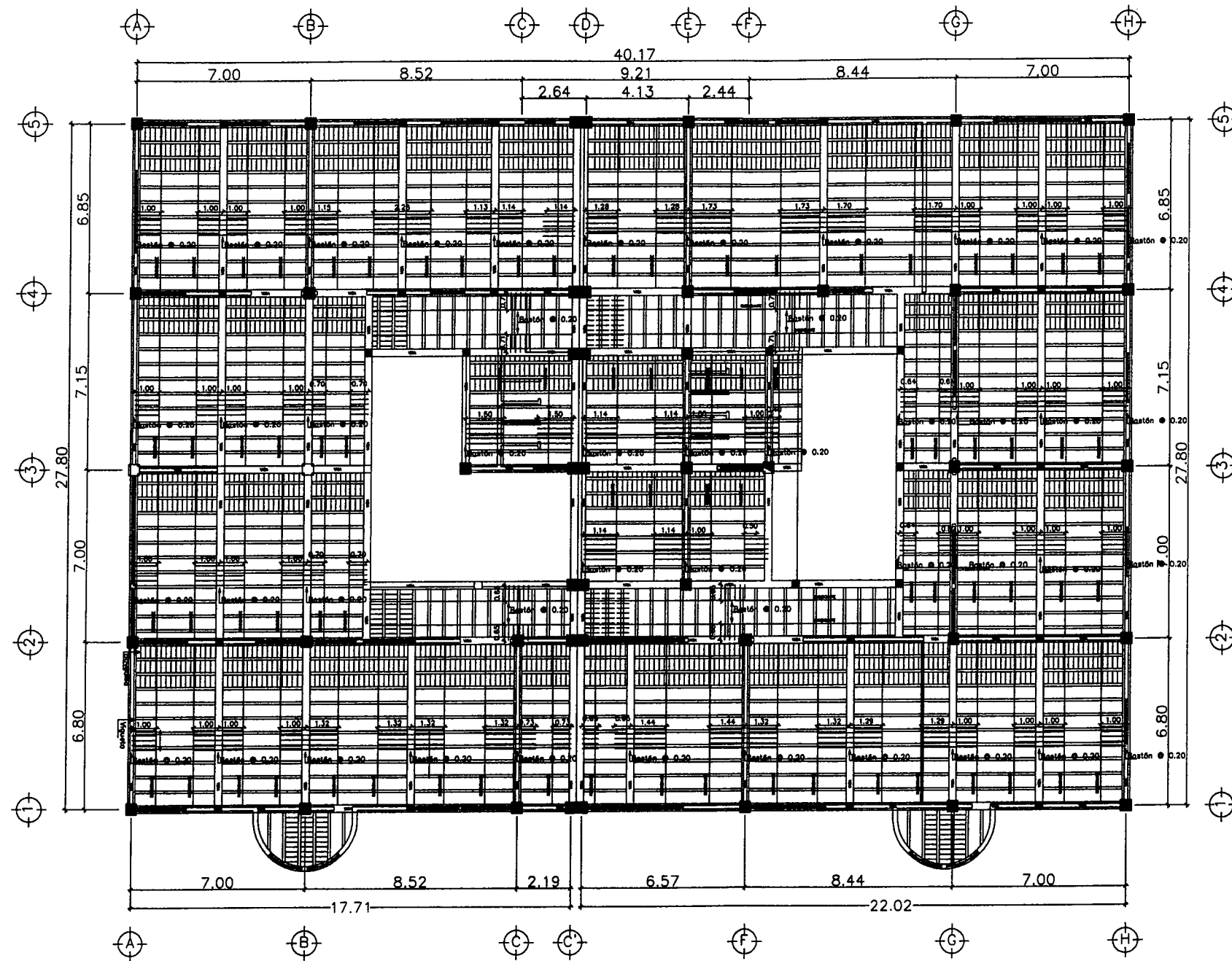


SIMBOLOGÍA	
Ø	DIÁMETRO
—	PENDIENTE
BAP	BAJADA DE AGUA PLUVIAL

PLANTA BAJADAS DE AGUA PLUVIAL

ESCALA 1:100

 <b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E.P.S.	
PROVINCIA: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
TÍTULO: PLANTA BAJADAS DE AGUA PLUVIAL	
DISEÑO: CALDAS MARIO DAVID CONTRERAS MÉRIDA DIBUJO: MARIO DAVID CONTRERAS MÉRIDA REVISOR: MANUEL A. ARRILLAGA C.	ESCALA: INDICADA FECHA: OCTUBRE 2011 HOJA N.º: 30 DE: 28
REPRESENTANTE: MARIO D. CONTRERAS MÉRIDA	



SIMBOLOGÍA LOSA VIGUETA Y BOVEDILLA	
	VIGUETA 0.10m
	RIGIDIZANTE GRADO 0.60
	MODULACIÓN DE BOVEDILLA DE 0.60m*0.20m
	VIGA 0.70m*0.30m
	BASTÓN Ø 0.20m, LONGITUD SEGÓN PLANO
	TODOS LOS BASTONES EN AMBAS DIRECCIONES
	MURO BAJO VIGA
	PERALTE DE LOSA 0.20m

PLANTA VIGA Y LOSA PRIMER NIVEL

ESCALA 1:100

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**UNIDAD DE E.P.S.**

PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

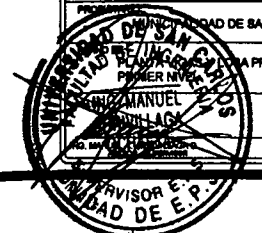
OBJETO: OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA PREFABRICADA

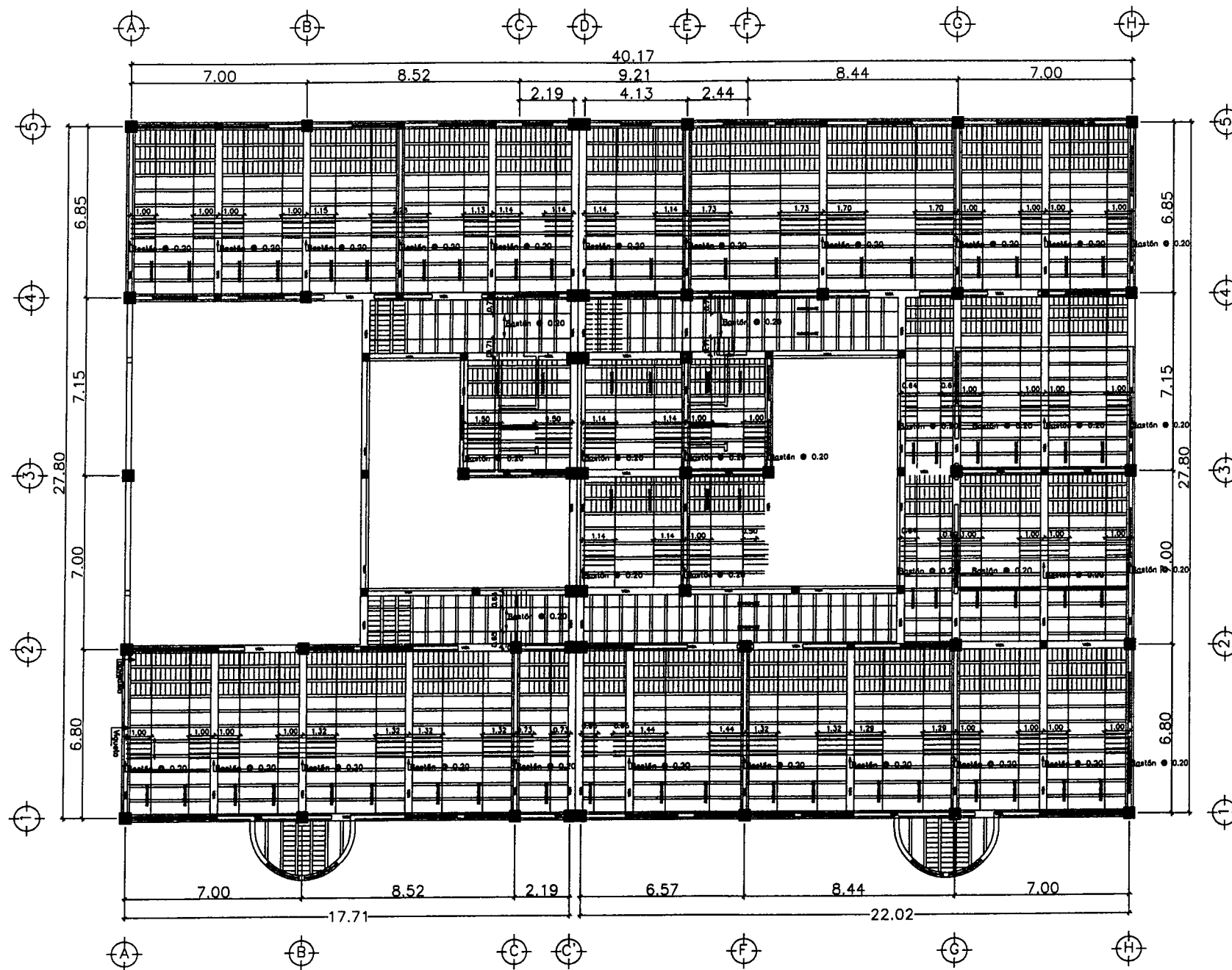
PROYECTANTE: MANUEL CONTRERAS MERIDA  
INGENIERO CIVIL

REVISOR: MANUEL CONTRERAS MERIDA  
INGENIERO CIVIL

FECHA: OCTUBRE 2013

Hoja No. 13 de 23





SIMBOLOGIA LOSA VIGUETA Y BOVEDILLA	
	VIGUETA 0.10m
	RIGIDIZANTE GRADO 0.60
	MODULACION DE BOVEDILLA DE 0.60m*0.20m
	VIGA 0.70m*0.30m
	BASTÓN Ø 0.20m, LONGITUD SEGÚN PLANO
	TODOS LOS BASTONES EN AMBAS DIRECCIONES
	MURO BAJO VIGA
	PERALTE DE LOSA 0.20m

PLANTA VIGA Y LOSA SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1:100

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**UNIDAD DE E.P.S.**

PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CASCO URBANO, SANTA CATERINA MITA, JUTIAPA

PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA CATERINA MITA, JUTIAPA

OBJETO: DISEÑO DE LOSA Y VIGAS Y LOSA PREFABRICADA

ELABORADO POR: MARIO DAVID CONTRERAS MÉRIDA

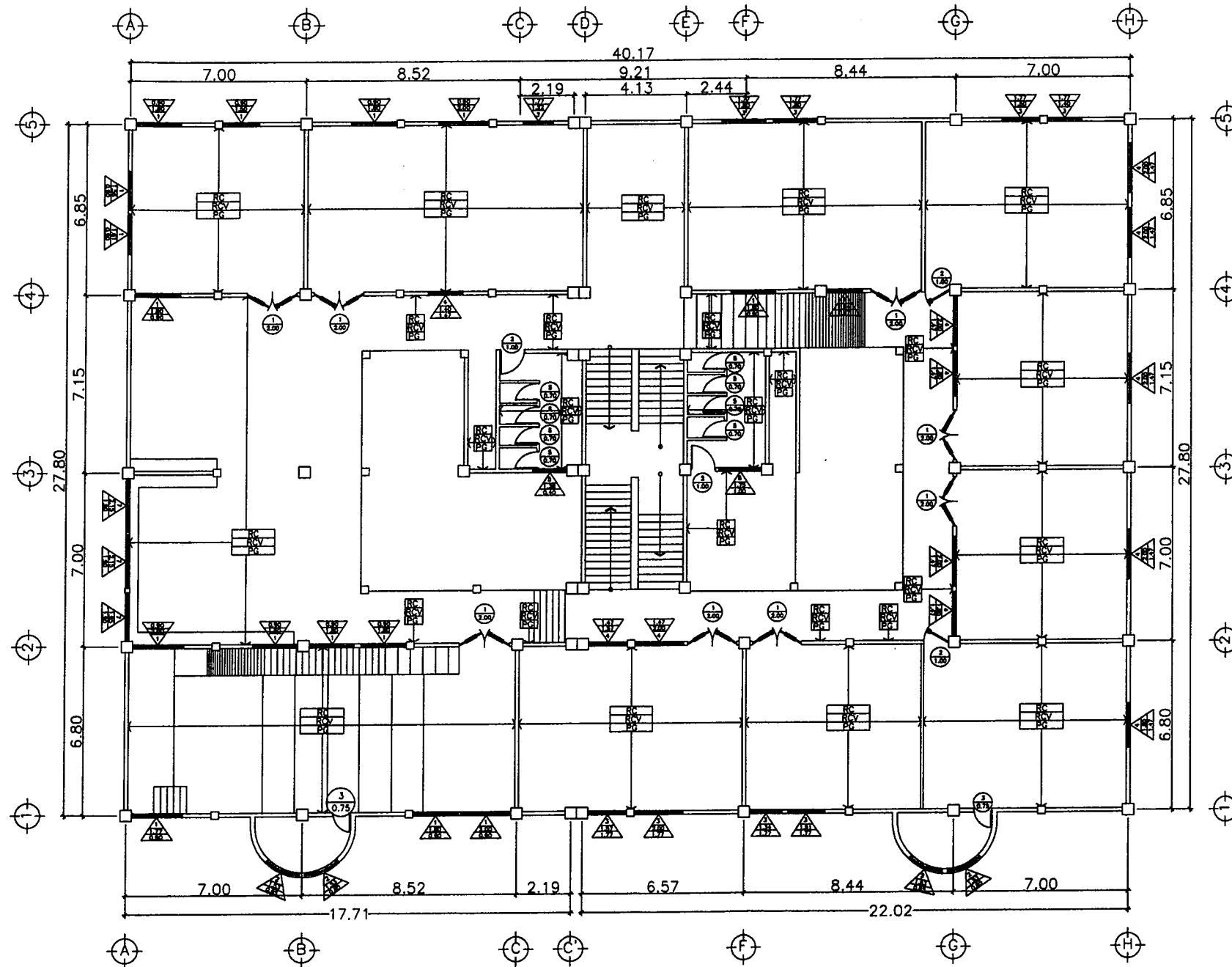
REVISADO POR: MARIO DAVID CONTRERAS MÉRIDA

FECHA: 13/ OCTUBRE 2013

INDICADO: 13/23







**NOMENCLATURA DE ACABADOS**

	TIPO # ANCHO ALTO	VENTANERÍA
	ACABADO EN CIELO ACABADO EN PARED ACABADO EN PISO	
	TIPO # ANCHO	PUERTAS
RC	→	REPELLO + CERRNDO TIPO REMOLNEADO
RCV	→	REPELLO + CERRNDO TIPO VERTICAL
PG	→	PISO DE GRANITO

**PLANILLA DE PUERTAS**

TIPO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	MATERIAL
P-1	2.00	2.10	8	PUERTA DE MADERA
P-2	1.00	2.10	4	PUERTA DE MADERA
P-3	0.75	1.70	2	PUERTA DE MADERA
P-5	0.70	1.70	8	PUERTA DE MADERA
			TOTAL	22

**PLANILLAS DE VENTANAS**

TIPO	ALTO	SILLAR	CANTIDAD	MTS. <sup>2</sup>	MATERIAL
V-1	0.80	2.80	15	24.83	ALUMBRIO BLANCO + VIDRIO GRIS 8MM - CELOSIA
V-2	0.85	2.85	4	5.20	ALUMBRIO BLANCO + VIDRIO GRIS 8MM - CELOSIA
V-3	1.77	1.73	9	25.00	ALUMBRIO BLANCO + VIDRIO GRIS 8MM - FIJO + CELOSIA
V-4	1.47	2.03	13	35.00	ALUMBRIO BLANCO + VIDRIO GRIS 8MM - FIJO + CELOSIA
V-5	0.40	3.10	1	0.55	ALUMBRIO BLANCO + VIDRIO GRIS 8MM - CELOSIA
V-6	1.00	2.50	1	1.75	ALUMBRIO BLANCO - VENTILACION LIBRE
V-7	1.80	0.80	3	11.88	ALUMBRIO BLANCO - REJAS
				Total M <sup>2</sup>	104.00

PLANTA ACABADOS PRIMER NIVEL

ESCALA 1:100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 UNIDAD DE E.P.S.

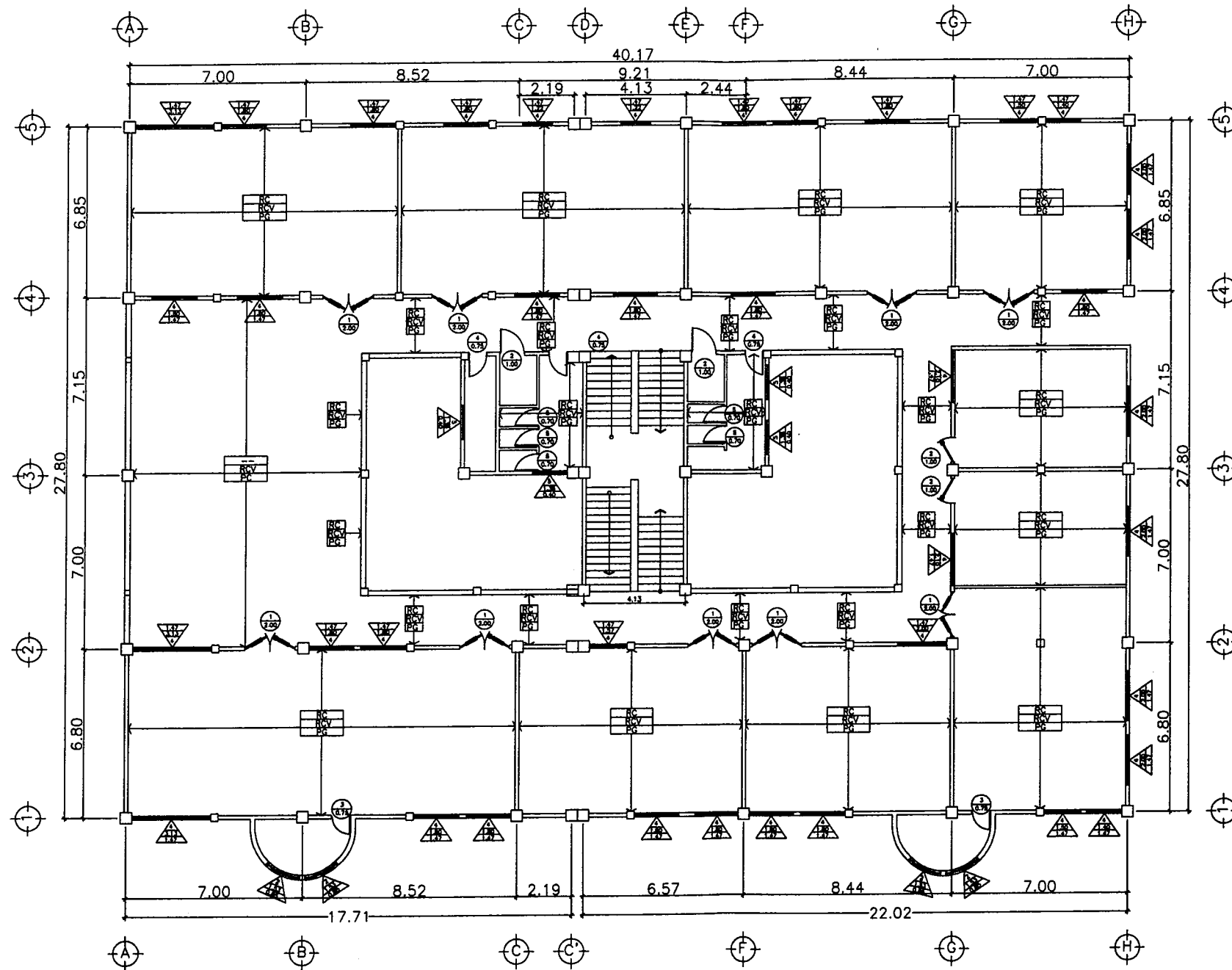
PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES  
 CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PROPIEDAD: MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PRIMER NIVEL

INGENIERO: MARIO DAVID CONTRERAS MÉRIDA  
 DISEÑO: MARIO DAVID CONTRERAS MÉRIDA  
 DISEÑO MUNICIPALIDAD: MARIO DAVID CONTRERAS MÉRIDA  
 DISEÑO: ING. MANUEL A. ARRIVALAGA O.

ESCALA: MEDICIÓN  
 FECHA: OCTUBRE 2013  
 HOJA No: 18/23



PLANTA ACABADOS SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1:100

**NOMENCLATURA DE ACABADOS**

	TIPO / ANCHO / ALTO	VENTANERIA
	ACABADO EN CIELO	
	ACABADO EN PARED	
	ACABADO EN PISO	
	TIPO / ANCHO	PUERTAS
RC	→ REPELLO + CERNIDO TIPO REMOLNEADO	
RCV	→ REPELLO + CERNIDO TIPO VERTICAL	
PG	→ PISO DE GRANITO	

**PLANILLA DE PUERTAS**

TIPO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	MATERIAL
P-1	2.00	2.10	8	PUERTA DE MADERA
P-2	1.00	2.10	4	PUERTA DE MADERA
P-3	0.75	1.70	2	PUERTA DE MADERA
P-4	0.75	2.10	3	PUERTA DE MADERA
P-5	0.70	1.70	5	PUERTA DE MADERA
TOTAL			23	

**PLANILLAS DE VENTANAS**

TIPO	ALTO	SILLAR	CANTIDAD	MTS. <sup>2</sup>	MATERIAL
V-2	0.85	1.78	4	5.20	ALUMINIO BLANCO + VIDRIO GRIS 8MM - CELOSIA
V-4	1.47	1.17	39	107.80	ALUMINIO BLANCO + VIDRIO GRIS 8MM - FIJO + CELOSIA
V-5	0.40	2.24	4	2.21	ALUMINIO BLANCO + VIDRIO GRIS 8MM - CELOSIA
Total			M <sup>2</sup>	115.31	

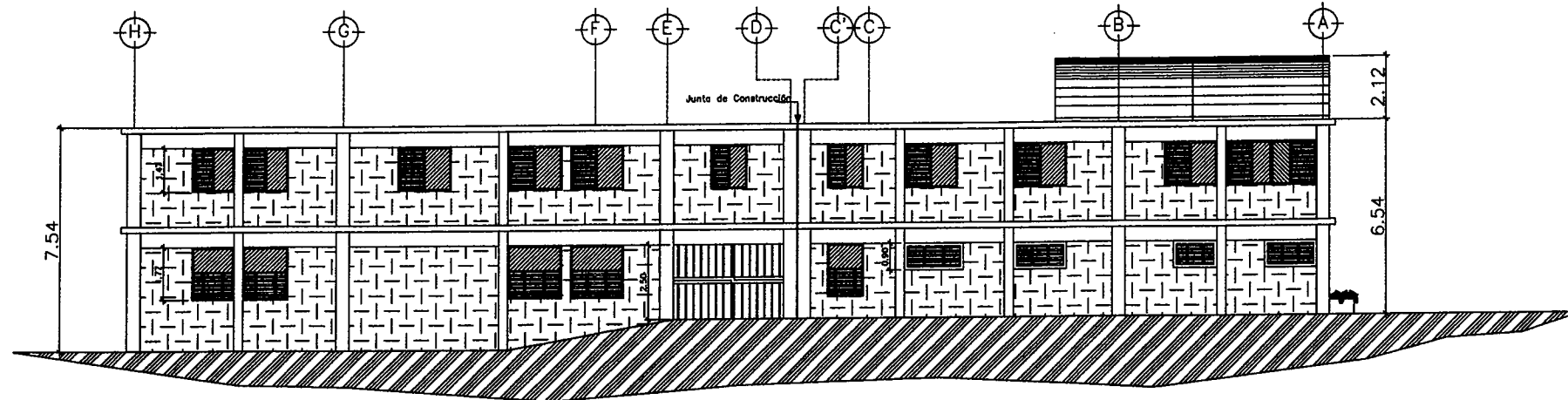
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**UNIDAD DE E.P.S.**

PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PROYECTO: PLANTA ACABADOS SEGUNDO NIVEL

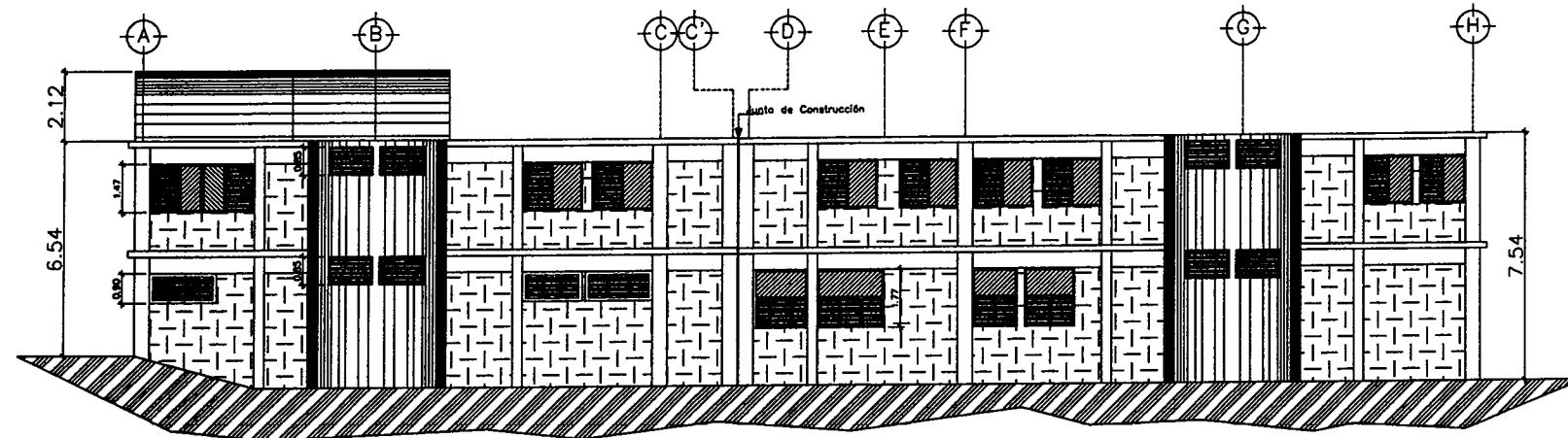
PROYECTISTA: MANUEL...  
DISEÑADOR: MANUEL...  
REVISOR: MANUEL...  
SUPERVISOR: MANUEL...

ESCALA: INDICADA  
FECHA: OCTUBRE 2013  
HOJA No. 23



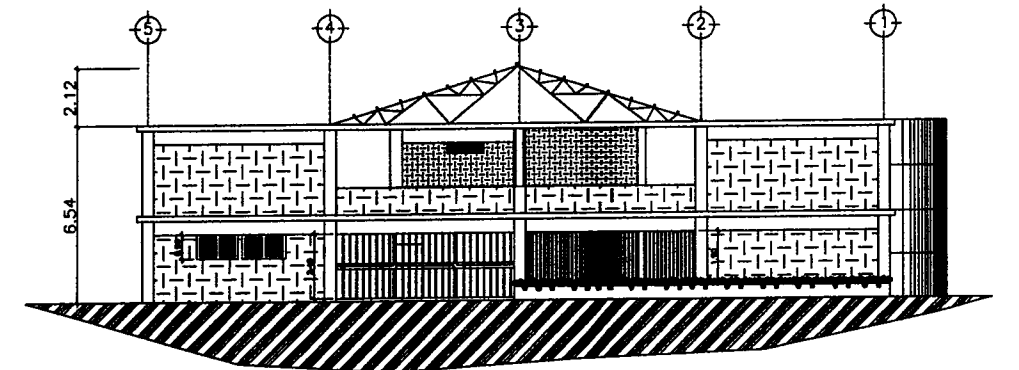
ELEVACIÓN LATERAL - OESTE

ESCALA 1:100



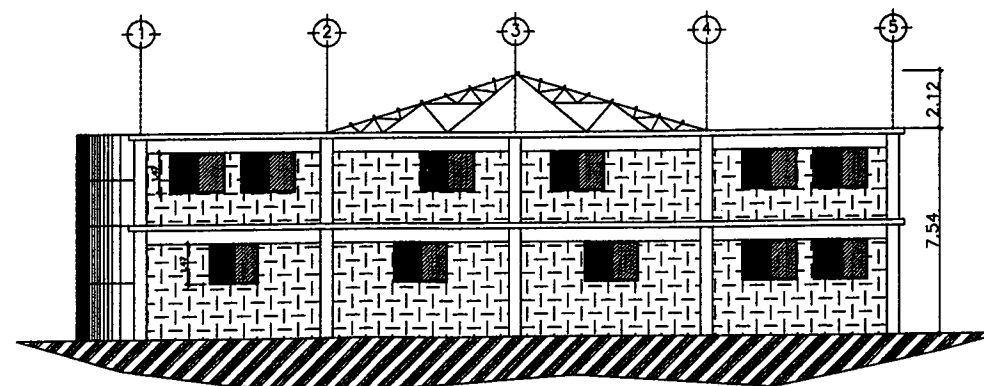
ELEVACIÓN LATERAL - ESTE

ESCALA 1:100




ELEVACIÓN FRONTAL

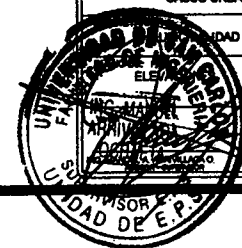
ESCALA 1:125

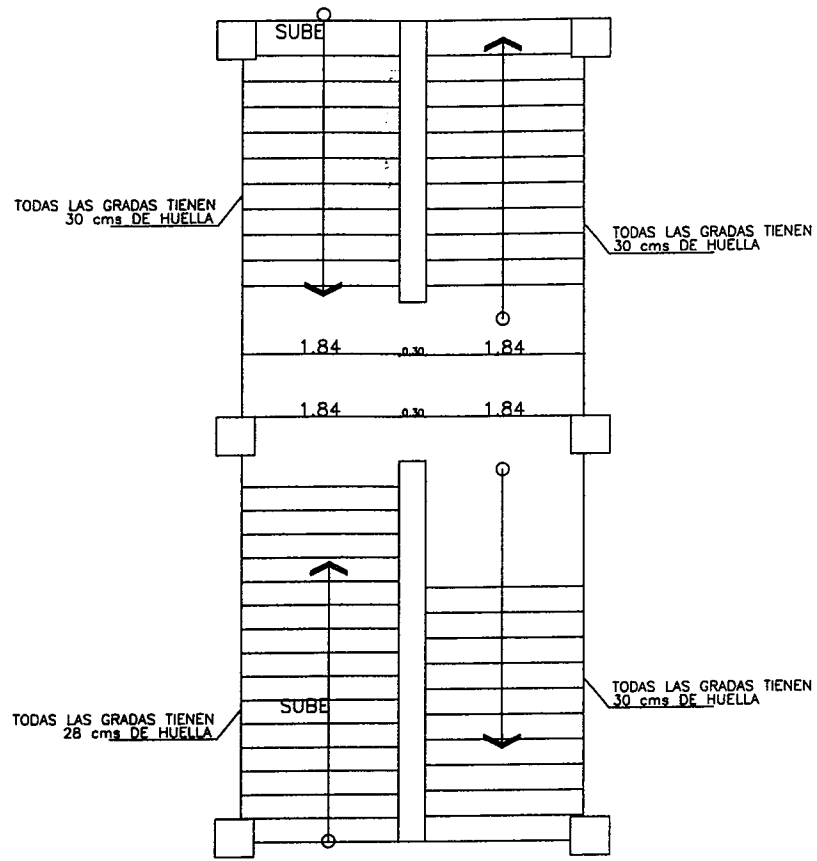


ELEVACIÓN POSTERIOR

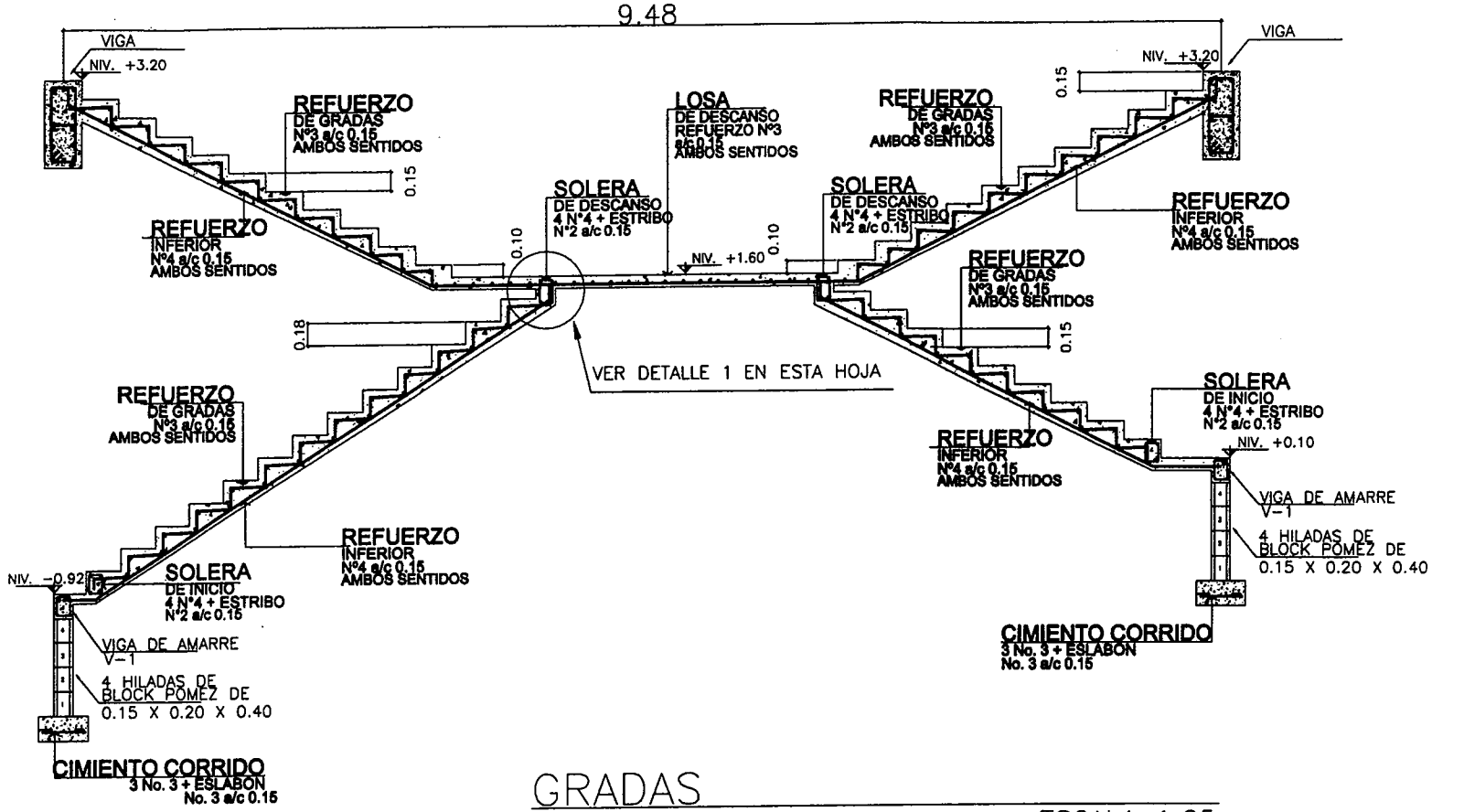
ESCALA 1:125

 <b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>UNIDAD DE E.P.S.</b>	
PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
UBICACIÓN: CIUDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
DISEÑO: MARIO DAVID CONTRERAS MÉRICA DISEÑO: MUNICIPALIDAD DISEÑO: ING. MARCELA ARRIVILLA O.	
ESCALA: INDICADA	FECHA: 18/10/2013
REPRESENTANTE: SUBORDINADO:	MARIO D. CONTRERAS MÉRICA PROFESOR

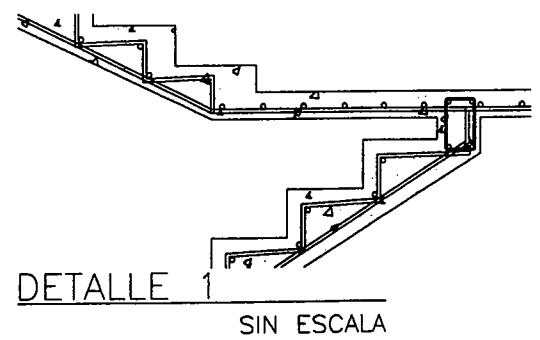




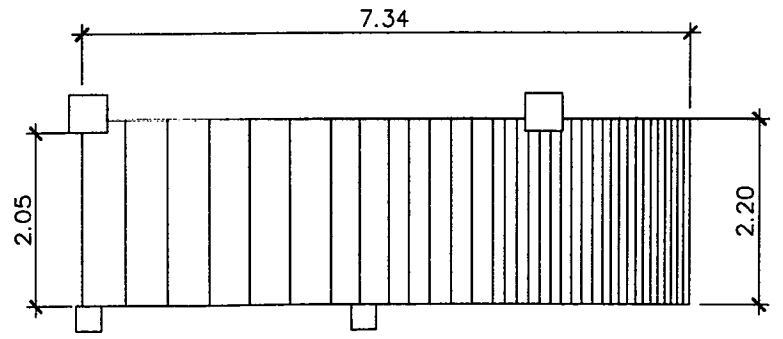
PLANTA GRADAS ESCALA 1:40



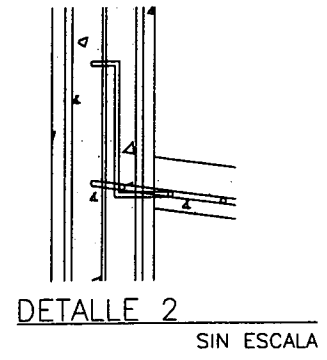
GRADAS ESCALA 1:25



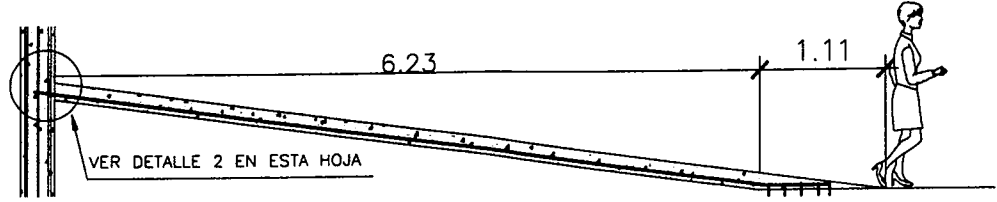
DETALLE 1 SIN ESCALA



PLANTA RAMPA ESCALA 1:40




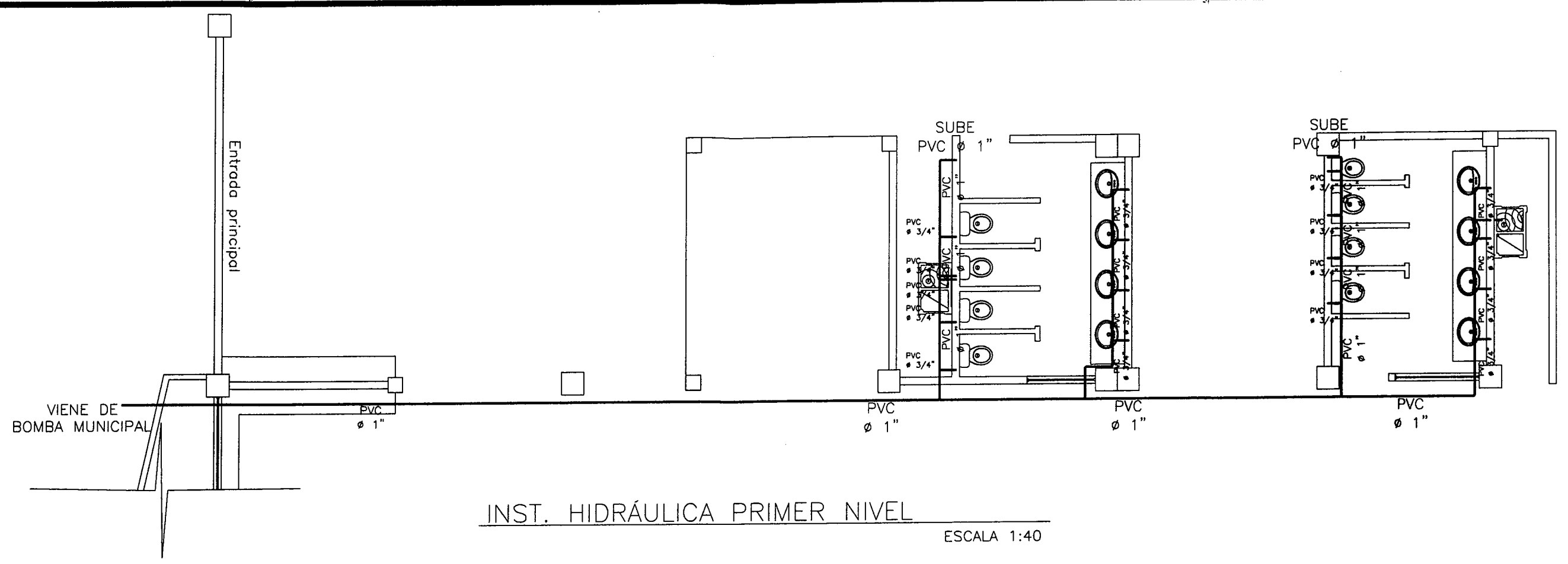
DETALLE 2 SIN ESCALA



No. 4 @ 0,15cms en ambos sentidos

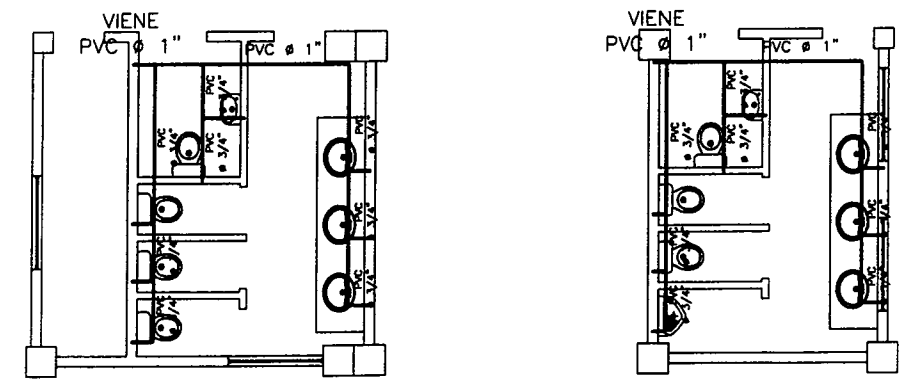
RAMPA SIN ESCALA

 <b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>UNIDAD DE E.P.S.</b>	
PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.	
PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.	
CALIDAD: MARIO DAVID CONTRERAS MÉRIDA DISEÑO: MARIO DAVID CONTRERAS MÉRIDA MUNICIPIO: MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA REPRESENTANTE: MARIO D. CONTRERAS MÉRIDA	ESCALA: INDICADA FECHA: OCTUBRE 2013 HOJA No: 15/23



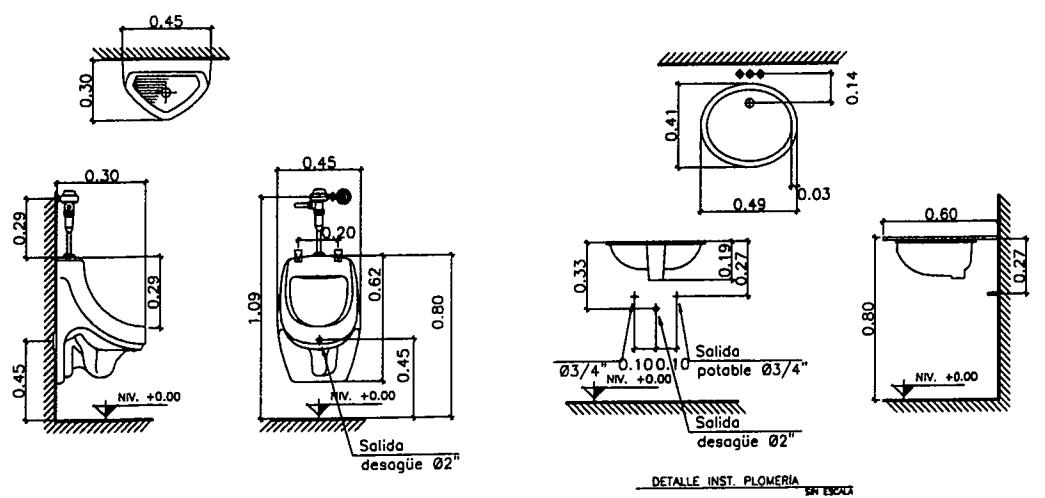
INST. HIDRÁULICA PRIMER NIVEL

ESCALA 1:40



INST. HIDRÁULICA SEGUNDO NIVEL


ESCALA 1:50



DETALLE INST. PLOMERIA

DETALLE INST. PLOMERIA

SIMBOLOGÍA INSTALACIONES HIDRÁULICAS	
Ø	DIÁMETRO
	TUBERÍA PVC DE AGUA POTABLE
⌒	CORDO 90° HORIZONTAL
∩	CORDO 90° VERTICAL
⊕	TEE 90° HORIZONTAL
○	REDUCIDOR DE 1" A 3/4"


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 UNIDAD DE E.P.S.

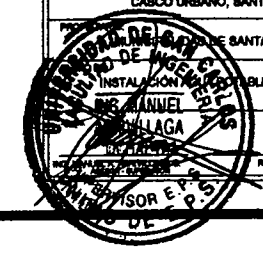
PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES  
 CABCO URBANO, SANTA CATERINA MTA, JUTIAPA

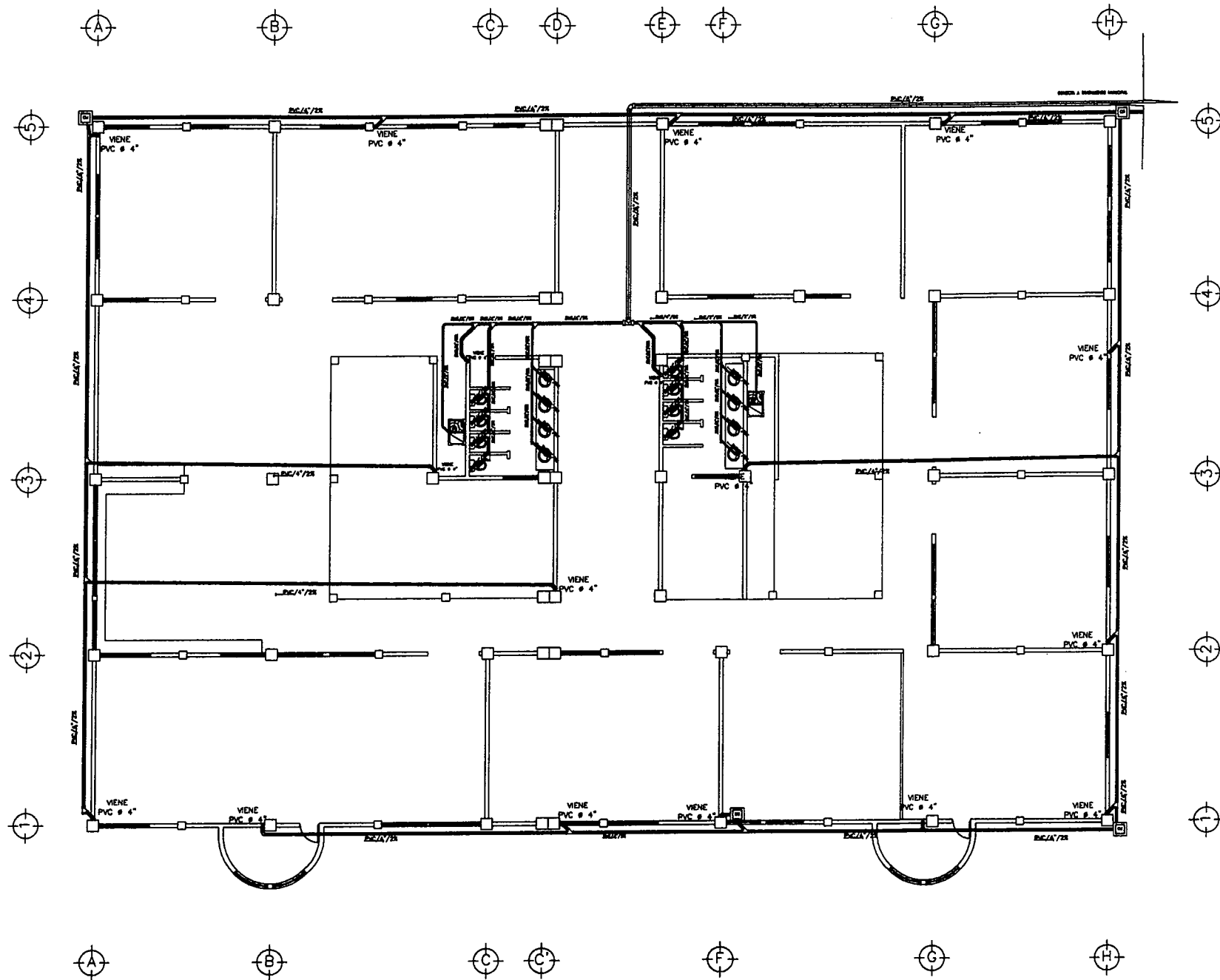
UBICACIÓN: SANTA CATERINA MTA, JUTIAPA  
 INSTALACION: INSTALACION DE AGUA POTABLE

DISEÑADO: MARIO DAVID CONTRERAS MÉRIDA  
 DISEÑO: MUNICIPALIDAD  
 REVISADO: DR. MANUEL A. ARRIVALLAGA O.

ESCALA: HOJAS  
 FECHA: HOJA Nº  
 OCTUBRE 2013 17  
 23

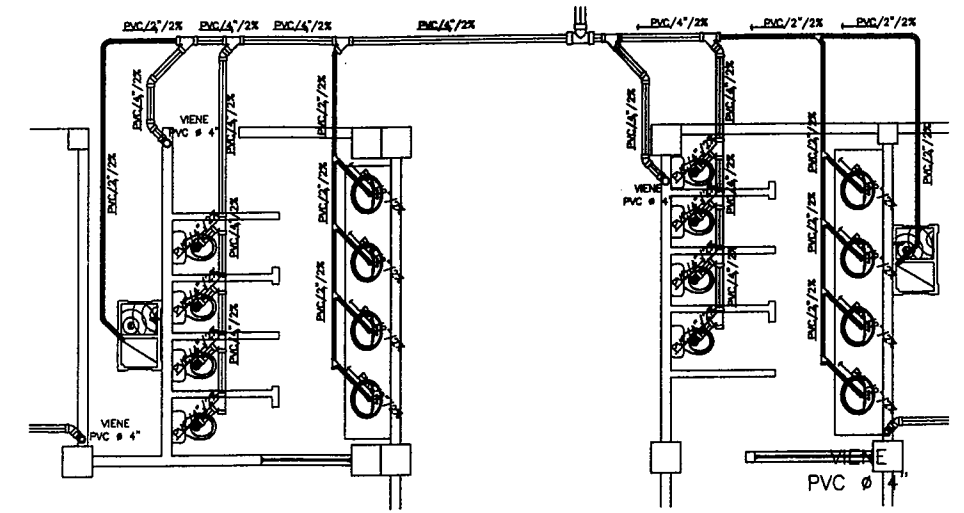
MARIO D. CONTRERAS MÉRIDA  
 INGENIERO EN PLUMBERIA





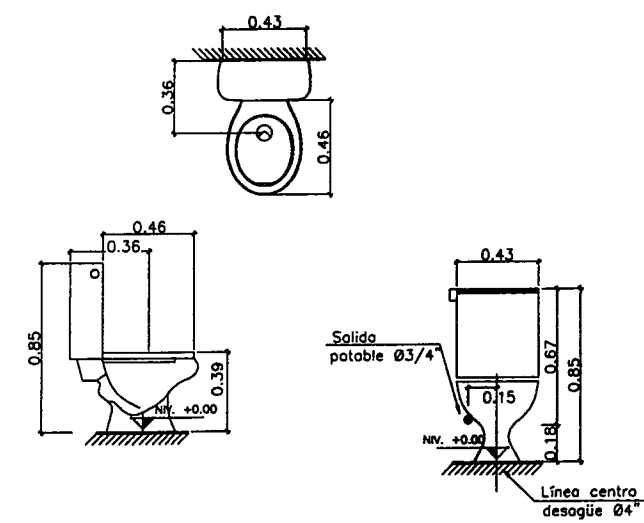
PLANTA DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL PRIMER NIVEL

ESCALA 1:100



PLANTA DRENAJE SANITARIO PRIMER NIVEL

ESCALA 1:50



DETALLE INST. PLOMERIA

SIMBOLOGIA DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL	
D.C.A./2x	INDICA PENDIENTE, DIÁMETRO Y DIRECCIÓN
—	TUBERÍA PVC DRENAJE
⌋	CODO 90° HORIZONTAL DIÁMETRO INDICADO
⌋	CODO 90° VERTICAL DIÁMETRO INDICADO
⌋	TEE 90° HORIZONTAL DIÁMETRO INDICADO
⌋	YEE 45° HORIZONTAL DIÁMETRO INDICADO
□	CAJA TIPO SEGÚN PLANO
⌋	CODO 45° HORIZONTAL DIÁMETRO INDICADO

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**UNIDAD DE E.P.S.**

---

PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PROFESOR: MANUEL A. ARRIVALLAGA O.

PROYECTISTA: MANUEL A. ARRIVALLAGA O.

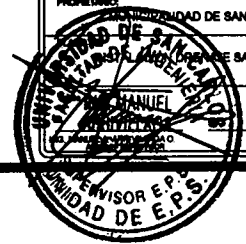
TÍTULO: DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL PRIMER NIVEL

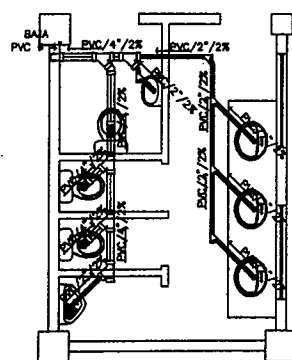
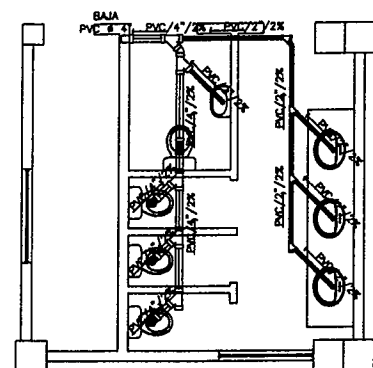
ESCALA: INDICADA

FECHA: OCTUBRE 2013

HOJA No. 18/23

REPRESENTANTE: MANUEL D. CONTRERAS MÉRIDA

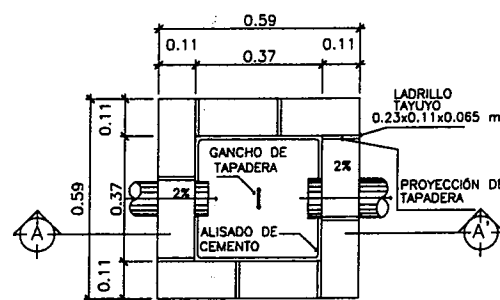




SIMBOLOGÍA DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL	
	INDICA PENDIENTE, DIÁMETRO Y DIRECCIÓN
	TUBERÍA PVC DRENAJE
	CODO 90° HORIZONTAL DIÁMETRO INDICADO
	CODO 90° VERTICAL DIÁMETRO INDICADO
	TEE 90° HORIZONTAL DIÁMETRO INDICADO
	YEE 45° HORIZONTAL DIÁMETRO INDICADO
	CAJA UNIFICADORA DE TUBERÍA
	CODO 45° HORIZONTAL DIÁMETRO INDICADO

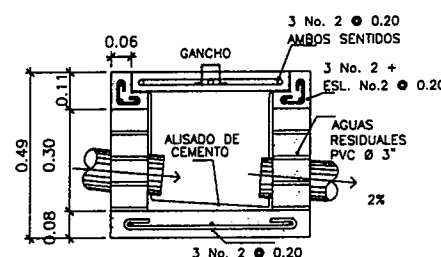
PLANTA DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1:50



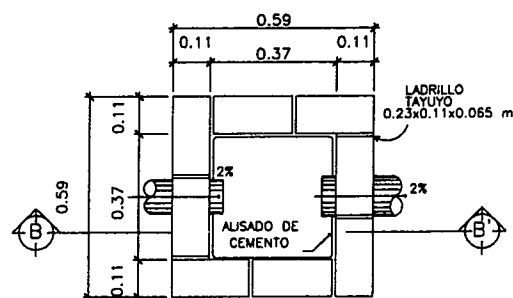
PLANTA CAJA DE REGISTRO (CR)

ESCALA 1:10



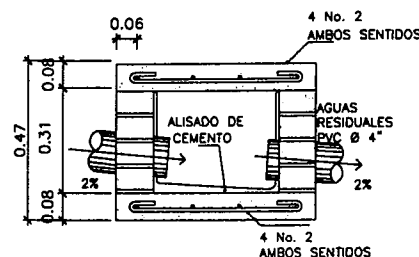
CORTE A-A'

ESCALA 1:10



PLANTA CAJA DE UNIÓN (CU)

ESCALA 1:10



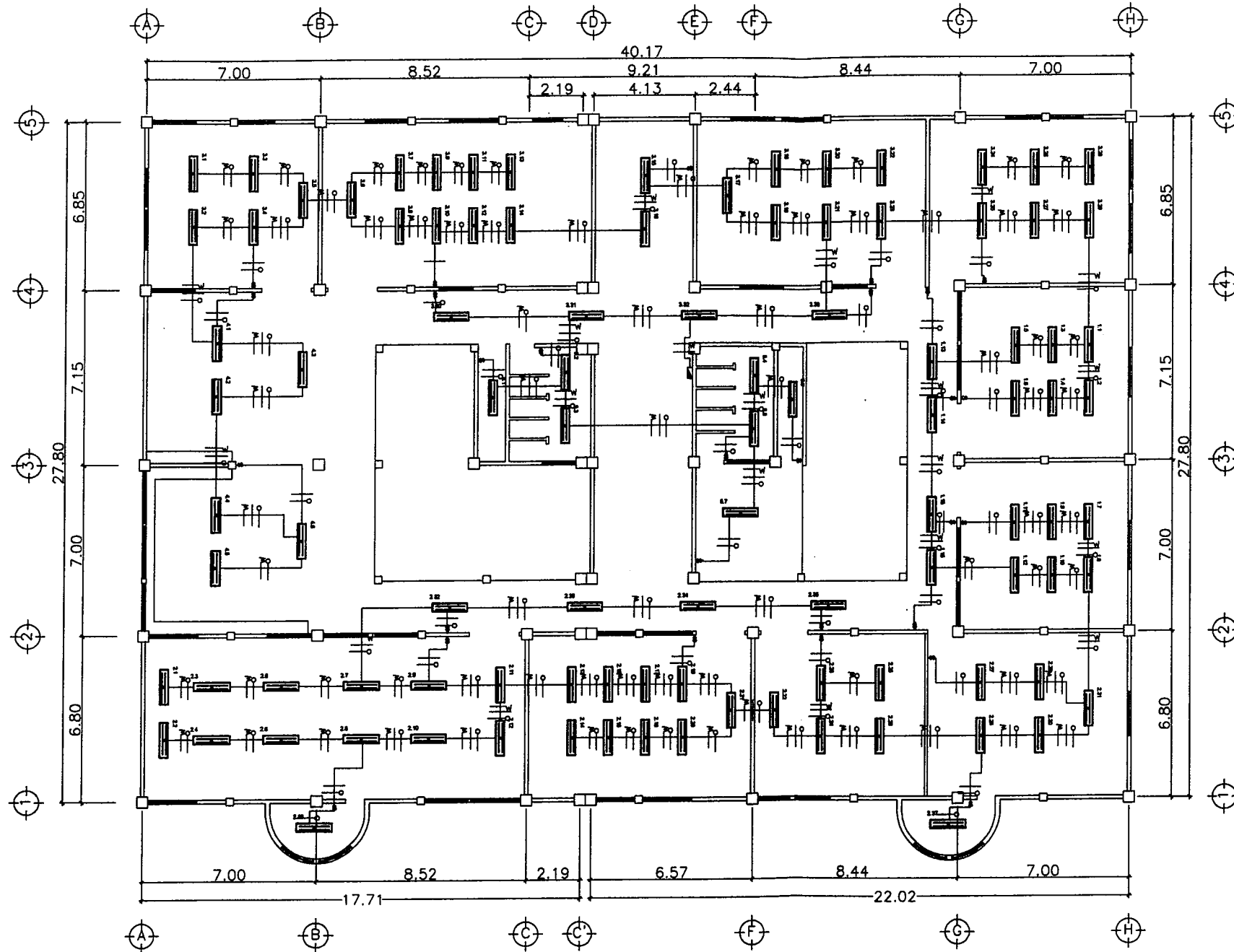
CORTE B-B'

ESCALA 1:10

MEZCLAS		
MORTERO	MATERIAL	CANTIDAD 1m3
Sabieta	Cemento	15 sacos
	Arena de río	17 carretadas
Cemido	Cemento	8 sacos
	Cal	11 bolsas
	Arena blanca	11 carretadas
Levantado de muro block 0.20*0.40	Cemento	6 sacos
	Cal	9 bolsas
	Arena amarilla	15 carretadas
Levantado ladrillo rústico	Cemento	4 sacos
	Cal	6 bolsas
	Arena amarilla	14 carretadas
Repello	Cemento	3 sacos
	Cal	5 bolsas
	Arena amarilla	12 carretadas
Piso	arena de río	3 carretadas
	Cal	12 bolsas
	Arena amarilla	18 carretadas
Cemido Cielos	Cemento	6 sacos
	Cal	4 sacos
	Arena blanca	9 carretadas

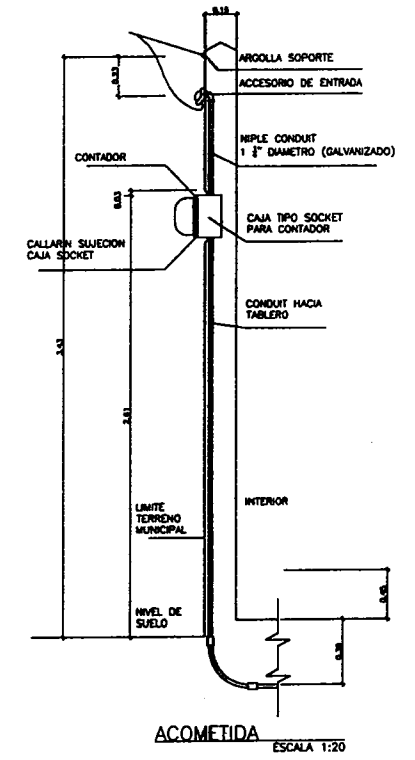
MATERIAL	
Cemento	4000 psi (f'c=281 Kg/cm <sup>2</sup> )
Arena amarilla	3/8"
Ladrillo	0.23x0.11x0.065 m
Varillas No. 2 y No. 3	Grado 40 ASTM A815
Varillas No. 4 a No. 8	Grado 60 ASTM A815
Block	0.14x0.19x0.39 m 75kg
Block	0.19x0.19x0.39 m 75kg
Agregados	3/4"

 <b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES BARCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.	
UBICACIÓN: SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.	
TÍTULO: INSTALACIONES SANITARIAS Y PLUVIALES SEGUNDO NIVEL.	
DISEÑADO POR: MARIO DAVID CONTRERAS MÉRIDA DIBUJADO POR: MARIO DAVID CONTRERAS MÉRIDA REVISADO POR: MARIO DAVID CONTRERAS MÉRIDA	ESCALA: INDICADA HOJA No. 18/23 FECHA: OCTUBRE 2013



PLANTA INSTALACIONES ELÉCTRICAS ILUMINACIÓN PRIMER NIVEL ESCALA 1:100

SIMBOLOGIA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 2 TUBOS DE 40W. x 48"
	CONDUCTOR NEUTRO
	CONDUCTOR VIVO
	CONDUCTOR DE RETORNO
	TUBERIA EN CIELO POLIDUCTO # 3/4"
	INTERRUPTOR SIMPLE A 1.05m SOBRE PISO
	INTERRUPTOR "THREE WAY" A 1.05m SOBRE PISO
TODOS LOS CONDUCTORES SON No. 12THHN	



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE E.P.S.

PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

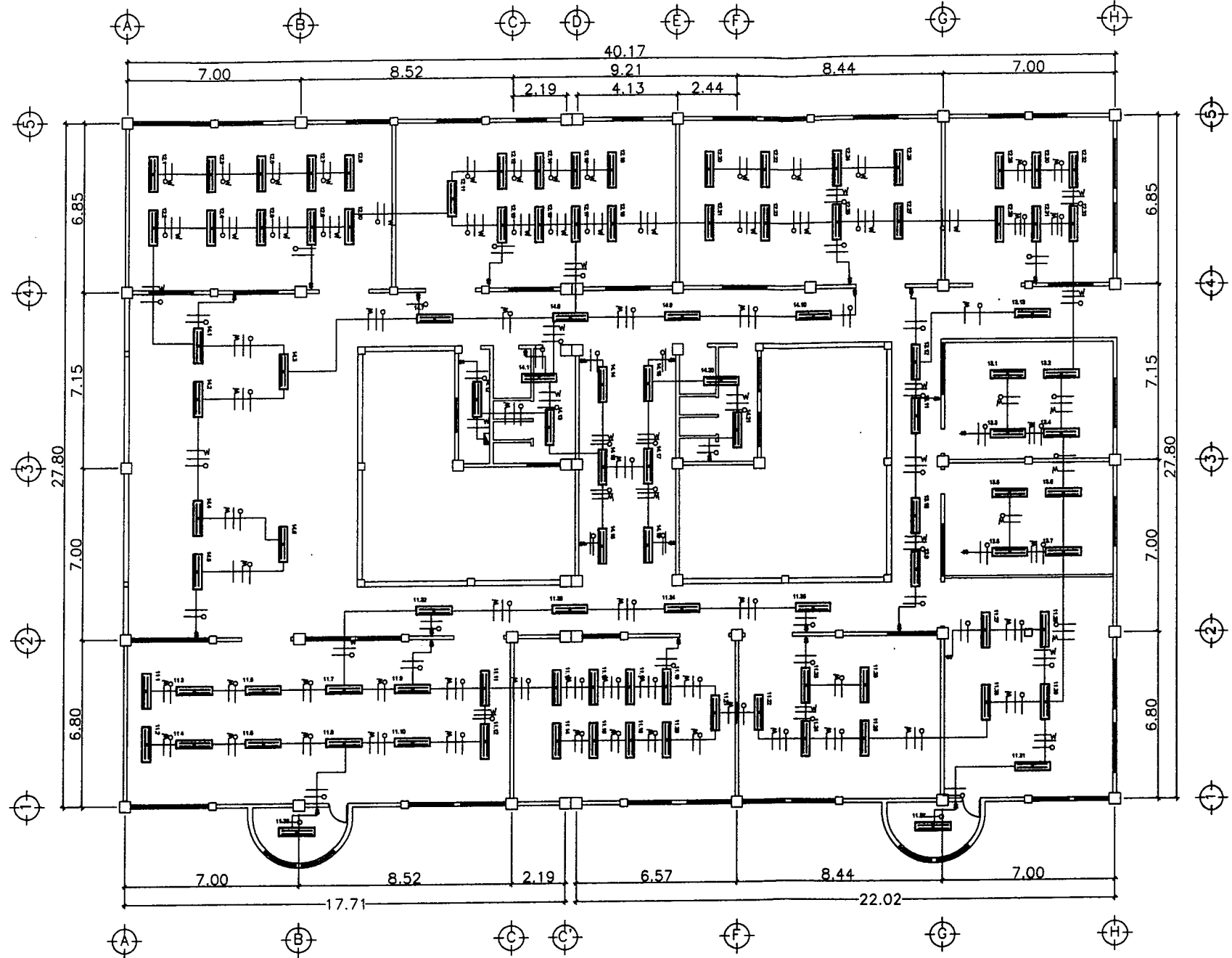
PROBLEMA: INSTALACIONES ELÉCTRICAS ILUMINACIÓN PRIMER NIVEL

PROFESOR: MARIO DAVID CONTRERAS MERIDA  
DISEÑO: MARIO DAVID CONTRERAS MERIDA  
REVISÓ: ING. MARIBEL A. ARRIVALLAGA O.

ESCALA: INDICADA  
FECHA: OCTUBRE 2013  
HORA: 20:23

MARIO D. CONTRERAS MERIDA  
INGENIERO





SIMBOLOGÍA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 2 TUBOS DE 40W. x 48"
	CONDUCTOR NEUTRO
	CONDUCTOR VIVO
	CONDUCTOR DE RETORNO
	TUBERÍA EN CIELO POLIDUCTO ø 3/4"
	INTERRUPTOR SIMPLE A 1.05m SOBRE PISO
	INTERRUPTOR "THREE WAY" A 1.05m SOBRE PISO
TODOS LOS CONDUCTORES SON No. 12THHN	

PLANTA INSTALACIONES ELÉCTRICAS ILUMINACIÓN SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1:100

**UNIVERSIDAD DE SAN-CARLOS DE GUATEMALA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE E.P.S.

PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

UNIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

INSTALACIONES ELÉCTRICAS ILUMINACIÓN SEGUNDO NIVEL

ELABORADO POR: MARIO DAVID CONTRERAS MÉNDEZ  
REVISADO POR: MARIO DAVID CONTRERAS MÉNDEZ  
DISEÑO: MUNICIPALIDAD  
REVISADO: ING. MARCELO A. ARRIVALLAGA O.

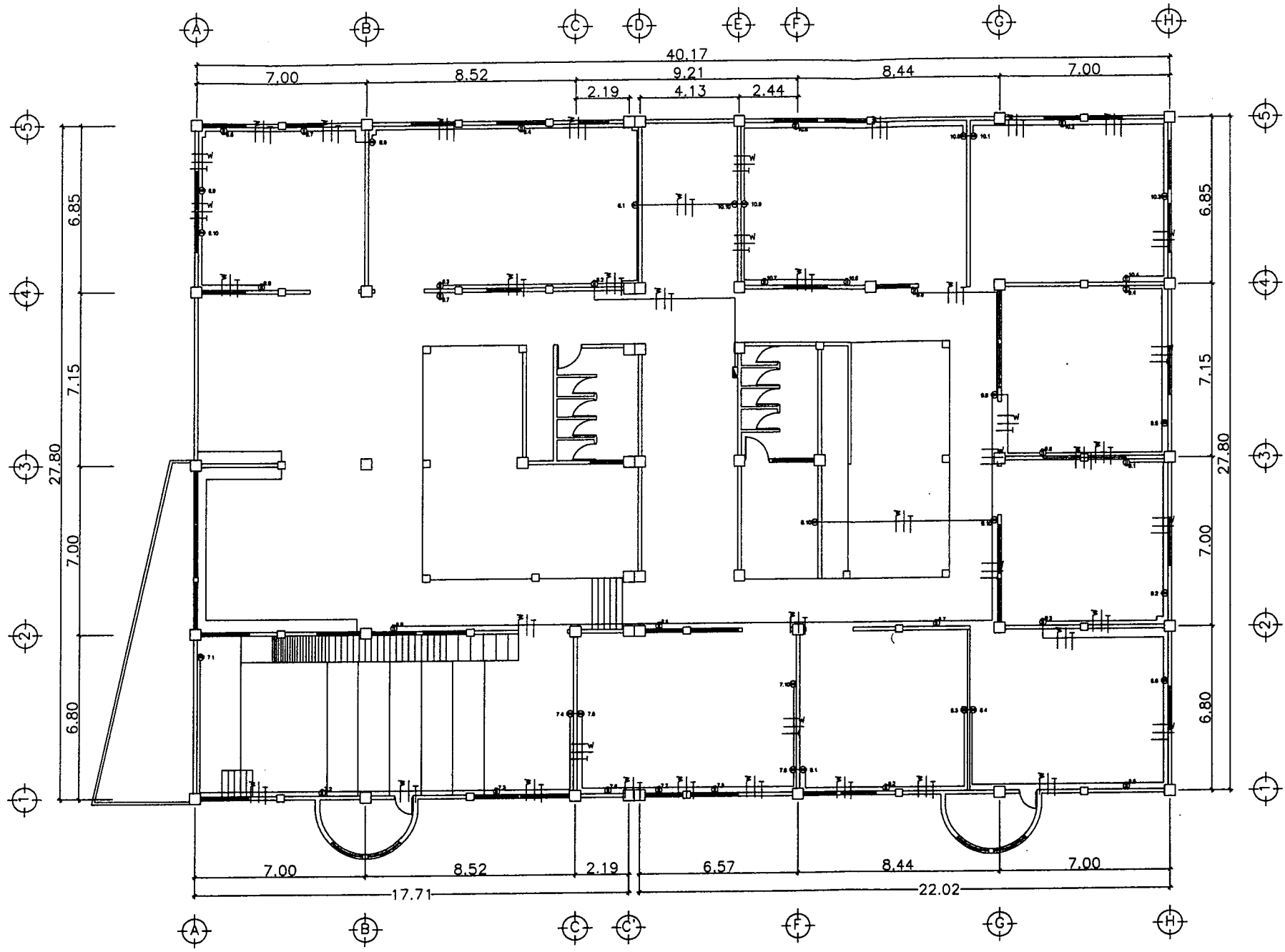
ESCALA: INDICADA

FECHA: OCTUBRE 2013

REPRESANTANTE: MARIO D. CONTRERAS MÉNDEZ

HOJA No. 21/23





SIMBOLOGÍA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS
	TOMACORRIENTE H=0.40
	CONDUCTOR NEUTRO
	CONDUCTOR VIVO
	CONDUCTOR DE TIERRA
	TUBERÍA EN PARED Y/O BAJO PISO POLIDUCTO ø 3/4"
TODOS LOS CONDUCTORES SON No. 12THHN	

CORRIENTE	CARGA	USO	CIRCUITO	L1	L2	CIRCUITO	USO	CARGA	CORRIENTE
10.67	1280	I	1	15 AMP.	25 AMP.	2	I	2960	24.67
22.00	2640	I	3	25 AMP.	15 AMP.	4	I	480	4.00
4.67	560	I	5	15 AMP.	25 AMP.	6	F	3000	25.00
25.00	3000	F	7	25 AMP.	25 AMP.	8	F	3000	25.00
25.00	3000	F	9	25 AMP.	25 AMP.	10	F	3000	25.00
			LIBRE				LIBRE		

DIAGRAMA UNIFILAR TIPO 1  
 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN, 12 CIRCUITOS 120/240 VOLTIOS  
 60 CICLOS C.A. CARGA NOMINAL 22920 WATTS  
 BARRAS DE 50 AMP.

PLANTA INSTALACIONES ELÉCTRICAS FUERZA PRIMER NIVEL ESCALA 1:100

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**UNIDAD DE E.P.S.**

PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

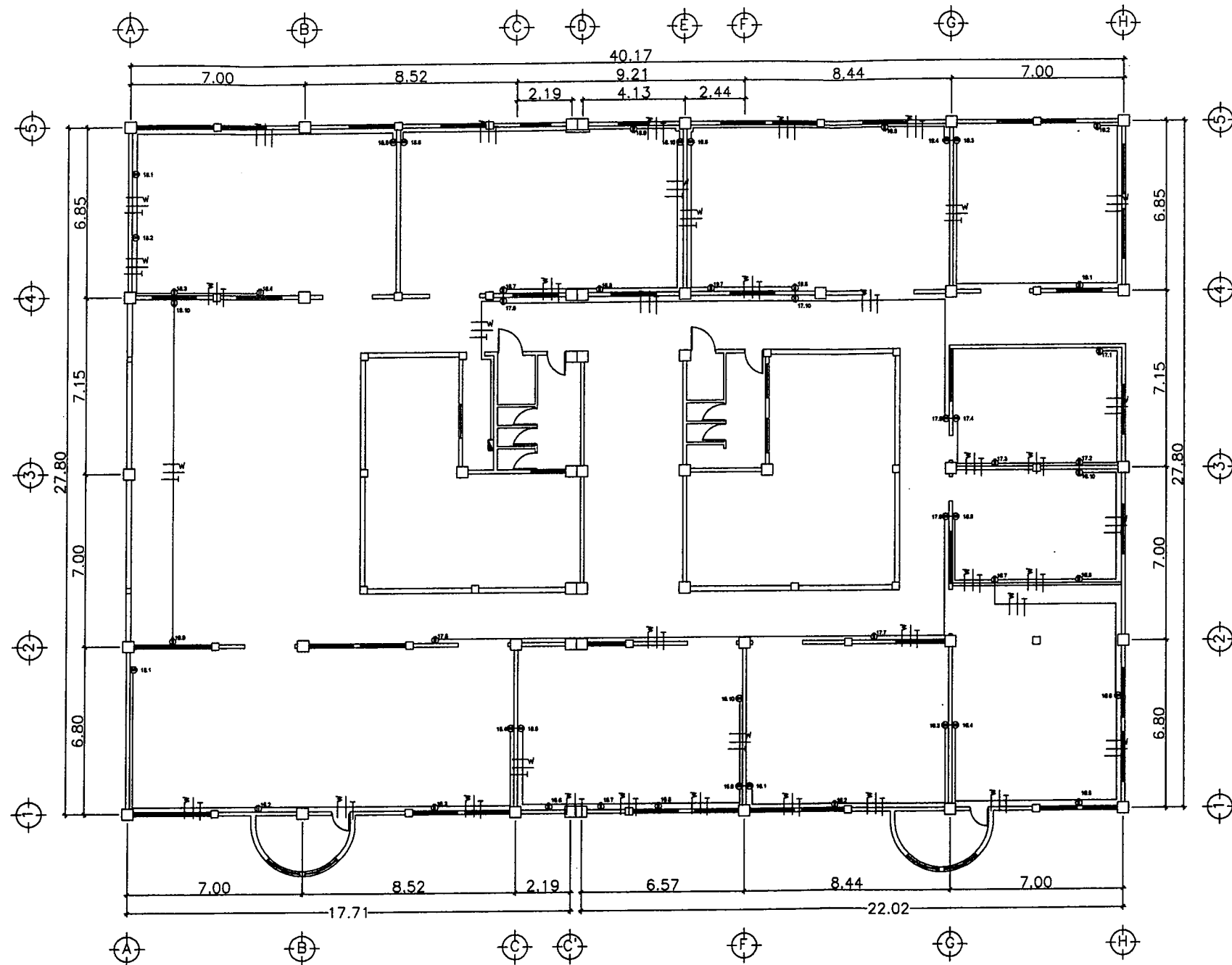
PROYECTADO POR: UNIVERSIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

REVISOR: INGENIERO MANUEL A. ARRIVALLAGA D.

ESCALA: INDICADA

FECHA: OCTUBRE 2013

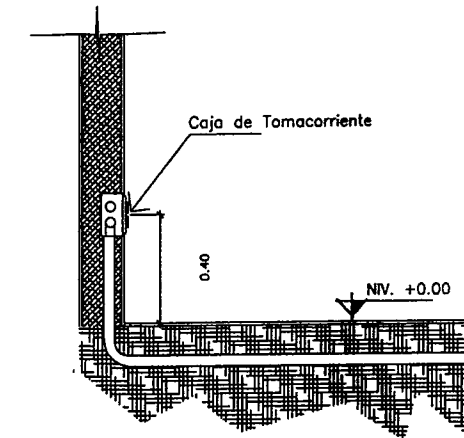
FOLIO: 22



PLANTA INSTALACIONES ELÉCTRICAS FUERZA SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1:100

SIMBOLOGÍA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS
	TOMACORRIENTE H=0.40
	CONDUCTOR NEUTRO
	CONDUCTOR VIVO
	CONDUCTOR DE TIERRA
	TUBERÍA EN PARED Y/O BAJO PISO POLIDUCTO $\phi$ 3/4"
TODOS LOS CONDUCTORES SON No. 12THHN	



TOMACORRIENTE SIN ESCALA

CORRIENTE	CARGA	USO	CIRCUITO	L1	L2	CIRCUITO	USO	CARGA	CORRIENTE
24.67	2960	I	11	25 AMP.	25 AMP.	12	I	2840	22.00
8.67	1040	I	13	15 AMP.	15 AMP.	14	I	1680	14.00
25.00	3000	F	16	25 AMP.	25 AMP.	18	F	3000	25.00
25.00	3000	F	17	25 AMP.	25 AMP.	18	F	3000	25.00
25.00	3000	F	19	25 AMP.	25 AMP.				
			LIBRE				LIBRE		
			LIBRE				LIBRE		

DIAGRAMA UNIFILAR TIPO 2  
 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN, 12 CIRCUITOS 120/240 VOLTIOS  
 60 CICLOS C.A. CARGA NOMINAL 23320 WATTS  
 BARRAS DE 50 AMP.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 UNIDAD DE E.P.S.

PROYECTO: CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES  
 CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

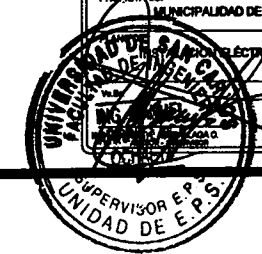
PROYECTO: INSTALACIONES ELÉCTRICAS FUERZA SEGUNDO NIVEL

INGENIERO: MARIO DAVID CONTRERAS MÉRIDA  
 REPRESENTANTE MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

ESCALA: INDICADA

FECHA: OCTUBRE 2013

HOJA No. 23 / 23



## **ANEXOS**

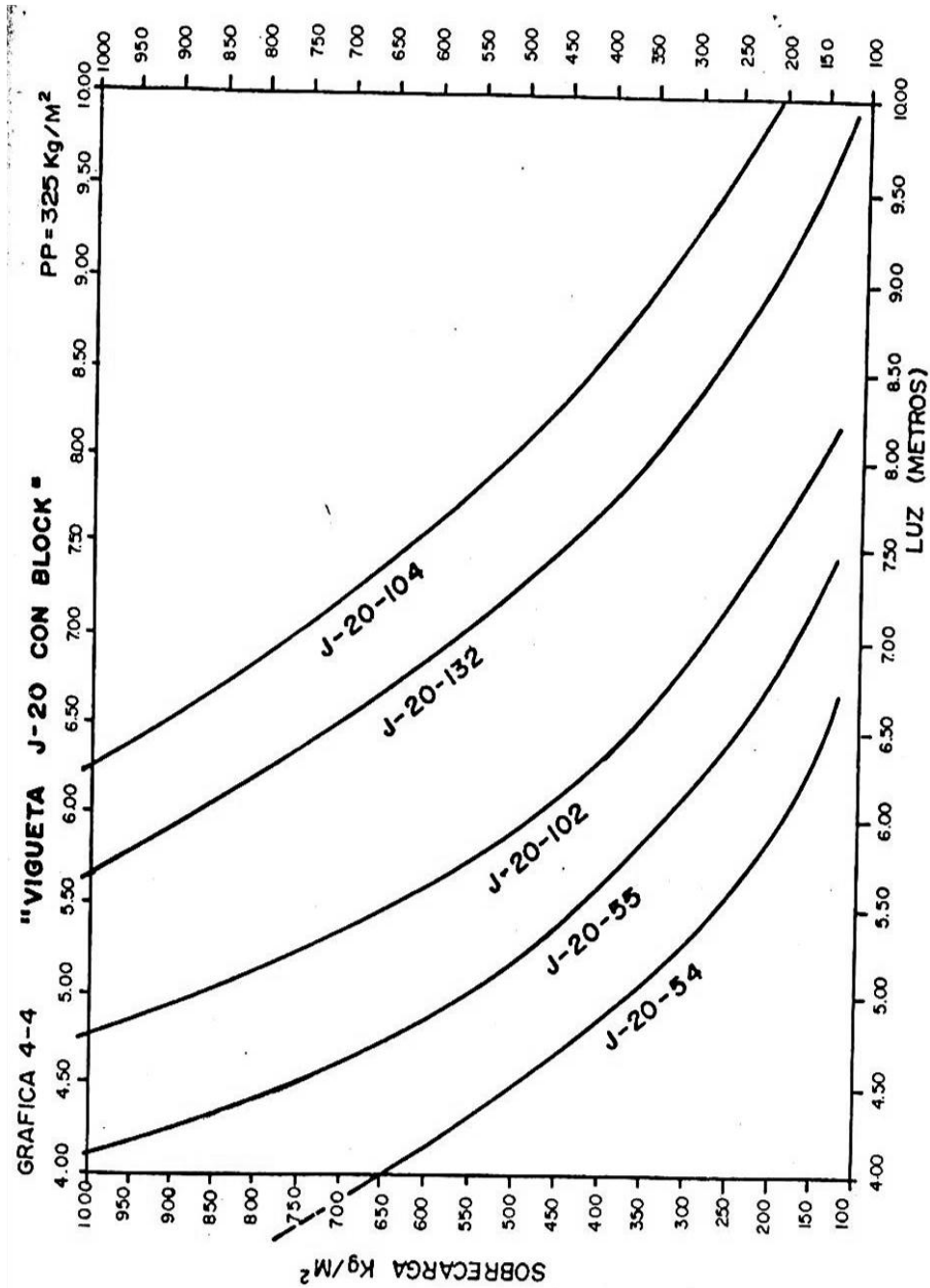


Anexo 1. Factores de capacidad de carga de Terzaghi

$\phi$	$N_c'$	$N_q'$	$N_r'$	$\phi$	$N_c'$	$N_q'$	$N_r'$
0	5.70	1.00	0.00	26	15.53	6.05	2.59
1	5.90	1.07	0.005	27	16.30	6.54	2.88
2	6.10	1.14	0.02	28	17.13	7.07	3.29
3	6.30	1.22	0.04	29	18.03	7.66	3.76
4	6.51	1.30	0.055	30	18.99	8.31	4.39
5	6.74	1.39	0.074	31	20.03	9.03	4.83
6	6.97	1.49	0.10	32	21.16	9.82	5.51
7	7.22	1.59	0.128	33	22.39	10.69	6.32
8	7.47	1.70	0.16	34	23.72	11.67	7.22
9	7.74	1.82	0.20	35	25.18	12.75	8.35
10	8.02	1.94	0.24	36	26.77	13.97	9.41
11	8.32	2.08	0.30	37	28.51	15.32	10.90
12	8.63	2.22	0.35	38	30.43	16.85	12.75
13	8.96	2.38	0.42	39	32.53	18.56	14.71
14	9.31	2.55	0.48	40	34.87	20.50	17.22
15	9.67	2.73	0.57	41	37.45	22.70	19.75
16	10.06	2.92	0.67	42	40.33	25.21	22.50
17	10.47	3.13	0.76	43	43.54	28.06	26.25
18	10.90	3.36	0.88	44	47.13	31.34	30.40
19	11.36	3.61	1.03	45	51.17	35.11	36.00
20	11.85	3.88	1.12	46	55.73	39.48	41.70
21	12.37	4.17	1.35	47	60.91	44.45	49.30
22	12.92	4.48	1.55	48	66.80	50.46	59.25
23	13.51	4.82	1.74	49	73.55	57.41	71.45
24	14.14	5.20	1.97	50	81.31	65.60	85.75
25	14.80	5.60	2.25				

Fuente: DAS, Braja. Principio de Ingeniería de Cimentaciones. p. 158.

Anexo 2. Selección de vigueta para losa de vigueta y bovedilla



Fuente: SIC, Ángel Roberto. Guía Teórica y práctica del curso concreto armado 2. p. 88.