



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

**DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES  
EN LA CABECERA MUNICIPAL Y DISEÑO DE PUESTO DE SALUD PARA  
LA ALDEA EL LLANO, YUPILTEPEQUE, JUTIAPA**

**Alexander Samayoa Argueta**

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, septiembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES  
EN LA CABECERA MUNICIPAL Y DISEÑO DE PUESTO DE SALUD PARA  
LA ALDEA EL LLANO, YUPILTEPEQUE, JUTIAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ALEXANDER SAMAYOA ARGUETA**

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2014

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. Narda Lucía Pacay Barrios
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

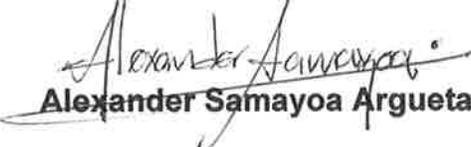
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **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 EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES EN LA CABECERA MUNICIPAL Y DISEÑO DE PUESTO DE SALUD PARA LA ALDEA EL LLANO, YUPILTEPEQUE, JUTIAPA**

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

  
**Alexander Samayoa Argueta**



Guatemala, 09 de julio de 2014  
Ref.EPS.DOC.721.07.14

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

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Alexander Samayoa Argueta** con carné No. **200718845**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DE UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES EN LA CABECERA MUNICIPAL Y DISEÑO DE UN PUESTO DE SALUD PARA LA ALDEA EL LLANO, YUPILTEPEQUE JUTIAPA.**

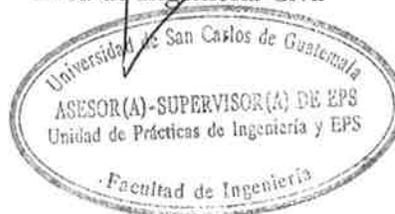
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochoaeta  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
MAAO/ra



Guatemala, 05 de agosto de 2014  
Ref.EPS.D.415.08.14

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES EN LA CABECERA MUNICIPAL Y DISEÑO DE UN PUESTO DE SALUD PARA LA ALDEA EL LLANO, YUPILTEPEQUE JUTIAPA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Alexander Samayoa Argueta, carné 200718845**, 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"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS

SJRS/ra





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

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

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



Guatemala,  
1 de agosto de 2014

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

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES EN LA CABECERA MUNICIPAL Y DISEÑO DE PUESTO DE SALUD PARA LA ALDEA EL LLANO, YUPILTEPEQUE JUTIAPA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Alexander Samayoa Argueta, quien contó con la asesoría del Ingeniero 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

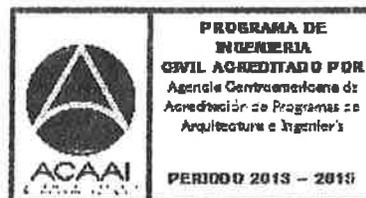
  
Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San  
Carlos de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de Lingüística

Guatemala, 17 de septiembre de 2014  
Ling.28/14

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 **Alexander Samayoa Argueta**, con número de carné: **2007-18845** el cual fue aprobado de acuerdo al protocolo como: **DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES EN LA CABECERA MUNICIPAL Y DISEÑO DE PUESTO DE SALUD PARA LA ALDEA EL LLANO, YUPILTEPEQUE 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 EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES EN LA CABECERA MUNICIPAL Y DISEÑO DE PUESTO DE SALUD PARA LA ALDEA EL LLANO, YUPILTEPEQUE, JUTIAPA.**



Licenciada Rosa Amelia González Domínguez  
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. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Alexander Samayoa Argueta, titulado **DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES EN LA CABECERA MUNICIPAL Y DISEÑO DE PUESTO DE SALUD PARA LA ALDEA EL LLANO, YUPILTEPEQUE, JUTIAPA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, septiembre 2014

/bbdeb.

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





DTG. 481.2014

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 EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES EN LA CABECERA MUNICIPAL Y DISEÑO DE PUESTO DE SALUD PARA LA ALDEA EL LLANO, YUPILTEPEQUE, JUTIAPA**, presentado por el estudiante universitario **Alexander Samayoa Argueta**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 18 de septiembre de 2014

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Creador del universo, por guiarme por el buen camino y por brindarme la sabiduría, el valor, y el espíritu de lucha.
<b>Mis padres</b>	Abimael Samayoa Salguero y Ena Lesbia Argueta Arévalo, por brindarme todo el amor, cariño y hacer de mí lo que soy ahora.
<b>Mi hermana</b>	Leslie Judith Samayoa Argueta, por brindarme todo su cariño y apoyo.
<b>Mi familia</b>	En especial a mis abuelos Sabino Argueta (q.d.e.p.), Lidia Arévalo, y mis tíos Belna Argueta, Daniel Argueta, Roel Argueta, Rolmy Argueta y Benigno Samayoa por el apoyo que me han brindado.
<b>Mi novia</b>	Por formar parte de mi vida.
<b>Mis amigos</b>	Que siempre fueron un apoyo a lo largo de mi carrera universitaria.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por darme la oportunidad de superarme académicamente.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por ser una importante influencia en mi carrera.
<b>Ingeniero</b>	Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta, por la asesoría dada a lo largo de la realización de este trabajo.
<b>Municipalidad de Yupiltepeque</b>	Por su aporte, en cuanto a la realización del presente trabajo.
<b>Mis compañeros de la Facultad de Ingeniería</b>	

Y para todas esas personas que de una u otra forma prestaron su ayuda y colaboración para el desarrollo del presente trabajo de graduación.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XV
GLOSARIO .....	XIX
RESUMEN.....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN .....	XXVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía del municipio de Yupiltepeque, Jutiapa .....	1
1.1.1. Generalidades .....	1
1.1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.1.1.2. Límites y colindancias.....	2
1.1.1.3. Centros poblados.....	3
1.1.1.4. Topografía.....	4
1.1.1.5. Hidrografía .....	4
1.1.1.6. Clima .....	4
1.1.1.7. Vías de comunicación.....	5
1.1.1.8. Servicios básicos .....	5
1.1.1.8.1. Agua potable .....	5
1.1.1.8.2. Drenajes .....	6
1.1.1.8.3. Energía eléctrica.....	6
1.1.1.8.4. Servicios públicos.....	6
1.1.2. Aspectos sociales .....	6
1.1.2.1. Demografía .....	7
1.1.2.2. Religión.....	7

	1.1.2.3.	Educación.....	7
1.1.3.		Diagnóstico de necesidades en infraestructura y servicios básicos .....	8
	1.1.3.1.	Descripción de las necesidades .....	8
	1.1.3.2.	Priorización de las necesidades .....	8
1.2.		Monografía de la aldea El Llano, Yupiltepeque.....	9
	1.2.1.	Generalidades.....	9
	1.2.1.1.	Ubicación y localización .....	9
	1.2.1.2.	Limites y colindancias .....	10
	1.2.1.3.	Topografía .....	10
	1.2.1.4.	Clima .....	10
	1.2.1.5.	Servicios.....	11
		1.2.1.5.1. Agua potable .....	11
		1.2.1.5.2. Energía eléctrica .....	11
		1.2.1.5.3. Drenajes.....	11
		1.2.1.5.4. Salud.....	11
1.2.2.		Aspectos sociales.....	12
	1.2.2.1.	Demografía.....	12
	1.2.2.2.	Religión .....	13
	1.2.2.3.	Educación.....	13
1.2.3.		Diagnóstico de necesidades en infraestructura y servicios básicos .....	13
	1.2.3.1.	Descripción de las necesidades .....	13
	1.2.3.2.	Priorización de las necesidades .....	14
2.		DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES EN LA CABECERA MUNICIPAL .....	15
2.1.		Análisis y diseño arquitectónico .....	15
	2.1.1.	Ubicación del edificio en el terreno.....	15

2.1.2.	Distribución de ambientes.....	15
2.1.3.	Altura del edificio .....	16
2.2.	Estudio de suelos para cimentaciones .....	16
2.2.1.	Ensayo de compresión triaxial .....	16
2.2.2.	Determinación del valor soporte .....	17
2.3.	Análisis y diseño estructural .....	19
2.3.1.	Predimensionamiento de elementos estructurales .....	19
2.3.1.1.	Sección de columnas.....	19
2.3.1.2.	Sección de vigas.....	20
2.3.1.3.	Losas .....	21
2.3.1.4.	Cimientos.....	22
2.3.2.	Modelos matemáticos de marcos rígidos .....	22
2.3.2.1.	Cargas aplicadas en los marcos dúctiles .....	25
2.3.2.2.	Cargas verticales en marcos dúctiles .....	25
2.3.2.2.1.	Cargas vivas.....	26
2.3.2.2.2.	Cargas muertas .....	26
2.3.2.3.	Cálculo de cargas verticales.....	26
2.3.2.4.	Fuerzas sísmicas.....	29
2.3.2.5.	Cargas horizontales en marcos dúctiles .....	32
2.3.2.5.1.	Distribución de fuerzas por nivel .....	32
2.3.2.5.2.	Fuerzas por marco .....	33
2.3.3.	Análisis de marcos rígidos por el método de Kani .....	40
2.3.3.1.	Método de Kani para carga viva .....	43

	2.3.3.2.	Método de Kani para carga muerta .....	48
	2.3.3.3.	Método de Kani para fuerza sísmica ....	49
	2.3.3.4.	Momentos últimos por envolventes de momentos.....	54
	2.3.3.5.	Diagrama de cortes últimos en marcos rígidos.....	57
2.4.		Análisis estructural utilizando el programa ETABS .....	60
	2.4.1.	Comparación del análisis y diseño estructural con el programa ETABS.....	60
2.5.		Estructuración del diseño de los elementos .....	65
	2.5.1.	Análisis y diseño de losas .....	66
	2.5.1.1.	Losas del nivel 1.....	66
	2.5.1.2.	Losas del nivel 2.....	77
	2.5.2.	Análisis y diseño de vigas .....	78
	2.5.3.	Análisis y diseño de las columnas.....	85
	2.5.3.1.	Cálculo de la esbeltez de la columna.....	87
	2.5.3.2.	Magnificación de momentos.....	89
	2.5.3.3.	Refuerzo longitudinal.....	90
	2.5.3.4.	Refuerzo transversal .....	93
	2.5.3.5.	Refuerzo por confinamiento columnas del primer nivel.....	94
	2.5.3.6.	Cálculo del espaciamiento entre estribos en la zona confinada de columnas del primer nivel.....	94
	2.5.4.	Diseño del cimiento .....	95
	2.5.4.1.	Tipo de cimiento a utilizar .....	96
	2.5.4.2.	Diseño de zapatas.....	96

	2.5.4.2.1.	Cálculo de cargas de trabajo .....	96
	2.5.4.2.2.	Cálculo del área.....	97
	2.5.4.2.3.	Chequeo de presión sobre el suelo .....	97
	2.5.4.2.4.	Espesor de la zapata....	98
	2.5.4.2.5.	Chequeo por corte simple .....	98
	2.5.4.2.6.	Chequeo esfuerzo de corte punzonante .....	100
	2.5.4.2.7.	Diseño del refuerzo por flexión .....	100
2.5.5.	Diseño de escaleras .....		102
	2.5.5.1.	Escaleras simplemente apoyadas .....	102
	2.5.5.1.1.	Estableciendo valores para huellas y contrahuellas .....	103
	2.5.5.1.2.	Determinación de cargas.....	104
	2.5.5.1.3.	Cálculo de corte y momento flexionante ..	104
	2.5.5.1.4.	Área de acero a flexión .....	104
2.6.	Diseño de instalaciones.....		107
	2.6.1.	Instalaciones hidráulicas.....	107
	2.6.2.	Instalación de drenaje.....	109
	2.6.2.1.	Drenaje pluvial .....	112
	2.6.3.	Instalación eléctrica .....	113
2.7.	Elaboración de presupuesto .....		115

2.8.	Estudio de Impacto Ambiental inicial.....	117
2.8.1.1.	Medidas de mitigación.....	120
3.	DISEÑO DE PUESTO DE SALUD PARA LA ALDEA EL LLANO.....	121
3.1.	Descripción del proyecto.....	121
3.2.	Diseño arquitectónico.....	121
3.2.1.	Distribución de ambientes.....	122
3.2.2.	Distribución de espacios.....	122
3.2.2.1.	Sala de espera.....	122
3.2.2.2.	Salas de consulta.....	122
3.2.2.3.	Sala de maternidad.....	122
3.2.2.4.	Emergencias.....	123
3.2.2.5.	Servicio sanitario.....	123
3.2.2.6.	Bodega de limpieza.....	123
3.2.2.7.	Puertas.....	123
3.2.2.8.	Ventanas.....	123
3.2.2.9.	Alturas.....	123
3.3.	Diseño de la cubierta.....	124
3.3.1.	Costaneras.....	125
3.3.1.1.	Separación máxima entre costaneras.....	126
3.3.1.2.	Cálculo de las fuerzas actuantes en costaneras.....	126
3.3.1.3.	Cálculo del módulo de la sección.....	128
3.3.1.4.	Chequeo de cortante.....	129
3.3.1.5.	Chequeo por deflexión.....	129
3.3.2.	Tendales.....	130
3.3.2.1.	Cálculo de las fuerzas actuantes en costaneras.....	130

	3.3.2.2.	Cálculo del módulo de la sección .....	132
	3.3.3.	Diseño del perno.....	134
3.4.		Diseño de estructuras en mampostería .....	135
	3.4.1.	Método simplificado .....	136
	3.4.1.1.	Determinación del centro de masa y centro de rigidez .....	136
	3.4.1.2.	Análisis de sismo .....	141
	3.4.1.3.	Análisis de viento.....	144
	3.4.1.4.	Determinación de momentos de volteo, fuerza de corte y de torsión....	146
	3.4.1.5.	Cálculo del esfuerzo de corte y flexión .....	150
	3.4.1.6.	Diseño de muros.....	153
3.5.		Diseño de cimiento corrido .....	160
	3.5.1.	Presión actuante (qact).....	161
	3.5.2.	Diseño del espesor del cimiento .....	162
3.6.		Diseño de instalaciones.....	166
	3.6.1.	Instalaciones hidráulicas.....	166
	3.6.2.	Instalación de drenaje.....	168
	3.6.3.	Instalación eléctrica .....	169
3.7.		Elaboración de presupuesto .....	171
CONCLUSIONES .....			173
RECOMENDACIONES.....			175
BIBLIOGRAFÍA.....			177
APÉNDICES .....			179
ANEXOS .....			183



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa de ubicación de Yupiltepeque respecto al departamento de Jutiapa.....	2
2.	Sección de columna.....	20
3.	Sección de viga.....	21
4.	Planta típica del primer y segundo nivel.....	23
5.	Planta típica de vigas del primer y segundo nivel .....	24
6.	Elevación marco típico sentido Y .....	24
7.	Elevación marco típico sentido X .....	25
8.	Elevación marco típico sentido X .....	39
9.	Elevación marco típico sentido Y .....	40
10.	Diagrama de momentos en vigas por carga viva en Kg-m.....	47
11.	Diagrama de momentos en columnas por carga viva en Kg-m.....	47
12.	Diagrama de momentos en vigas por carga muerta en Kg-m.....	48
13.	Diagrama de momentos en columnas carga muerta en Kg-m .....	48
14.	Diagrama de momentos en vigas del marco B por fuerza sísmica en Kg-m .....	53
15.	Diagrama de momentos en columnas del marco B fuerza sísmica Kg-m .....	53
16.	Diagrama de momentos últimos en las vigas marco B - Kg-m.....	55
17.	Diagrama de momentos últimos en columnas marco B - Kg-m .....	56
18.	Diagrama de momentos últimos en las vigas - Kg-m .....	56
19.	Diagrama de momentos últimos en las columnas - Kg-m .....	57
20.	Diagrama de cortes últimos en las vigas marco B - Kg-m.....	58
21.	Diagrama de cortes últimos en las columnas marco B - Kg-m.....	59

22.	Diagrama de cortes últimos en las vigas marco 1 - Kg-m.....	59
23.	Diagrama de cortes últimos en las columnas marco 1 - Kg-m.....	59
24.	Diagrama de momentos últimos en las vigas marco B Kg-m.....	62
25.	Diagrama de momentos últimos en columnas marco B Kg-m .....	62
26.	Diagrama de momentos últimos en las vigas marco 1 Kg-m.....	63
27.	Diagrama de momentos últimos en las vigas marco 1 Kg-m .....	63
28.	Diagrama de cortes en las vigas marco B Kg-m.....	63
29.	Diagrama de cortes en las columnas marco B Kg-m.....	64
30.	Diagrama de cortes en las vigas marco 1 Kg-m .....	64
31.	Diagrama de cortes en las columnas marco 1 Kg-m .....	64
32.	Planta típica de distribución de losa.....	67
33.	Planta de momentos actuantes en losa del nivel 1 .....	70
34.	Ecuaciones para encontrar los momentos balanceados.....	71
35.	Planta de momentos balanceados del nivel 1.....	73
36.	Diagrama de momentos finales en el tramo A - B marco B .....	79
37.	Diagrama de corte en el tramo A - B marco B .....	80
38.	Armado de viga en el tramo A - B.....	83
39.	Armado final de viga en el tramo A-B .....	85
40.	Columna B-2 sentido Y .....	86
41.	Armado final de columna típica.....	95
42.	Chequeo por corte .....	99
43.	Armado final de zapata .....	102
44.	Esquema de armado y secciones en un tramo de gradas .....	106
45.	Detalle de área tributaria.....	126
46.	Carga distribuida en la costanera .....	127
47.	Detalle de área tributaria.....	131
48.	Detalle de carga puntual .....	132
49.	Detalle del tendal doble .....	132
50.	Área tributaria en el muro No. 1 .....	153

51.	Figura del cimientto corrido .....	160
52.	Longitud de punzonamiento X.....	163
53.	Diseño por flexión .....	164

## TABLAS

I.	Lista de centros poblados .....	3
II.	Establecimientos existentes en el municipio.....	7
III.	Población total con base al XI Censo de Población y VI de Habitación (INE, 2002).....	12
IV.	Población estimada para el año 2014.....	12
V.	Cargas aplicadas en el nivel 2 .....	26
VI.	Cargas aplicadas en el nivel 1 .....	27
VII.	Resultados de cargas verticales en el primer nivel .....	27
VIII.	Resultados de cargas verticales en el segundo nivel.....	28
IX.	Peso del nivel 2.....	30
X.	Peso del nivel 1 .....	30
XI.	Peso total de la estructura .....	31
XII.	Cálculo de la fuerza por nivel.....	33
XIII.	Centro de rigidez en Y nivel 2 .....	35
XIV.	Centro de rigidez en X nivel 2 .....	36
XV.	Centro de rigidez en Y del nivel 1 .....	37
XVI.	Centro de rigidez en X del nivel 2 .....	37
XVII.	Fuerza por marco sentido X nivel 2.....	38
XVIII.	Fuerza por marco sentido Y nivel 2.....	38
XIX.	Fuerza por marco sentido X nivel 1.....	39
XX.	Fuerza por marco sentido Y nivel 1.....	39
XXI.	Datos comparativos de momentos Kg-m en el marco B Excel vs. Etabs .....	60

XXII.	Balance de momentos.....	71
XXIII.	Momentos balanceados .....	72
XXIV.	Área de acero requerida eje Y.....	76
XXV.	Área de acero requerida eje X.....	76
XXVI.	Área de acero requerida eje Y.....	78
XXVII.	Área de acero requerida eje X.....	78
XXVIII.	Diferencia entre As requerido y As corrido .....	83
XXIX.	Inercia de viga y columna.....	88
XXX.	Diámetros de subramales.....	107
XXXI.	Unidades de gasto Hunter por pieza .....	108
XXXII.	Cantidad de UH total .....	109
XXXIII.	Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones simples y sifones de descarga .....	110
XXXIV.	Caudales base de los artefactos sanitarios .....	110
XXXV.	Diámetro de tuberías .....	111
XXXVI.	Cantidad de UM total.....	111
XXXVII.	Presupuesto.....	115
XXXVIII.	Matriz de Leopold modificada.....	118
XXXIX.	Simbología.....	119
XL.	Propiedades de las costaneras .....	128
XLI.	Inercia del tendal doble .....	133
XLII.	Determinación de los centros de masa y de rigidez sentido X ...	137
XLIII.	Determinación de los centros de masa y de rigidez sentido Y ...	138
XLIV.	Distribución de fuerzas y de momentos en Y .....	147
XLV.	Distribución de fuerzas y de momentos en X .....	149
XLVI.	Resumen de efectos sobre la estructura eje Y.....	151
XLVII.	Resumen de efectos sobre la estructura eje X.....	152
XLVIII.	Cargas en el muro 1 .....	154
XLIX.	Carga viva y muerta sobre los muros eje Y.....	156

L.	Carga viva y muerta sobre los muros eje X .....	157
LI.	Área de acero en columnas del eje X .....	158
LII.	Área de acero en columnas del eje Y .....	159
LIII.	Cantidad de UH total.....	167
LIV.	Diámetro de tubería en artefactos.....	168
LV.	Cantidad de UM total .....	169
LVI.	Presupuesto.....	171



## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
<b>A</b>	Área
<b>As</b>	Área de acero de refuerzo
<b>AS<sub>máx</sub></b>	Área de acero máximo permitido
<b>AS<sub>min</sub></b>	Área de acero mínimo permitido
<b>AS<sub>req</sub></b>	Área de acero requerida
<b>Ag</b>	Área gruesa, área total de la sección del elemento
<b>At</b>	Área tributaria
<b>P</b>	Carga aplicada a la columna
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>CU</b>	Carga última
<b>CV</b>	Carga viva
<b>CR</b>	Centro de rigidez
<b>Ψ<sub>P</sub></b>	Coeficiente promedio que mide el grado de empotramiento a la rotación
<b>Ψ<sub>B</sub></b>	Coeficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación, de una columna, en su extremo inferior
<b>Ψ<sub>A</sub></b>	Coeficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación, de una columna, en su extremo superior
<b>Ø</b>	Diámetro
<b>E</b>	Esbeltez de la columna
<b>f<sub>a</sub></b>	Esfuerzo de compresión axial
<b>f<sub>m</sub></b>	Esfuerzo de compresión permisible en mampostería, en la fibra exterior

$f_b$	Esfuerzo de flexión unitario
$f_y$	Esfuerzo de fluencia del acero
$f'_m$	Esfuerzo de ruptura a la compresión en la mampostería
$f_s$	Esfuerzo de tensión en el acero
$f_v$	Esfuerzo permisible de corte
<b>s</b>	Espaciamiento del acero de refuerzo
<b>e</b>	Excentricidad
<b>ex</b>	Excentricidad en el sentido X
<b>ey</b>	Excentricidad en el sentido Y
<b>Fcu</b>	Factor de carga última
<b>ū</b>	Factor de corrimiento
<b>Nq</b>	Factor de flujo de carga
<b>Nc</b>	Factor de flujo de carga última
<b>V</b>	Fuerza de corte
<b>I</b>	Inercia de la sección total del concreto respecto al eje centroidal, sin tomar en cuenta el acero de refuerzo
<b>L</b>	Longitud del elemento
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>3</sup></b>	Metros cúbicos
<b>M</b>	Momento
<b>M<sub>b</sub></b>	Momento balanceado
<b>M<sub>n</sub></b>	Momento de piso
<b>M<sub>s</sub></b>	Momento de sujeción
<b>M<sub>F</sub></b>	Momento fijo
<b>M(-)</b>	Momento negativo
<b>M(+)</b>	Momento positivo

<b>d</b>	Peralte, efectivo del elemento en sección, distancia desde la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo en tensión
$\gamma_{\text{agua}}$	Peso específico del agua
$\gamma_{\text{concreto}}$	Peso específico del concreto
$\gamma_{\text{suelo}}$	Peso específico del suelo
<b>F'c</b>	Resistencia a la compresión del concreto
<b>F'y</b>	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
$\Sigma$	Sumatoria de una serie de valores
<b>Ton</b>	Tonelada
<b>UM</b>	Unidades mueble



## GLOSARIO

<b>ACI</b>	American Concrete Institute
<b>Agregado</b>	Material inerte, que se mezcla con cemento y agua para producir concreto.
<b>Carga axial</b>	Carga aplicada en el eje longitudinal de un elemento.
<b>Carga de viento</b>	Es la fuerza producida por la velocidad del viento.
<b>Carga muerta</b>	Cargas permanentes soportadas por un elemento, según se define en la ordenanza general de construcción, sin mayorar.
<b>Carga viva</b>	Consiste, principalmente, en cargas de ocupación en edificios. Éstas pueden estar total o parcialmente en el sitio o no estar presentes, y pueden cambiar la ubicación.
<b>Costanera</b>	Cada una de las vigas menores, que cargan sobre la viga principal que forman la cubierta o techo de un edificio.
<b>EPS</b>	Ejercicio Profesional Supervisado

<b>Estribo</b>	Refuerzo de acero utilizado para resistir esfuerzos cortantes y de torsión en un elemento estructural.
<b>Excentricidad</b>	Distancia comprendida entre el centro de masa y el centro de rigidez de una estructura.
<b>Longitud de desarrollo</b>	Longitud embebida en el hormigón que se requiere para poder desarrollar la resistencia de diseño de la armadura en una sección crítica.
<b>Losa</b>	Elemento estructural plano, que soporta directamente las cargas y las transmite a diferentes apoyos.
<b>Módulo de elasticidad</b>	Razón entre la tensión normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión bajo el límite de proporcionalidad de material.
<b>Momento</b>	Producto de una fuerza por la distancia perpendicular a la línea de acción de la fuerza al eje de rotación.
<b>Muro</b>	Elemento, generalmente vertical, empleado para encerrar o separar espacios.
<b>Peralte</b>	Es la altura de la viga.
<b>Refuerzo</b>	Material que consiste en acero estructural y se utiliza para aumentar el soporte estructural de los elementos de concreto reforzado.

<b>Sismo</b>	Consiste en movimientos aleatorios horizontales y verticales en la superficie de la tierra.
<b>Tendal</b>	Viga principal formada por una sección de dos costaneras, donde descansa el techo.
<b>Topografía</b>	Es la ciencia que determina las dimensiones y el contorno (o características tridimensionales) de la superficie de la tierra a través de la medición de distancias, direcciones y elevaciones.
<b>Viga</b>	Miembro horizontal usado principalmente para soportar cargas.



## RESUMEN

La selección de ambos proyectos son el resultado de un estudio para determinar las necesidades y carencias en el municipio, y lleva por nombre: Diseño de edificio de dos niveles para oficinas municipales en la cabecera municipal y diseño de puesto de salud para la aldea El Llano, Yupiltepeque, Jutiapa.

La ampliación de las oficinas municipales consiste en el diseño de un edificio de dos niveles, el primer nivel será destinado para estacionamiento de vehículos del personal municipal y visitantes que lleguen a la Municipalidad, en el segundo nivel se ubicarán las oficinas destinadas para brindar un servicio eficaz a la población que lo demanda.

El puesto de salud fue diseñado con mampostería y techo metálico, en el cual se distribuyen las clínicas y salas de emergencia y maternidad, que la comunidad solicita para llevar el control de la salud de los habitantes.

Para el diseño de la infraestructura de ambos edificios se tomaron en cuenta normas y criterios generales, tanto arquitectónicos como estructurales. Entre las que se encuentran ACI 318-08, AGIES, UBC-97. En el diseño estructural se consideran todas las cargas verticales y horizontales que actúan sobre la estructura así como las fuerzas sísmicas y de viento. Una vez obtenidas las cargas se definen las características de los elementos que componen una estructura, como columnas, losas, vigas, zapatas y cimiento corrido en concreto armado. Concluido el diseño se elaboró el presupuesto y se presentaron los cronogramas de ejecución.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Brindar una atención adecuada a los vecinos y minimizar el riesgo de enfermedades endémicas de la región.

### **Específicos**

1. Hacer una investigación monográfica del municipio para determinar los principales problemas de infraestructura.
2. Ampliar la cobertura en atención prehospitalaria a los vecinos que actualmente carecen de este servicio.
3. Agilizar los trámites que se realizan en la Municipalidad, dando un espacio físico a las dependencias que permiten el funcionamiento.



## INTRODUCCIÓN

El municipio de Yupiltepeque ubicado en el departamento de Jutiapa, posee muchas carencias en cuanto a infraestructura, debido a que no es un municipio altamente comercial; sin embargo, posee buena ubicación geográfica, en virtud de que los habitantes de los municipios vecinos: El Adelanto, Atescatempa y Zapotitlán, pasan por este lugar para acceder a las comunidades. Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), se propone el desarrollo de dos proyectos los cuales se presentan a continuación:

El primer proyecto consiste en el diseño de un edificio de dos niveles, en el cual se ubicarán las oficinas municipales y el parqueo municipal, se construirá en un terreno adjunto a la construcción existente del edificio municipal y el área a construir será de 228 metros cuadrados.

El segundo consiste en diseñar un puesto de salud en la aldea El Llano, para beneficiar a la población que según datos estadísticos de la Dirección Municipal de Planificación, oscila entre los 762 habitantes, además brindará cobertura a los habitantes del caserío Los López, el mencionado proyecto tendrá un área de construcción de 240 metros cuadrados.

Desarrollar proyectos de este tipo tiene un costo alto y ya concluida la obra no se obtiene ningún beneficio económico; sin embargo, el beneficio social lo compensa ya que el fin es beneficiar la salud de los pobladores y brindar un mejor servicio, además se deben desarrollar planes de capacitación para la prevención de enfermedades propias de la región y fomentar a los vecinos a través de las capacitaciones y los buenos hábitos de higiene.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía del municipio de Yupiltepeque, Jutiapa**

Con 36 kilómetros cuadrados, Yupiltepeque es el segundo municipio más pequeño que tiene Jutiapa, el más pequeño es El Adelanto con 31 kilómetros cuadrados. El nombre Yupiltepeque se deriva de las palabras xincas *yupil* que significa “pueblo de flores” y *tepeq* que significa “cerro de deidad”.

### **1.1.1. Generalidades**

El municipio quedó unido al circuito de Mita en el departamento de Chiquimula por Decreto del 27 de agosto de 1836. Posteriormente, a través del decreto de gobierno con fecha 23 de febrero de 1848 el departamento de Mita se dividió en tres distritos para la administración, quedando Yupiltepeque dentro de la jurisdicción de Jutiapa, la feria titular se celebra entre el 15 y 20 de octubre de cada año en honor al patrono San Lucas.

#### **1.1.1.1. Ubicación y localización**

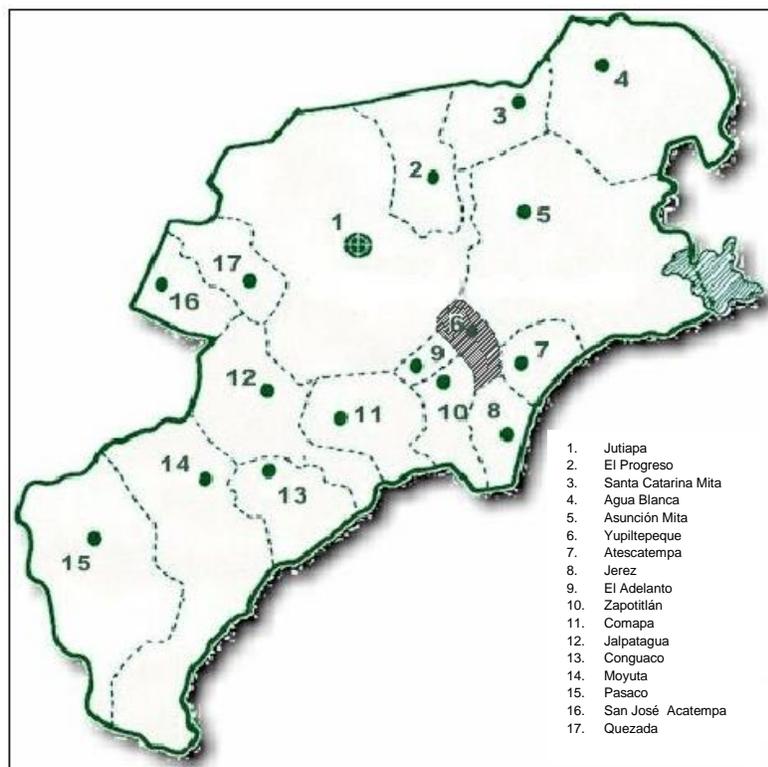
El municipio de Yupiltepeque se encuentra localizado al sureste del departamento de Jutiapa, situado en la latitud 14° 19' 58''; longitud 89° 42' 34'' a una altura de 1 439 metros sobre el nivel del mar. Tiene una extensión territorial de 36 kilómetros cuadrados divididos en 129 caballerías y 44 manzanas, a una distancia de la cabecera departamental de 22 kilómetros y 140 de la ciudad capital.

### 1.1.1.2. Límites y colindancias

Yupiltepeque está ubicado sobre la Ruta 23, a 22 kilómetros de la cabecera departamental de Jutiapa, las colindancias son las siguientes:

- Al norte con Jutiapa
- Al sur con Jerez
- Al este con Asunción Mita y Atescatempa
- Al oeste con Zapotitlán y El Adelanto

Figura 1. **Mapa de ubicación de Yupiltepeque respecto al departamento de Jutiapa**



Fuente: elaboración propia, con programa de Paint 2007.

### 1.1.1.3. Centros poblados

Yupiltepeque cuenta con un centro urbano, once aldeas y ocho caseríos, en el presente estudio se verificó que la división política se encuentra clasificada de la siguiente manera:

Tabla I. Lista de centros poblados

<b>Nombre</b>	<b>Categoría</b>	<b>Caseríos</b>	<b>Sectores</b>
Yupiltepeque	Cabecera municipal		Los Flores Mano de León Agua Tibia
El Amatillo	Aldea		El Bordo El Centro Valle Abajo
Estanzuela	Aldea	El Jocotillo	
El Calvario	Aldea	El Tablón	
El Jícara	Aldea		Valle Abajo Calcetín La Pipa
El Llano	Aldea		Los Cortés Los López Los Flores
El Sillón	Aldea		Sector Arriba Sector Abajo
Las Brisas	Aldea	El Sauce	
Las Lajas	Aldea	Quintanilla Aspitia Yanes Los Monzones	
La Perla	Aldea	La Perlita o Barrio Los Latines	
Pueblo Viejo	Aldea		
San José Vista Hermosa	Aldea		

Fuente: elaboración propia.

#### **1.1.1.4. Topografía**

La mayor parte del área que ocupa el municipio es quebrada y con fuertes pendientes, debido a la topografía inclinada, el clima es variado, hay alturas que oscilan entre 800 a 1 439 metros sobre el nivel del mar.

El 75 % de los suelos son de topografía quebrada y 25 % plano. La textura es 60 % franco arcilloso y 40 % franco. El 20,9 % del suelo es de vocación forestal. En el municipio actualmente está siendo utilizado, el 90,1 % para la agricultura, 8,3 % está constituido en matorrales y 1,5 % bosque secundario o arbustos.

#### **1.1.1.5. Hidrografía**

En la jurisdicción geográfica del municipio, no se localizan recursos hidrográficos de importancia, cuenta con 30 quebradas, 7 ríos y 6 riachuelos. Debido a la topografía irregular del municipio se tiene un marcado descenso de aproximadamente 300 metros, situación que favorece la captación de agua de diversos nacimientos que se originan en las montañas y cerros. El agua obtenida de los nacimientos es utilizada para el consumo humano en la cabecera municipal, aldeas y caseríos del municipio.

#### **1.1.1.6. Clima**

Por la altura en que se ubica el municipio, este posee una zona de bosque tropical seco, la temperatura oscila entre los 18 y 30 grados centígrados, lo que indica un clima templado cálido. La precipitación pluvial media anual es de 1 220 milímetros. En el lapso de enero a julio se producen vientos

de 8 kilómetros por hora promedio, en los meses de diciembre a febrero se presentan vientos de mayor velocidad hasta 13,6 kilómetros por hora.

#### **1.1.1.7. Vías de comunicación**

La principal vía de comunicación de la ciudad capital hacia el municipio es una carretera de 140 kilómetros de longitud totalmente asfaltada, 118 kilómetros corresponden a la carretera Centroamericana CA-1, hasta la cabecera departamental de Jutiapa; y los 22 kilómetros restantes corresponden a la Ruta Nacional No. 23 las vías de acceso a las comunidades comprenden una extensión total de 39,7 kilómetros, de los cuales 4,44 kilómetros son primarias, 23,89 kilómetros son secundarias y 12,85 kilómetros son terciarias.

#### **1.1.1.8. Servicios básicos**

La infraestructura existente en el municipio de Yupiltepeque fue diseñada para el funcionamiento de los servicios básicos, que sirven de soporte para el desarrollo de las actividades que se desarrollan en el ámbito municipal.

##### **1.1.1.8.1. Agua potable**

La cobertura es variable, debido a que en la cabecera municipal y en algunas aldeas como Las Lajas, La Perlita y El Júcaro se da una cobertura entre 95 % y 100 %, la otra perspectiva es que existen aldeas y caseríos con baja prestación del servicio, como es el caso de El Sillón, Las Brisas y El Amatillo, según estudio efectuado en el 2010 por el Instituto Nacional de Estadística (INE) y la Dirección Municipal de Planificación (DMP).

#### **1.1.1.8.2. Drenajes**

Con relación al servicio de drenajes solo la cabecera municipal y la aldea El Júcaro cuentan con un servicio aceptable, en el resto de aldeas y los respectivos caseríos el servicio es casi nulo (INE, DMP 2010).

#### **1.1.1.8.3. Energía eléctrica**

Fue introducida por el Instituto Nacional de Electrificación (INDE), en 1969, actualmente el servicio es prestado por la empresa ENERGUATE, con presencia en los últimos años, evidenciando que el 85 % cuentan con servicio de energía eléctrica.

#### **1.1.1.8.4. Servicios públicos**

La cabecera municipal y sus aldeas tienen acceso a la educación, contando con escuelas de preprimaria, primaria e institutos de educación básica, un colegio, centro de salud, subestación de la Policía Nacional Civil, juzgado de paz local, tribunal supremo electoral, un banco, una iglesia católica y varias evangélicas.

### **1.1.2. Aspectos sociales**

La administración municipal cuenta con una corporación representada por el alcalde, electo popularmente según la legislación guatemalteca; las alcaldías auxiliares y consejos de desarrollo.

### 1.1.2.1. Demografía

Según el INE, en el XI Censo de Población y VI de habitación efectuado en el 2002, el municipio cuenta con una población total de 14 933 habitantes. La distribución de la población por género, muestra que en ese período el 45,8 % de la población pertenece al sexo masculino y el restante 54,2 % al sexo femenino.

### 1.1.2.2. Religión

En el municipio, al igual que en cualquier parte del país, existe libertad de culto, pero básicamente predomina la religión católica y una minoría profesa la religión evangélica.

### 1.1.2.3. Educación

Según la tasa de escolaridad neta que indica porcentualmente la población en edad escolar correspondiente a cada nivel, que efectivamente está escolarizada. Para el caso de Yupiltepeque para el ciclo lectivo 2009 se manifestó una tasa de escolaridad neta del 118,4 %. La tasa de analfabetismo en Yupiltepeque es 17,1 %.

Tabla II. **Establecimientos existentes en el municipio**

<b>Nivel</b>	<b>Municipal</b>	<b>Oficial</b>	<b>Privado</b>	<b>Cooperativa</b>	<b>Total</b>
Preprimaria	0	16			16
Primaria	0	19			19
Básico	1	4		3	8
Diversificado	1		1		2

Fuente: elaboración propia.

### **1.1.3. Diagnóstico de necesidades en infraestructura y servicios básicos**

El municipio de Yupiltepeque requiere que le sean satisfechas necesidades de diversa índole, para este caso se mencionan solo las necesidades de infraestructura y servicios básicos.

#### **1.1.3.1. Descripción de las necesidades**

Se requiere la construcción de un mercado que permita la comercialización de los productos en un lugar amplio, higiénico y ordenado con las características necesarias para cumplir con la demanda de los habitantes.

En el edificio municipal existente, no hay espacio suficiente para poder ubicar todas las oficinas y dependencias necesarias para brindar el servicio que la población demanda, también se tiene la problemática de no contar con un parqueo de la Municipalidad, lo cual lleva al personal municipal a buscar parqueo en otros sitios.

Un puesto de salud en la aldea El Llano es prioritario debido al crecimiento de la población y los escasos recursos económicos de los pobladores, debido a esto los niños crecen con desnutrición crónica.

#### **1.1.3.2. Priorización de las necesidades**

Hoy en día existen nuevas dependencias y oficinas específicas para darle seguimiento a proyectos de desarrollo como lo son la Oficina Forestal, Oficina de Agua y Drenajes, IUSI entre otras, la alta demanda de personas que llegan a la Municipalidad para solicitar tramites o servicios y ante la falta de espacio para ubicar todas las oficinas y dependencias con que cuenta la Municipalidad

se hace necesario contar con instalaciones más grandes para brindar un buen servicio. La solución es el diseño y construcción de un edificio anexo, para ubicar todas las dependencias que no cuentan con un espacio físico en la actualidad.

Con la construcción del puesto de salud los pobladores de la aldea El Llano tendrán la facilidad de acudir a dicho puesto para ser examinados y tratados de enfermedades comunes y crónicas, por otro lado se tendrá un mayor control en la planificación familiar, y el crecimiento adecuado de los niños.

## **1.2. Monografía de la aldea El Llano, Yupiltepeque**

La aldea El Llano basa la economía en la siembra de maíz y frijol, los cultivos se siembran con las primeras lluvias del mes de mayo época en la que inicia el invierno y obtienen las cosechas en el mes de octubre.

### **1.2.1. Generalidades**

La aldea El Llano es una de las más pobres del municipio, la carretera que conduce a la aldea es peligrosa ya que se presentan constantes asaltos, debido a la poca afluencia de personas y vehículos, por la pobreza en la que se vive algunos niños presentan cierto grado de desnutrición.

#### **1.2.1.1. Ubicación y localización**

La aldea El Llano se localiza hacia extremo noreste del municipio de Yupiltepeque, la distancia desde la cabecera municipal es de 5,5 kilómetros y de la ciudad capital 144,5 kilómetros, posee una entrada principal que se

conecta a la Ruta 23 aproximadamente en el kilómetro 139, los 5,5 kilómetros que separan a la aldea de la cabecera municipal son totalmente de terracería transitable todo el tiempo, recalcando que en épocas lluviosas la carretera se deteriora.

#### **1.2.1.2. Límites y colindancias**

Las colindancias de la aldea El Llano son las siguientes:

- Al noreste con la aldea Tiucal
- Al noroeste con la aldea Vista Hermosa
- Al sureste con la aldea Las Lajas
- Al suroeste con la aldea Las Brisas

#### **1.2.1.3. Topografía**

La aldea El Llano cuenta con una topografía quebrada y ondulada.

#### **1.2.1.4. Clima**

La temperatura oscila entre los 18 y 30 grados centígrados, lo que indica un clima templado cálido. La precipitación pluvial media anual es de 1 220 milímetros. En el lapso de enero a julio se producen vientos de 8 kilómetros por hora promedio, en los meses de enero y febrero se presentan vientos de mayor velocidad hasta 13,6 kilómetros por hora.

### **1.2.1.5. Servicios**

La infraestructura existente en la aldea El Llano está diseñada para que sirva de soporte de las actividades que desarrolla la población, sin embargo en este aspecto hay una deficiencia en la cobertura de saneamiento.

#### **1.2.1.5.1. Agua potable**

La aldea básicamente se abastece de pozos individuales, además de ojos de agua que se aprovechan para el abastecimiento de casas a poca distancia de los mismos.

#### **1.2.1.5.2. Energía eléctrica**

Solo un pequeño porcentaje de la población cuenta con este servicio.

#### **1.2.1.5.3. Drenajes**

Se carece del servicio, tomándose las fosas sépticas como vía de eliminación de las aguas negras.

#### **1.2.1.5.4. Salud**

Los pobladores de la aldea deben trasladarse a la cabecera municipal para tener acceso a los servicios de salud, lo cual conlleva serias dificultades ya que no existe un servicio de transporte continuo, por lo que se hace necesario contratar *picops* o moto taxis, lo cual genera mayor crisis económica en la población. Esto genera que muchos habitantes recurran a medicinas caseras para aliviar las enfermedades.

## 1.2.2. Aspectos sociales

La aldea El Llano cuenta con un consejo de desarrollo COCODE por el cual se hace llegar las peticiones de la población al alcalde para que sean resueltas, sin embargo a pesar de que se conocen las necesidades, dicha población es una de las más pobres y con mayores carencias en el municipio.

### 1.2.2.1. Demografía

Estudio estadístico de las poblaciones humanas según el estado y distribución en un momento determinado o según la evolución histórica.

Tabla III. **Población total con base al XI Censo de Población y VI de Habitación (INE, 2002)**

Centro poblado	Hombres	%	Mujeres	%
El Llano	276	51,2	263	48,8

Fuente: *Plan de desarrollo 2011 – 2025 Yupiltepeque, Jutiapa.* p. 25.

Tabla IV. **Población estimada para el año 2014**

Centro poblado	Hombres	%	Mujeres	%
El Llano	355	51,2	338	48,8

Fuente: elaboración propia.

La población futura se estimó de acuerdo a la fórmula estadística de crecimiento geométrico que establece lo siguiente:

$$Pf = Po (1+R)^n$$

Donde:

Pf = población futura

Po = población inicial

R = tasa de crecimiento

N = número de años

#### **1.2.2.2. Religión**

En la aldea el mayor porcentaje de la población profesa la religión católica y el resto la religión evangélica.

#### **1.2.2.3. Educación**

El Llano cuenta con una escuela de nivel primario; es evidente además la falta de mobiliario e instalaciones, lo que provoca que la educación sea aún más limitada.

### **1.2.3. Diagnóstico de necesidades en infraestructura y servicios básicos**

En esta fase se hace un reconocimiento de las necesidades en infraestructura que la población demanda y se encuentran: la construcción de drenajes, un puesto de salud, la pavimentación de las calles peatonales.

#### **1.2.3.1. Descripción de las necesidades**

Los pobladores de la aldea El Llano, han manifestado a través del COCODE, que las autoridades municipales les gestionen la construcción de un

puesto de salud, para satisfacer la demanda en atención médica, debido a que actualmente acuden hasta el municipio, teniendo que recorrer una distancia de 5,5 kilómetros de terracería, que la mayor parte del año está en malas condiciones, lo cual representa un atraso para que los pacientes reciban atención médica inmediata.

Asimismo, por la inseguridad que actualmente impera en Guatemala, los vecinos han mencionado, que han sufrido asaltos durante el recorrido hacia la cabecera municipal y carecen de servicio público de transporte, por lo que algunos habitantes por la propia seguridad, prefieren no acudir al puesto de salud y prefieren mejor apoyar y tratar a los pacientes empíricamente con remedios o tratamientos naturales.

Así también, la cobertura o tasa de natalidad va en aumento en dicha aldea, haciéndose notar cada vez más la vulnerabilidad de las personas especialmente en los niños menores de 12 años. Por lo anteriormente expuesto se recomienda que las autoridades municipales atiendan la solicitud, de los vecinos, para llevar a cabo la construcción de un puesto de salud, para satisfacer la demanda que actualmente atraviesan. Con urgencia se necesita atención pediátrica, planificación familiar, ginecología, odontología, entre otras.

### **1.2.3.2. Priorización de las necesidades**

Con la construcción del puesto de salud, en la aldea El Llano, los beneficiados directos serán los pobladores, ya que recibirán un servicio adecuado en salud, no se verán en la problemática de tener que trasladar a los enfermos hasta la cabecera municipal, lo cual también tendrá un beneficio económico para ellos.

## **2. DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES EN LA CABECERA MUNICIPAL**

### **2.1. Análisis y diseño arquitectónico**

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

#### **2.1.1. Ubicación del edificio en el terreno**

Para la ubicación del edificio dentro del terreno se deberán tomar en cuenta las relaciones de la edificación con el entorno (contactos visuales y auditivos) y las influencias del medio ambiente que repercuten alrededor de ella (sol, viento y ruido), en este caso se ubicó, el edificio en la totalidad del terreno, teniendo un área de construcción del 100 % del mismo.

#### **2.1.2. Distribución de ambientes**

Para la distribución de ambientes se tomó en cuenta la relación entre una oficina y otra, para una mayor efectividad y una mejor eficiencia de trabajo. En el primer nivel se ubicó el parqueo y una bodega. En el segundo nivel se encuentran las oficinas de Información Pública, Cultura y Deportes, Oficina

Municipal de la Mujer, Dirección Municipal de Planificación, Oficina Forestal, Aguas y Drenajes, Oficina del IUSI, Servicios Generales, Almacén y Cafetería

### **2.1.3. Altura del edificio**

La altura del edificio de piso a cielo es 3,00 metros por nivel para un mayor confort, por ser de dos niveles tendrá una altura total de 6,00 metros.

## **2.2. Estudio de suelos para cimentaciones**

Se hace para determinar las propiedades mecánicas del suelo como por ejemplo: cohesión, peso específico, densidad, ángulo de fricción interna, granulometría, etc. esto con el fin de encontrar la capacidad de carga del suelo, dicho valor es necesario para realizar los cálculos de cimentación.

### **2.2.1. Ensayo de compresión triaxial**

Se obtuvo una muestra inalterada de 1 pie cúbico, a una profundidad de 1,50 metros.

Se realizó el ensayo de compresión triaxial, el cual dio los resultados siguientes:

Desplante	$D_f = 1,50 \text{ m}$
Base	$B = 1,00 \text{ m}$
Peso específico del suelo	$\gamma_s = 2,13 \text{ ton/m}^2$
Ángulo de fricción interna	$\phi = 34,21$
Cohesión	$C_u = 2,08 \text{ ton/m}^2$
Factor de seguridad	$F_s = 5$

Tipo de suelo Roca en proceso de degradación con arena limosa color café oscuro

### 2.2.2. Determinación del valor soporte

El método que se aplicó para el cálculo del valor soporte, fue el del Dr. Karl Terzaghi, por ser uno de los más aproximados para todos los tipos de suelo.

Para este cálculo se utilizan los datos obtenidos en el estudio de suelos descritos anteriormente.

- Factor de flujo de carga  $N_q$

$$N_q = \tan^2(45 + \phi/2) e^{\pi \tan \phi}$$
$$N_q = \tan^2(45 + 34,21/2) e^{\pi \tan 34,21}$$
$$N_q = 30,2046$$

- Factor de flujo  $N_y$

$$N_y = 2(N_q + 1) \tan \phi$$
$$N_y = 2(30,2046 + 1) \tan(34,21)$$
$$N_y = 42,4291$$

- Factor de flujo de carga última  $N_c$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$
$$N_c = (30,2046 - 1) \cot(34,21)$$
$$N_c = 42,9571$$

- Valor soporte último  $q_o$

$$q_o = 1,3CuN_c + yDfN_q + 0,4\gamma BN_y$$

$$q_o = (1,3 \cdot 2,08 \cdot 42,9571) + (2,13 \cdot 1,50 \cdot 30,2046) + (0,4 \cdot 2,13 \cdot 1 \cdot 42,4291)$$

$$q_o = 248,8092 \text{ ton/m}^2$$

- Valor soporte neto último  $q_u$

$$q_u = q_o - yDf$$

$$q_u = 248,8092 - 2,13 \cdot 1,50$$

$$q_u = 245,6142 \text{ ton/m}^2$$

Por motivos de seguridad se aplica un factor de reducción del 25 % por lo tanto  $q_u = 184,21 \text{ ton/m}^2$ .

- Valor soporte de diseño  $q_d$

El factor de seguridad  $F_s$  es un número que puede estar comprendido entre 1,5 y 5, dependiendo del tipo de suelo y de la importancia del proyecto, para este cálculo y para el del valor soporte del suelo se utilizará el valor de 5 este valor es para tener una mayor seguridad en el diseño de la cimentación.

$$q_d = q_u / F_s$$

$$q_d = 184,21 / 5$$

$$q_d = 36,84 \text{ ton/m}^2$$

Por lo tanto, se diseñará la cimentación utilizando un valor soporte del suelo de  $36,84 \text{ ton/m}^2$ .

## **2.3. Análisis y diseño estructural**

El análisis estructural es el estudio al cual se somete una estructura para conocer el comportamiento de cada uno de los miembros. El diseño estructural es en el cual se determinan las cuantías de acero, el tipo de concreto y las dimensiones finales de los elementos estructurales.

### **2.3.1. Predimensionamiento de elementos estructurales**

El predimensionamiento se refiere a asignar medidas iniciales a los elementos estructurales, estas medidas se determinan por medio de fórmulas las cuales consideran la geometría de los elementos sin tomar en cuenta las cargas que afectan a la estructura.

#### **2.3.1.1. Sección de columnas**

El código ACI 318-05 en la sección 21.4.1.1 requiere que la dimensión mínima que se debe tomar para una columna es 30 centímetros se determinó la sección de la columna, aplicando el área de acero mínima y la carga aplicada al elemento.

$$P = 0,8 (0,225f'c * Ag + f'y * As)$$

Donde:

As oscila entre 1 %  $Ag \leq As \leq 8 \% Ag$

Área tributaria = 36 m<sup>2</sup>

$\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$

$$P = 36 \times 2\,400 = 86\,400$$

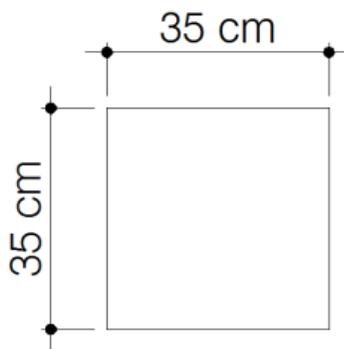
$$86\,400 = 0,80 (0,225(280) \cdot A_g + 2\,810 \times 0,01 A_g)$$

$$A_g = 1\,185,51 \text{ cm}^2; \text{ donde}$$

$$35 \times 35 = 1\,225 \text{ cm}^2 > A_g$$

Se propone una sección de columna de 35 cm x 35 cm = 1 225 cm<sup>2</sup> > A<sub>g</sub>

Figura 2. **Sección de columna**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

### 2.3.1.2. **Sección de vigas**

El código ACI 318-05 en la sección 21.3.1.3 requiere que la dimensión mínima para elementos controlados por flexión no debe de ser menor que a) 25 cm y b) 0.3\*h se toman las longitudes de los vanos que tiene el edificio y con el criterio de 8 % de la luz libre por metro lineal se calcula el peralte de las vigas.

$$h_{\text{viga}} = \text{luz libre de la viga} * 0,08$$

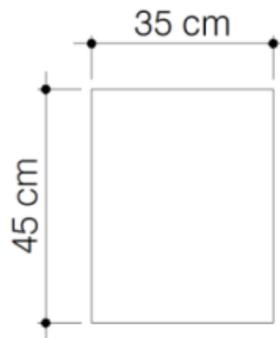
$$h_{\text{viga}} = 5,65 * 0,08 = 0,45$$

$$b_{\text{viga}} = h/2$$

$$b_{\text{viga}} = 0,45/2 = 0,225$$

Se propone una sección de viga de 45 cm x 35 cm

Figura 3. **Sección de viga**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

### 2.3.1.3. Losas

Se calcula el espesor de la losa que tenga las dimensiones más grandes en este caso es de 6\*6 metros, primero se debe saber si trabaja en un sentido o en dos sentidos con la siguiente expresión:

$$m = a / b$$

a = es la dimensión corta de la losa

b = es la dimensión máxima de la losa

$$6/6 = 1$$

Si la relación a/b es menor que 0,5 se dice que trabaja en un sentido si es mayor que 0,5 trabaja en dos sentidos, en este caso trabaja en dos sentidos y la forma usual para determinar el espesor es mediante la siguiente expresión:

$$t = P/180$$

t = espesor de la losa

P = perímetro de la losa

$$t = (4*6)/180 = 0,133$$

Asumir un valor de 15 centímetros

#### **2.3.1.4. Cimientos**

Se usan zapatas aisladas estas son un tipo de cimentación superficial que sirve de base de elementos estructurales puntuales como son las columnas; de modo que la zapata amplía la superficie de apoyo hasta lograr que el suelo soporte sin problemas la carga que le transmite.

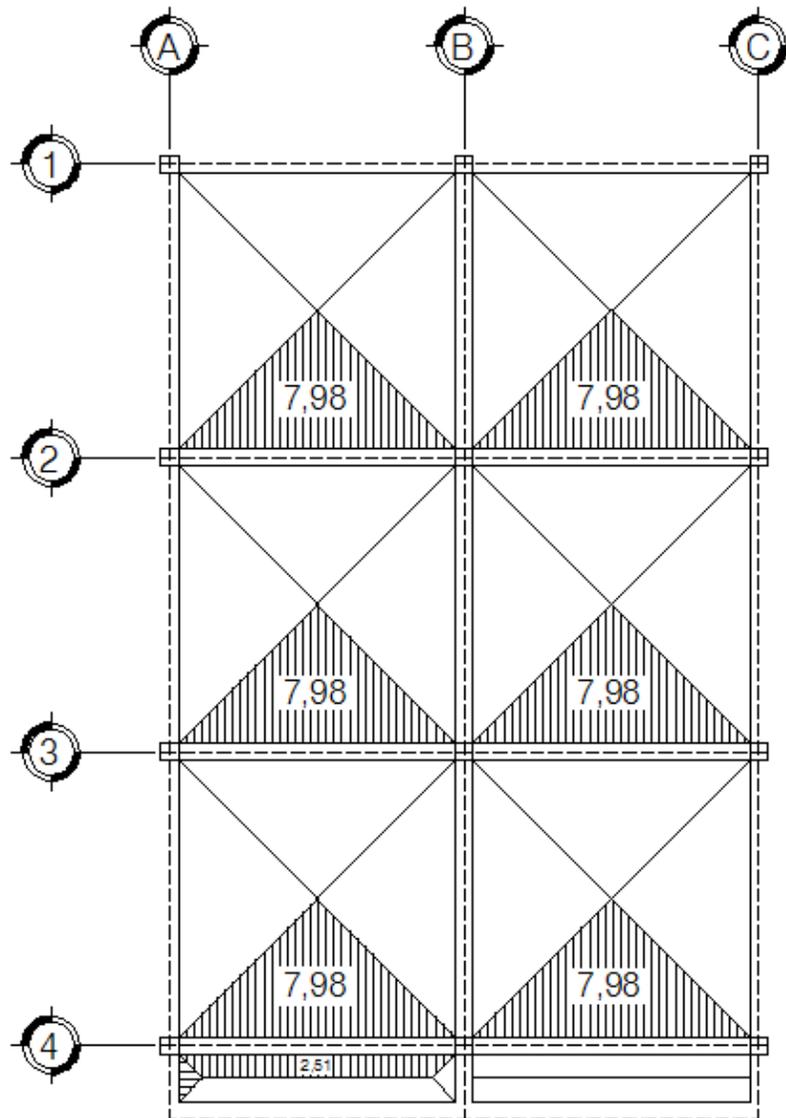
El término zapata aislada se debe a que se usa para asentar una sola columna, de ahí el nombre de aislada, el método de cálculo y predimensionamiento se incluyen en el diseño de las zapatas.

#### **2.3.2. Modelos matemáticos de marcos rígidos**

Los modelos matemáticos son representaciones gráficas, que muestran la geometría de la estructura, así como las cargas que actúan en los marcos, estos sirven para hacer el análisis estructural. Las figuras 4, 5 y 6 muestran la tipología de la estructura y los modelos matemáticos de marcos, en este caso,

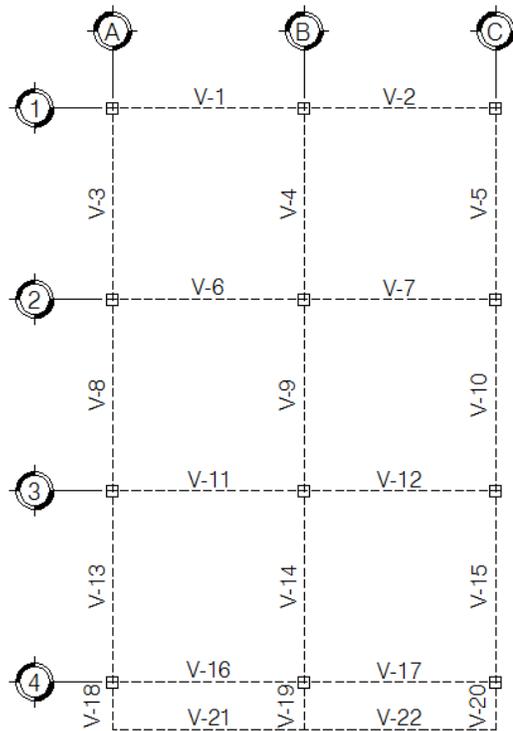
por la similitud de los marcos rígidos, se analizan únicamente los marcos críticos en el sentido Y.

Figura 4. **Planta típica del primer y segundo nivel**



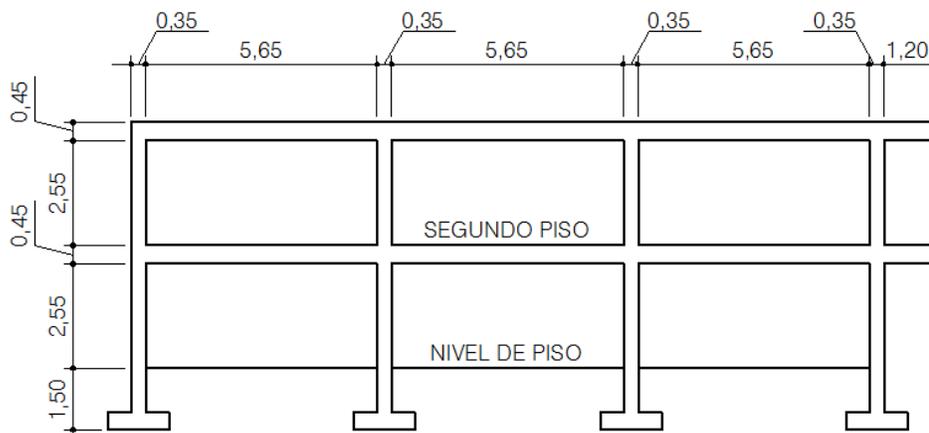
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

Figura 5. **Planta típica de vigas del primer y segundo nivel**



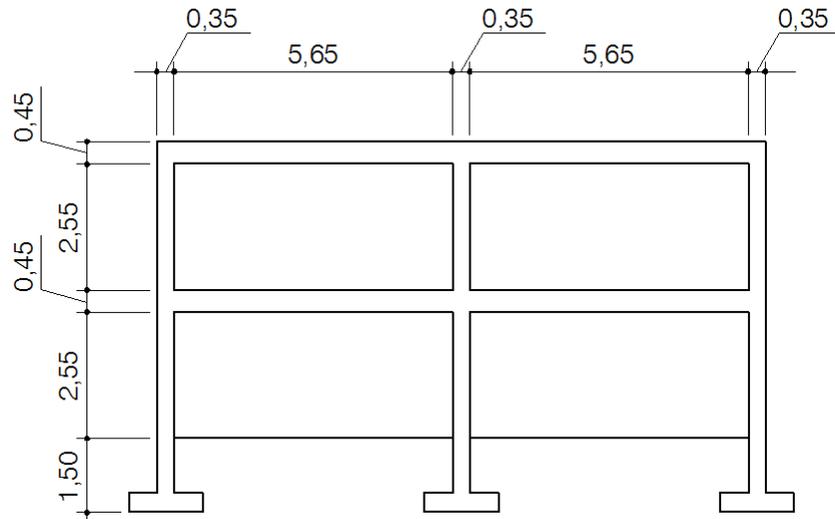
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

Figura 6. **Elevación marco típico sentido Y**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

Figura 7. **Elevación marco típico sentido X**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

### **2.3.2.1. Cargas aplicadas en los marcos dúctiles**

Las estructuras están sometidas a cargas de diferente índole, para clasificarlas o para determinar el tipo de carga a aplicar se debe saber el tipo de uso y funcionalidad para lo cual fue diseñado el edificio, en este caso es un edificio de oficinas al cual se le asignan cargas, verticales y horizontales.

### **2.3.2.2. Cargas verticales en marcos dúctiles**

Las cargas verticales se dividen en vivas y muertas, al momento de encontrar la carga última que afecta la estructura, la carga viva y muerta se afecta por un factor de amplificación que en las cargas vivas es de 7 y en las cargas muertas es de 4.

### 2.3.2.2.1. Cargas vivas

Son las cargas de ocupación y equipos móviles. Pueden estar total o parcialmente en el sitio, o no estar presentes, y pueden cambiar de ubicación, la magnitud y distribución son inciertas en un momento dado.

### 2.3.2.2.2. Cargas muertas

Son las cargas permanentes, debidas al peso de los elementos estructurales y de los elementos que actúan en forma permanente sobre la estructura. La mayor parte de la carga muerta es el peso propio de la estructura. Se calculan con buena aproximación, de acuerdo a la conformación de la misma de los materiales.

### 2.3.2.3. Cálculo de cargas verticales

Las magnitudes mínimas para las cuales debe de diseñarse el edificio municipal, son las siguientes:

Tabla V. Cargas aplicadas en el nivel 2

<b>Carga muerta (CM)</b>	
Peso de la losa = $0,15 \cdot 2400$	= $360 \text{ kg/m}^2$
Peso de sobrecarga	= $60 \text{ kg/m}^2$
Peso de los acabados	= $90 \text{ kg/m}^2$
Peso muro perimetral	= $200 \text{ kg/m}^2$
Peso vigas = $0,45 \cdot 0,35 \cdot 2400$	= $378 \text{ kg/m}$
<b>Carga viva (CV)</b>	
Azotea con acceso	= $200 \text{ kg/m}^2$

Fuente: AGIES. Normas AGIES NR-2:2000, cuadro 8,1. p. 28.

Tabla VI. **Cargas aplicadas en el nivel 1**

<b>Carga muerta (CM)</b>	
Peso de la losa = $0,15 \cdot 2400$	= $360 \text{ kg/m}^2$
Peso de sobrecarga	= $60 \text{ kg/m}^2$
Peso de los acabados	= $90 \text{ kg/m}^2$
Peso de muros	= $200 \text{ kg/m}^2$
Peso vigas = $0,45 \cdot 0,35 \cdot 2400$	= $378 \text{ kg/m}$
<b>Carga viva (CV)</b>	
Oficinas	= $250 \text{ kg/m}^2$

Fuente: AGIES. *Normas AGIES NR-2:2000, cuadro 8,1. p. 28.*

Tabla VII. **Resultados de cargas verticales en el primer nivel**

ELEMENTO	AREA M2	Wviga kg/m	Wcm kg/m2	Wcv kg/m2	Longitud m	Wcm kg/m	Wcm total	Wcv kg/m
V-1	7,98	378	710	250	6	944,30	1 322,30	332,50
V-2	7,98	378	710	250	6	944,30	1 322,30	332,50
V-3	7,98	378	710	250	6	944,30	1 322,30	332,50
V-4	15,96	378	710	250	6	1 888,60	2 266,60	665,00
V-5	7,98	378	710	250	6	944,30	1 322,30	332,50
V-6	15,96	378	710	250	6	1 888,60	2 266,60	665,00
V-7	15,96	378	710	250	6	1 888,60	2 266,60	665,00
V-8	7,98	378	710	250	6	944,30	1 322,30	332,50
V-9	15,96	378	710	250	6	1 888,60	2 266,60	665,00
V-10	7,98	378	710	250	6	944,30	1 322,30	332,50
V-11	15,96	378	710	250	6	1 888,60	2 266,60	665,00
V-12	15,96	378	710	250	6	1 888,60	2 266,60	665,00
V-13	7,98	378	710	250	6	944,30	1 322,30	332,50
V-14	15,96	378	710	250	6	1 888,60	2 266,60	665,00
V-15	7,98	378	710	250	6	944,30	1 322,30	332,50
V-16	10,49	378	710	250	6	1 241,32	1 619,32	437,08

Continuación de la tabla VII.

V-17	10,49	378	710	250	6	1 241,32	1 619,32	437,08
V-18	0,25	378	710	250	1,5	118,33	496,33	41,67
V-19	0,5	378	710	250	1,5	236,67	614,67	83,33
V-20	0,25	378	710	250	1,5	118,33	496,33	41,67
V-21	2,51	378	710	250	6	297,02	675,02	104,58
V-22	2,51	378	710	250	6	297,02	675,02	104,58

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Resultados de cargas verticales en el segundo nivel**

ELEMENTO	AREA M2	Wviga kg/m	Wcm kg/m2	Wcv kg/m2	Longitud m	Wcm kg/m	Wcm total	Wcv kg/m
V-1	7,98	378	710	200	6	944,30	1 322,30	266,00
V-2	7,98	378	710	200	6	944,30	1 322,30	266,00
V-3	7,98	378	710	200	6	944,30	1 322,30	266,00
V-4	15,96	378	510	200	6	1 356,60	1 734,60	532,00
V-5	7,98	378	710	200	6	944,30	1 322,30	266,00
V-6	15,96	378	510	200	6	1 356,60	1 734,60	532,00
V-7	15,96	378	510	200	6	1 356,60	1 734,60	532,00
V-8	7,98	378	710	200	6	944,30	1 322,30	266,00
V-9	15,96	378	510	200	6	1 356,60	1 734,60	532,00
V-10	7,98	378	710	200	6	944,30	1 322,30	266,00
V-11	15,96	378	510	200	6	1 356,60	1 734,60	532,00
V-12	15,96	378	510	200	6	1 356,60	1 734,60	532,00
V-13	7,98	378	710	200	6	944,30	1 322,30	266,00
V-14	15,96	378	510	200	6	1 356,60	1 734,60	532,00
V-15	7,98	378	710	200	6	944,30	1 322,30	266,00
V-16	10,49	378	510	200	6	891,65	1 269,65	349,67

Continuación de la tabla VIII.

V-17	10,49	378	510	200	6	891,65	1 269,65	349,67
V-18	0,25	378	710	200	1,5	118,33	496,33	33,33
V-19	0,5	378	510	200	1,5	170,00	548,00	66,67
V-20	0,25	378	710	200	1,5	118,33	496,33	33,33
V-21	2,51	378	710	200	6	297,02	675,02	83,67
V-22	2,51	378	710	200	6	297,02	675,02	83,67

Fuente: elaboración propia.

#### 2.3.2.4. Fuerzas sísmicas

Para encontrar las fuerzas sísmicas aplicadas en una estructura se puede utilizar el método SEAOC y el método del AGIES. Para este proyecto se utilizó el método SEAOC, el cual se describe a continuación:

Corte basal (V): es la fuerza sísmica que transmite el suelo a la base de la estructura. Se calcula en base a la fórmula siguiente:

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

Donde:

Z = coeficiente que depende de la zona, para Jutiapa = 0,40

I = coeficiente de importancia de la obra, para este caso usar = 1

C = coeficiente que depende del período natural de vibración dado por:

$$C = \frac{1}{15\sqrt{t}} \quad t = \frac{\text{espesor de losa} * H}{\sqrt{B}}$$

H = altura del edificio

B = base del edificio

S = coeficiente que depende del tipo de suelo donde se cimenta la estructura, si se desconoce usar 1,5, chequear  $C \cdot S \leq 0,14$ , si el producto de los coeficientes exceden este valor, tomar  $C \cdot S = 0,14$

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

W = peso propio de la estructura + 25 % de las cargas vivas

Es necesario evaluar el corte basal en las direcciones (X,Y).

Tabla IX. **Peso del nivel 2**

ELEMENTO	b (m)	a (m)	h ó L (m)	$\gamma$ (kg/m <sup>3</sup> )	peso/m <sup>2</sup>	cantidad	W (kg)
Columnas	0,35	0,35	1,50	2 400	-	12	5 292,00
Vigas	0,35	0,35	118,50	2 400	-	-	34 839,00
Losa	0,15	12,35	19,67	2 400	-	-	87 452,82
Acabados	-	12,35	19,67	-	90	-	21 863,21
Sobrecarga	-	12,35	19,67	-	60	-	14 575,47
Muro Perimetral	-	1,00	64,04	-	200	-	12 808,00
<b>W total</b>							<b>164 022,50</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Peso del nivel 1**

ELEMENTO	b (m)	a (m)	h ó L (m)	$\gamma$ (kg/m <sup>3</sup> )	peso/m <sup>2</sup>	cantidad	W (kg)
Columnas	0,35	0,35	6,00	2 400	-	12	21 168,00
Vigas	0,35	0,35	118,50	2 400	-	-	34 839,00
Losa	0,15	12,35	19,67	2 400	-	-	87 452,82
Muros	-	10,00	15,00	-	200	-	30 000,00
Acabados	-	12,35	19,67	-	90	-	21 863,21
Sobrecarga	-	12,35	19,67	-	60	-	14 575,47
<b>W total</b>							<b>209 898,50</b>

Fuente: elaboración propia.

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

NIVEL	Peso (kg)	25% CV (kg)	Total (kg)	Total (Ton)
2	164 022,50	12 146,225	176 168,72	176,16
1	209 898,50	15 182,781	225 081,28	225,08
		<b>W total</b>	<b>401 250,00</b>	<b>401,25</b>

Fuente: elaboración propia.

- Coeficiente C

$$t = 0,15 * \frac{h}{\sqrt{b}}$$

$$C = \frac{1}{15 * \sqrt{t}}$$

$$t_x = \frac{0,15 * 7,5}{\sqrt{12}} = 0,324$$

$$C_x = \frac{1}{15 * \sqrt{0,324}} = 0,117$$

$$t_y = \frac{0,15 * 7,5}{\sqrt{18}} = 0,225$$

$$C_y = \frac{1}{15 * \sqrt{0,225}} = 0,129$$

- Chequeo  $C * S \leq 0,14$

$$C_x * S = 0,117 * 1,5 = 0,175$$

$$C_y * S = 0,129 * 1,5 = 0,193$$

Por no cumplir con el valor limite usar  $C * S = 0,14$

Cálculo del corte basal aplicando los valores anteriores:

$$V = V_x = V_y = 0,40 * 1 * 0,14 * 0,67 * 401 250 = 15 054,89 \text{ kg}$$

### 2.3.2.5. Cargas horizontales en marcos dúctiles

Cargas ambientales: en Guatemala se toma en cuenta principalmente las cargas producidas por sismos, estos consisten en movimientos aleatorios horizontales y verticales en la superficie de la tierra. A medida que el terreno se mueve, la inercia tiende a mantener la estructura en el sitio original, esto hace que la estructura sufra desplazamiento, que pueden tener resultados catastróficos.

Por lo tanto; el diseño sísmico depende fuertemente de las propiedades geométricas de la estructura, especialmente la altura además, el análisis realizado con la fuerza de sismo, cubre los efectos que podría causar la fuerza de viento si se presentara.

#### 2.3.2.5.1. Distribución de fuerzas por nivel

Se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$F_n = \frac{(V - F_t) W_x h_x}{\sum W_i h_i}$$

Donde:

$F_n$  = fuerza por nivel

$V$  = corte basal

$F_t$  = fuerza de techo, cuando  $t$  es menor que 0,25,  $F_t = 0,00$ , si no calcular  $F_t$

$F_t = 0,07 * t * V$

$W$  = peso propio de la estructura + 25 % de las cargas vivas

$W_i$  = peso propio de la estructura + 25 % de las cargas vivas por nivel

$H_i$  = altura media desde la cimentación al nivel considerado

- Cálculo de  $F_n$  respecto al eje X y Y

Como  $t = 0,22 \leq 0,25$ ,

$F_t = 0,00$

Tabla XII. **Cálculo de la fuerza por nivel**

Nivel	$W_i$	$h_i$	$W_i \cdot h_i$	Sentido X		Sentido Y	
				$F_n$	$V_i$	$F_n$	$V_i$
2	179,205	7,5	1 344,039	8,635	8,635	8,635	8,635
1	222,044	4,5	999,201	6,419	6,420	6,419	6,420
	401,25		2 343,240				

Fuente: elaboración propia.

### 2.3.2.5.2. Fuerzas por marco

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

$$F_m = F_i' \pm F_i''$$

Para esto se utilizan las siguientes fórmulas:

$$F_M' = \frac{K_m \cdot F_n}{\sum K_m} \qquad F_M'' = \frac{e \cdot F_n}{E_i}$$

$$E_i = \frac{\sum K_m \cdot d_i^2}{K_m \cdot d_i}$$

Donde:

$K_m$  = rigidez del marco

$d$  = distancia del CR a marco considerado

$e$  = excentricidad

$F_n$  = Fuerza por nivel

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

$$e = CM - CR$$

$$e_{\text{mínimo}} = 0,05 \cdot \text{base}$$

$$CR = \frac{\sum (K_m \cdot L)}{\sum K_m}$$

Donde:

CM = centro de masa

CR = centro de rigidez

- Calculó del centro de rigidez del nivel 2

Para la rigidez de la columna se utiliza la fórmula de voladizo, por ser el último nivel.

$$K = (1) / \left( \frac{Ph^3}{3EI} + \frac{1,2Ph}{AG} \right)$$

Donde:

P = carga asumida

H = altura del muro o columna analizada

E = módulo de elasticidad del concreto

I = inercia del elemento

A = sección transversal del muro o columna analizada

G = módulo de rigidez

Los datos para calcular K son los siguientes:

F = 8 635,212 kg

H = 300 cms

E = 252 671,33 kg/cm<sup>2</sup>

I = 125 052,08 cm<sup>4</sup>

A = 1 225 cm<sup>2</sup>

G = 101 068,53 kg/cm<sup>2</sup>

K = 0,402

Tabla XIII. Centro de rigidez en Y nivel 2

Marco	Columna	Kc	Km	Ly	Km*Ly
1	3	0,402	1,207	0	0
2	3	0,402	1,207	6	7,244
3	3	0,402	1,207	12	14,488
4	3	0,402	1,207	18	21,733
			Σ4,829		Σ43,465

Fuente: elaboración propia.

$$CRy = \sum(Km \cdot Ly) / \sum Km$$

$$CRy = 43,465 / 4,829 = 9 \text{ m}$$

$$CM = 9$$

Tabla XIV. Centro de rigidez en X nivel 2

Marco	Columna	Kc	Km	Lx	Km*Lx
A	4	0,402	1,610	0	0
B	4	0,402	1,610	6	9,659
C	4	0,402	1,610	12	19,318
			$\sum 4,829$		$\sum 28,977$

Fuente: elaboración propia.

$$CRx = \sum(Km \cdot Lx) / \sum Km$$

$$CRx = 28,997 / 4,829 = 6 \text{ m}$$

$$CM = 6$$

- Cálculo de la excentricidad

$$e_{\text{diseño}} = 0$$

$$e_{x_{\text{mínima}}} = 0,05 \cdot 12 = 0,6 \text{ m}$$

$$e_{y_{\text{mínima}}} = 0,05 \cdot 18 = 0,9 \text{ m}$$

- Cálculo del centro de rigidez del nivel 1

Para la rigidez de la columna se utiliza la fórmula de doblemente empotrado, por ser un nivel inferior.

$$K = (1) / \left( \frac{Ph^3}{12EI} + \frac{1,2Ph}{AG} \right)$$

Los datos para calcular K son los siguientes:

$$F = 6\,419,68 \text{ kg}$$

$$H = 450 \text{ cms}$$

$$E = 252\,671,33 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = 125\,052,08 \text{ cm}^4$$

$$A = 1\,225 \text{ cm}^2$$

$$G = 101\,068,53 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = 0,637$$

Tabla XV. **Centro de rigidez en Y del nivel 1**

Marco	Columna	Kc	Km	Ly	Km*Ly
1	3	0,637	1,910	0	0
2	3	0,637	1,910	6	11,459
3	3	0,637	1,910	12	22,918
4	3	0,637	1,910	18	34,376
			$\Sigma 7,639$		$\Sigma 68,753$

Fuente: elaboración propia.

$$CRy = \frac{\Sigma(Km*Ly)}{\Sigma Km}$$

$$CRy = 68,753 / 7,639 = 9 \text{ m}$$

$$CM = 9$$

Tabla XVI. **Centro de rigidez en X del nivel 2**

Marco	Columna	Kc	Km	Lx	Km*Lx
A	4	0,637	2,546	0	0
B	4	0,637	2,546	6	15,278
C	4	0,637	2,546	12	30,557
			$\Sigma 7,639$		$\Sigma 45,835$

Fuente: elaboración propia.

$$CRx = \frac{\sum(Km \cdot Lx)}{\sum Km}$$

$$CRx = 45,835 / 7,639 = 6$$

$$CM = 6$$

- Cálculo de la excentricidad

$$e_{\text{diseño}} = 0$$

$$e_{x_{\text{mínima}}} = 0,05 \cdot 12 = 0,6 \text{ m}$$

$$e_{y_{\text{mínima}}} = 0,05 \cdot 18 = 0,9 \text{ m}$$

De acuerdo a los resultados anteriores se calculan las fuerzas por marco las cuales se muestran en las tablas XVII, XVIII, XIX y XX.

**Tabla XVII. Fuerza por marco sentido X nivel 2**

MARCO	Km	di	Km * di	Km*di^2	Ei	FM'	FM''	FT
1	1,207	-9,0	-10,87	142,56	-29,16	2 158,803	-177,70960	1 981,093
2	1,207	-3,0	-3,62	15,84	-87,47	2 158,803	-59,23653	2 099,566
3	1,207	3,0	3,62	15,84	87,47	2 158,803	59,23653	2 218,039
4	1,207	9,0	10,87	142,56	29,16	2 158,803	177,70960	2 336,512
	$\Sigma 4,829$		$\Sigma 0,00$	$\Sigma 316,81$				

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XVIII. Fuerza por marco sentido Y nivel 2**

MARCO	Km	di	Km * di	Km*di^2	Ei	FM'	FM''	FT
A	1,610	-6,0	-9,66	150,19	-31,10	2 878,404	-249,904	2 628,499
B	1,610	0,0	0,00	0,00	0,00	2 878,404	0,00000	2 878,404
C	1,610	6,0	9,66	150,19	31,10	2 878,404	249,904	3 128,308
	$\Sigma 4,829$		$\Sigma 0,00$	$\Sigma 300,38$				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Fuerza por marco sentido X nivel 1**

MARCO	Km	di	Km * di	Km*di^2	Ei	FM'	FM''	FT
1	1,910	-9,0	-17,19	564,22	-72,95	1 604,92	-52,803	1 552,118
2	1,910	-3,0	-5,73	62,69	-218,84	1 604,92	-17,601	1 587,320
3	1,910	3,0	5,73	62,69	218,84	1 604,92	17,601	1 622,523
4	1,910	9,0	17,19	564,22	72,95	1 604,92	52,803	1 657,725
	$\Sigma 7,639$		$\Sigma 0,00$	$\Sigma 1253,81$				

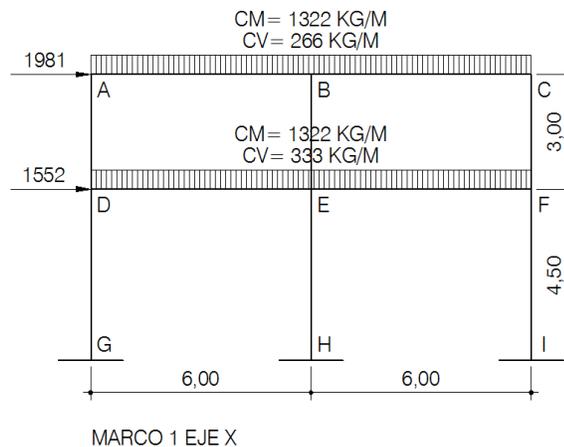
Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Fuerza por marco sentido Y nivel 1**

MARCO	Km	di	Km * di	Km*di^2	Ei	FM'	FM''	FT
A	2,546	-6,0	-15,28	594,40	-77,81	2 139,896	-74,25467	2 065,641
B	2,546	0,0	0,00	0,00	0,00	2 139,896	0,00000	2 139,895
C	2,546	6,0	15,28	594,40	77,81	2 139,896	74,25467	2 214,150
	$\Sigma 7,639$		$\Sigma 0,00$	$\Sigma 1188,80$				

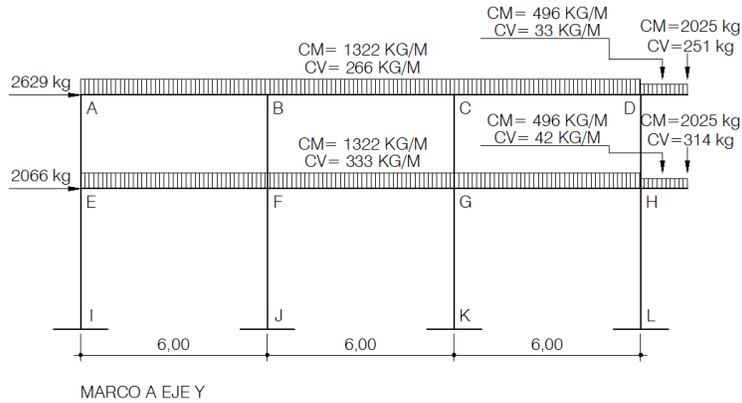
Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Elevación marco típico sentido X**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

Figura 9. Elevación marco típico sentido Y



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

### 2.3.3. Análisis de marcos rígidos por el método de Kani

A continuación se presenta un resumen del procedimiento para el análisis estructural del método de Kani.

- Momento Fijos ( $MF_{ik}$ ), se calculan cuando existen cargas verticales.

$$MF_{ik} = \pm \frac{WL^2}{12}$$

- Rigideces de los elementos ( $K_{ik}$ )

$$K_{ik} = \pm \frac{I}{L_{ik}}$$

Donde:

I = inercia del elemento

L = longitud del elemento

- Factores de giro o coeficientes de reparto ( $\mu_{ik}$ )

$$\mu_{ik} = -\frac{1}{2} \left[ \frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right]$$

- Momentos de sujeción ( $M_s$ ), se calculan cuando hay cargas verticales.

$$M_s = \sum M_{Fik}$$

- Factores de corrimiento ( $\ddot{U}_{ik}$ ), se calculan cuando hay ladeo causado porque la estructura no es simétrica o cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$\ddot{U}_{ik} = -\frac{3}{2} \left[ \frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right]$$

- Fuerzas de sujeción ( $H$ ), se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.  $H = FM_{\text{nivel } n}$  (fuerza por marco del nivel  $n$ , tomada del análisis sísmico).

- Fuerza cortante en el piso ( $Q_n$ ), se calcula cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$Q_n = \sum H$$

- Momentos de piso ( $M_n$ ), se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$M_n = \frac{Q_n \cdot H_n}{3} \quad H_n \text{ es la altura del piso } n$$

- Cálculo de iteraciones, influencias de giro ( $M'_{ik}$ )

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \sum M'_{ni}) \quad \text{sin ladeo}$$

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \sum (M'_{ni} + M''_{ni})) \quad \text{con ladeo}$$

- Cálculo de iteraciones, influencia de desplazamiento ( $M''_{ik}$ ), esto se calcula cuando existe ladeo.

$$M''_{ik} = \ddot{U}_{ik} (\sum (M'_{ik} + M'_{ki})) \quad \text{ladeo por asimetría}$$

$$M''_{ik} = \ddot{U}_{ik} (M_n + \sum (M'_{ik} + M'_{ki})) \quad \text{ladeo por fuerza horizontal}$$

- Cálculo de momentos finales en el extremo de cada barra ( $M_{ik}$ )

$$M_{ik} = M_{Fik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} \quad \text{sin ladeo}$$

$$M_{ik} = M_{Fik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik} \quad \text{con ladeo}$$

- Cálculo de los momentos positivos en vigas ( $M_{ik(+)}$ )

$$M_{ik(+)} = \frac{WL^2}{8} - \frac{|M_{i(-)}| + |M_{k(-)}|}{2}$$

$M_{i(-)}$  = momento negativo de la viga en el extremo del lado izquierdo

$M_{k(-)}$  = momento negativo de la viga en el extremo del lado derecho

### 2.3.3.1. Método de Kani para carga viva

- Marco B sentido Y

Momentos fijos ( $MF_{ik}$ )

Para cargas uniformemente distribuidas  $MF = \pm WL^2/12$

MFAB	=	-1 596	Kg-m	MFBA	=	1 596	Kg-m
MFBC	=	-1 596	Kg-m	MFCB	=	1 596	Kg-m
MFCD	=	-1 596	Kg-m	MFDC	=	1 596	Kg-m
MFDD'	=	-828,37	Kg-m	MFD'D	=	0	Kg-m
MFEF	=	-1 995	Kg-m	MFFE	=	1 995	Kg-m
MFFG	=	-1 995	Kg-m	MFGF	=	1 995	Kg-m
MFGH	=	-1 995	Kg-m	MFHG	=	1 995	Kg-m
MFHH'	=	-1 035	Kg-m	MFH'H	=	0	Kg-m

Rigidez de los elementos  $K_{ik} = I / L_{ik}$

Inercia de los elementos rectangulares

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$I_{\text{viga}} = \frac{0,35 \cdot 0,45^3}{12} = 0,00265 \text{ m}^4$$

$$I_{\text{columna}} = \frac{0,35 \cdot 0,35^3}{12} = 0,00125 \text{ m}^4$$

$K_{vigas} =$

$$K_{AB} = K_{BA} = K_{BC} = K_{CB} = K_{CD} = K_{DC} = K_{EF} = K_{FE} = K_{FG} = K_{GF} = K_{GH} = K_{HG} = 0,00044297$$

$K_{columnas} =$

$$K_{AE} = K_{EA} = K_{BF} = K_{FB} = K_{CG} = K_{GC} = K_{DH} = K_{HD} = 0,000416$$

$$K_{EI} = K_{IE} = K_{FJ} = K_{JF} = K_{GK} = K_{KG} = K_{HL} = K_{LH} = 0,000277$$

- Factor de giro o coeficiente de reparto

$$\mu_{ik} = -\frac{1}{2} \left[ \frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right]$$

Nudo A

$$\mu_{AB} = -\frac{1}{2} \left[ \frac{0,00044297}{0,0004497 + 0,0004168} \right] = -0,25759717$$

$$\mu_{AE} = -\frac{1}{2} \left[ \frac{0,0004168}{0,0004497 + 0,0004168} \right] = -0,2424028$$

- Momentos de sujeción  $M_s = \sum MF_{ik}$

$$\text{Nudo A} = M_{SA} = -1\,596 \text{ Kg-m}$$

$$\text{Nudo B} = M_{SB} = 0 \text{ Kg-m}$$

$$\text{Nudo C} = M_{SC} = 0 \text{ Kg-m}$$

$$\text{Nudo D} = M_{SD} = 767,62 \text{ Kg-m}$$

$$\text{Nudo E} = M_{SE} = -1\,995 \text{ Kg-m}$$

$$\text{Nudo F} = M_{SF} = 0 \text{ Kg-m}$$

$$\text{Nudo G} = M_{SG} = 0 \quad \text{Kg-m}$$

$$\text{Nudo H} = M_{SH} = 959,63 \quad \text{Kg-m}$$

- Influencia de giro ( $M'_{ik}$ ) – primera iteración

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \sum(M'_{ni} + M''_{ni}))$$

$$\text{Nudo A} = M'_{AB} = \mu_{AB} (M_{SA} + \sum(M'_{BA} + M'_{EA}))$$

$$-0,2576 (-1\ 596 + (0 + 0)) = 411,125 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{AE} = \mu_{AE} (M_{SA} + \sum(M'_{BA} + M'_{EA}))$$

$$-0,2424 (-1\ 596 + (0 + 0)) = 386,875 \text{ Kg-m}$$

$$\text{Nudo B} = M'_{BA} = \mu_{BA} (M_{SB} + \sum(M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{FB}))$$

$$-0,17 (0 + (411,125 + 0 + 0)) = -69,895 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{BC} = \mu_{BC} (M_{SB} + \sum(M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{FB}))$$

$$-0,17 (0 + (411,125 + 0 + 0)) = -69,895 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{BF} = \mu_{BF} (M_{SB} + \sum(M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{FB}))$$

$$-0,1599 (0 + (411,125 + 0 + 0)) = -65,772 \text{ Kg-m}$$

- Influencia de giro ( $M'_{ik}$ ) – segunda iteración

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \sum(M'_{ni} + M''_{ni}))$$

$$\text{Nudo A} = M'_{AB} = \mu_{AB} (M_{SA} + \sum(M'_{BA} + M'_{EA}))$$

$$-0,2576 (-1596 + (-69,895 + 293,41)) = 353,548 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{AE} = \mu_{AE} (M_{SA} + \sum(M'_{BA} + M'_{EA}))$$

$$-0,2576 (-1596 + (-69,895 + 293,41)) = 332,694 \text{ Kg-m}$$

$$\text{Nudo B} = M'_{BA} = \mu_{BA} (M_{SB} + \sum(M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{FB}))$$

$$-0,17 (0 + (353,548 + 11,883 + 6,107)) = -63,165 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{BC} = \mu_{BC} (M_{SB} + \sum(M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{FB} ))$$

$$-0,17 (0 + (353,548 + 11,883 + 6,107)) = -63,165 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{BF} = \mu_{BF} (M_{SB} + \sum(M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{FB} ))$$

$$-0,1599 (0 + (353,548 + 11,883 + 6,107)) = -59,439 \text{ Kg-m}$$

- Momentos finales en el extremo de cada barra ( $M_{ik}$ )

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M_{ki} + M''_{ik}$$

Columnas:

$$M_{EI} = M_{FEI} + 2M'_{EI} + M_{IE} + M''_{EI}$$

$$= 0 + 2*(209,162) + 0 + 0 = 418,32 \text{ Kg-m}$$

$$M_{IE} = M_{FIE} + 2M'_{IE} + M_{EI} + M''_{IE}$$

$$= 0 + 2*(0) + 209,162 + 0 = 209,162 \text{ Kg-m}$$

Vigas:

$$M_{BA} = M_{FBA} + 2M'_{BA} + M_{AB} + M''_{BA}$$

$$= 1596 + 2*(-57,758) + 345,185 + 0 = 1 825,67 \text{ Kg-m}$$

$$M_{BC} = M_{FBC} + 2M'_{BC} + M_{CB} + M''_{BC}$$

$$= -1596 + 2*(-57,758) + 34,495 + 0 = -1 677,02 \text{ Kg-m}$$

- Momentos positivos en vigas ( $M_{ik(+)}$ )

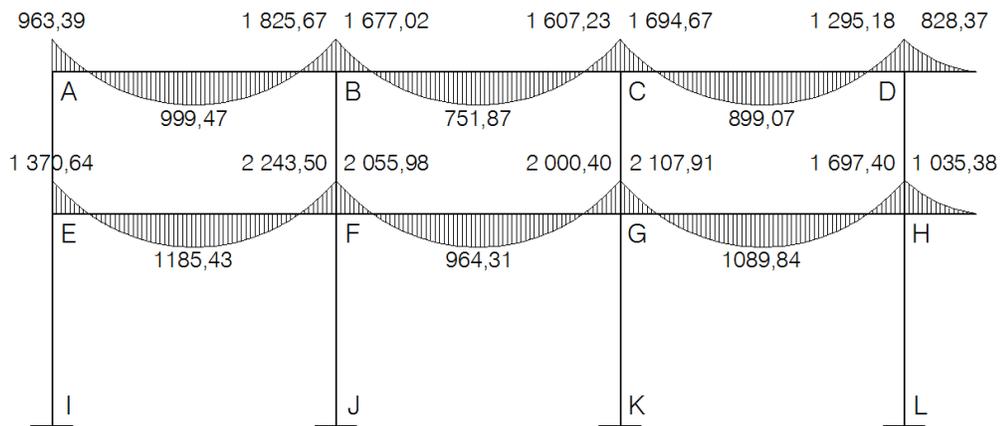
$$M_{ik(+)} = \frac{WL^2}{8} - \frac{|M_i(-)| + |M_k(-)|}{2}$$

$$M_{BA(+)} = \frac{532*6^2}{8} - \frac{|1 825,67| + |-963,39|}{2}$$

$$M_{BC(+)} = 999,47 \text{ Kg-m}$$

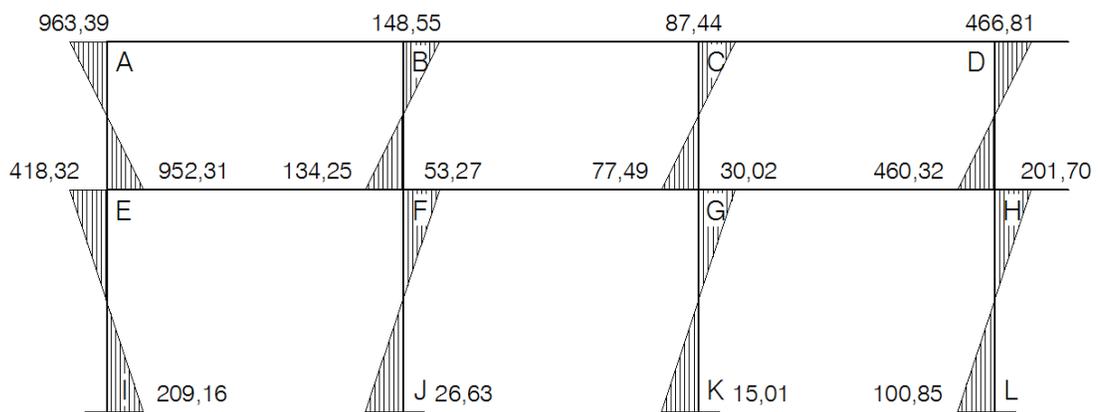
Este mismo procedimiento se aplico para encontrar los momentos finales, para vigas y columnas, ver resultados en figuras 10 y 11.

Figura 10. **Diagrama de momentos en vigas por carga viva en Kg-m**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

Figura 11. **Diagrama de momentos en columnas por carga viva en Kg-m**



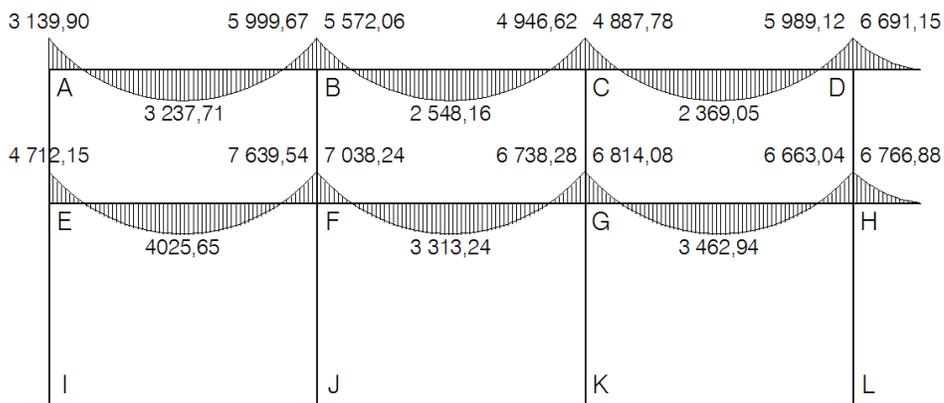
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

### 2.3.3.2. Método de Kani para carga muerta

Marco B sentido Y

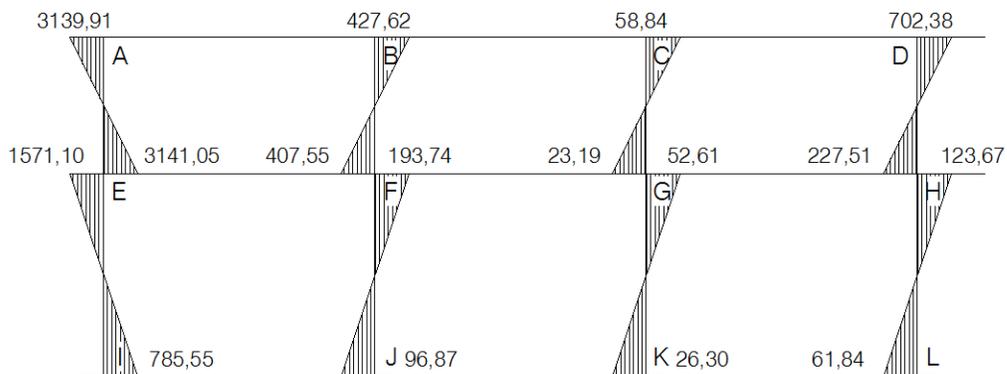
Para el cálculo de momentos de carga muerta se usa el mismo procedimiento anteriormente descrito, ver resultados en las figuras 12 y 13.

Figura 12. Diagrama de momentos en vigas por carga muerta en Kg-m



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

Figura 13. Diagrama de momentos en columnas carga muerta en Kg-m



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

### 2.3.3.3. Método de Kani para fuerza sísmica

Marco B sentido Y

- Factores de corrimiento  $\ddot{u}$

Nivel 1

$$\ddot{u}_{EI} = \ddot{u}_{FJ} = \ddot{u}_{GK} = \ddot{u}_{HL} = -\frac{3}{2} \left[ \frac{K_{EI}}{K_{EI} + K_{FJ} + K_{GK} + K_{HL}} \right]$$

$$\ddot{u}_{EI} = \ddot{u}_{FJ} = \ddot{u}_{GK} = \ddot{u}_{HL} = -\frac{3}{2} \left[ \frac{0,0004168}{0,0004168 + 0,0004168 + 0,0004168 + 0,0004168} \right] = -0,375$$

Nivel 2

$$\ddot{u}_{AE} = \ddot{u}_{BF} = \ddot{u}_{CG} = \ddot{u}_{DH} = -\frac{3}{2} \left[ \frac{K_{AE}}{K_{AE} + K_{BF} + K_{CG} + K_{DH}} \right]$$

$$\ddot{u}_{AE} = \ddot{u}_{BF} = \ddot{u}_{CG} = \ddot{u}_{DH} = -\frac{3}{2} \left[ \frac{0,0002779}{0,0002779 + 0,0002779 + 0,0002779 + 0,0002779} \right] = -0,375$$

- Fuerzas de sujeción FM del nivel

$$F_{\text{Nivel 2}} = 2\,878 \text{ Kg}$$

$$F_{\text{Nivel 1}} = 2\,140 \text{ Kg}$$

- Fuerza cortante en el piso  $Q_n = \sum FM$

$$Q_{\text{Nivel 2}} = 2\,878 \text{ Kg}$$

$$Q_{\text{Nivel 1}} = 5\,018 \text{ Kg}$$

- Momentos de piso

$$M_n = \frac{Q_n \cdot H_n}{3}$$

$$M_{\text{nivel 2}} = \frac{2\,878 \cdot 3}{3} = 2\,878$$

$$M_{\text{nivel 1}} = \frac{5\,018 \cdot 4,5}{3} = 7\,527$$

Los valores de las rigideces, factores de giro y factores de corrimiento, son los que se calcularon en el análisis de la carga viva.

- Influencia de desplazamiento ( $M''_{ik}$ ) – primera iteración

$$M''_{ik} = \ddot{U}_{ik} (M_n + \sum(M'_{ik} + M'_{ki}))$$

Nivel 2

$$\begin{aligned} M''_{AE} &= \ddot{U}_{AE} (M_{n2} + \sum(M'_{AE} + M'_{EA})) \\ &= -0,375 (2\,878 + (0 + 0)) = -1\,079,25 \end{aligned}$$

Nivel 1

$$\begin{aligned} M''_{EI} &= \ddot{U}_{EI} (M_{n1} + \sum(M'_{EI} + M'_{IE})) \\ &= -0,375 (7\,527 + (0 + 0)) = -2\,822,62 \end{aligned}$$

- Influencia de desplazamiento ( $M''_{ik}$ ) – segunda iteración

$$M''_{ik} = \ddot{U}_{ik} (M_n + \sum(M'_{ik} + M'_{ki}))$$

Nivel 2

$$M''_{AE} = \ddot{U}_{AE} (M_{n2} + \sum(M'_{AE} + M'_{EA} + M'_{BF} + M'_{FB} + M'_{CG} + M'_{GC} + M'_{DH} + \dots, + M'_{HD}))$$

$$M''_{AE} = -0,375 (2\ 878 + \sum(261,61 + 580,92 + 128,18 + 441,51 + 150,86 + 400,15 + 222,75 + 673,93)) = -2\ 151,7469$$

Nivel 1

$$M''_{EI} = \ddot{U}_{EI} (M_{n1} + \sum(M'_{EI} + M'_{IE} + M'_{FJ} + M'_{JF} + M'_{GK} + M'_{KG} + M'_{HL} + \dots, + M'_{LH}))$$

$$M''_{EI} = -0,375 (7527 + \sum(387,21 + 0 + 294,34 + 0 + 266,76 + 0 + 449,32 + 0)) = -3\ 346,769$$

- Influencia de giro ( $M'_{ik}$ ) – segunda iteración

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \sum(M'_{ni} + M''_{ni}))$$

$$\text{Nudo A} = M'_{AB} = \mu_{AB} (M_{sA} + \sum(M''_{AE} + M'_{BA} + M'_{EA}))$$

$$-0,2576 (0 + (-2\ 151,74 + 136,21 + 580,92)) = 369,55 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{AE} = \mu_{AE} (M_{sA} + \sum(M''_{AE} + M'_{BA} + M'_{EA}))$$

$$-0,2424 (0 + (-2\ 151,74 + 136,21 + 580,92)) = 347,75 \text{ Kg-m}$$

$$\text{Nudo B} = M'_{BA} = \mu_{BA} (M_{sB} + \sum(M''_{BF} + M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{FB}))$$

$$-0,17 (0 + (-2\ 151,74 + 369,55 + 160,32 + 441,51)) = 200,67 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{BC} = \mu_{BA} (M_{SB} + \sum(M''_{BF} + M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{FB} ))$$

$$-0,17 (0 + (-2\ 151,74 + 369,55 + 160,32 + 441,51)) = 200,67 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{BF} = \mu_{BA} (M_{SB} + \sum(M''_{BF} + M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{FB} ))$$

$$-0,159 (0 + (-2\ 151,74 + 369,55 + 160,32 + 441,51)) = 188,83 \text{ Kg-m}$$

- Momentos finales en el extremo de cada barra ( $M_{ik}$ )

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M_{ki} + M''_{ik}$$

Columnas:

$$MEI = MFEI + 2M'EI + MIE + M''EI$$

$$= 0 + 2*649,36 + 0 + -3\ 599,71 = -2\ 300,99 \text{ Kg-m}$$

$$MIE = MFIE + 2M'IE + MEI + M''IE$$

$$= 0 + 2*0 + 649,36 + -3599,71 = -2\ 950,34 \text{ Kg-m}$$

Vigas:

$$MBA = MFBA + 2M'BA + M'AB + M''BA$$

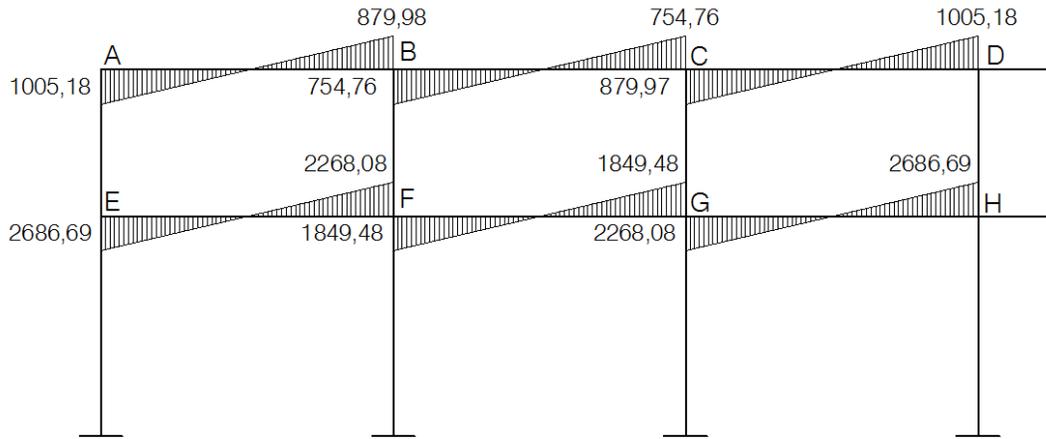
$$= 0 + 2*(251,58) + 376,79 + 0 = 879,98 \text{ Kg-m}$$

$$MAB = MFAB + 2M'AB + M'BA + M''AB$$

$$= 0 + 2*(376,79) + 251,58 + 0 = 1\ 005,18 \text{ Kg-m}$$

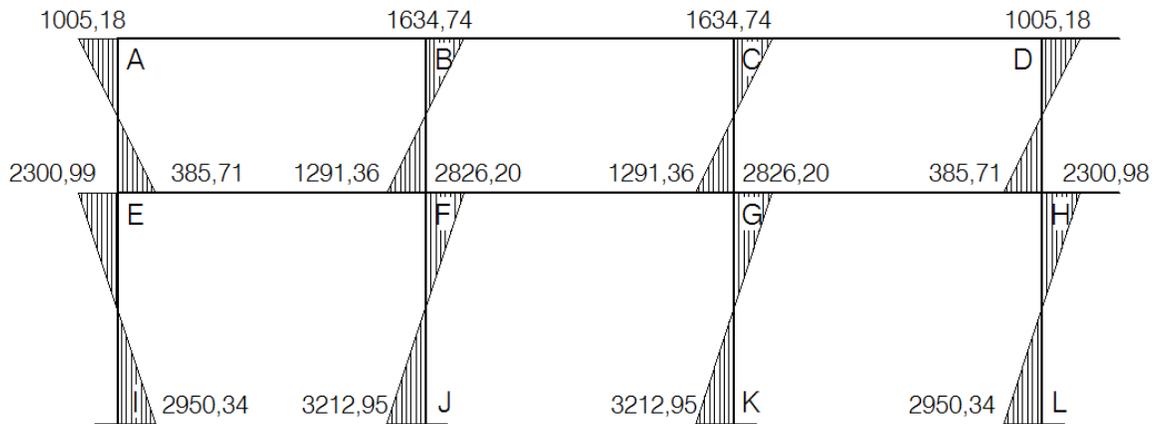
Este mismo procedimiento se aplico para encontrar los momentos, para vigas y columnas, ver resultados en figuras 14 y 15.

Figura 14. Diagrama de momentos en vigas del marco B por fuerza sísmica en Kg-m



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

Figura 15. Diagrama de momentos en columnas del marco B fuerza sísmica Kg-m



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

- Método de Kani – marco rígido típico sentido X

Para el análisis en el sentido X se aplicaron los mismos parámetros utilizados en el sentido Y.

#### 2.3.3.4. Momentos últimos por envolventes de momentos

Se entiende como la superposición de los resultados del análisis de carga muerta, carga viva y fuerza sísmica. Para el efecto se aplica lo que el ACI indica en cuanto a las combinaciones siguientes:

$$M = 1,4M_{CM} + 1,7M_{CV}$$

$$M = 0,75(1,4M_{CM} + 1,7M_{CV} \pm 1,87M_S)$$

$$M = 0,90M_{CM} \pm 1,43M_S$$

- Momentos últimos positivos en vigas

$$M_{(+)} = [1,4 * M_{cm} + 1,7M_{cv}]$$

- Envolvente de momentos, marco B sentido Y

Vigas:

$$M_{AB} = 1,4(3\ 139,40) + 1,7(963,39) = 6032,39 \text{ Kg-m}$$

$$M_{AB} = 0,75(1,4(3\ 139,40) + 1,7(963,39) \pm 1,87(1\ 005,18)) =$$

$$M_{AB} = 5\ 934,45 \text{ Kg-m}$$

$$M_{AB} = 3\ 114,92 \text{ Kg-m}$$

$$M_{AB} = 0,90(3\ 139,40) \pm 1,43(1\ 005,18) =$$

$$M_{AB} = 4\ 262,86 \text{ Kg-m}$$

$$M_{AB} = 1\ 388,05 \text{ Kg-m}$$

De estos resultados se toma el mayor

$$MAB = 6\,032,39 \text{ Kg-m}$$

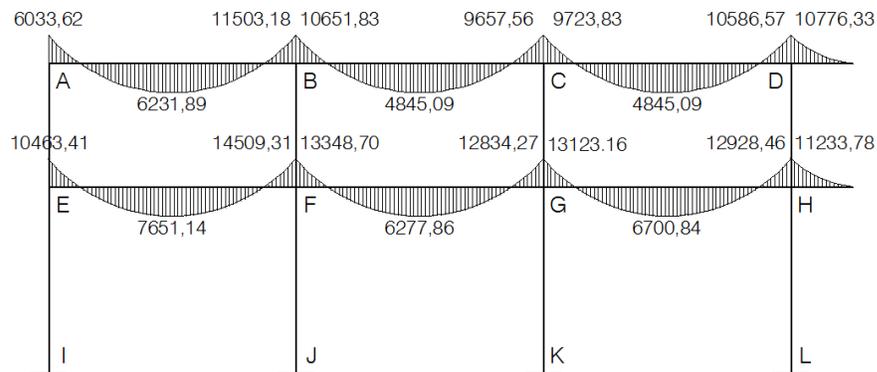
Columnas:  $MAE = 1,4(3\,139,91) + 1,7(963,39) = 6\,032,39 \text{ Kg-m}$   
 $MAE = 0,75(1,4(3\,139,91) + 1,7(963,39) \pm 1,87(1\,005,18)) =$   
 $MAE = 5\,934,45 \text{ Kg-m}$   
 $MAE = 3\,114,92 \text{ Kg-m}$   
 $MAE = 0,90(3\,139,91) \pm 1,43(1\,157,49) =$   
 $MAE = 4\,262,86 \text{ Kg-m}$   
 $MAE = 1\,388,05 \text{ Kg-m}$

De estos resultados se toma el mayor

$$MAE = 6\,032,39 \text{ Kg-m}$$

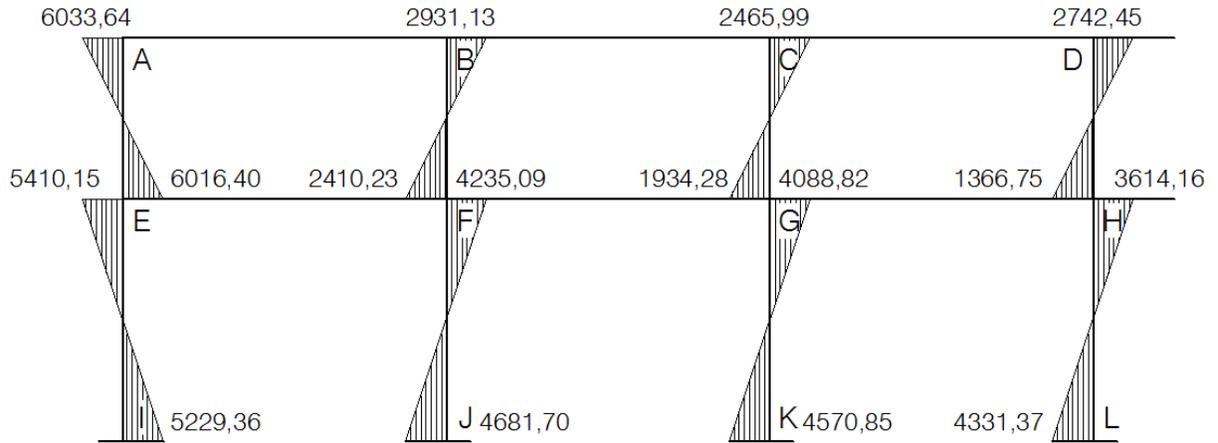
Los resultados obtenidos se presentan en las figuras 16 y 17.

Figura 16. **Diagrama de momentos últimos en las vigas marco B - Kg-m**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

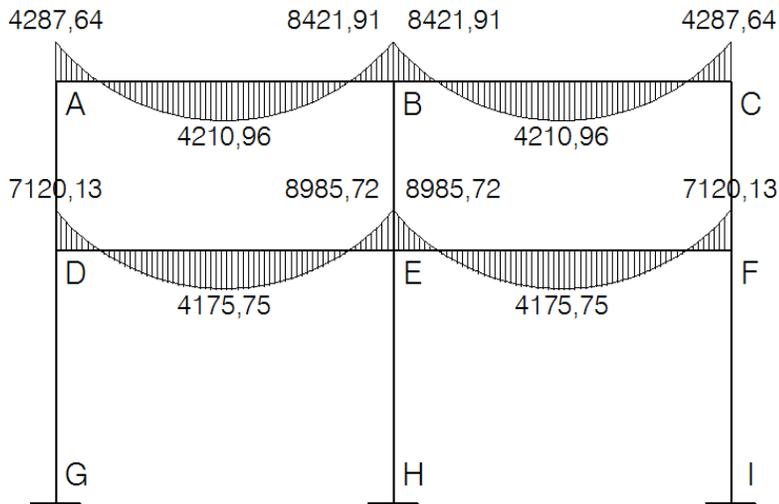
Figura 17. Diagrama de momentos últimos columnas marco B - Kg-m



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

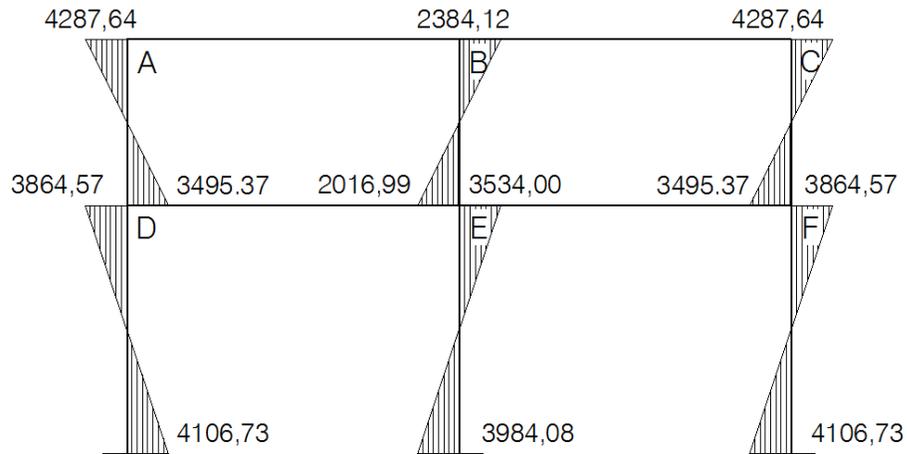
- Envolverte de momentos, marco 1 sentido X

Figura 18. Diagrama de momentos últimos en las vigas - Kg-m



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

Figura 19. Diagrama de momentos últimos en las columnas - Kg-m



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

### 2.3.3.5. Diagrama de cortes últimos en marcos rígidos

Los cortes en los marcos se calculan con las fórmulas siguientes.

- Corte en vigas:

$$V_v = 0,75 \left[ \frac{1,4(W_{cm} \cdot L)}{2} + \frac{1,7(W_{cv} \cdot L)}{2} + \frac{1,87(\sum M_s)}{L} \right]$$

- Corte en columnas:

$$V_c = \frac{\sum M_{col}}{L}$$

- Cortes en marcos típicos

Vigas sentido Y

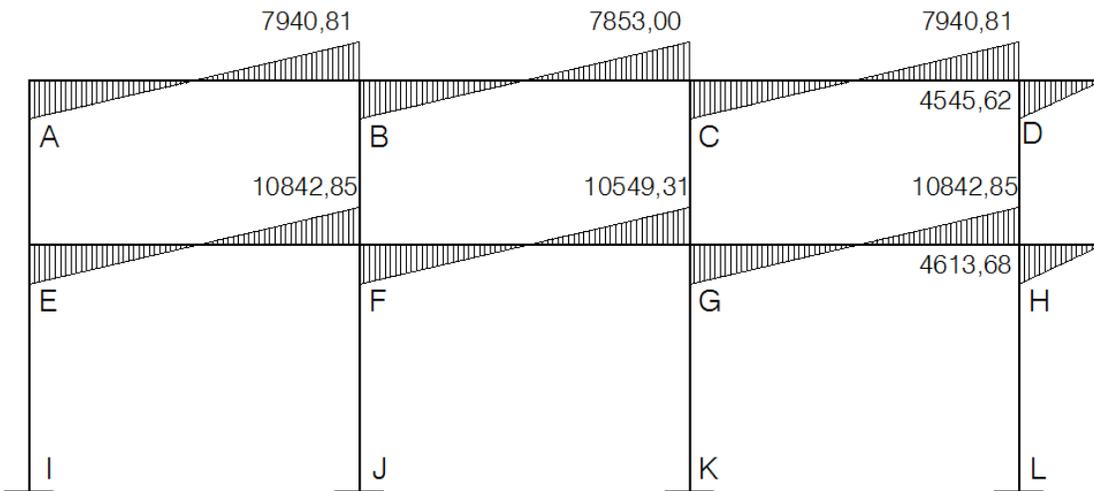
$$V_{AB} = 0,75 \left[ \frac{1,4(1\,735 \cdot 6)}{2} + \frac{1,7(532 \cdot 6)}{2} + \frac{1,87(1\,885,16)}{6} \right] = 7\,940,81 \text{ Kg}$$

Columnas sentido Y

$$V_{AE} = \frac{6\,063,64 + 6\,016,64}{3} = 4\,016,68 \text{ Kg}$$

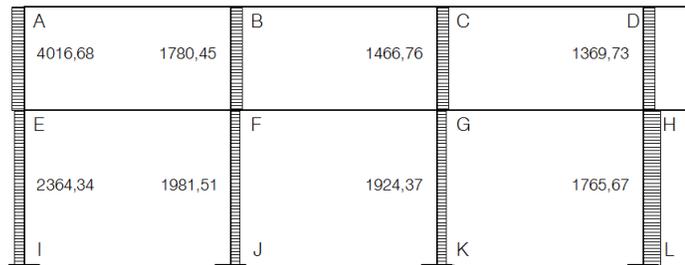
Los resultados para los marcos B y 1, se observan en las figuras 20 - 23

Figura 20. **Diagrama de cortes últimos en las vigas marco B - Kg-m**



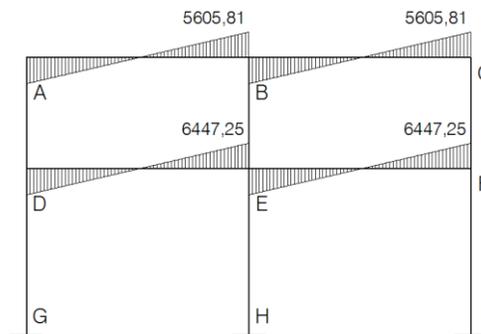
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

Figura 21. **Diagrama de cortes últimos en las columnas marco B - Kg-m**



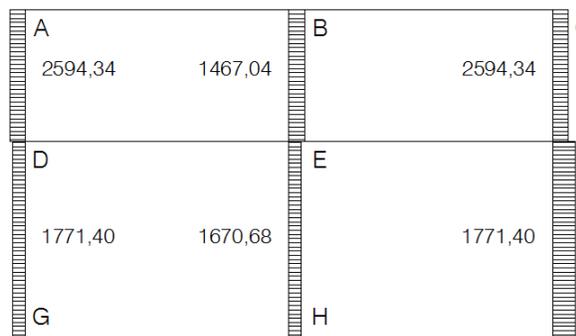
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

Figura 22. **Diagrama de cortes últimos en las vigas marco 1 - Kg-m**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

Figura 23. **Diagrama de cortes últimos en las columnas marco 1 - Kg-m**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

## 2.4. Análisis estructural utilizando el programa ETABS

El programa ETABS es un programa de análisis y diseño estructural basado en el método de los elementos finitos (FEM), con características especiales para el análisis y el diseño estructural de edificaciones. El programa trabaja dentro de un sistema de datos ingresados, todo lo que requiere es integrar el modelo dentro de un sistema de análisis y diseño con una versátil interface.

Los efectos que el programa proporciona son instantáneos automáticos y satisfactorios utilizando modelos matemáticos de marcos rígidos representados en gráficas que muestran tanto la forma de la estructura tridimensional así como las cargas que soportan los marcos, realizando de esta forma el análisis estructural del mismo.

### 2.4.1. Comparación del análisis y diseño estructural con el programa ETABS

Los resultados obtenidos por el programa ETABS V9 se demuestran en la tabla XXI y en las figuras 24 a la 31.

Tabla XXI. **Datos comparativos de momentos Kg-m en el marco B Excel vs. Etabs**

Descripción	Tramo	Mcv	% Error	Mcm	% Error	M sismo	% Error	M último	% Error	Corte	% Error
M excel	AB	963,39	8,55	3 139,90	19,29	1 005,18	1,02	6 033,62	13,68	7940,80	0,01
M etabs	AB	881,05		2 534,12	1 015,53	5208,47					
M excel	BA	1 825,67	2,08	5 999,67	6,33	879,98	0,95	11 503,17	5,22	7940,00	
M etabs	BA	1 864,41		6 404,80		871,60		12 136,22			
M excel	+	999,47	3,59	3 237,71	5,98	-	-	6 231,89	2,77		
M etabs	+	1 036,71		3 443,72		-	6 409,4				

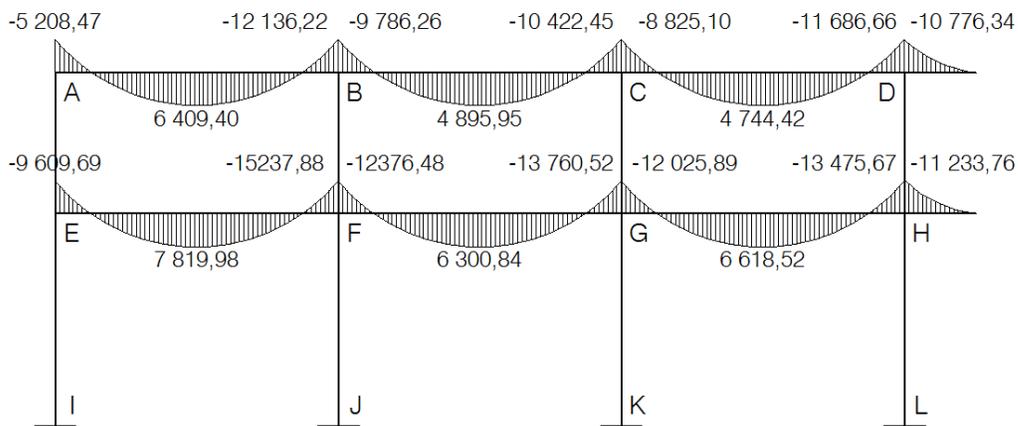
Continuación de la tabla XXI.

M excel	BC	1 677,02		5 572,06		754,76		10 651,83			
M etabs	BC	1 599,70	4,61	5 047,68	9,41	766,23	1,50	9 786,26	8,13	7 853,00	
M excel	CB	1 607,23		4 946,62		754,76		9 657,55			0,05
M etabs	CB	1 665,24	3,48	5 422,51	8,78	765,25	1,37	10 422,45	7,34		
M excel	+	751,87		2 548,16		-	-	4 845,60		7 856,87	
M etabs	+	761,52	1,27	2 572,40	0,94	-	-	4 895,95	1,03		
M excel	CD	1 694,67		4 887,78		879,97		9 723,83			
M etabs	CD	1 603,91	5,36	4 356,03	10,88	864,77	1,73	8 825,1	9,24	7 940,80	
M excel	DC	1 295,18		5 989,12		1 005,18		10 586,57			0,06
M etabs	DC	1 389,56	6,79	6 660,28	10,08	1 004,18	0,10	11 686,66	9,41		
M excel	+	899,07		2 369,05		-	-	4 845,08		7 935,76	
M etabs	+	897,26	0,20	2 299,34	2,94	-	-	4 744,42	2,08		
M excel	DD'	828,37		6 691,15		0,00		10 776,32		4 545,61	0,01
M etabs	DD'	828,37	0,00	6 691,15	0,00	0,00	-	10 776,34	0,00	4 545,30	
M excel	EF	1 370,64		4 712,15		2 686,69		10 463,40			
M etabs	EF	1 288,68	5,98	3 985,76	15,42	2 696,30	0,36	9 609,69	8,16	10 842,85	
M excel	FE	2 243,50		7 639,54		2 268,08		14 509,30			0,01
M etabs	FE	2 295,28	2,26	8 161,36	6,39	2 258,27	0,43	15 327,88	5,34		
M excel	+	1 185,43		4 025,65		-	-	7 651,14		10 841,54	
M etabs	+	1 201,28	1,32	4 192,52	3,98	-	-	7 819,98	2,16		
M excel	FG	2 055,98		7 038,24		1 849,48		13 348,70			
M etabs	FG	1 967,22	4,32	6 451,57	8,34	1 859,68	0,55	12 376,48	7,28	10 549,30	
M excel	GF	2 000,40		6 738,28		1 849,48		12 834,27			0,03
M etabs	GF	2 076,91	3,68	7 306,97	7,78	1 857,76	0,45	13 760,52	6,73		
M excel	+	964,31		3 313,24		-	-	6 277,86		10 552,36	
M etabs	+	970,43	0,63	3 322,22	0,27	-	-	6 300,84	0,36		
M excel	GH	2 107,91		6 814,08		2 268,08		13 123,15			
M etabs	GH	1 997,32	5,25	6 164,66	9,53	2 240,90	1,20	12 025,89	8,36	10 842,85	
M excel	HG	1 697,40		6 663,04		2 686,69		12 928,46			0,11
M etabs	HG	1 816,30	6,55	7 419,97	10,20	2 666,59	0,75	13 475,67	4,06		
M excel	+	1 089,84		3 462,94		-	-	6 700,84		10 830,54	
M etabs	+	1 085,69	0,38	3 409,18	1,55	-	-	6 618,52	1,23		
M excel	HH'	1 035,38		6 766,88		0,00		11 233,77		4 613,68	0,01
M etabs	HH'	1 035,38	0,00	6 766,88	0,00	0,00	-	11 233,76	0,00	4 613,99	

Fuente: elaboración propia.

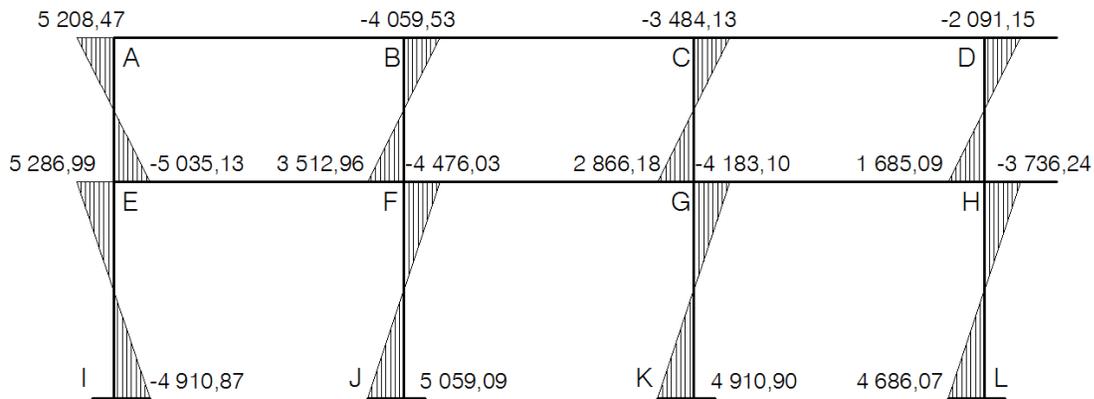
Al analizar los datos de la tabla XXI el porcentaje de error no es mayor al 10 % con unas pocas excepciones, este error se da debido a que el programa ETABS, para el análisis utiliza un método matricial el cual es más exacto que el método de Kaní.

Figura 24. **Diagrama de momentos últimos en las vigas marco B Kg-m**



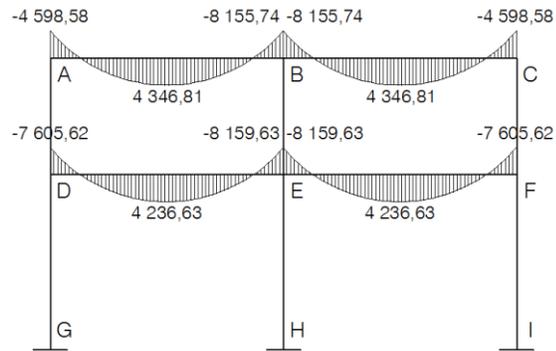
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

Figura 25. **Diagrama de momentos últimos en columnas marco B Kg-m**



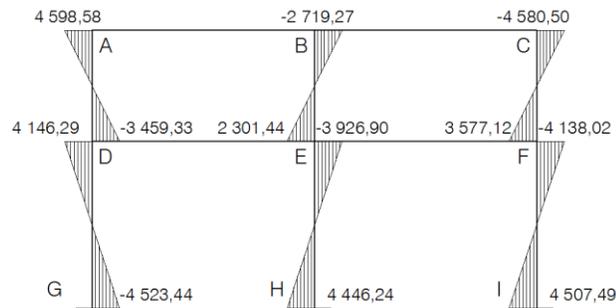
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

Figura 26. **Diagrama de momentos últimos en las vigas marco 1 Kg-m**



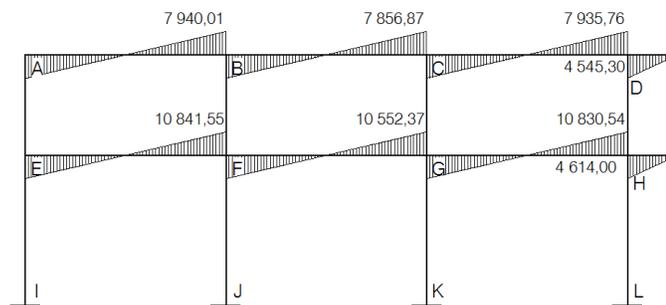
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

Figura 27. **Diagrama de momentos últimos en las vigas marco 1 Kg-m**



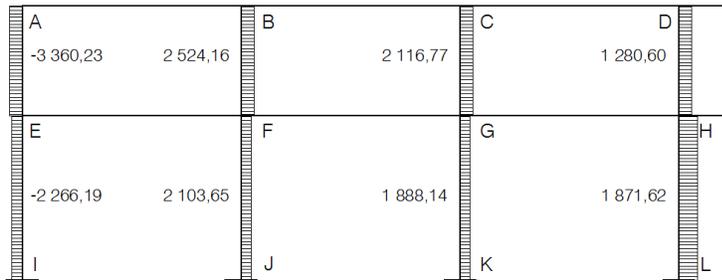
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

Figura 28. **Diagrama de cortes en las vigas marco B Kg-m**



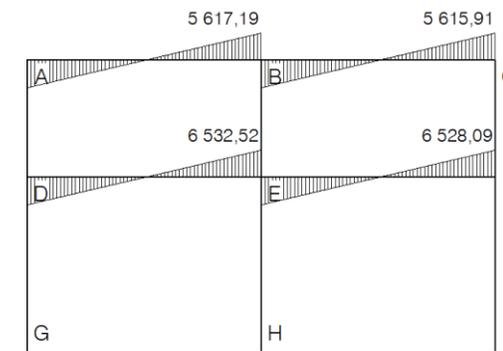
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

Figura 29. **Diagrama de cortes en las columnas marco B Kg-m**



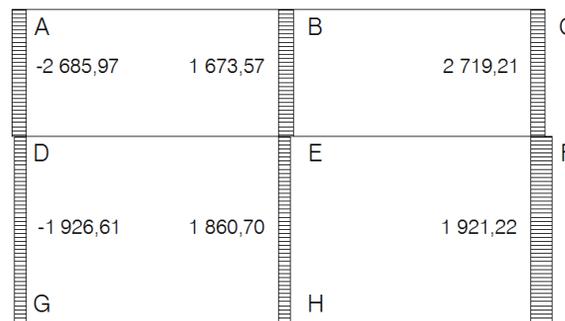
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

Figura 30. **Diagrama de cortes en las vigas marco 1 Kg-m**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

Figura 31. **Diagrama de cortes en las columnas marco 1 Kg-m**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

## 2.5. Estructuración del diseño de los elementos

El diseño estructural consiste en definir las características de los elementos que componen una estructura.

La resistencia real es la característica particular más relevante de cualquier elemento estructural, esta debe ser lo más alta posible para resistir, con buen margen de reserva, todas las cargas previsibles que puedan actuar sobre aquél, durante la vida de la estructura, sin presentar falla o cualquier otro efecto.

Es decir que el diseño estructural tiene el fin de dimensionar los elementos, para que la resistencia sea adecuada para soportar las fuerzas resultantes ante ciertos estados hipotéticos de sobrecarga, aplicando cargas mayores que las cargas que se espera que actúen en la realidad durante el servicio. En el diseño estructural de este proyecto, se aplicaron las siguientes especificaciones:

Materiales:

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

$$f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_s = 2,1E6 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_c = 2,19E5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2\,400 \text{ Kg/cm}^3$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 2\,130 \text{ Kg/cm}^3$$

### **2.5.1. Análisis y diseño de losas**

Las losas son los principales elementos horizontales que transmiten las cargas vivas de movimiento, así como las cargas muertas a los apoyos verticales de los marcos de una estructura, pueden ser losa sobre viga o losas sin vigas (placas planas) apoyadas directamente sobre las columnas, o losas compuestas sobre viguetas, pueden dimensionarse de forma que actúen en una dirección (losa en un sentido) o que actúen en dos direcciones perpendiculares (losa en dos direcciones).

Por el espesor, pueden dividirse en: cascarones ( $t < 0,09$ ), planas ( $0,09 \leq t \leq 0,15$ ) y nervuradas ( $t < 0,15$ ).

Para diseñarlas existen varios métodos, en este caso se utiliza el método 3 del ACI – 318 – 05.

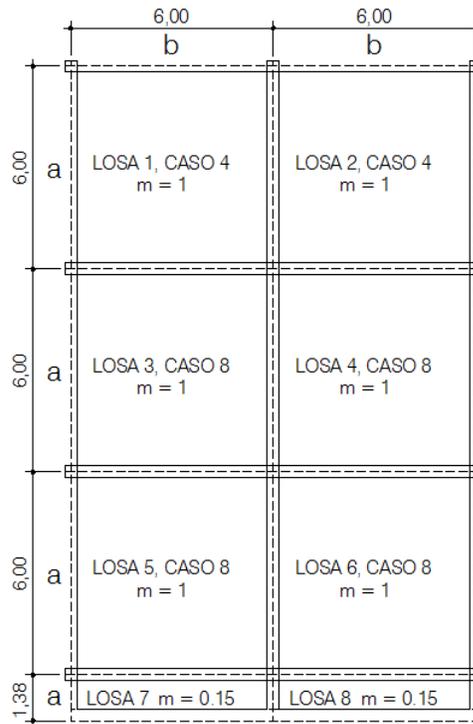
#### **2.5.1.1. Losas del nivel 1**

A continuación se detalla el procedimiento para diseñar losas en dos direcciones:

Datos: las dimensiones se muestran en la figura 32, las cargas en las tablas V y VI.

Espesor de la losa (t): el espesor de losas  $t = 0,15$  m ver la sección 2.3.1.3

Figura 32. **Planta típica de distribución de losa**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

- Carga última o carga de diseño losa del nivel 2

$$Cu = 1,4 ((2\ 400 \cdot 0,15) + 60 + 90 + 200) + 1,7(250)$$

$$Cu = 1419 \text{ Kg/m}^2$$

Para calcular los momentos de diseño se toma una franja unitaria de 1,00 metro de ancho:

- Losa 1 y losa 3

$$Cu = 1\ 419 \text{ Kg/m}^2 \cdot 1,00\text{m} = 1\ 419 \text{ Kg/m}$$

- Momentos actuantes

Las fórmulas para calcular los momentos, son las siguientes:

$$M_{A(-)} = C \cdot CU \cdot A^2 \qquad M_{A(+)} = C \cdot CMU \cdot A^2 + C \cdot CVU \cdot A^2$$

$$M_{B(-)} = C \cdot CU \cdot B^2 \qquad M_{B(+)} = C \cdot CMU \cdot B^2 + C \cdot CVU \cdot B^2$$

Donde:

C = coeficiente tomado del ACI

A = dimensión del lado corto considerado de la losa

B = dimensión del lado largo considerado de la losa

- Relación m

$$m = \frac{A}{B}$$

$$m = \frac{6,00}{6,00} = 1 \quad \text{Losa 1 y losa 3}$$

Las losas actúan en dos sentidos.

- Cargas últimas

$$CMU = 1,4 ((2,400 \cdot 0,15) + 60 + 90 + 200) = 994 \text{ Kg/m}^2$$

$$CVU = 1,7 (250) = 425 \text{ Kg/m}^2$$

Utilizando las fórmulas y cálculos anteriores se procede a calcular los momentos respectivos:

- Losa 1 (caso 4)

$$M_{A(-)} = 0,05 (1\ 419) (6)^2 = 2\ 554,20 \text{ Kg-m}$$

$$M_{A(+)} = 0,027 (994) (6)^2 + 0,032 (425) (6)^2 = 1\ 455,76 \text{ Kg-m}$$

$$M_{B(-)} = 0,05 (1\ 419) (6)^2 = 2\ 554,20 \text{ Kg-m}$$

$$M_{B(+)} = 0,027 (994) (6)^2 + 0,032 (425) (6)^2 = 1\ 455,76 \text{ Kg-m}$$

- Losa 3 (caso 8)

$$M_{A(-)} = 0,61 (1\ 419) (6)^2 = 3\ 116,12 \text{ Kg-m}$$

$$M_{A(+)} = 0,023 (994) (6)^2 + 0,030 (425) (6)^2 = 1\ 282,03 \text{ Kg-m}$$

$$M_{B(-)} = 0,033 (1\ 419) (6)^2 = 1\ 685,77 \text{ Kg-m}$$

$$M_{B(+)} = 0,020 (994) (6)^2 + 0,028 (425) (6)^2 = 1\ 144,08 \text{ Kg-m}$$

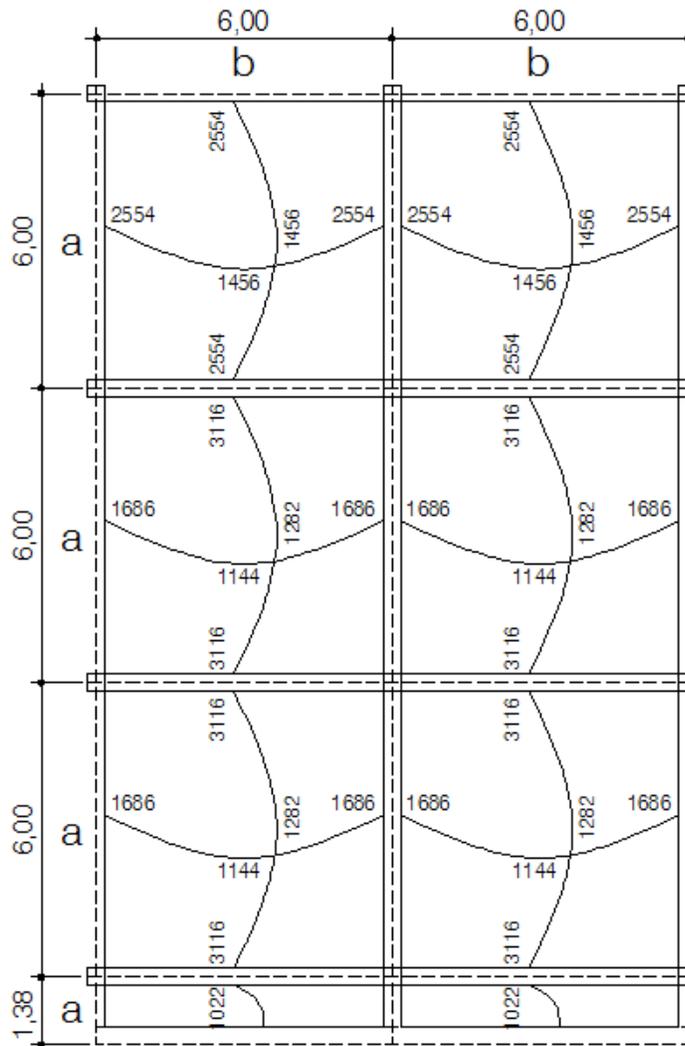
- Momento en voladizo

$$m_{\text{vol}} = \frac{WL^2}{2}$$

$$m_{\text{vol}} = \frac{1\ 419 * 1,20^2}{2} = 1\ 021,68 \text{ Kg-m}$$

En la figura 33 se presentan los resultados de todos los momentos obtenidos en las losas.

Figura 33. **Planta de momentos actuantes en losa del nivel 1**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

- Balance de momentos

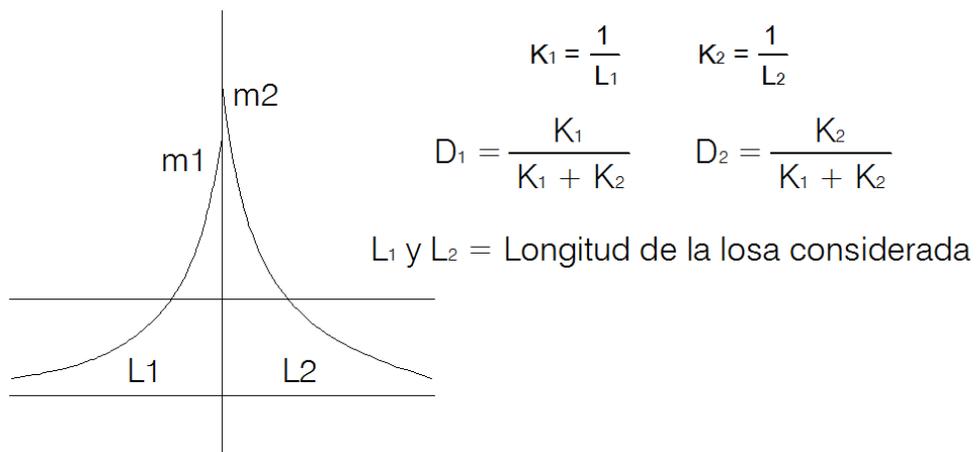
Cuando dos losas tienen un lado en común y tienen momentos diferentes, se deben balancear estos momentos antes de proceder a calcular los refuerzos, se balancean de acuerdo a lo siguiente:

Si  $0,80 \cdot M_2 \text{ mayor} \leq M_1 \text{ menor}$ , se usa la ecuación siguiente:

$$M_b = \frac{M_{2\text{mayor}} + M_{1\text{menor}}}{2}$$

Si  $0,80 \cdot M_2 \text{ mayor} > M_1 \text{ menor}$ , se balancean proporcionalmente a su rigidez y se procede de la siguiente manera:

Figura 34. **Ecuaciones para encontrar los momentos balanceados**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

Tabla XXII. **Balance de momentos**

$D_1$	$D_2$
$M_1$	$M_2$
$D_1 \cdot (M_2 - M_1)$	$(-) D_2 \cdot (M_2 - M_1)$
$D_1 \cdot (M_2 - M_1) + M_1$	$(-) D_2 \cdot (M_2 - M_1) + M_2$
$M_b$	$M_b$

Fuente: elaboración propia.

- Balance de momentos entre losas 7 y 5

$$M_1 = 1\ 022\ \text{Kg-m}$$

$$M_2 = 3\ 116\ \text{Kg-m}$$

$$0,80 \cdot (3\ 116) = 2\ 492,80 > 1\ 022$$

$$K_1 = 1/L_1 = 1/1,20 = 0,8333$$

$$K_2 = 1/L_2 = 1/6 = 0,1666$$

$$D_1 = 0,8333 / (0,8333 + 0,1666) = 0,8333$$

$$D_2 = 0,1666 / (0,8333 + 0,1666) = 0,1666$$

Tabla XXIII. **Momentos balanceados**

0,8333	0,1666
1 022	3 116
0,8333(3 116 – 1 022)	(-) 0,1666(3 116 – 1 022)
1 745 + 1 022	(-) 349 + 3 116
2 767	2 767

Fuente: elaboración propia.

- Balance de momentos entre losas 1 y 3

$$M_1 = 2\ 554\ \text{Kg-m}$$

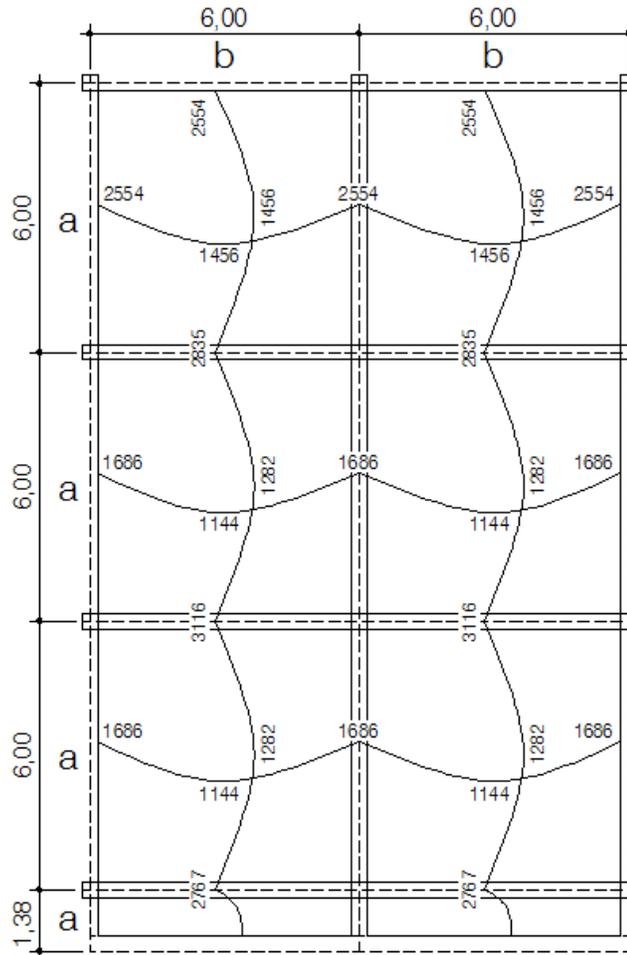
$$M_2 = 3\ 116\ \text{Kg-m}$$

$$0,80 \cdot (3\ 116) = 2\ 492,80 < 2\ 554$$

$$M_b = \frac{3\ 116 + 2\ 554}{2} = 2\ 835\ \text{Kg-m}$$

Los resultados, al hacer el balance de momentos en todos los puntos necesarios pueden observarse en la figura 35.

Figura 35. **Planta de momentos balanceados del nivel 1**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

- Diseño del acero de refuerzo

El refuerzo para las losas se calcula como si se estuviera diseñando una viga con un ancho unitario de 1,00 m. El procedimiento que se sigue es el siguiente:

- Cálculo de límites para el acero (losa 1)

Peralte efectivo d

$$d = t - \text{rec} * \frac{\phi}{2}$$

$$d = 15 - 2,54 \left( \frac{0,9225}{2} \right) = 11,98 \text{ cm}$$

Área de acero mínimo

$$A_{s_{\min}} = 0,4 * 14,1 * \frac{b * d}{f_y} \quad b = \text{ancho unitario (100 cm)}$$

$$A_{s_{\min}} = 0,4 * 14,1 * \frac{100 * 11,98}{2810} = 2,40 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento S para  $A_{s_{\min}}$ , proponiendo varillas No. 3 ( $A_s = 0,71 \text{ cm}^2$ )

2,40 cm <sup>2</sup>	100 cm		
0,71 cm <sup>2</sup>	s	S = 30 cm	

- Cálculo del momento que resiste el  $A_{s_{\min}}$

$$M_{As_{\min}} = 0,9 \left[ A_{s_{\min}} * f_y \left( d - \frac{A_{s_{\min}} * f_y}{1,7 f_c * b} \right) \right]$$

$$M_{As_{\min}} = 0,9 \left[ 2,40 * 2810 \left( 11,98 - \frac{2,40 * 2810}{1,7 * 280 * 100} \right) \right] = 718,56 \text{ Kg-m}$$

El espaciamiento de la armadura en las secciones críticas no debe exceder de 2 veces el espesor de la losa.

- Chequear el espaciamiento máximo  $S_{max} = 2t$

$$S_{max} = 2(15) = 30 \text{ cms}$$

$$AS_{max} \quad 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \quad 30 \text{ cm}$$

$$AS_{max} = 2,36 \text{ cm}^2$$

- Cálculo de las áreas de acero requeridas para las losas típicas del nivel 1

Para los momentos menores al  $M_{A_{min}}$ , se usa  $A_{s_{min}}$  y con un espaciamiento de  $S_{máx} = 0.30 \text{ m}$ ; para los momentos mayores al  $M_{A_{min}}$  se calcula el área de acero con la fórmula siguiente:

$$A_{s_{req}} = \left[ b*d - \sqrt{(b*d)^2 - \frac{Mu*b}{0,003825*f_c}} \right] * 0,85 * \left( \frac{f_c}{f_y} \right)$$

$M_u$  = momento último (Kg-m)

$b$  y  $d$  = en centímetros

$f_c$  y  $f_y$  = en  $\text{Kg}/\text{cm}^2$

$A_s$  =  $\text{cm}^2$

$$A_{s_{req}} = \left[ 100*11,98 - \sqrt{(100*11,98)^2 - \frac{3116*100}{0,003825*280}} \right] * 0,85 * \left( \frac{280}{2810} \right) = 10,86 \text{ cm}^2$$

Los resultados se pueden observar en las tablas XXIV y XXV.

Tabla XXIV. Área de acero requerida eje Y

Tipo de momento	Momento (kg-m)	Base "b" (cm)	Espesor "t" (cm)	Peralte "d" (cm)	As req (cm <sup>2</sup> )	Varilla No.	Smax 2t
(-)	2 766	100	15	11,98	9,58	4	30
(-)	3 116	100	15	11,98	10,87	4	30
(-)	2 835	100	15	11,98	9,83	4	30
(-)	2 554	100	15	11,98	8,81	4	30
(+)	1 282	100	15	11,98	4,32	4	30
(+)	1 456	100	15	11,98	4,93	4	30

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Área de acero requerida eje X

Tipo de momento	Momento (kg-m)	Base "b" (cm)	Espesor "t" (cm)	Peralte "d" (cm)	As req (cm <sup>2</sup> )	Varilla No.	Smax 2t
(-)	1686	100	15	11.98	5.73	4	30
(-)	2554	100	15	11.98	8.81	4	30
(+)	1144	100	15	11.98	3.85	4	30
(+)	1456	100	15	11.98	4.93	4	30

Fuente: elaboración propia.

- Chequeo por corte

El cortante puede ser crítico en losas donde se aplica una carga concentrada, tal es el caso de las losas planas, en este caso, por el tipo de losa que se utiliza, dichos esfuerzos deben resistirse únicamente por el concreto, y se debe chequear si el peralte predimensionado es el correcto.

- Corte máximo actuante

CUu = carga última unitaria

$$V_{\text{máx}} = \frac{CUu * L}{2}$$

L = lado corto de la losa que se está analizando.

$$V_{\text{máx}} = \frac{1\,419 * 6}{2} = 4\,257 \text{ Kg}$$

- Corte máximo resistente

$$V_{\text{res}} = 45 * \sqrt{f_c} * t$$

$$V_{\text{res}} = 45 * \sqrt{280} * 15$$

$$V_{\text{res}} = 11\,295 \text{ Kg}$$

- Comparación de Vres con Vmáx

Se debe chequear que el  $V_{\text{res}} > V_{\text{máx}}$  de lo contrario se tendrá que modificar t.

### **2.5.1.2. Losas del nivel 2**

Para el cálculo de las losas del nivel 2 se utiliza el procedimiento descrito en el numeral 2.5.1.1 por lo que solo se presentan los resultados en las tablas XXVI y XXVII.

Tabla XXVI. Área de acero requerida eje Y

Tipo de momento	Momento (kg-m)	Base "b" (cm)	Espesor "t" (cm)	Peralte "d" (cm)	As req (cm <sup>2</sup> )	Varilla No.	Smax 2t
(-)	1 653	100	15	11,98	5,61	4	30
(-)	2 438	100	15	11,98	8,39	4	30
(-)	2 218	100	15	11,98	7,61	4	30
(+)	1 005	100	15	11,98	3,37	4	30
(+)	1 140	100	15	11,98	3,84	4	30

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. Área de acero requerida eje X

Tipo de momento	Momento (kg-m)	Base "b" (cm)	Espesor "t" (cm)	Peralte "d" (cm)	As req (cm <sup>2</sup> )	Varilla No.	Smax 2t
(-)	1 319	100	15	11,98	4,45	4	30
(-)	1 998	100	15	11,98	6,82	4	30
(+)	897	100	15	11,98	3,01	4	30
(+)	1 140	100	15	11,98	3,84	4	30

Fuente: elaboración propia.

### 2.5.2. Análisis y diseño de vigas

Son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y corte. Para el diseño de vigas se debe tomar en cuenta, los tipos de fallas que pueden ocurrir.

Una de ellas se presenta cuando el acero de refuerzo alcanza el límite elástico aparente o límite de fluencia  $F_y$ ; sin que el concreto llegue aún a la fatiga de ruptura  $0,85 F'_c$ , la viga se agrietará fuertemente del lado de tensión, rechazando al eje neutro hacia las fibras más comprimidas, lo que disminuye el área de compresión, aumentando las fatigas del concreto hasta presentarse

finalmente la falla de la pieza. Estas vigas se llaman subreforzadas y la falla ocurre más o menos lentamente y va precedida de fuertes deflexiones y grietas que la anuncian con anticipación.

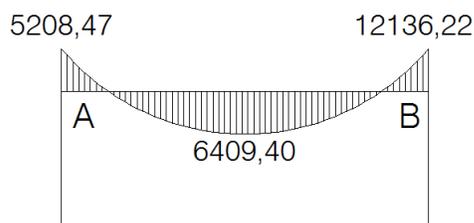
El segundo tipo de falla se presenta cuando el concreto alcanza el límite  $0,85 F'c$ , mientras que el acero permanece por debajo de la fatiga  $F_y$ . Este tipo de falla es súbita y prácticamente sin anuncio previo, la cual la hace muy peligrosa. Las vigas que fallan por compresión se llaman sobreforzadas.

Puede presentarse un tipo de falla, la cual ocurre simultáneamente para ambos materiales, es decir, que el concreto alcance la fatiga límite de compresión  $0,85 F'c$ , a la vez que el acero llaga también a el límite  $F_y$ . A estas vigas se les da el nombre de vigas balanceadas y también son peligrosas por la probabilidad de la falla de compresión.

- Viga tramo A – B marco B

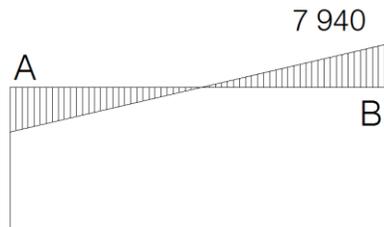
Para el diseño de vigas se utiliza el procedimiento siguiente:

Figura 36. **Diagrama de momentos finales en el tramo A - B marco B**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

Figura 37. Diagrama de corte en el tramo A - B marco B



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

Sección = 0,35 X 0,45 m

Longitud = 5,60 m

Peralte (d) = 0,415

- Límites de acero

Cálculo del límite de acero mínimo

$$A_{s_{\min}} = 14,1 \cdot \frac{b \cdot d}{f_y}$$

$$A_{s_{\min}} = 14,1 \cdot \frac{35 \cdot 41,5}{2810} = 7,288 \text{ cm}^2$$

Cálculo del límite de acero máximo

$$A_{s_{\max}} = 0,5(\rho_{\text{bal}})(b \cdot d)$$

$$\rho_{\text{bal}} = 0,85\beta \left( \frac{6090f_c}{f_y(6090+f_y)} \right)$$

$$ro_{bal} = 0,85 * 0,85 \left( \frac{6\ 090 * 280}{2810 (6\ 090 + 2\ 810)} \right) = 0,049$$

$$As_{max} = 0,5 * 0,049 * 35 * 41,5 = 35,905 \text{ cm}^2$$

- Refuerzo longitudinal

Cálculo de áreas de acero según la fórmula siguiente:

$$As_{req} = \frac{0,85fc}{fy} \left[ (b*d) - \sqrt{(b*d)^2 - \frac{Mu*b}{0,003825 * fc}} \right]$$

Momento (-) = 5 208,47 Kg-m

$$As_{req} = \frac{0,85*280}{2\ 810} \left[ (35*41,5) - \sqrt{(35*41,5)^2 - \frac{5\ 208,47*35}{0,003825 * 280}} \right] = 5,07 \text{ cm}^2$$

Luego se procede a distribuir las varillas de acero, de tal forma que, el área de estas, supla lo solicitado en los cálculos de  $As$ , esto se hace tomando en cuenta los siguientes requisitos sísmicos:

- Refuerzo cama superior

Colocar el mayor de los siguientes resultados tomando en cuenta un mínimo de dos varillas: 33 % del  $As$  calculado para el  $M(-)$  de ambos extremos de la viga o  $As_{min}$ .

### Armado cama superior

$$\begin{aligned} A_{s_{\min}} \text{ en } M(-) & \quad 33 \% * A_{s_{\text{req}}} (M-)_{\text{izq}} = 0,33 * 5,20 = 1,75 \text{ cm}^2 \\ & \quad 33 \% * A_{s_{\text{req}}} (M-)_{\text{der}} = 0,33 * 12,13 = 4,01 \text{ cm}^2 \\ A_{s_{\min}} & \quad = \quad 7,28 \text{ cm}^2 \\ A_{s_{\text{corrido}}} & \quad = \quad 3 \text{ No. } 6 = 8,55 \text{ cm}^2 \\ \text{Bastones} & \quad 12,16 - 8,55 = 3,61 \text{ cm}^2 \quad \quad 2 \text{ No. } 5 = 3,96 \text{ cm}^2 \\ \\ \text{Cama superior:} & \quad 3 \text{ No. } 6 \text{ corridos} + 2 \text{ No. } 5 \text{ } M(-)_{\text{der}} \end{aligned}$$

- Refuerzo cama inferior

Colocar el mayor de los siguientes resultados tomando en cuenta un mínimo de dos varillas: 50 % del  $A_s$  calculado para el  $M(+)$ ; 50 % del  $A_s$  calculado para el  $M(-)$  de ambos extremos de la viga o  $A_{s_{\min}}$ .

$$\begin{aligned} A_{s_{\min}} \text{ en } M(+) & \quad 50 \% * A_{s_{\text{req}}} (M-)_{\text{izq}} = 0,50 * 5,07 = 2,65 \text{ cm}^2 \\ & \quad 50 \% * A_{s_{\text{req}}} (M-)_{\text{der}} = 0,50 * 12,16 = 6,08 \text{ cm}^2 \\ & \quad 50 \% * A_{s_{\text{req}}} (M+)_{\text{cen}} = 0,50 * 6,44 = 3,22 \text{ cm}^2 \\ A_{s_{\min}} & \quad = \quad 7,28 \text{ cm}^2 \\ A_{s_{\text{corrido}}} & \quad = \quad 3 \text{ No. } 6 = 8,55 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

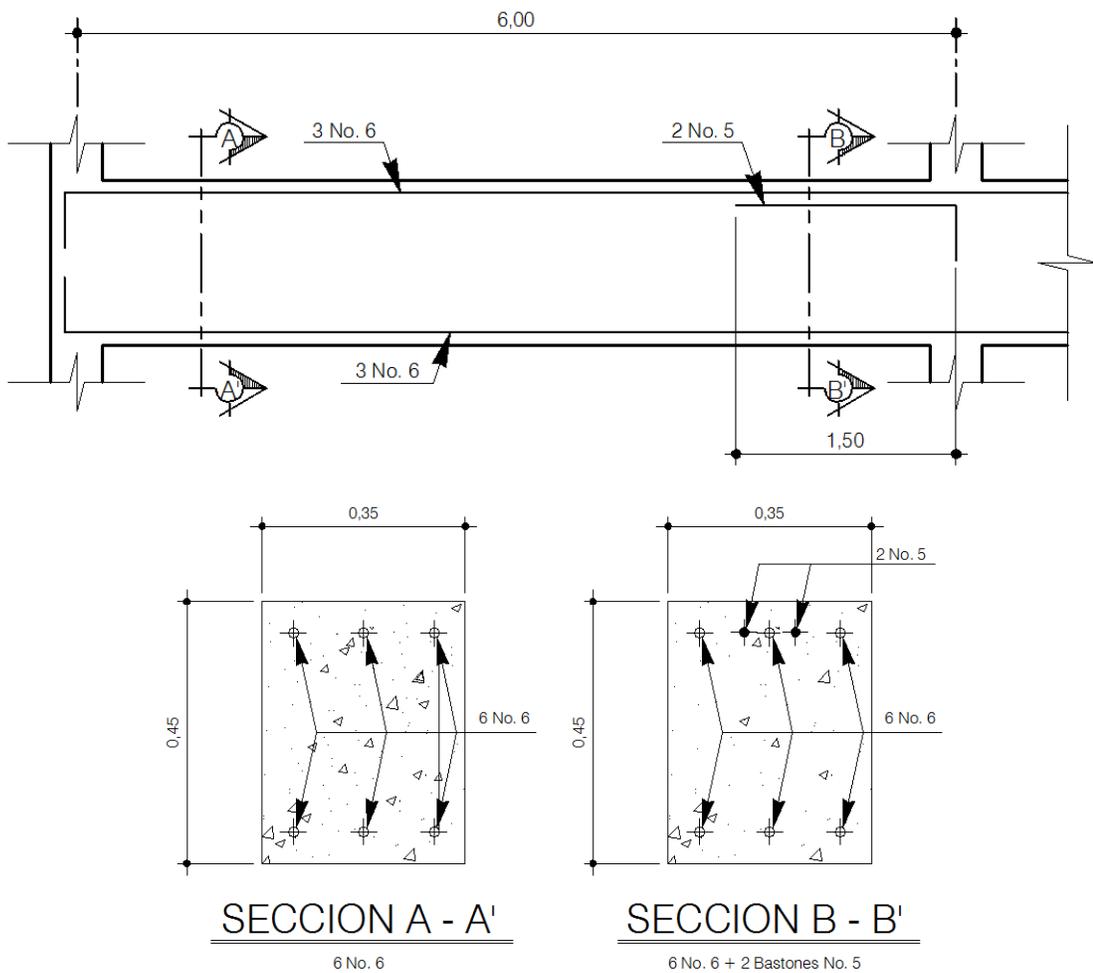
La diferencia entre  $A_s$  requerido y  $A_s$  corrido, en ambas camas se coloca como bastones. El resultado se muestra en la tabla XXVIII.

Tabla XXVIII. Diferencia entre As requerido y As corrido

Momento (Kg-m)	Asreq (cm <sup>2</sup> )	Acero en varillas	As a usar (cm <sup>2</sup> )
5 208,47	5,07	3 No. 6	8,55
6 583,62	6,44	3 No. 6	8,55
12 136,22	12,16	3 No. 6 + 2 No. 5	12,51

Fuente: elaboración propia.

Figura 38. Armado de viga en el tramo A - B



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

- Acero transversal (estribos)

También se le llama refuerzo en el alma se coloca en forma de estribos, espaciados a intervalos variables a lo largo del eje de la viga.

Corte que resiste el concreto  $V_{cu}$

$$V_{cu} = \phi * 0,53 \sqrt{f_c} * (b*d)$$
$$V_{cu} = 0,85 * 0,53 \sqrt{280} * (35*41,5) = 10\,968,93 \text{ Kg}$$

Corte actuante  $V_a$

$$V_a = 7\,940 \text{ Kg}$$

Comparar el corte que resiste el concreto  $V_{cu}$  con el corte actuante  $V_a$ , si  $V_{cu} \geq V_a$ , la viga necesita estribos sólo por armado; y el espaciamiento de éstos es,  $S_{\text{máx}} = d/2$ , usando como mínimo varillas No. 3.

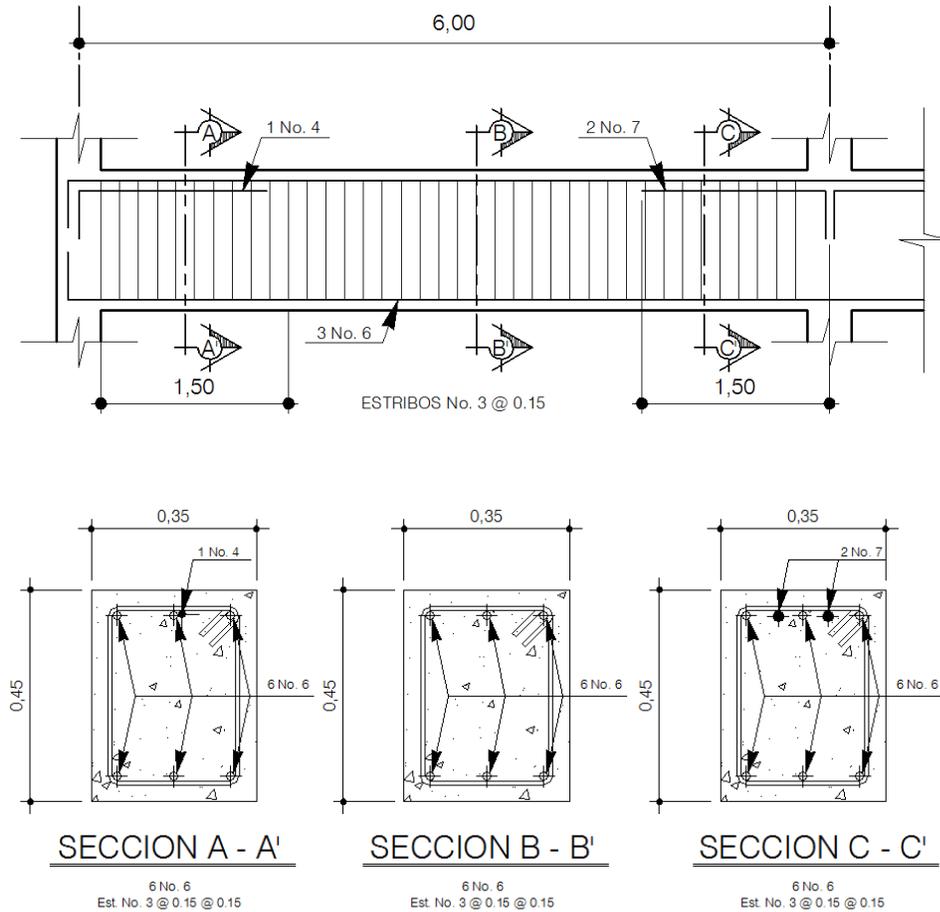
Si  $V_{cu} < V_a$ , se diseñan estribos por corte.

$$S = \frac{2 A_v * f_y * d}{V_a}$$

Para este caso  $V_{cu} = 7\,940 < V_a = 11\,181,98$

Colocar estribos solo por armado a  $S = 15 \text{ cm}$

Figura 39. Armado final de viga en el tramo A-B



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

### 2.5.3. Análisis y diseño de las columnas

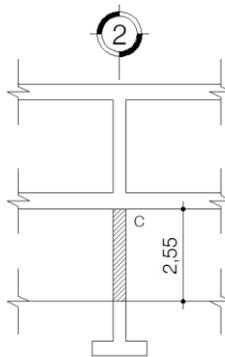
Son elementos estructurales, que sostienen principalmente cargas a compresión. El refuerzo principal en las columnas, es longitudinal, paralelo a la dirección de la carga. Según el código ACI 318-05, se requiere un mínimo de cuatro barras longitudinales cuando estas están encerradas por estribos regularmente espaciados y un mínimo de seis, cuando las barras longitudinales están encerradas por una espiral continua.

Para lograr incrementos en la capacidad de deformación en elementos sujetos a efectos principales de carga axial y flexión se recomienda contemplar los siguientes aspectos para su diseño:

- Reducir la carga axial suficientemente, bajo la carga axial del estado de esfuerzos balanceados.
- Incrementar la cantidad de refuerzo longitudinal a compresión.
- Incrementar el confinamiento en el concreto del núcleo, con refuerzo lateral (espirales, ganchos, estribos).
- Reducir los esfuerzos por cortante al alcanzar la resistencia por flexión.

En este caso se diseñan por cada nivel únicamente las columnas críticas.

Figura 40. **Columna B-2 sentido Y**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

- Carga última nivel 1 y 2

$$C_u = 1,4C_M + 1,7C_V$$

$$C_{u \text{ nivel } 2} = 1,4 \cdot 510 + 1,7 \cdot 200 = 1\ 054 \text{ Kg/m}^2$$

$$Cu_{\text{nivel 1}} = 1,4 \cdot 710 + 1,7 \cdot 250 = 1\,419 \text{ Kg/m}^2$$

$$Cu_{\text{total}} = 2\,473 \text{ Kg/m}^2$$

- Factor de carga última

$$Fcu = Cu / (CM + CV)$$

$$Fcu_{\text{nivel 2}} = 1\,054 / (510 + 200) = 1,48$$

$$Fcu_{\text{nivel 1}} = 1\,419 / (710 + 250) = 1,47$$

- Carga axial

$$PU_{\text{nivel 2}} = A_{\text{losa}} \cdot CU_{\text{total}} + PP_{\text{vigas}} \cdot Fcu$$

$$PU_{\text{nivel 2}} = 36 \text{ m}^2 \cdot 1\,054 \text{ Kg/m}^2 + 378 \text{ Kg} \cdot 1,48 = 38\,503,44 \text{ Kg}$$

$$PU_{\text{nivel 1}} = A_{\text{losa}} \cdot CU_{\text{total}} + PP_{\text{vigas}} \cdot Fcu + PU_2 + PP_{\text{col2}} \cdot Fcu$$

$$PU_{\text{nivel 1}} = 36 \text{ m}^2 \cdot 1\,419 \text{ Kg/m}^2 + 378 \text{ Kg} \cdot 1,47 + 38\,503,44 + 749,7 \text{ Kg} \cdot 1,47 =$$

$$PU_{\text{nivel 1}} = 91\,245,11 \text{ Kg}$$

### 2.5.3.1. Cálculo de la esbeltez de la columna

Una columna es esbelta cuando los diámetros de la sección transversal son pequeños en relación con la longitud. Por el valor de la esbeltez, las columnas se clasifican en cortas ( $E < 21$ ), intermedias ( $21 < E < 100$ ), y largas ( $E > 100$ ). El objetivo de clasificar las columnas es para ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del análisis estructural; si son

intermedias, se deben magnificar los momentos actuantes y si son largas, deben realizarse algunas modificaciones para evitar construirlas. La esbeltez se calcula con el siguiente procedimiento:

Tabla XXIX. **Inercia de viga y columna**

Elemento	Sección	Inercia m <sup>4</sup>
Viga	0,35 x 0,45 m	0,002657813
Columna	0,35 x 0,35 m	0,001250521

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de coeficientes que miden el grado de empotramiento en la rotación ( $\Psi$ ).

$$\Psi_{\text{superior}} = \frac{\sum K_{\text{col}}}{\sum K_{\text{vigas}}}$$

$$\Psi_{\text{superior}} = \frac{0,00049+0,00049}{0,00047+0,00047+0,00047+0,00047} = 0,5212$$

$\Psi_{\text{inferior}} = 0$  porque esta empotrado

$$\Psi_{\text{promedio}} = \frac{0,5212}{2} = 0,2606$$

- Factor de longitud efectiva K

$$K = \frac{(20 - \Psi_p) * \sqrt{1 + \Psi_p}}{20}$$

$$K = \frac{(20 - 0,2606) * \sqrt{1+0,2606}}{20} = 1,108$$

- Cálculo de la esbeltez

$$E = \frac{K*L}{\sigma} \quad \text{donde} \quad \sigma = 0,30*L$$

$$E = \frac{1,108 * 2,55}{0,30 * 0,35} = 26,91 \quad \text{columna intermedia}$$

### 2.5.3.2. Magnificación de momentos

En este caso, se trabajará de acuerdo al método de magnificación de momentos del código ACI 318-S 05, capítulo 10, sección 10.13, que se describe a continuación:

- Cálculo del factor de flujo plástico del concreto ( $\beta_D$ ) primer y segundo nivel.

$$\beta_{d \text{ nivel } 1} = \frac{CMU}{CU} = \frac{994}{1419} = 0,70$$

- Cálculo del EI total del material

$$EI = \frac{E_c * I_g}{2,5(1 + \beta_D)}$$

$$EI = \frac{253\,122,12 * 125\,052,08}{2,5(1 + 0,70)} = 903,132 \text{ Ton-m}^2$$

- Cálculo de la carga crítica del pandeo de Euler

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{(K * L)^2}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 903,132}{(1,108 * 2,55)^2} = 1\ 116,58 \text{ ton}$$

- Cálculo del magnificador de momento ( $\delta$ )

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{P_u}{\phi * P_{cr}}\right)}$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{91,245}{0,70 * 1\ 116,58}\right)} = 1,132$$

- Cálculo de los momentos de diseño ( $M_d$ ) primer nivel

$$M_d = \delta * M_u$$

$$M_{dx} = 1,132 * 4\ 679,48 = 5\ 423,51 \text{ Kg-m}$$

$$M_{dy} = 1,132 * 5\ 085,29 = 5\ 893,85 \text{ Kg-m}$$

### 2.5.3.3. Refuerzo longitudinal

Para calcular el acero de refuerzo se utilizó el método de Bresler, debido a que las columnas están sometidas a cargas axiales y momentos biaxiales. El método consiste en que dado un sistema de cargas actuantes se debe calcular el sistema de cargas resistentes. El procedimiento es el siguiente:

- Cálculo de límites de acero

Estos fueron calculados según el código ACI-318S-05, capítulo 10, sección 10.9.1.

$$0,01A_g \leq A_s \leq 0,08A_g$$

$$A_{smin} = 0,01 * 35 * 35 = 12,25 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = 0,08 * 35 * 35 = 98 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ propuesto} = 0,025 * 35 * 35 = 30,625 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado de 4 varillas No. 8 + 4 varillas No. 6 ( $A_s = 31,66 \text{ cm}^2$ ). Para este método se utilizan los diagramas de interacción para diseño de columnas. Los valores a utilizar son:

- Valor de la gráfica (Y)

$$Y = \frac{H_{nucleo}}{H_{columna}} = \frac{b - 2rec}{H_{columna}} = \frac{35 - 6}{35} = 0,82$$

- Valor de la curva (ptu)

$$\rho_{tu} = \frac{A_s * F_y}{A_g * 0,85 * f'_c} = \frac{30,625 * 2810}{1225 * 0,85 * 280} = 0,295$$

- Excentricidades del primer nivel (e)

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{5\,423,51}{91\,245,11} = 0,059$$

$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_u} = \frac{5\,893,85}{91\,245,11} = 0,064$$

- Valor de las diagonales (e/h)

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{0,059}{0,35} = 0,168$$

$$\frac{e_y}{h_y} = \frac{0,064}{0,35} = 0,182$$

Con los datos obtenidos en los últimos cuatro pasos se buscan los valores de los coeficientes  $K'_x$ , y  $K'_y$  en los diagramas de iteración, siendo estos:

$$K'_x = 0,76$$

$$K'_y = 0,73$$

- Cálculo de la resistencia de la columna a una excentricidad e ( $P'_u$ )

$$P'_u = K' * \varphi * f'_c * b * h$$

$$P'_{ux} = 0,76 * 0,65 * 280 * 35 * 35 = 169\,442 \text{ Kg}$$

$$P'_{uy} = 0,73 * 0,65 * 280 * 35 * 35 = 162\,753,50 \text{ Kg}$$

- Cálculo de la carga axial de resistencia ( $P'_o$ )

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

$$P'_o = \varphi * (0,85 * 280 * (1\,225 - 30,625) + 30,625 * 2\,810) = 314\,769,87 \text{ Kg}$$

- Cálculo de la carga de resistencia de la columna (P'u)

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{ux}} + \frac{1}{P'_{uy}} - \frac{1}{P'_o}} = \frac{1}{\frac{1}{169442} + \frac{1}{162753,50} - \frac{1}{314769,87}} = 112\,751,50 \text{ Kg}$$

$$P_{U \text{ nivel } 1} = 91\,245,11 \text{ Kg}$$

Como P'u es mayor a Pu, el armado propuesto si resiste las cargas aplicadas, si no fuera así se debe aumentar el área de acero o cambiar la sección hasta que cumpla la condición.

#### 2.5.3.4. Refuerzo transversal

Se proveerá de refuerzo transversal por medio de estribos para resistir los esfuerzos de corte y conservar el armado. Por otro lado, en zonas sísmicas como en Guatemala se debe proveer suficiente ductilidad a las columnas, esto se logra por medio del confinamiento de estribos en los extremos de la misma.

El resultado del confinamiento es el aumento en el esfuerzo de ruptura del concreto, además, permite una deformación unitaria mayor del elemento. El procedimiento para proveer de refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

- Cálculo del esfuerzo a corte que resiste el concreto (Vcu)

$$V_{cu} = \phi * 0,53 * \sqrt{f_c} * b * d$$

$$V_{cu} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 35 * 35 = 9\,234,42 \text{ Kg}$$

El corte actuante se toma del diagrama de corte último, y este es  $V_a = 2123,86 \text{ kg}$ ; como  $V_{cu} > V_a$ , según el código ACI 318S-05, capítulo 7, sección 7.10.5; la separación entre estribos debe ser la menor de las siguientes:

$$L = \left\{ \begin{array}{l} 48 * \emptyset \text{ varilla del estribo} = 48 * 0,952 \text{ cm} = 45,72 \text{ cm} \\ 16 * \emptyset \text{ varilla del refuerzo longitudinal} = 16 * 1,90 = 30,40 \text{ cm} \\ \text{Lado mínimo del elemento} = 35 \text{ cm} \\ s = d/2 = 40/2 = 20 \text{ cm} \end{array} \right\}$$

### 2.5.3.5. Refuerzo por confinamiento columnas del primer nivel

Según el código ACI 318S-05, capítulo 21, sección 21.4.4.4; la longitud de confinamiento se toma entre el mayor de los siguientes valores:

$$L = \left\{ \begin{array}{l} L_u / 6 = 2,55/6 = 0,425 \text{ m} \\ L_{\text{columna}} = 0,35 \text{ m} \\ 0,45 \text{ m} \end{array} \right\}$$

Se tomará la longitud de 0,45 m para el confinamiento de las columnas del primer nivel.

### 2.5.3.6. Cálculo del espaciamiento entre estribos en la zona confinada de columnas del primer nivel

- Relación volumétrica

$$\rho_s = 0,45 \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \left( \frac{0,85 * f'_c}{f_y} \right); \text{ pero debe cumplir con: } \rho_s \geq 0,12 \left( \frac{f'_c}{f_y} \right)$$

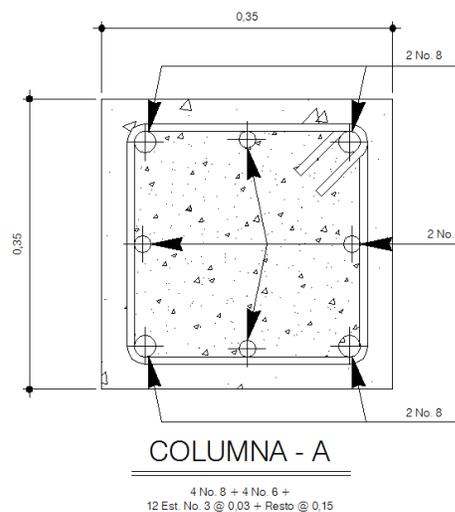
$$\rho_s = 0,45 \left( \frac{35 * 35}{29 * 29} - 1 \right) \left( \frac{0,85 * 280}{2 * 810} \right) = 0,017 \qquad 0,12 \left( \frac{280}{2 * 810} \right) = 0,01195$$

El valor  $\rho_s$  a utilizar será: = 0,017

- Cálculo del espaciamiento entre estribos en la zona confinada

$$S_i = \frac{2A_v}{\rho_s * L_{ch}} = \frac{2 * 0,71}{0,017 * 29} = 2,88 \text{ cm, } S_i = 3 \text{ cm}$$

Figura 41. **Armado final de columna típica**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

#### 2.5.4. Diseño del cimiento

Los cimientos son elementos de la estructura destinados a recibir las cargas propias y las aplicadas exteriormente a la misma; estos, a la vez, transmiten la acción de las cargas sobre el suelo.

### 2.5.4.1. Tipo de cimiento a utilizar

Para elegir el tipo de cimiento que se va a utilizar se deben considerar, principalmente, el tipo de superestructura, la naturaleza de las cargas que se aplicarán, las condiciones del suelo y el costo de la misma. En este caso, debido a que las cargas que se transmiten al suelo son puntuales debido al uso de las columnas, el tipo de cimiento a utilizar serán zapatas.

### 2.5.4.2. Diseño de zapatas

Los datos necesarios para el diseño de zapatas se toman del análisis estructural y del estudio de mecánica de suelos realizado en el lugar.

Sección de columna = 91 245,11 Kg

PU nivel 1 = 1,47

Fcu = 0,35 x 0,35 m

Mx = 5 423,51 Kg-m

My = 5 893,85 Kg-m

Vs = 40,93 ton/m<sup>2</sup>

Psuelo = 2,13 ton/m<sup>3</sup>

Pconcreto = 2,40 ton/m<sup>3</sup>

#### 2.5.4.2.1. Cálculo de cargas de trabajo

$$P' = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{91,245}{1,47} = 62,071 \text{ ton}$$

$$M'x = \frac{M_{ux}}{F_{cu}} = \frac{5,423}{1,47} = 3,68 \text{ ton-m}$$

$$M'y = \frac{Muy}{Fcu} = \frac{5,893}{1,47} = 4 \text{ ton-m}$$

#### 2.5.4.2.2. Cálculo del área

$$Az = \frac{1,5 \cdot P'}{Vs} = \frac{1,5 \cdot 62,071}{40,93} = 2,27 \text{ m}^2$$

Se propone una zapata de 1,75 x 1,75

#### 2.5.4.2.3. Chequeo de presión sobre el suelo

Para determinar la presión sobre el suelo se deben considerar la carga de trabajo, el peso del suelo del desplante, el peso de la columna y el peso de la zapata.

$$P = P' + P_{\text{columna}} + P_{\text{zapata}} + P_{\text{suelo}}$$

$$P_{\text{columna}} = a \cdot b \cdot L \cdot \gamma_c = 0,35 \cdot 0,35 \cdot 4,15 \cdot 2,4 = 1,22 \text{ ton}$$

$$P_{\text{suelo}} = Az \cdot \text{desplante} + \gamma_s = 1,75 \cdot 1,75 \cdot 1,50 \cdot 2,13 = 9,78 \text{ ton}$$

$$P_{\text{zapata}} = Az \cdot \text{espesor asumido} \cdot \gamma_c = 1,75 \cdot 1,75 \cdot 0,40 \cdot 2,40 = 2,94 \text{ ton}$$

$$P = 62,071 + 1,22 + 9,78 + 2,94 = 76,011 \text{ ton}$$

Debido a que existe, carga y flexión biaxial; las presiones sobre el suelo por debajo de la zapata serán:

$$q = \frac{P}{Az} \pm \frac{M'x}{Sx} \pm \frac{M'y}{Sy} \quad \text{donde } S = \left(\frac{1}{6}\right) \cdot b \cdot h^2$$

$$S = \left(\frac{1}{6}\right) \cdot 1,75 \cdot 1,75^2 = 0,893$$

$$q = \frac{76,011}{3,06} \pm \frac{3,68}{0,893} \pm \frac{4}{0,893}$$

$$q_{\text{máx}} = 33,44 \text{ ton}$$

$$q_{\text{mín}} = 16,23 \text{ ton}$$

$q_{\text{máx}} < V_s$ , la presión no excede el valor soporte del suelo.

$q_{\text{mín}} > 0$ , lo que indica que no existen presiones de tensión.

- Presión de diseño

$$q_{\text{dis}} = q_{\text{máx}} * FCU$$

$$q_{\text{dis}} = 35,56 * 1,47 = 52,27 \text{ ton}$$

#### **2.5.4.2.4. Espesor de la zapata**

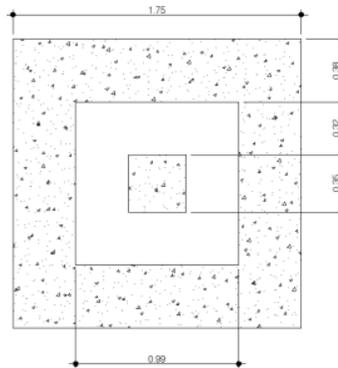
Después de dimensionar el área, se procede a dimensionar el espesor de la zapata, basados en que el recubrimiento del refuerzo no sea menor a 0,075 m, y que el peralte efectivo sea mayor que 0,15 m; dicho espesor debe ser tal que resista tanto los esfuerzos de corte simple y el punzonamiento causado por la columna y las cargas actuantes. Considerando lo anterior, se propone un espesor de 0,40 m, luego se realizan los chequeos correspondientes.

#### **2.5.4.2.5. Chequeo por corte simple**

La falla de las zapatas por esfuerzo cortante ocurre a una distancia igual a  $d$  (peralte efectivo) del borde de la columna. Por tal razón se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante. Esto se chequeará con el siguiente procedimiento: (se propone el armado de zapatas con varilla No. 6)

$$d = t - \phi/2 - \text{rec} = 40 - 1,90/2 - 7,5 = 31,55 \text{ cm}$$

Figura 42. **Chequeo por corte**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

- Cálculo del corte actuante

$$V_{act} = A * q_{dis}$$

$$V_{act} = (1,75 * 0,38) * 52,27 = 34,75 \text{ ton}$$

- Cálculo del corte que resiste el concreto

$$V_{cu} = \frac{\phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d}{1000}$$

$$V_{cu} = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 175 * 31,55}{1000} = 41,62 \text{ ton}$$

Se observa que el corte que resiste el concreto es mayor al corte actuante, por lo que el espesor de la zapata soporta adecuadamente el corte simple.

#### 2.5.4.2.6. Chequeo esfuerzo de corte punzonante

La columna tiende a punzonar a la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en ella alrededor del perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a  $d/2$  del perímetro de la columna. Para chequear el punzonamiento se procede de la siguiente manera:

$$V_a = A_{\text{punzonada}} * q_{\text{dis}}$$

$$V_a = (1,75 * 1,75 - 0,99 * 0,99) * 52,27 = 108,84 \text{ ton}$$

- Cálculo del corte que resiste el concreto

$$V_{cu} = \frac{\phi * 1,60 * \sqrt{f'_c} * P_{\text{punzonante}} * d}{1000}$$

$$V_{cu} = \frac{0,85 * 1,06 * \sqrt{280} * (4 * 99) * 31,55}{1000} = 188,36 \text{ ton}$$

Como  $V_{cu} > V_a$ , se concluye que el espesor propuesto para la zapata es el adecuado.

#### 2.5.4.2.7. Diseño del refuerzo por flexión

- Cálculo del momento último

$$M_u = \frac{q_{\text{dis}} * h^2}{2}$$

$$M_u = \frac{52,27 * 0,70^2}{2} = 12,80 \text{ ton - m}$$

- Calculando el área de acero

$$A_{s_{req}} = \frac{0,85f_c}{f_y} \left[ (b*d) - \sqrt{(b*d)^2 - \frac{M_u*b}{0,003825 * f_c}} \right]$$

$$A_{s_{req}} = \frac{0,85 * 280}{2810} \left[ (175 * 40) - \sqrt{(175 * 40)^2 - \frac{12\ 800 * 175}{0,003825 * 280}} \right] = 12,79 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{2810} * 100 * 40 = 20,07 \text{ cm}^2$$

Como  $A_{s_{min}} > A_s$ , entonces se utiliza  $A_{s_{min}}$ .

- Numero de varillas por eje

$$\text{No.de varillas} = \frac{A_s}{\phi} = \frac{20,07}{1,90} = 10,56 \text{ varillas}$$

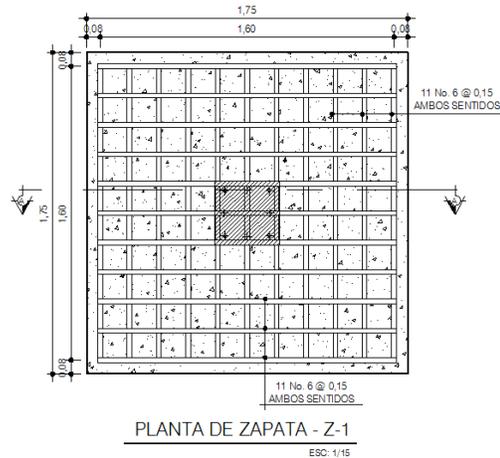
Aproximar al entero mayor más cercano usar 11 varillas

- Separación de las varillas

$$S = \frac{b - \text{rec}}{\text{Var} * \text{eje}} = \frac{175 - 15}{11} = 15,14 \text{ cm}$$

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

Figura 43. **Armado final de zapata**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

### 2.5.5. **Diseño de escaleras**

Los factores por medio de los cuales se clasifica un sistema de escaleras pueden ser factores físicos, estructurales y relacionados con el tipo de uso que tiene el sistema dentro de una edificación

#### 2.5.5.1. **Escaleras simplemente apoyadas**

Los sistemas de escaleras simplemente apoyadas son las más comúnmente utilizadas dentro de los edificios, estos sistemas se caracterizan por tener una corta longitud la cual puede variar de 3,00 m a 4,00 m, los apoyos pueden estar constituidos por sistemas de vigas ya sea terminales o de apoyo intermedio.

En caso que el sistema posea sistemas de apoyo de vigas intermedias, las luces de las placas que componen las escaleras pueden alargarse y variar entre

4,00 m a 6,00 m siempre y cuando el sistema posea vigas terminales en ambos extremos y la viga intermedia sea diseñada con la capacidad estructural para resistir los esfuerzos torsionantes que el sistema le induzca.

El sistema de apoyos simples puede darse en un sistema de escaleras, tanto en el sentido longitudinal como en el sentido transversal. Esto indica que el apoyo simple puede darse en los extremos de la placa de concreto armado o bien en los extremos del escalón.

Datos:

Altura que conectara el tramo: 1,60 m

Tramo de longitud que conectara: 2,70 m

#### **2.5.5.1.1. Estableciendo valores para huellas y contrahuellas**

Para este caso, se propondrá emplear para la huella 30 cm y para la contrahuella 16 cm, con el fin de que todas las gradas o escalones tengan uniformidad.

- Comprobación

$$2C + P = \text{entre 60 cm y 64 cm}$$

Este intervalo entre 60 cm y 64 cm se desprende de la relación que existe entre altura de un individuo y la longitud y altura de los pasos bajo una comodidad alta.

$$2(16) + 30 = 62$$

Los valores de huella y contrahuella son adecuados para este sistema de escaleras, pues se debe apreciar que de esta manera tendrá uniformidad el tramo a diseñar.

#### 2.5.5.1.2. Determinación de cargas

$$\text{Carga viva} = 500 \text{ Kg/m}^2 * 3,15 \text{ m} * 1 \text{ m} / 3,15\text{m} = 500 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Carga muerta} = 0,79 \text{ m}^3 * 2\ 400 \text{ Kg/m}^3 = 1\ 896 \text{ Kg} / 3,15 \text{ m} = 602 \text{ Kg/m}$$

- Carga última

$$CU = 1,4CM + 1,7CV = 1,4(602) + 1,7(500) = 1\ 629,80 \text{ Kg/m}$$

#### 2.5.5.1.3. Cálculo de corte y momento flexionante

$$M_{\text{máximo}} = (1/8) * CU * L^2 = (1/8) * 1\ 629,80 * 3,15^2 = 2\ 021,46 \text{ Kg-m}$$

$$M_{\text{extremos}} = 25\% * M_{\text{máximo}} = 0,25 * 2\ 021,46 = 505,36 \text{ Kg-m}$$

$$V_{\text{extremos}} = (1/2) * CU * \cos^2\theta * L$$

$$V_{\text{extremos}} = (1/2) * 1\ 629,80 * \cos^2(30,65) * 3,15 = 1\ 899,81 \text{ Kg}$$

#### 2.5.5.1.4. Área de acero a flexión

$$A_{S_{\text{req}}} = \frac{0,85f_c}{f_y} \left[ (b*d) - \sqrt{(b*d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * f_c}} \right]$$

$$A_{s_{req}} = \frac{0,85 * 280}{2810} \left[ (100 * 9) - \sqrt{(100 * 9)^2 - \frac{2 * 021,46 * 100}{0,003825 * 280}} \right] = 12,79 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_1} = 9,46 \text{ cm}^2$$

El As a usar será  $A_s = 9,46 \text{ cm}^2$  se podrán aplicar 8 No.4 @ 12 cm; siempre y cuando el espaciamiento sea menor al máximo permitido.

La separación para la distribución del acero se realiza mediante el siguiente razonamiento y se comprobará si es posible colocar el acero con la distribución propuesta.

$$S_{max} = 45 \text{ cm}$$

$$S = 3 * t$$

Donde:

t = es el espesor de la losa.

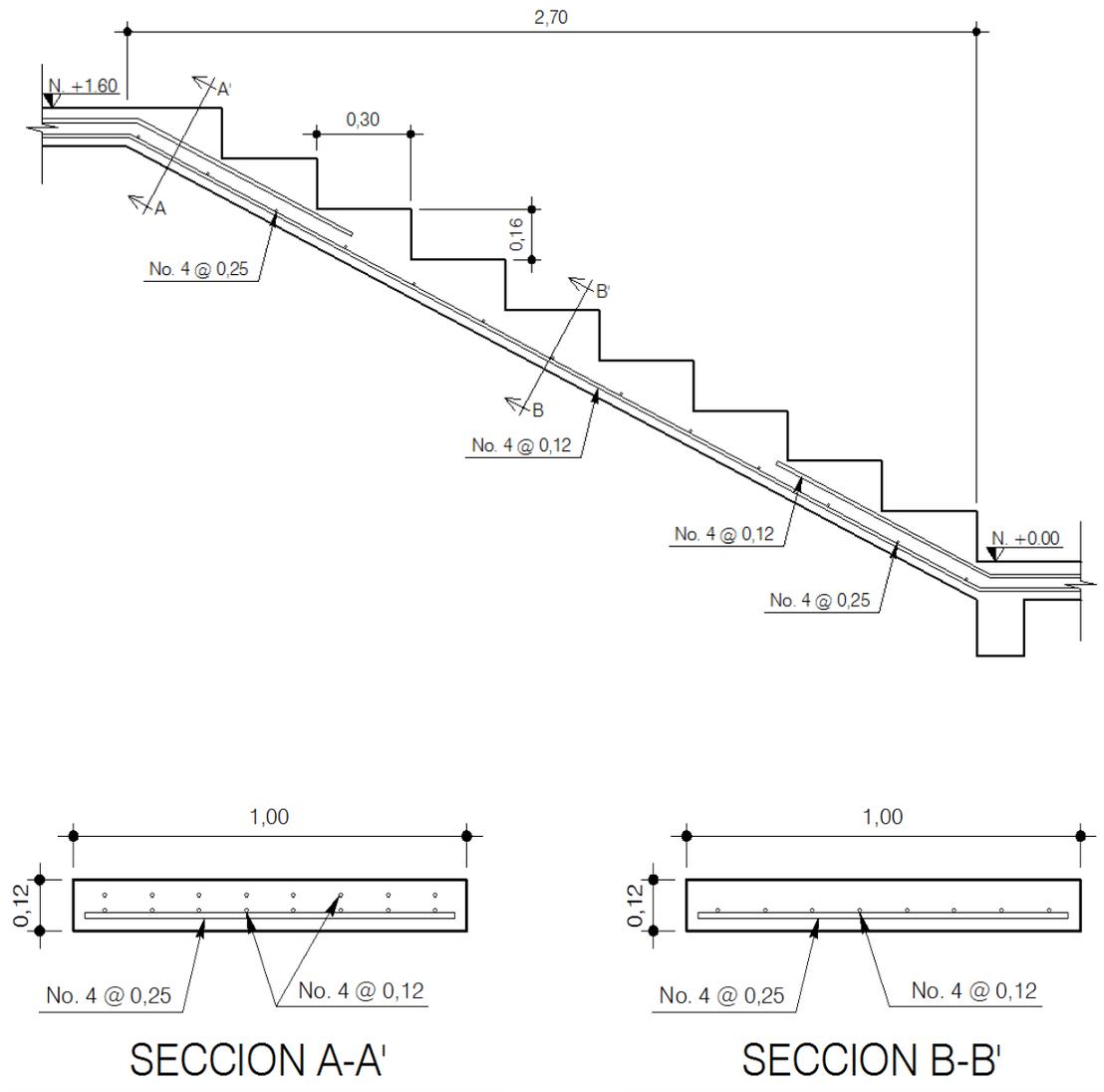
$S = 3 * (12 \text{ cm}) = 36 \text{ cm}$ ; si chequea la distancia propuesta.

- Área de acero distribuido en forma transversal (cama inferior)

$$A_{s_{min}} = \frac{14,10}{2810} * (100 * 9) = 4,51 \text{ cm}^2$$

Como  $A_s = 4,51 \text{ cm}^2$  se podrán aplicar 4 No.4 @ 25 cm; bajo la especificación de la separación máxima que indica el párrafo anterior.

Figura 44. Esquema de armado y secciones en un tramo de gradas



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

## 2.6. Diseño de instalaciones

Se refiere al diseño de redes y equipos fijos que permiten el suministro y operación de los servicios que ayudan a las edificaciones a cumplir las funciones para las que han sido diseñados.

### 2.6.1. Instalaciones hidráulicas

El agua se hace llegar a varios lugares del edificio distintamente condicionados para los diferentes usos. La tubería de llegada se ramifica en varias derivaciones para llevar el agua a los distintos aparatos o artefactos en que se usa: el fregadero, para el uso en la cocina; el lavadero, para el lavado de la ropa; el lavabo y la ducha, para el aseo personal y la caja de descarga del inodoro, para la limpieza de este.

- Cálculo de subramales

Tabla XXX. Diámetros de subramales

Tipo de aparato sanitario	Diámetro del sub-ramal en pulgadas		
	Presiones hasta 10 m	Presiones mayores de 10 m	Diámetro mínimo
Pila	1/2	1/2	1/2
Bidet	1/2	1/2	1/2
Tina	3/4 - 1/2	1/2	1/2
Ducha	3/4	1/2	1/2
Lavadero de cocina	3/4	1/2	1/2
Inodoro con tanque	3/4	1/2	1/2
Inodoro con válvula	1 1/2 - 2	1	1 1/4
Urinario con tanque	1/2	1/2	1/2
Urinario con válvula	1 1/2 - 2	1	1

Fuente: elaboración propia.

Utilizando la tabla XXX y dependiendo del aparato sanitario, se le asigna un diámetro en pulgadas a cada subramal, en este caso se asignaron de la siguiente manera:

Lavamanos	1/2"
Inodoro con tanque	1/2"
Ducha	1/2"
Lavadero de cocina	1/2"
Chorros para patio	1/2"

- Cálculo de la línea principal

Se calculó con el método Hunter, este método consiste en asignar a cada aparato sanitario o grupo de aparatos sanitarios, un número de unidades de gasto o peso determinado experimentalmente. De acuerdo a la tabla XXX, se asigna un número de unidades de gasto o unidades Hunter (UH) a cada uno de los artefactos sanitarios en función del tipo, quedando de la siguiente manera:

Tabla XXXI. **Unidades de gasto Hunter por pieza**

Pieza	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Tina		4	3	3
Lavadero de Ropa		8	4,5	4,5
Lavadero de cocina		6	3,5	3,5
Ducha		4	3	3
Inodoro	Con tanque	5	5	--
Inodoro	Con válvula	8	8	--
Urinario	Con tanque	3	3	--
Urinario	Con válvula	5	5	--
Lavamanos	Simple	2	1,5	1,5

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. Cantidad de UH total

Artefacto	Cantidad	UH	Total
Lavadero de cocina	1	3,5	3,5
Inodoro con tanque	5	5	25
Urinario con tanque	3	5	15
Lavamanos	5	1,5	7,5
		Total UH	51

Fuente: elaboración propia.

Gasto probable 1,19 lt/s

Estimando una velocidad de 1 m/seg, una altura del nivel de 2,7 m y tubería de PVC, se calcula el diámetro para el único tramo mediante la fórmula siguiente:

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * hf}}$$

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1\,743,811 * 14 * 1^{1,85}}{150^{1,85} * 2,70}} = 0,96 \text{ " } = 1 \text{ "}$$

La línea principal tendrá un diámetro de 1 pulgada

## 2.6.2. Instalación de drenaje

Las instalaciones de agua en los edificios se completan con la instalación de desagüe o evacuación, que tiene por objeto recoger el agua utilizada, ya

sucia, de cada aparato de consumo y conducirla a la red de alcantarillado, si existe, o al pozo negro, cuando no hay alcantarillado.

- Cálculo de derivaciones

Tabla XXXIII. **Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones simples y sifones de descarga**

Tipo de aparato	Unidades de descarga UM			Diámetro mínimo del sifón y derivación		
	Clase			Clase		
	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra
Lavabo	1	2	2	1 1/4	1 1/4	1 1/4
Inodoro	4	5	6	3	3	3
Bidet	2	2	2	1 1/4	1 1/4	1 1/4
Urinario vertical	--	4	4	--	2	2
Lavadero de ropa	3	3	--	1 1/4	1 1/4	--
Lavaplatos	2	--	--	1 1/2	--	--

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Caudales base de los artefactos sanitarios**

Artefacto	Caudal base l/s
Bidet	0,5
Lavabo	0,75
Fregadero	0,75
Ducha	0,5
Bañera	1,5
Urinario	1
Inodoro	2

Fuente: elaboración propia.

Utilizando la tabla XXXIII, se le asigna un número de unidades mueble (UM) y un diámetro de tubería a cada aparato sanitario, dependiendo la clase

de instalación, en este caso es una instalación de tercera clase, quedando de la siguiente manera:

Tabla XXXV. **Diámetro de tuberías**

Tipo de artefacto	Unidad de descarga	Diámetro mínimo
	3ra	3ra
Lavabo	2	1 1/4
Inodoro	6	3
Urinario vertical	4	2
Lavaplatos	2	1 1/2

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos se determina utilizar un diámetro de 3" para todas las derivaciones de inodoro, el resto 2".

- Calculó de colectores

Tabla XXXVI. **Cantidad de UM total**

Artefacto	Cantidad	UM	Total	Q gasto
Lavadero de cocina	1	2	2	0,75 l/s
Inodoro con tanque	5	6	30	10 l/s
Urinario con tanque	3	4	12	3 l/s
Lavamanos	5	2	10	3 l/s
Total UM			54	16,75 l/s

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la cantidad de unidades de descarga el diámetro de los colectores será de 3 pulgadas.

### 2.6.2.1. Drenaje pluvial

Se dispondrán seis bajadas de agua pluvial para drenar el techo del edificio y el diámetro de cada una de ellas se calcula de la siguiente manera:

Por ser una superficie impermeable de techos se estimará una C (relación entre la esorrentía y la cantidad de lluvia caída en el área) de 0,95, debido a que se quiere 0 % de infiltración.

Estimando una frecuencia de ocurrimiento de 20 años, un tiempo de concentración de  $t = 5$  minutos y como el edificio está ubicado en Jutiapa, para el cálculo de la intensidad de lluvia se utiliza la fórmula para la zona pacífica.

$$I = \frac{6\,889,1}{t + 39,5} = 154,81 \text{ mm/hora}$$

El área a drenar por cada bajada será de  $36 \text{ m}^2$  o  $0,0036$  hectáreas, encontrando el caudal con la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360} = \frac{0,95 \cdot 154,81 \cdot 0,0036}{360} = 0,00147 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 1,47 \text{ lt/s}$$

Luego, se calcula el diámetro de la tubería, por medio de la fórmula de Manning, de la siguiente manera:

$$D = \left( \frac{691\,000 \cdot Q \cdot n}{s^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Como se utilizara tubería de PVC se estima un coeficiente de rugosidad  $n = 0,009$  con  $S = 1 \%$ .

$$D = \left( \frac{691\,000 * 0,001 * 0,009}{0,01^{1/2}} \right)^{3/8} = 4,70 \text{ cm} = 1,85 \text{ plg}$$

Se recomienda utilizar PVC de 2 pulgadas.

### 2.6.3. Instalación eléctrica

- Acometida

Conjunto de conductores, componentes y materiales utilizados para transmitir la electricidad desde las líneas de distribución de la empresa eléctrica. La instalación de la acometida consta de los siguientes elementos básicos:

Poste de distribución  
Poste de acometida  
Cables de acometida  
Contador o medidor  
Caja *socket* para contador  
Medios de protección  
Tableros de distribución

De acuerdo a lo anterior se colocará un contador, un tablero principal con tierra física, para la conexión de electrodos a tierra se debe colocar una varilla de cobre de una longitud mínima de 2,5 metros y 1/2" de diametro.

- Circuitos

Los circuitos de iluminación y tomacorrientes se protegerán con un *flip-on* de 20 amperios por cada 12 unidades como máximo.

- 36 lámparas fluorescentes tipo espiral de 40 watts = 1 440 watts
- 38 tomacorrientes de 300 watts cada uno = 11 400 watts

Potencia total = 12 840 watts

Se colocaran 4 circuitos de iluminación y 4 circuitos de fuerza en el edificio.

- Conductores

Para el cálculo del calibre de la iluminación se debe determinar la corriente de los 4 circuitos.

$$I_{\text{iluminacion}} = \frac{P}{V} = \frac{1\,440 \text{ watts}}{120 \text{ voltios}} = 12 \text{ amperios}$$

Se determina que el calibre del conductor requerido para cargas nominales de 120 voltios con un 2 % de caída de voltaje es de 12 AWG, TW.

Para el cálculo del calibre de la fuerza se debe determinar la corriente de los 4 circuitos.

$$I_{\text{iluminacion}} = \frac{P}{V} = \frac{11\,400 \text{ watts}}{120 \text{ voltios}} = 95 \text{ amperios}$$

Se determina que el calibre del conductor requerido para cargas nominales de 120 voltios con un 2 % de caída de voltaje es de 10 AWG, TW.

## 2.7. Elaboración de presupuesto

Para integrar el presupuesto total de la obra, se procedió a cuantificar las cantidades de materiales y la mano de obra necesaria para la construcción del puesto de salud. Los precios de materiales como los de mano de obra se establecieron de acuerdo al lugar, sin embargo la misma queda sujeta a cambios de precios.

Tabla XXXVII. Presupuesto

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL CON IVA
<b>PRELIMINARES</b>				
Limpieza y Chapeo	234	m2	Q11,51	Q2 692,87
Trazo y estaqueado	111,2	ml	Q23,02	Q2 559,38
Excavación	87	m3	Q105,22	Q9 153,78
Total del renglón				Q14 406,02
<b>CIMIENTOS</b>				
Zapata tipo 1	12	Unidad	Q3 449,35	Q47 675,46
Total del renglón				Q47 675,46
<b>LEVANTADO</b>				
Levantado de muros	426	m2	Q165,25	Q73 255,20
Columna tipo A	12	Unidad	Q14 348,39	Q172 814,16
Columna tipo B	170	ml	Q201,03	Q34 397,25
Columna tipo C	198,76	ml	Q165,81	Q33 123,22
Total del renglón				Q313 589,83
<b>SOLERAS</b>				
Solera de humedad	111,2	ml	Q206,73	Q23 185,99
Solera tipo U	366	ml	Q142,54	Q52 419,90
Solera de corona	72,4	ml	Q227,58	Q16 663,02
Sillar	28,4	ml	Q222,89	Q6 389,74
Dintel	17,55	ml	Q174,86	Q3 604,17
Total del renglón				Q102 262,82

Continuación de la tabla XXXVII.

<b>DRENAJE</b>				
Drenajes	1	Global	Q13 619,00	Q13 619,00
Total del renglón				Q13 619,00
<b>AGUA POTABLE</b>				
Agua potable	1	Global	Q15 668,44	Q15 668,44
Total del renglón				Q15 668,44
<b>INSTALCION ELÉCTRICA</b>				
Acometida eléctrica 110/120 voltios	1	Global	Q2 845,60	Q2 845,60
Fuerza	1	Global	Q14 613,23	Q14 613,23
Iluminación	1	Global	Q16 810,68	Q16 810,68
Total del renglón				Q34 269,50
<b>ACABADOS</b>				
Repello + cernido	822	m2	Q70,62	Q60 978,85
Piso cerámico	201,2	m2	Q194,45	Q38 833,01
Azulejo	41,4	m2	Q177,89	Q7 364,85
Torta de concreto	215	m2	Q207,69	Q45 712,53
Total del renglón				Q152 889,24
<b>PUERTAS Y VENTANAS</b>				
Puertas	1	Global	Q29 661,02	Q29 661,02
Ventanas	1	Global	Q28 403,42	Q28 403,42
Total del renglón				Q58 064,44
<b>LOSAS</b>				
Losas	456	m2	Q776,68	Q347 972,18
Total del renglón				Q347 972,18
<b>VIGAS</b>				
Viga A1	1	Unidad	Q12 298,79	Q12 487,43
Viga B1	1	Unidad	Q12 963,11	Q13 151,75
Viga C1	1	Unidad	Q12 394,31	Q12 582,95
Viga A2	1	Unidad	Q12 295,27	Q24 967,82
Viga B2	1	Unidad	Q12 587,14	Q12 775,78
Viga C2	1	Unidad	Q12 295,27	Q24 967,82
Viga1-1	1	Unidad	Q7 378,31	Q7 496,21
Viga2-1	1	Unidad	Q7 966,50	Q16 168,80
Viga3-1	1	Unidad	Q7 966,50	Q16 168,80
Viga4-1	1	Unidad	Q7 528,44	Q7 646,34
Viga1-2	1	Unidad	Q7 378,31	Q14 992,42
Viga2-2	1	Unidad	Q7 456,91	Q15 149,62
Viga3-2	1	Unidad	Q7 456,91	Q15 149,62
Viga4-2	1	Unidad	Q7 378,31	Q14 992,42
Total del renglón				Q208 697,79

Continuación de la tabla XXXVII.

<b>GRADAS</b>				
Modulo de gradas	1	Global	Q8 000,00	Q8 000,00
Total del renglón				Q8 000,00
<b>TABICACION</b>				
Muros de tabla yeso	52	m2	Q250,00	Q13 000,00
Total del renglón				Q13 000,00
<b>PRECIO TOTAL</b>				<b>Q1 330 114,72</b>

Fuente: elaboración propia.

## 2.8. Estudio de Impacto Ambiental inicial

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un estudio de todos los impactos relevantes, positivos y negativos, de una acción propuesta sobre el medio ambiente. Se refiere a la predicción de los cambios ocasionados por el proyecto durante la fase de ejecución, funcionamiento y abandono. Se logra determinar de manera preventiva los impactos negativos y positivos que puede ocasionar un proyecto, y se pueden definir medidas correctivas para minimizar los efectos que ocasionarían los impactos negativos.

Algunos de los fines cubiertos por el Estudio del Impacto Ambiental son:

- Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos.
- Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.

- Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.
- Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológicos, arqueológicos, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

Tabla XXXVIII. **Matriz de Leopold modificada**

ELEMENTOS AMBIENTALES	Etapa de construcción			Etapa de funcionamiento		
	A	B	N	A	B	N
<b>I. MEDIO AMBIENTE</b>						
<b>1. Tierras</b>						
Topografía			*			*
Suelo	-			-		
Erosión			*			*
<b>2. Micrología</b>						
<b>3. Aguas</b>						
Ríos			*			*
Aguas subterráneas			*			*
Calidad de aguas			*			*
<b>4. Ecosistemas</b>						
Flora						
Vegetación natural			*			*
Cultivos			*			*
Fauna						
Mamíferos y aves			*			*
Peces			*			*
Biodiversidad						
Peligro de extinción			*			*
Especies migratorias			*			*
5. Desastres naturales			*			*
<b>II. MEDIO AMBIENTE SOCIO-ECONOMICO</b>						
<b>1. Población</b>						
Población en peligro			*			*
Población migratoria			*			*

Continuación de la tabla XXXVIII.

2. Uso de la tierra	-			-		
3. Uso del agua	-					*
4. Actividades productivas						
Agricultura			*			*
Pecuaria			*			*
Pesca			*			*
Agroindustria			*			*
Mercado y comercio		+			+	
5. Empleo		+			+	
6. Aspectos culturales			*		+	
7. Historia y arqueología			*		+	
8. Turismo			*			*
<b>III. PROBLEMAS AMBIENTALES</b>						
1. Contaminación del aire	-					*
2. Contaminación del agua			*			*
3. Contaminación del suelo			*			*
4. Ruido y vibración	-					*
5. Hundimiento del suelo			*			*
6. Mal olor			*			*

Fuente: AGIES. NR- 3:2000. p. 52.

Tabla XXXIX. **Simbología**

<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>
+	Impacto positivo pequeño
*	Neutro
-	Impacto negativo pequeño
A	Adverso
B	Benéfico
N	Neutro

Fuente: elaboración propia.

### **2.8.1.1. Medidas de mitigación**

- Al momento de realizar el movimiento de tierras rociar agua para evitar el levantamiento de polvo.
- La tierra removida para el zanjeo, utilizarla de nuevo para rellenar las mismas.
- Colocar letrinas para que los trabajadores de la obra realicen las necesidades fisiológicas, así evitar que las aguas negras corran a flor de tierra.
- Trabajar únicamente en el día para evitar contaminación por ruido en las noches.
- Las bolsas de cemento enterrarlas, no quemarlas. Todo tipo de desecho depositarlo en el lugar correcto y en lo posible reciclarlo.
- Evitar vaciar solventes directamente en la tierra.

### **3. DISEÑO DE PUESTO DE SALUD PARA LA ALDEA EL LLANO**

#### **3.1. Descripción del proyecto**

Al no contar con un puesto de salud los pobladores de la aldea El Llano y el caserío Los López se ven en la necesidad de acudir hasta la cabecera municipal, lo cual trae serias complicaciones en el traslado de pacientes ya que deben transitar por una carretera de 5,5 kilómetros de terracería, la cual en la mayor parte del año está en malas condiciones, no existe transporte público para trasladarse desde la aldea, y el transitar por la carretera es peligroso pues constantemente se efectúan asaltos aprovechándose de la poca afluencia vehicular, por lo que prefieren quedarse en las casas y aplicarse medicinas caseras.

Para la creciente población de la aldea, se hace de carácter urgente la atención de pediatría, planificación familiar, ginecología, emergencias, entre otras. Con la construcción del puesto de salud, los beneficiados directos serán los pobladores, ya que recibirán un servicio adecuado en salud, no se verán en la problemática de tener que trasladarse a la cabecera municipal, lo cual tendrá un beneficio económico para ellos.

#### **3.2. Diseño arquitectónico**

Debe satisfacer las necesidades de espacios habitables y funcionales para el ser humano, tanto en lo estético como en lo tecnológico. Entendiendo al diseño como el proceso creativo para alcanzar una meta determinada.

### **3.2.1. Distribución de ambientes**

Para la distribución de ambientes se tomó en cuenta la relación entre cada una de las especialidades para un mayor confort de los pacientes. Se cuenta con: ginecología, sala de maternidad, sala de partos, planificación familiar, pediatría, dos clínicas, emergencia, bodega de medicamentos y equipo médico, cuarto de esterilización, desechos hospitalarios, vestidores, servicios sanitarios, dormitorio del residente.

### **3.2.2. Distribución de espacios**

Se refiere a la disposición física de las áreas de trabajo, de los componentes materiales y a la ubicación de las instalaciones para la atención y servicios tanto para el personal, como para los pacientes.

#### **3.2.2.1. Sala de espera**

El área de espera deberá tener capacidad para por lo menos 12 personas, para lo que se considerara un espacio mínimo de 13 m<sup>2</sup> y un máximo de 18 m<sup>2</sup>.

#### **3.2.2.2. Salas de consulta**

Deberán tener un espacio mínimo de 6 m<sup>2</sup>, y un máximo de 14 m<sup>2</sup>, el lado corto no será menor a 2,70 metros y la altura mínima 2,30 metros.

#### **3.2.2.3. Sala de maternidad**

Deberá tener un espacio mínimo de 6,00 m<sup>2</sup>/por cama, el lado corto no será menor a 3,30 metros y la altura mínima 2,30 metros.

#### **3.2.2.4. Emergencias**

Queda a criterio del responsable de obra las dimensiones mínimas tomando en consideración la cantidad de población del lugar.

#### **3.2.2.5. Servicio sanitario**

Deberá tener un espacio mínimo de 2,4 m<sup>2</sup>.

#### **3.2.2.6. Bodega de limpieza**

Deberá tener un espacio mínimo de 1,2 m<sup>2</sup>.

#### **3.2.2.7. Puertas**

El vano mínimo será de 0,75 m en baños y de 0,90 en las salas de consulta.

#### **3.2.2.8. Ventanas**

No deberá existir iluminación natural en la sala de partos, en el resto de salas se colocaran ventanas con un sillar no menor a 1 metro.

#### **3.2.2.9. Alturas**

La altura de piso a cielo será de 3,00 metros, y de la solera de remate al caballete del techo será de 1,40 metro por lo tanto la altura total será de 4,50 metros.

### **3.3. Diseño de la cubierta**

Cuando se desea construir un techo sobre un edificio que no tiene soportes intermedios, es más económico recurrir a una estructura metálica. La configuración que se usa para este propósito se denomina estructura de techo. Por lo tanto, una armadura es una configuración estructural de elementos generalmente soportada sólo en los extremos y formada por una serie de miembros rectos arreglados y conectados unos a otros. De esta manera los esfuerzos transmitidos de un miembro a otro son únicamente axiales; de tensión o compresión.

Una armadura está compuesta esencialmente de un sistema de triángulos, teóricamente se supone que en los miembros que se unen en las juntas no existe fricción alguna. Esta condición no existe realmente en la práctica, puesto que siempre que sea posible los miembros de una junta se arreglan de tal modo que sus ejes se intercepten en un punto común, ninguno de los esfuerzos en los miembros puede causar momento respecto a este punto. Por esta razón los esfuerzos axiales, de tensión o de compresión son iguales a lo largo de los miembros.

Las armaduras son de dos aguas, el tipo de armadura de techo seleccionada para un edificio determinado, depende en gran parte de la pendiente requerida del techo y de las condiciones de iluminación. Las armaduras simples pueden ser divididas en dos tipos o clases, basado en la manera de apoyo de las mismas.

- Primer tipo: se utiliza para el presente proyecto, abarca las armaduras que están apoyadas o soportadas en los muros de mampostería u otro

material que forma la pared, el cual resiste la fuerza lateral sin el uso de arriostramiento.

- Segundo tipo: se emplea cuando la armadura está apoyada en columnas de acero. La construcción de estas columnas no ayuda y no ofrece considerable resistencia a las fuerzas laterales.

Los largueros o costaneras son vigas que cubren el claro entre las armaduras para transmitirles las cargas que provienen de la cubierta del techo. Se colocan con separaciones de 0,60 a 1,50 metros o mayores, según el material de la cubierta. También se diseñan como vigas libremente apoyadas, continuas o en voladizo. Hay que tomar en cuenta el tipo de material de la cubierta de techo, si es lámina galvanizada o perfil diez, y sus longitudes en el mercado para poder utilizarlas de la forma más económica posible.

La pendiente mínima es de 15 % y la pendiente recomendada es de 27 %, para este caso se tiene lo siguiente:

$$H = \text{altura de la cubierta} = 1,40 \text{ m}$$

$$L = \text{distancia} = 5 \text{ m}$$

$$M = H / L = 1,40 / 5 = 0,28 = 28 \%$$

Por lo que la pendiente diseñada se encuentra en el rango de las pendientes mínimas y máximas recomendadas.

### **3.3.1. Costaneras**

En el procedimiento para diseñar la cubierta se moduló la separación de las costaneras tomando en cuenta la seguridad de las personas que pudieran hacer reparaciones en la cubierta en un futuro.

### 3.3.1.1. Separación máxima entre costaneras

Lámina de 10', la longitud total de ésta es de 3,04 m, menos el traslape que es de 0,15 m, para nuestro techo asumiremos un valor de separación igual a 1,23 m.

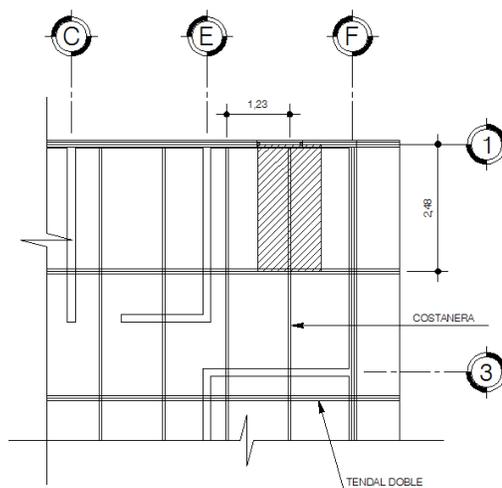
El traslape entre láminas debe ser de una ondulación por cada lámina. Se debe colocar un caballete o cumbrera de un ancho de 0,415 m y una altura de 0,185 m.

### 3.3.1.2. Cálculo de las fuerzas actuantes en costaneras

- Cálculo del área tributaria

$$A_{\text{tributaria}} = 1,23 * 2,48 = 3,05 \text{ m}^2$$

Figura 45. Detalle de área tributaria



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

- Estimación de cargas por metro cuadrado de superficie

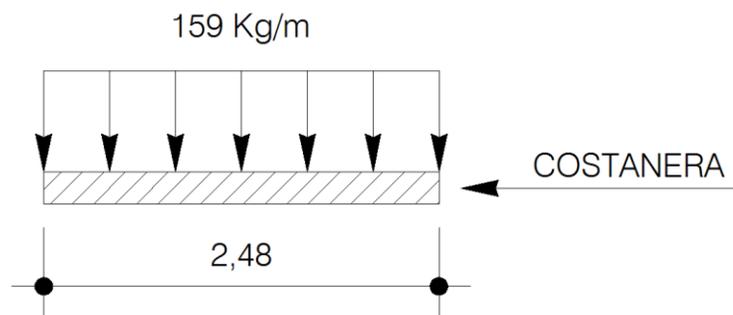
Carga muerta: lamina = 3,5 Kg/m<sup>2</sup>  
 Carga viva: trabajador = 100 kg/m<sup>2</sup> (AGIES NR 2:2000)  
 Carga del viento:  $q = 0,004819 * Vz$   
 $q = 0,004819 * (72,97)^2 = 25,66 \text{ Kg/m}^2$   
 Carga total:  $3,5 + 100 + 25,66 = 129,16 \text{ Kg/m}^2$

- Cálculo de carga uniformemente distribuida (W)

$W = (\text{carga total}) * (\text{área tributaria}) / \text{longitud de la costanera}$

$W = (129,16 * 3,05) / 2,48 = 158,85 \text{ Kg/m}$

Figura 46. **Carga distribuida en la costanera**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

- Cálculo del momento

$$M = \frac{W * L^2}{8} = \frac{159 * 2,48^2}{8} = 122,12 \text{ Kg-m}$$

### 3.3.1.3. Cálculo del módulo de la sección

El módulo de sección (S) se calcula dividiendo el momento (M) entre el esfuerzo permisible del acero (f).

$$S_x = M/F$$

S = módulo de la sección calculada

M = momento actuante

F = esfuerzo permisible del acero de costanera

$$S_x = 10\,574,99 \text{ lb} - \text{plg} / 24\,000 \text{ lb/plg}^2 = 0,44 \text{ plg}^2$$

Tabla XL. Propiedades de las costaneras

A (plg)	B (plg)	C (plg)	t (plg)	Area (plg <sup>2</sup> )	Ix (plg <sup>4</sup> )	Iy (plg <sup>4</sup> )	Sx (plg <sup>3</sup> )	Sy (plg <sup>3</sup> )
4	2	1/2	1/16	0,44	1,79	11,72	0,51	0
5	2	1/2	1/16	0,50	2,67	15,68	0,67	0,01
6	2	1/2	1/16	0,56	3,80	19,99	0,84	0,01
7	2	1/2	1/16	0,63	5,21	24,63	1,04	0,01
8	2	1/2	1/16	0,69	6,93	29,62	1,26	0,01
9	2	1/2	1/16	0,75	9	35,22	1,50	0,01
10	2	1/2	1/16	0,81	11,44	40,94	1,76	0,01

Fuente: McCORMAC, Jack C. *Diseño de estructuras de acero, apéndices*, p. 694.

El módulo de sección  $S_x = 0,44 \text{ plg}^3$  no se encuentra en la tabla XL por lo tanto se tomará  $S_x = 0,84 \text{ plg}^3$ , las dimensiones de la costanera a utilizar son 6"x2"x1/2"x1/16".

### 3.3.1.4. Chequeo de cortante

La fuerza cortante es perpendicular al eje longitudinal de la costanera. En una viga simplemente apoyada las reacciones en los apoyos de la viga se encuentran como se indica a continuación:

$$R_1 = R_2 = \frac{W * L}{2} = \frac{159 * 2,48}{2} = 197,16 \text{ Kg}$$

$R_1$  = reacción 1

$R_2$  = reacción 2

Existe la condición de que el cortante promedio no debe exceder a 14 500 psi, para acero A36.

$$\sigma_{\text{prod}} = \frac{R}{\text{Área de la sección}} = \frac{433,75 \text{ lb}}{0,56 \text{ plg}^2} = 774,55 \text{ lb/plg}^2$$

$$\sigma_{\text{prod}} < \sigma(\text{A36}) \quad 774,55 \text{ lb/plg}^2 < 14 \text{ 500 lb/plg}^2$$

Por lo tanto, la costanera resiste los esfuerzos de corte que se producen.

### 3.3.1.5. Chequeo por deflexión

Carga uniforme distribuida ( $W$ ) = 8,87 lb/plg

Módulo elástico del acero ( $E$ ) = 29 000 000 lb/plg<sup>2</sup>

Inercia de la costanera = 3,80 plg<sup>4</sup>

Longitud de la costanera = 97,61 plg

$D_r$  = deflexión real

$$D_r = \frac{5 \cdot W \cdot L^3}{384EI} = \frac{5 \cdot 8,27 \cdot 97,61^3}{384 \cdot 29\,000\,000 \cdot 3,80} = 0,000909 \text{ plg}$$

- Deflexión permisible

$$D_p = L / 360$$

L = longitud de la costanera

$$D_p = 97,61 / 360 = 0,27 \text{ plg}$$

Por lo que la sección escogida es apropiada, ya que la deflexión real es menor que la deflexión permisible.

### 3.3.2. Tendales

En el procedimiento para diseñar la cubierta se moduló la separación de los tendales tomando en cuenta la seguridad de las personas que pudieran hacer reparaciones en la cubierta en un futuro.

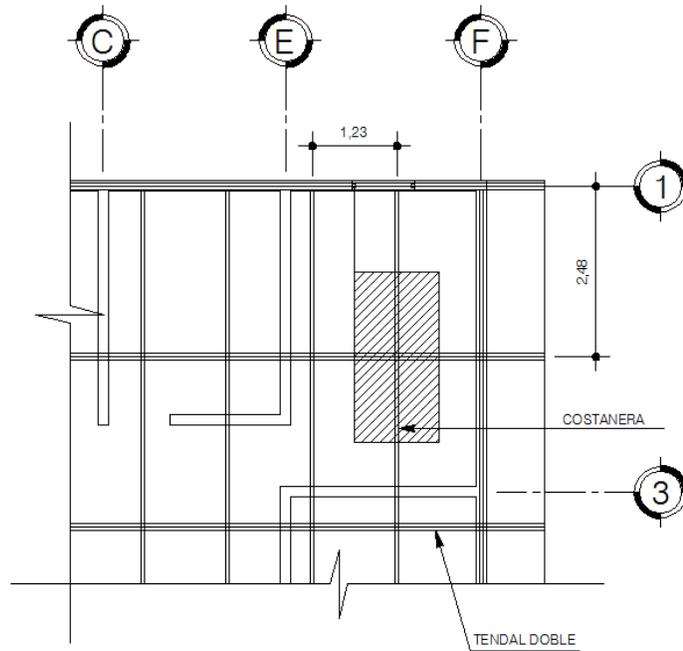
#### 3.3.2.1. Cálculo de las fuerzas actuantes en costaneras

- Cálculo del área tributaria

$$A_{\text{tributaria}} = a \cdot b$$

$$A_{\text{tributaria}} = 1,23 \cdot 2,48 = 3,05 \text{ m}^2$$

Figura 47. Detalle de área tributaria



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

- Cálculo de cargas puntuales en los tendales producidas por las costaneras.

Carga distribuida en la costanera = 159 Kg/m

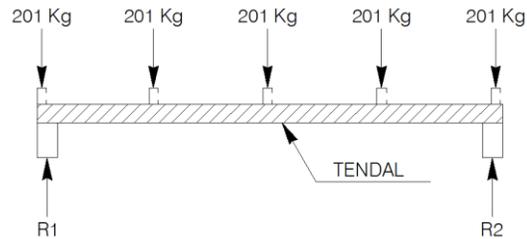
Peso de la costanera = 3,07 kg/m

Carga total = 162,07 kg/m

Carga en cada nudo =  $162,07 \text{ kg/m} * 2,48 \text{ m} = 401,93 \text{ kg/ 2}$

Carga en cada nudo = 200,96 kg

Figura 48. **Detalle de carga puntual**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

$$R1 = (5 * 201) / 2 = 502,50 \text{ Kg}$$

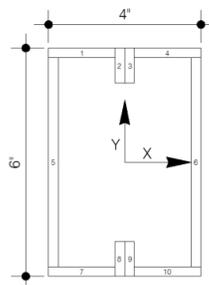
$$R2 = R1 = 502,50 \text{ Kg}$$

$$M_{\max} = Pa = 201 * 3 = 603 \text{ Kg-m}$$

### 3.3.2.2. Cálculo del módulo de la sección

La sección propuesta para el tendal es la costanera de perfil C de 4" x 6" x 1/16" soldada, dicha sección se forma al utilizar dos costaneras. Para encontrar el módulo de sección del tendal, es necesario conocer el momento de inercia en el eje x de la sección formada por dos costaneras de perfil C con medidas de 6"x2"x1/16".

Figura 49. **Detalle del tendal doble**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

El momento de inercia del tendal se calcula dividiendo la sección de tendal en figuras geométricas de área conocida, en este caso rectángulos, y luego encontrar la distancia del eje x al centroide de cada figura.

Tabla XLI. **Inercia del tendal doble**

Figura	b	h	Area (plg <sup>2</sup> )	Yc	Yc <sup>2</sup>	AYc <sup>2</sup>	I	I + AYc <sup>2</sup>
1	1,938	0,063	0,121	2,938	8,629	1,045	0,000039	1,045
2	0,125	0,500	0,063	2,750	7,563	0,473	0,001302	0,474
3	1,938	0,063	0,121	2,938	8,629	1,045	0,000039	1,045
4	0,063	5,875	0,367	0,000	0,000	0,000	1,056142	1,056
5	0,063	5,875	0,367	0,000	0,000	0,000	1,056142	1,056
6	1,938	0,063	0,121	2,938	8,629	1,045	0,000039	1,045
7	0,125	0,500	0,063	2,750	7,563	0,473	0,001302	0,474
8	1,938	0,063	0,121	2,938	8,629	1,045	0,000039	1,045
							<b>Inercia</b>	<b>7,240</b>

Fuente: elaboración propia.

Con el momento de inercia  $I = 7,24 \text{ plg}^4$  se procede a calcular el módulo de sección con la siguiente ecuación:

$$S = I / C$$

Donde:

S = módulo de sección

I = momento de inercia

C = distancia del centro al extremo

$$S = 7,24 / 3 = 2,41 \text{ plg}^3$$

El momento máximo que soporta la sección formada por dos costaneras de 6"x2"x1/2" se calcula de la siguiente forma:

$$M = Sx \cdot Fy$$

Donde:

M = momento máximo que resiste la sección

S = módulo de sección

Fy = 24 000 lb/plg<sup>2</sup>

$$M = (2,41 \text{ plg}^3) \cdot (24\,000 \text{ lb/plg}^2) = 57\,920 \text{ lb-plg}$$

El momento actuante es menor que el momento máximo resistente, por lo tanto la sección propuesta es correcta.

$$52\,215 \text{ lb-plg} < 57\,920 \text{ lb-plg}$$

### 3.3.3. Diseño del perno

Los pernos se diseñaran para el máximo esfuerzo posible al que pueden estar sometidos. El corte que actuará sobre cada perno que sujetará la cercha será:

$$V_{\text{total}} = W_t + q_t + V_b$$

V<sub>total</sub> = corte total sobre el perno

W = carga de la estructura

q<sub>t</sub> = carga de viento

V<sub>b</sub> = corte basal

$$V_{\text{total}} = 394 \text{ kg} + 4\,434,77 \text{ kg} / 4 \text{ pernos por platina} = 4828,77 \text{ kg}$$

Esta es la fuerza de corte que actuará sobre cada perno en la unión de los dos tendales por medio de la platina. Se propone un perno de alta resistencia según ASTM A325 de 3/8" x 2" el cual posee un esfuerzo de ruptura de 120 kpsi. Se analiza cuanta fuerza cortante resiste el perno propuesto:

$$T = V / 2 * A$$

T = esfuerzo de ruptura

V = fuerza de corte

A = área sometida a corte

$$V = 2 * T * A$$

$$V = 2 * 120\,000 \text{ lb/plg}^2 * 0,1104 \text{ plg}^2$$

$$V = 26\,507,18 \text{ lb} = 12\,048,72 \text{ kg}$$

El perno propuesto soporta la fuerza cortante ejercida sobre él. Por lo tanto se colocarán cuatro pernos que unirán las dos platinas con los dos tendales con el fin de inmovilizar la cercha.

Las láminas traslapadas se sujetarán con pernos de 1/4" X 2".

#### **3.4. Diseño de estructuras en mampostería**

Los materiales principales usados en el sistema de mampostería reforzada son: las unidades de mampostería, mortero, concreto y acero de refuerzo, estos materiales son unidos para formar un sistema homogéneo.

### 3.4.1. Método simplificado

Para el diseño de los muros se procedió a utilizar el método simplificado, este método asume que solo los muros paralelos a la dirección del sismo contribuyen a la resistencia, desprecia la contribución de los muros transversales a la dirección de la fuerza aplicada, es necesario calcular lo siguiente:

- Rigidez de cada muro en la dirección del sismo
- Centro de rigidez de muros
- Centro de masa
- Carga lateral y su distribución
- Distribución del momento de volteo
- Diseño a flexión
- Diseño a corte
- Refuerzo mínimo por muro

#### 3.4.1.1. Determinación del centro de masa y centro de rigidez

En el cálculo de la rigidez hay que tomar en cuenta el tipo de techo, pues existen diferentes fórmulas para hacerlo. Para calcular la rigidez de un techo de losa se consideran las paredes doblemente empotradas; y para un techo de lámina se consideran en voladizo.

$$K = \frac{t}{\frac{1}{E} \left[ 4 \left( \frac{h}{d} \right)^3 + 3 \left( \frac{h}{d} \right) \right]}$$

Donde:

K = rigidez del muro

t = espesor del muro = 20 cm

h = altura del muro = 3,00 m

d = longitud del muro

E = modulo elástico de mampostería = 70 000 kg/cm<sup>2</sup>

Tabla XLII. **Determinación de los centros de masa y de rigidez  
sentido X**

Muro	Longitud (m)	h/d	Rigidez	Distancia x al eje y	Distancia y al eje x	L*X	L*Y	R*Y
1	0,95	3,16	10 336,71	0,63	0,08	0,59	0,07	775,25
2	1,45	2,07	33 627,41	2,78	0,08	4,02	0,11	2 522,06
3	0,85	3,53	7 508,79	5,08	0,08	4,31	0,06	563,16
4	3,20	0,94	229 192,65	8,33	0,08	26,64	0,24	17 189,45
5	1,10	2,73	15 673,31	6,60	2,38	7,26	2,61	37 224,11
6	1,10	2,73	15 673,31	3,63	2,38	3,99	2,61	37 224,11
7	3,00	1,00	200 000,00	1,65	3,43	4,95	10,28	685 000,00
8	0,55	5,45	2 103,68	0,43	5,58	0,23	3,07	11 728,03
9	0,60	5,00	2 718,45	2,70	5,58	1,62	3,35	15 155,34
10	0,55	5,45	2 103,68	0,43	6,73	0,23	3,70	14 147,27
11	0,60	5,00	2 718,45	2,70	6,73	1,62	4,04	18 281,55
12	3,00	1,00	200 000,00	1,65	8,88	4,95	26,63	1 775 000,00
13	0,65	4,62	3 438,88	2,68	9,83	1,74	6,39	33 786,96
14	2,85	1,05	178 952,66	1,58	11,08	4,49	31,56	1 981 900,76
15	0,65	4,62	3 438,88	2,68	12,63	1,74	8,21	43 415,82
16	3,00	1,00	200 000,00	1,65	13,58	4,95	40,73	2 715 000,00
17	2,85	1,05	178 952,66	1,58	16,53	4,49	47,10	2 957 192,79
18	1,65	1,82	47 463,07	0,98	19,93	1,61	32,88	945 701,60
19	5,35	0,56	586 381,45	5,75	19,93	30,76	106,60	11 683 650,44
20	1,05	2,86	13 743,56	9,48	19,93	9,95	20,92	273 840,44
21	1,60	1,88	43 760,68	6,28	16,53	10,04	26,44	723 145,30
22	2,70	1,11	158 724,73	8,50	15,48	22,95	41,78	2 456 265,16

Continuación de la tabla XLII

23	2,85	1,05	178 952,66	8,43	13,13	24,01	37,41	2 348 753,73
24	1,00	3,00	11 965,81	9,35	11,08	9,35	11,08	132 521,37
25	2,70	1,11	158 724,73	8,50	8,88	22,95	23,96	1 408 681,96
26	2,85	1,05	178 952,66	8,43	6,13	24,01	17,46	1 096 085,07
27	2,70	1,11	158 724,73	8,50	3,43	22,95	9,25	543 632,19
	$\Sigma Lx =$		$\Sigma Rx =$			$\Sigma L^*X =$	$\Sigma L^*y =$	$\Sigma R^*Y =$
	51,40		2 823 833,61			256,41	518,50	31 958 383,94

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Determinación de los centros de masa y de rigidez sentido Y**

Muro	Longitud (m)	h/d	Rigidez	Distancia x al eje y	Distancia y al eje x	L*X	L*Y	R*X
1	3,95	0,76	347 318,88	0,08	1,98	0,30	7,80	26 048,92
2	0,60	5,00	2 718,45	0,08	5,35	0,05	3,21	203,88
3	0,90	3,33	8 852,46	0,08	7,10	0,07	6,39	663,93
4	4,00	0,75	355 555,56	0,08	10,05	0,30	40,20	26 666,67
5	2,00	1,50	77 777,78	0,08	13,60	0,15	27,20	5833,33
6	4,50	0,67	439 534,88	0,08	17,75	0,34	79,88	32 965,12
7	2,15	1,40	93 004,63	1,58	4,58	3,39	9,84	146 482,29
8	2,15	1,40	93 004,63	1,58	7,73	3,39	16,61	146 482,29
9	1,25	2,40	22 401,43	1,58	10,38	1,97	12,97	35 282,26
10	1,55	1,94	40 220,06	1,58	11,93	2,44	18,48	63 346,60
11	2,15	1,40	93 004,63	3,08	1,23	6,61	2,63	285 989,23
12	2,15	1,40	93 004,63	3,08	4,58	6,61	9,84	285 989,23
13	2,15	1,40	93 004,63	3,08	7,80	6,61	16,77	285 989,23
14	2,95	1,02	192 898,47	3,08	11,23	9,07	33,11	593 162,79
15	2,05	1,46	82 711,34	3,08	15,58	6,30	31,93	254 337,38
16	3,40	0,88	259 505,75	4,43	18,15	15,05	61,71	1 148 312,96
17	2,30	1,30	109 464,69	5,08	1,30	11,67	2,99	555 533,29
18	2,15	1,40	93 004,63	7,08	1,23	15,21	2,63	658 007,75
19	1,80	1,67	59 527,56	7,08	4,33	12,74	7,79	421 157,48
20	1,85	1,62	63 862,50	7,08	8,03	13,09	14,85	451 827,21
21	1,45	2,07	33 627,41	7,08	14,83	10,26	21,50	237 913,93

Continuación de la tabla XLIII

22	3,40	0,88	259 505,75	7,08	18,15	24,06	61,71	1 836 003,21
23	1,30	2,31	24 963,88	9,93	0,65	12,90	0,85	247 766,54
24	2,10	1,43	87 787,93	9,93	3,25	20,84	6,83	871 295,25
25	1,80	1,67	59 527,56	9,93	6,15	17,87	11,07	590 811,02
26	1,00	3,00	11 965,81	9,93	8,45	9,93	8,45	118 760,68
27	0,65	4,62	3 438,88	9,93	11,33	6,45	7,36	34 130,85
28	1,30	2,31	24 963,88	9,93	13,20	12,90	17,16	247 766,54
29	5,10	0,59	542 872,93	9,93	17,38	50,62	88,61	5 388 013,81
	$\Sigma L_y =$		$\Sigma R_y =$			$\Sigma L^*X =$	$\Sigma L^*y =$	$\Sigma R^*X =$
	64,10		3 669 031,63			281,16	630,35	14 996 743,67

Fuente: elaboración propia.

De la aplicación de las tablas anteriores se tiene:

- Largo total

$$L_{total} = L_x + L_y$$

$$L_{total} = 51,40 \text{ m} + 64,10 \text{ m}$$

$$L_{total} = 115,50 \text{ m}$$

- LX y LY totales

$$LX_{total} = LX_1 + LX_2$$

$$LY_{total} = LY_1 + LY_2$$

$$LX_{total} = 256,41 \text{ m}^2 + 281,16 \text{ m}^2$$

$$LY_{total} = 518,50 \text{ m}^2 + 630,35 \text{ m}^2$$

$$LX_{total} = 537,57 \text{ m}^2$$

$$LY_{total} = 1 148,85 \text{ m}^2$$

- Centro de masa

$$X = \frac{LX_{total}}{L_{total}} = \frac{537,57}{115,50} = 4,65 \text{ m}$$

$$Y = \frac{LY_{total}}{L_{total}} = \frac{1\ 148,85}{115,50} = 9,94 \text{ m}$$

- Centro de rigidez

$$CR_x = \frac{\sum RX}{\sum R_y} = \frac{14\ 996\ 743,67}{366\ 903\ 163} = 4,09 \text{ m}$$

$$CR_y = \frac{\sum RY}{\sum R_x} = \frac{31\ 958\ 383,94}{2\ 823\ 833,61} = 11,21 \text{ m}$$

- Centro de masa por simetría

$$X_{simetría} = \frac{X_{edificio}}{2} = \frac{10,00}{2} = 5,00 \text{ m}$$

$$Y_{simetría} = \frac{Y_{edificio}}{2} = \frac{20,00}{2} = 10,00 \text{ m}$$

- Excentricidad con respecto al centro de rigidez

$$e_x = |CR_x - X|$$

$$e_y = |CR_y - Y|$$

$$e_x = |4,09 - 4,65| = 0,56 \text{ m}$$

$$e_y = |11,21 - 9,94| = 1,27 \text{ m}$$

- Excentricidad mínima que produce una torsión accidental mínima sobre el edificio

$$e_x = \pm 0,05 L$$

$$e_y = \pm 0,05 L$$

$$e_x = \pm 0,05 * X_{\text{edificio}}$$

$$e_y = \pm 0,05 * Y_{\text{edificio}}$$

$$e_x = \pm 0,05 * 10 = \pm 0,5 \text{ m}$$

$$e_y = \pm 0,05 * 20 = \pm 1 \text{ m}$$

- Excentricidad total

$$e_x = 0,56 + 0,5 = 1,06 \text{ m}$$

$$e_y = 1,27 + 1,00 = 2,27 \text{ m}$$

### 3.4.1.2. Análisis de sismo

Sismo es una vibración u oscilación de la superficie de la tierra, causado por un disturbio elástico o gravitacional de las masas, las que buscan el equilibrio. Todo edificio debe ser diseñado y construido para resistir un mínimo total de fuerza sísmica lateral; para este caso, dicha fuerza será resistida por medio de muros de corte (muros de mampostería reforzada).

Para evaluar la fuerza sísmica mínima de corte en la base se recomienda la fórmula siguiente:

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

Los valores a utilizar son los que se utilizaron en la sección 2.3.2.4, con excepción del peso  $W$  que se calculará para la estructura analizada.

Peso de techo (W): se utiliza una sobrecarga (S.C.) de 25 Kg/m<sup>2</sup> y se añaden los demás pesos que afectan al techo como el peso de la costanera, el peso del tendal y el peso de la lámina de zinc, para obtener el peso total de la estructura del techo.

$$W_{\text{techo}} = W_{\text{costaneras}} + W_{\text{tendales}} + W_{\text{lamina}} + SC$$

$$W_{\text{costaneras}} = 185,40 \text{ m} * 3,07 \text{ kg/m} = 569,75 \text{ kg}$$

$$W_{\text{tendales}} = 212,40 \text{ m} * 3,07 \text{ kg/m} = 652,06 \text{ kg}$$

$$W_{\text{laminas}} = 8,63 \text{ kg/lamina} * 113 \text{ laminas} = 975,19 \text{ kg}$$

$$SC = 25 \text{ kg/m}^2 * 241,02 \text{ m}^2 = 6 025,50 \text{ kg}$$

$$W_{\text{techo}} = 569,75 + 652,06 + 975,19 + 6 025,50 = 8 222,50 \text{ kg}$$

Peso de muros: al utilizar las mismas longitudes (d) tomadas en el cálculo de rigidez con un módulo de mampostería para block = 300 kg/m<sup>2</sup> se procede a calcular el peso de los muro con la siguiente fórmula:

$$W_{\text{muro}} = \sum d * h * 300 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{muro}} = 115,50 \text{ m} * 3 \text{ m} * 300 \text{ kg/m}^2 = 103 950 \text{ kg}$$

- Peso total

$$W_{\text{total}} = W_{\text{techo}} + W_{\text{muros}}$$

$$W_{\text{total}} = 8 222,50 \text{ kg} + 103 950 \text{ kg} = 112 172,5 \text{ kg}$$

$$CV = 25\% * CV = 0,25 * 100 \text{ kg/m}^2 = 25 \text{ kg/m}^2 * 241\text{m}^2 = 6\ 025 \text{ kg}$$

Corte basal: para el cálculo se utilizarán los datos de la sección 2.3.2.4 con excepción del peso de la estructura.

$$V = V_x = V_y = 0,40 * 1 * 0,14 * 0,67 * 118197,5 = 4434,77 \text{ kg}$$

- Distribución de la fuerza por nivel

$$F_n = \frac{(V - F_t) W_x h_x}{\sum W_i h_i}$$

Donde:

$F_n$  = fuerza por nivel

$V$  = corte basal

$F_t$  = fuerza de techo, cuando  $t$  es menor que 0,25,  $F_t = 0,00$ , si no calcular  $F_t$

$F_t = 0,07 * t * V$

$W_i$  = peso propio de la estructura + 25 % de las cargas vivas

$W$  = peso propio de la estructura + 25 % de las cargas vivas por nivel

$H_i$  = altura media desde la cimentación al nivel considerado

$$t = \frac{\text{Espesor de techo} * H}{\sqrt{B}} = \frac{0,15 * 3,70}{\sqrt{20}} = 0,12 < 0,25$$

Por consiguiente, se considerará  $F_t = 0$ , y la distribución se hará de la siguiente manera:

$$F_n = \frac{(V) W_x h_x}{\sum W_i h_i}$$

$$F_n = \frac{4434,77 * 404 \text{ ton}}{404 \text{ ton}} = 4434,77 \text{ Kg}$$

### 3.4.1.3. Análisis de viento

Para Guatemala, las fuerzas de sismo producen efectos más críticos que las fuerzas de viento, sin embargo se presenta este análisis, para que el lector pueda observar dichos efectos y pueda hacer las comparaciones, con los efectos producidos por las fuerzas de sismo.

Para determinar la fuerza del viento sobre la estructura, podrán utilizarse las formulas siguientes:

$$q = 0,004819v^2 = (\text{Km/h})$$

Para calcular la velocidad del viento la ASCE recomienda usar la formula siguiente:

$$V_z = V_n \left( \frac{z}{n} \right)^x$$

$V_z$  = velocidad del viento al nivel deseado

$V_n$  = velocidad del viento al nivel del anemógrafo

$z$  = altura para  $V_z$

$n$  = altura para  $V_n$

$x$  = exponente determinado para cada lugar

Se ha determinado que en Guatemala el exponente x tiene un valor promedio de 0,222; así, la fórmula anterior para vientos observados a un nivel de 10m sobre el suelo, queda de la siguiente manera:

$$V_z = V_{10} \left( \frac{z}{10} \right)^{0,222}$$

Con vientos de velocidad de menos de 1 minuto de duración:

Para la característica anterior se considera una velocidad de 91 km/h; además, se sabe que la altura del edificio es  $h = z = 4,40$  m, entonces:

$$V_z = 91 * \left( \frac{4,40}{10} \right)^{0,222} = 72,97 \text{ km /h}$$

$$q = 0,004819 * 72,97^2 = 25,66 \text{ kg/m}^2$$

- Fuerza del viento en dirección del eje y

$$A = X_{\text{edificio}} * H_{\text{total}}$$

$$F = P * A$$

$$A = 10 * 4,40 = 44 \text{ m}$$

$$F = 25,66 * (44) = 1\ 129,04 \text{ kg}$$

- Fuerza del viento en dirección del eje x

$$A = Y_{\text{edificio}} * H_{\text{total}}$$

$$F = P * A$$

$$A = 20 * 4,40 = 88 \text{ m}$$

$$F = 25,66 * (88) = 2\ 258 \text{ kg}$$

#### 3.4.1.4. Determinación de momentos de volteo, fuerza de corte y de torsión

- Momento de volteo por sismo

$$M_{\text{volteo}} = F_n * h$$

$$M_{\text{volteo}} = 4\,434,77 \text{ Kg} * 4,40 \text{ m} = 17\,739,08 \text{ Kg-m}$$

- Momento de volteo por viento

$$M_{\text{volteo}} = \frac{F * h}{2}$$

$$M_{\text{volteo}} = \frac{2\,566 * 4,40}{2} = 5\,132 \text{ kg-m}$$

- Distribución de fuerza de corte

Las fuerzas de corte se distribuirán de acuerdo a las rigideces relativas de los muros:

$$F_v = \frac{R}{\sum R} 2V$$

Los muros de mampostería reforzada, que deberán resistir fuerzas horizontales de sismo, se diseñarán para resistir dos veces la fuerza de corte que actúa sobre ellas.

$$2V = (2) * (ZIKCSW)$$

$$2V = 2(4\,434,77 \text{ kg})$$

- Distribución de fuerzas torsionales

Las fuerzas de corte debidas al momento torsionante sobre el edificio se obtendrán por medio de la siguiente fórmula:

$$F_m = \frac{R_d}{\sum R_d^2} M_t$$

$$M_t = e * V$$

- Distribución de momentos de volteo

Los momentos de volteo se distribuirán de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$M_v = \frac{R}{\sum R} M_v$$

Distribución en el sentido Y

$$V = 4\,434,77 \text{ kg} \qquad dx = |x - CR_x|$$

$$M_t = 1,06 * 4\,434,77 = 4\,700,85 \text{ kg - m} \qquad CR_x = 4,09 \text{ m}$$

$$M_{\text{volteo}} = 17\,739,08 \text{ kg - m} \qquad F = F_v + F_m$$

Tabla XLIV. **Distribución de fuerzas y de momentos en Y**

Muro	Rigidez	Distancia x al eje y (m)	dx (m)	R*dx	R*dx <sup>2</sup> (m)	Fv (kg)	Fm (kg)	F (kg)	Mv (kg - m)
1	420 656,62	0,08	4,02	1 688 936,31	6 781 079,30	820,65	123,91	944,56	1 641,30
2	3703,70	0,08	4,02	14870,37	59 704,54	7,23	1,09	8,32	14,45
3	11965,81	0,08	4,02	48042,74	192 891,58	23,34	3,52	26,87	46,69

Continuación de la tabla XLIV

4	430 082,75	0,08	4,02	1 726 782,25	6 933 030,74	839,04	126,69	965,73	1 678,08
5	100 781,05	0,08	4,02	404 635,93	1 624 613,25	196,61	29,69	226,30	393,22
6	525 525,53	0,08	4,02	2 109 984,98	8 471 589,71	1 025,24	154,80	1180,04	2 050,48
7	119 766,00	1,58	2,52	301 211,49	757 546,89	233,65	22,10	255,75	467,30
8	119 766,00	1,58	2,52	301 211,49	757 546,89	233,65	22,10	255,75	467,30
9	29 920,42	1,58	2,52	75 249,86	189 253,40	58,37	5,52	63,89	116,74
10	53 094,06	1,58	2,52	133 531,56	335 831,86	103,58	9,80	113,38	207,16
11	119 766,00	3,08	1,02	121 562,49	123 385,93	233,65	8,92	242,57	467,30
12	119 766,00	3,08	1,02	121 562,49	123 385,93	233,65	8,92	242,57	467,30
13	119 766,00	3,08	1,02	121 562,49	123 385,93	233,65	8,92	242,57	467,30
14	240 857,68	3,08	1,02	244 470,55	248 137,60	469,88	17,94	487,82	939,77
15	106 951,62	3,08	1,02	108 555,90	110 184,23	208,65	7,96	216,61	417,30
16	319 233,27	4,43	0,34	106 943,14	35 825,95	622,79	7,85	630,63	1 245,57
17	140 102,48	5,08	0,99	138 000,95	135 930,93	273,32	10,12	283,45	546,65
18	119 766,00	7,08	2,99	357 501,50	1 067 141,99	233,65	26,23	259,88	467,30
19	77 777,78	7,08	2,99	232 166,67	693 017,50	151,74	17,03	168,77	303,47
20	83 268,40	7,08	2,99	248 556,17	741 940,17	162,45	18,24	180,68	324,89
21	44 569,49	7,08	2,99	133 039,94	397 124,22	86,95	9,76	96,71	173,90
22	319 233,27	7,08	2,99	952 911,31	2 844 440,25	622,79	69,91	692,70	1 245,57
23	33 280,32	9,93	5,84	194 190,64	1 133 102,38	64,93	14,25	79,17	129,85
24	113 281,43	9,93	5,84	660 997,17	3 856 918,48	221,00	48,49	269,49	442,00
25	77 777,78	9,93	5,84	453 833,33	2 648 117,50	151,74	33,30	185,03	303,47
26	16 123,09	9,93	5,84	94 078,22	548 946,41	31,45	6,90	38,36	62,91
27	4 679,92	9,93	5,84	27 307,31	159 338,16	9,13	2,00	11,13	18,26
28	33 280,32	9,93	5,84	194 190,64	1 133 102,38	64,93	14,25	79,17	129,85
29	641 682,99	9,93	5,84	3 744 220,26	2 1847 525,24	1 251,85	274,70	1526,55	2 503,70
	$\Sigma R_y =$				$\Sigma R \cdot dx^2 =$				
	4 546 425,76				64 074 039,3				

Fuente: elaboración propia.

Distribución en el sentido X

$$V = 4\,434,77 \text{ kg}$$

$$dy = |y - CR_y|$$

$$M_t = 1,06 * 4\,434,77 = 4\,700,85 \text{ kg} - \text{m}$$

$$CR_y = 11,21 \text{ m}$$

$$M_{\text{volteo}} = 17\,739,08 \text{ kg} - \text{m}$$

$$F = F_v + F_m$$

Tabla XLV. Distribución de fuerzas y de momentos en X

Muro	Rigidez	Distancia y al eje x (m)	dy (m)	R*dy	R*dy <sup>2</sup> (m)	Fv (kg)	Fm (kg)	F (kg)	Mv (kg - m)
1	13 950,41	0,08	11,14	155 337,86	1 729 687,06	35,28	10,07	45,36	70,57
2	44 569,49	0,08	11,14	496 281,31	5 526 092,42	112,73	32,19	144,91	225,45
3	10 164,72	0,08	11,14	113 184,13	1 260 305,27	25,71	7,34	33,05	51,42
4	283 747,74	0,08	11,14	3 159 531,11	35 181 378,93	717,66	204,92	922,58	1 435,33
5	21 047,52	2,38	8,84	185 954,83	1 642 910,93	53,23	12,06	65,29	106,47
6	21 047,52	2,38	8,84	185 954,83	1 642 910,93	53,23	12,06	65,29	106,47
7	249 287,75	3,43	7,79	1 940 705,13	15 108 389,42	630,51	125,87	756,38	1 261,01
8	2 869,16	5,58	5,64	16 167,73	91 105,14	7,26	1,05	8,31	14,51
9	3 703,70	5,58	5,64	20 870,37	117 604,54	9,37	1,35	10,72	18,74
10	2 869,16	6,73	4,49	12 868,19	57 713,83	7,26	0,83	8,09	14,51
11	3 703,70	6,73	4,49	16 611,11	74 500,83	9,37	1,08	10,44	18,74
12	249 287,75	8,88	2,34	582 086,89	1 359 172,90	630,51	37,75	668,26	1 261,01
13	4 679,92	9,83	1,39	6 481,68	8 977,13	11,84	0,42	12,26	23,67
14	224 244,55	11,08	0,14	30 273,01	4 086,86	567,17	1,96	569,13	1 134,33
15	4 679,92	12,63	1,42	6 622,08	9 370,25	11,84	0,43	12,27	23,67
16	249 287,75	13,58	2,37	589 565,53	1 394 322,47	630,51	38,24	668,74	1 261,01
17	224 244,55	16,53	5,32	1 191 859,77	6 334 734,67	567,17	77,30	644,47	1 134,33
18	62 400,38	19,93	8,72	543 819,27	4 739 384,93	157,82	35,27	193,10	315,65
19	690 277,85	19,93	8,72	6 015 771,45	52 427 448,16	1 745,87	390,17	2 136,04	3 491,74
20	18 487,72	19,93	8,72	161 120,47	1 404 164,87	46,76	10,45	57,21	93,52
21	57 650,70	16,53	5,32	306 413,48	1 628 587,64	145,81	19,87	165,69	291,62
22	200 000,00	15,48	4,27	853 000,00	3 638 045,00	505,85	55,32	561,17	1 011,69
23	224 244,55	13,13	1,92	429 428,31	822 355,21	567,17	27,85	595,02	1 134,33
24	16 123,09	11,08	0,14	2 176,62	293,84	40,78	0,14	40,92	81,56
25	200 000,00	8,88	2,34	467 000,00	1 090 445,00	505,85	30,29	536,13	1011,69
26	224 244,55	6,13	5,09	1 140 283,52	5 798 341,71	567,17	73,96	641,12	1 134,33
27	200 000,00	3,43	7,79	1 557 000,00	12 121 245,00	505,85	100,98	606,83	1 011,69
	$\Sigma R_x =$				$\Sigma R \cdot dx^2 =$				
	3 506 814,14				155 213 575				

Fuente: elaboración propia.

### 3.4.1.5. Cálculo del esfuerzo de corte y flexión

- Esfuerzo unitario de corte ( $v$ )

El esfuerzo unitario de corte se define mediante la fórmula siguiente:

$$v = \frac{\text{Fuerza de corte}}{t * L} = \frac{F}{A}$$

$t$  = espesor del muro

$L$  = longitud del muro

- Flexión debida al momento de volteo

Esta flexión se presenta para una sección no fracturada, y se calculará de la siguiente manera:

$$I = \frac{t * L^3}{12}$$

$t$  = espesor del muro

$L$  = longitud del muro

$$f_b = \frac{Mv}{I}$$

Tabla XLVI. Resumen de efectos sobre la estructura eje Y

Muro	Longitud (m)	h/d	F (kg)	v (kg/cm <sup>2</sup> )	Mv (kg - m)	fb (kg/cm <sup>2</sup> )
1	3,95	0,68	944,56	0,1196	1 641,3028	0,0016
2	0,60	4,50	8,31	0,0069	14,4510	0,0040
3	0,90	3,00	26,86	0,0149	46,6878	0,0038
4	4,00	0,68	965,72	0,1207	1 678,0814	0,0016
5	2,00	1,35	226,29	0,0566	393,2239	0,0029
6	4,50	0,60	1180,03	0,1311	2 050,4765	0,0014
7	2,15	1,26	255,74	0,0595	467,2986	0,0028
8	2,15	1,26	255,74	0,0595	467,2986	0,0028
9	1,25	2,16	63,89	0,0256	116,7424	0,0036
10	1,55	1,74	113,37	0,0366	207,1605	0,0033
11	2,15	1,26	242,56	0,0564	467,2986	0,0028
12	2,15	1,26	242,56	0,0564	467,2986	0,0028
13	2,15	1,26	242,56	0,0564	467,2986	0,0028
14	2,95	0,92	487,82	0,0827	939,7698	0,0022
15	2,05	1,32	216,61	0,0528	417,3000	0,0029
16	3,40	0,79	630,63	0,0927	1 245,5728	0,0019
17	2,30	1,17	283,44	0,0616	546,6468	0,0027
18	2,15	1,26	259,87	0,0604	467,2986	0,0028
19	1,80	1,50	168,76	0,0469	303,4705	0,0031
20	1,85	1,46	180,68	0,0488	324,8936	0,0031
21	1,45	1,86	96,71	0,0333	173,8996	0,0034
22	3,40	0,79	692,69	0,1019	1 245,5728	0,0019
23	1,30	2,08	79,17	0,0305	129,8519	0,0035
24	2,10	1,29	269,49	0,0642	441,9974	0,0029
25	1,80	1,50	185,03	0,0514	303,4705	0,0031
26	1,00	2,70	38,35	0,0192	62,9085	0,0038
27	0,65	4,15	11,13	0,0086	18,2599	0,0040
28	1,30	2,08	79,17	0,0305	129,8519	0,0035
29	5,10	0,53	1 526,54	0,1497	2 503,6955	0,0011

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVII. **Resumen de efectos sobre la estructura eje X**

Muro	Longitud (m)	h/d	F (kg)	v (kg/cm <sup>2</sup> )	Mv (kg - m)	fb (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0,95	2,84	45,35	0,0239	70,5676	0,0049
2	1,45	1,86	144,91	0,0500	225,4530	0,0044
3	0,85	3,18	33,04	0,0194	51,4178	0,0050
4	3,20	0,84	922,58	0,1442	1 435,3267	0,0026
5	1,10	2,45	65,29	0,0297	106,4680	0,0048
6	1,10	2,45	65,29	0,0297	106,4680	0,0048
7	3,00	0,90	756,37	0,1261	1 261,0122	0,0028
8	0,55	4,91	8,30	0,0076	14,5135	0,0052
9	0,60	4,50	10,72	0,0089	18,7350	0,0052
10	0,55	4,91	8,09	0,0074	14,5135	0,0052
11	0,60	4,50	10,44	0,0087	18,7350	0,0052
12	3,00	0,90	668,25	0,1114	1 261,0122	0,0028
13	0,65	4,15	12,25	0,0094	23,6732	0,0052
14	2,85	0,95	569,12	0,0998	1 134,3321	0,0029
15	0,65	4,15	12,26	0,0094	23,6732	0,0052
16	3,00	0,90	668,74	0,1115	1 261,0122	0,0028
17	2,85	0,95	644,46	0,1131	1 134,3321	0,0029
18	1,65	1,64	193,09	0,0585	315,6498	0,0042
19	5,35	0,50	2136,03	0,1996	3 491,7431	0,0014
20	1,05	2,57	57,20	0,0272	93,5194	0,0048
21	1,60	1,69	165,68	0,0518	291,6238	0,0043
22	2,70	1,00	561,16	0,1039	1 011,6921	0,0031
23	2,85	0,95	595,01	0,1044	1 134,3321	0,0029
24	1,00	2,70	40,92	0,0205	81,5580	0,0049
25	2,70	1,00	536,13	0,0993	1 011,6921	0,0031
26	2,85	0,95	641,12	0,1125	1 134,3321	0,0029
27	2,70	1,00	606,82	0,1124	1 011,6921	0,0031

Fuente: elaboración propia.

### 3.4.1.6. Diseño de muros

- Diseño del muro No.1

Propiedades de los materiales

$$\begin{aligned}f'_m &= 300 \text{ lb/plg}^2 &= 21,13 \text{ kg/cm}^2 \\E_m &= 12,77 \times 10^5 \text{ lb/ plg}^2 &= 89\,970,63 \text{ kg/cm}^2 \\f_s &= 1,33(20\,000 \text{ lb/ plg}^2) &= 1,33(1\,409,09 \text{ kg/cm}^2) \\\mu &= 1,108 \text{ kg/cm}^2 \\f &= 0,241\end{aligned}$$

$f'_m$  = esfuerzo de compresión de la mampostería

$E_m$  = módulo de elasticidad de la mampostería

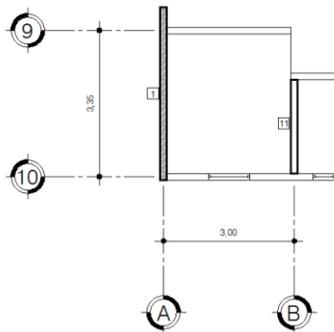
$f_s$  = esfuerzo de tensión del acero

$\mu$  = coeficiente de adherencia de la mampostería

$f$  = coeficiente de fricción de la mampostería

- Cálculo de la carga sobre el muro

Figura 50. Área tributaria en el muro No. 1



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

Tabla XLVIII. **Cargas en el muro 1**

Muro	Longitud (m)	Wmuerta kg/m	Wviva kg/m	CU kg/m
1	3,95	188,032	551,487	1200,773

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo del esfuerzo actuante a compresión sobre el muro ( $f_a$ )

$$f_a = \frac{CU}{b * t} = \frac{1200,77 \text{ kg/m} * 1 \text{ m}}{1 \text{ m} * 0,20 \text{ m}} = 6003,85 = 0,60 \text{ kg/cm}^2$$

- Cálculo de los esfuerzos permisibles

A compresión

$$F_a = 0,2 * f'm \left[ 1 - \left( \frac{h}{40t} \right)^3 \right]$$

$$F_a = 0,2 * 21,13 \left[ 1 - \left( \frac{4,40}{40 * 20} \right)^3 \right] = 4,22 \text{ kg/cm}^2$$

A flexión

$$F_b = 0,33 * f'm$$

$$F_b = 0,33 * 21,13 = 6,97 \text{ kg/cm}^2$$

A corte

$$F_v = \frac{0,7 * \mu}{1 - 0,9 * f * (d/L)}$$

$$F_v = \frac{0,7 * 1,108}{1 - 0,9 * 0,241 * (0,68)} = 0,90 \text{ kg/cm}^2$$

- Diseño a compresión

$f_a < F_a = 0,60 \text{ kg/cm}^2 < 4,22 \text{ kg/cm}^2$  usar refuerzo minimo

$$A_{s_{\min}} = 0,0007(20 \text{ cm})(395 \text{ cm}) = 5,53 \text{ cm}^2$$

- Diseño a flexo-compresión

$$f_a < f_b = 0,60 \text{ kg/cm}^2 < 0,0016 \text{ kg/cm}^2$$

No se produce flexión, la sección no se agrietará; por lo cual, usar acero mínimo, si cumple con la siguiente relación:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1,33$$

$$\frac{0,6}{4,22} + \frac{0,0016}{6,97} \leq 1,33 \quad 0,142 \leq 1,33$$

$$A_{s_{\min}} = 0,0007(20 \text{ cm})(395 \text{ cm}) = 5,53 \text{ cm}^2$$

- Diseño a corte

$$v < F_v \quad 0,1196 \text{ kg/cm}^2 < 0,90 \text{ kg/cm}^2$$

No necesita refuerzo de corte, usar acero mínimo de la forma siguiente:

$$A_{s_{\min}} = 0,0015(t)(h)$$

$$A_{s_{\min}} = 0,0015(20)(300) = 9 \text{ cm}^2$$

$A_{s_{\min}}$  = Solera de humedad 4 No. 4 + estribo No. 2 @ 0,15 cm

Solera intermedia y de remate 4 No. 3 + estribo No. 2 @ 0,15 cm

Tabla XLIX. **Carga viva y muerta sobre los muros eje Y**

Muro	Longitud (m)	Wmuerta kg/m	Wviva kg/m	CU kg/m
1	3,95	188,032	551,487	1 200,773
2	0,60	188,032	551,487	1 200,773
3	0,90	188,032	551,487	1 200,773
4	4,00	188,032	551,487	1 200,773
5	2,00	188,032	551,487	1 200,773
6	4,50	188,032	551,487	1 200,773
23	1,30	188,032	551,487	1 200,773
24	2,10	188,032	551,487	1 200,773
25	1,80	188,032	551,487	1 200,773
26	1,00	188,032	551,487	1 200,773
27	0,65	188,032	551,487	1 200,773
28	1,30	188,032	551,487	1 200,773
29	5,10	188,032	551,487	1 200,773

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. **Carga viva y muerta sobre los muros eje X**

<b>Muro</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Wmuerta kg/m</b>	<b>Wviva kg/m</b>	<b>CU kg/m</b>
1	0,95	188,032	551,487	1 200,773
2	1,45	188,032	551,487	1 200,773
3	0,85	188,032	551,487	1 200,773
4	3,20	188,032	551,487	1 200,773
18	1,65	188,032	551,487	1 200,773
19	5,35	188,032	551,487	1 200,773
20	1,05	188,032	551,487	1 200,773

Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. Área de acero en columnas del eje X

Muro	CU kg/m	Longitud (m)	h/d	Mv (kg - m)	fa kg/cm <sup>2</sup>	fb (kg/cm <sup>2</sup> )	γ (kg/cm <sup>2</sup> )	Refuerzo a compresion			Refuerzo a flexo-compresion					
								fa-d'a	As min cm <sup>2</sup>	fa-cfb	fb <sup>2</sup> kg/cm <sup>2</sup>	k	j	As req	As a usar	
1	1200.773	0.95	2.842	70.568	0.600	0.005	0.024	si, usar ref. min	1.330	no, ref. min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.330
2	1200.773	1.45	1.862	225.453	0.600	0.004	0.050	si, usar ref. min	2.030	no, ref. min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.030
3	1200.773	0.85	3.176	51.418	0.600	0.005	0.019	si, usar ref. min	1.190	no, ref. min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.190
4	1200.773	3.20	0.844	1435.327	0.600	0.003	0.144	si, usar ref. min	4.480	no, ref. min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.480
5	0.000	1.10	2.455	106.468	0.000	0.005	0.030	si, usar ref. min	1.540	si, d'p'sf	9.270	0.100	0.967	0.053	1.540	1.540
6	0.000	1.10	2.455	106.468	0.000	0.005	0.030	si, usar ref. min	1.540	si, d'p'sf	9.270	0.100	0.967	0.053	1.540	1.540
7	0.000	3.00	0.900	1261.012	0.000	0.003	0.126	si, usar ref. min	4.200	si, d'p'sf	9.270	0.100	0.967	0.232	4.200	4.200
8	0.000	0.55	4.909	14.514	0.000	0.005	0.008	si, usar ref. min	0.770	si, d'p'sf	9.270	0.100	0.967	0.015	0.770	0.770
9	0.000	0.60	4.500	18.735	0.000	0.005	0.009	si, usar ref. min	0.840	si, d'p'sf	9.270	0.100	0.967	0.017	0.840	0.840
10	0.000	0.55	4.909	14.514	0.000	0.005	0.007	si, usar ref. min	0.770	si, d'p'sf	9.270	0.100	0.967	0.015	0.770	0.770
11	0.000	0.60	4.500	18.735	0.000	0.005	0.009	si, usar ref. min	0.840	si, d'p'sf	9.270	0.100	0.967	0.017	0.840	0.840
12	0.000	3.00	0.900	1261.012	0.000	0.003	0.111	si, usar ref. min	4.200	si, d'p'sf	9.270	0.100	0.967	0.232	4.200	4.200
13	0.000	0.65	4.154	23.673	0.000	0.005	0.009	si, usar ref. min	0.910	si, d'p'sf	9.270	0.100	0.967	0.020	0.910	0.910
14	0.000	2.85	0.947	1134.332	0.000	0.003	0.100	si, usar ref. min	3.990	si, d'p'sf	9.270	0.100	0.967	0.220	3.990	3.990
15	0.000	0.65	4.154	23.673	0.000	0.005	0.009	si, usar ref. min	0.910	si, d'p'sf	9.270	0.100	0.967	0.020	0.910	0.910
16	0.000	3.00	0.900	1261.012	0.000	0.003	0.111	si, usar ref. min	4.200	si, d'p'sf	9.270	0.100	0.967	0.232	4.200	4.200
17	0.000	2.85	0.947	1134.332	0.000	0.003	0.113	si, usar ref. min	3.990	si, d'p'sf	9.270	0.100	0.967	0.220	3.990	3.990
18	1200.773	1.65	1.636	315.650	0.600	0.004	0.059	si, usar ref. min	2.310	no, ref. min	0.000	0.000	0.000	0.000	2.310	2.310
19	1200.773	5.35	0.505	3491.743	0.600	0.001	0.200	si, usar ref. min	7.490	no, ref. min	0.000	0.000	0.000	0.000	7.490	7.490
20	1200.773	1.05	2.571	93.519	0.600	0.005	0.027	si, usar ref. min	1.470	no, ref. min	0.000	0.000	0.000	0.000	1.470	1.470
21	0.000	1.60	1.688	291.624	0.000	0.004	0.052	si, usar ref. min	2.240	si, d'p'sf	9.270	0.100	0.967	0.101	2.240	2.240
22	0.000	2.70	1.000	1011.692	0.000	0.003	0.104	si, usar ref. min	3.780	si, d'p'sf	9.270	0.100	0.967	0.207	3.780	3.780
23	0.000	2.85	0.947	1134.332	0.000	0.003	0.104	si, usar ref. min	3.990	si, d'p'sf	9.270	0.100	0.967	0.220	3.990	3.990
24	0.000	1.00	2.700	81.558	0.000	0.005	0.020	si, usar ref. min	1.400	si, d'p'sf	9.270	0.100	0.967	0.045	1.400	1.400
25	0.000	2.70	1.000	1011.692	0.000	0.003	0.099	si, usar ref. min	3.780	si, d'p'sf	9.270	0.100	0.967	0.207	3.780	3.780
26	0.000	2.85	0.947	1134.332	0.000	0.003	0.112	si, usar ref. min	3.990	si, d'p'sf	9.270	0.100	0.967	0.220	3.990	3.990
27	0.000	2.70	1.000	1011.692	0.000	0.003	0.112	si, usar ref. min	3.780	si, d'p'sf	9.270	0.100	0.967	0.207	3.780	3.780

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. Área de acero en columnas del eje Y

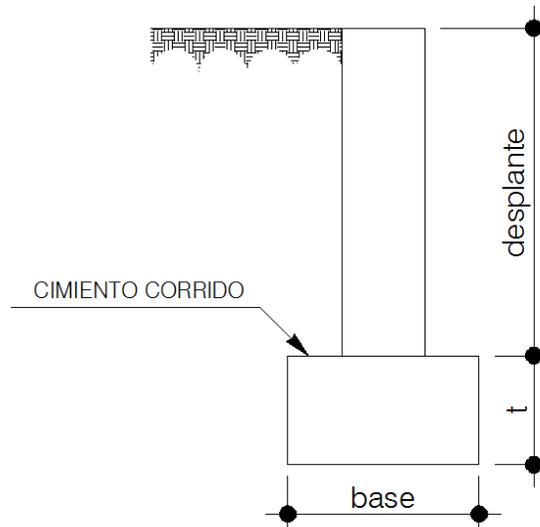
Muro	CU kg/m	Longitud (m)	hhd	Mlv (kg - m)	fa kg/cm2	fb (kg/cm2)	?	Refuerzo a compresion			Refuerzo a flexo-compresion					
								fa-Fa	As mín cm 2	fa-fb	fb2 kg/cm2	k	j	As req	As a usar	
1	1200.773	3.950	0.684	1641.303	0.600	0.002	0.120	si, usar ref. min	5.530	no, ref. min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.530
2	1200.773	0.600	4.500	14.451	0.600	0.004	0.007	si, usar ref. min	0.840	no, ref. min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.840
3	1200.773	0.900	3.000	46.688	0.600	0.004	0.015	si, usar ref. min	1.260	no, ref. min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.260
4	1200.773	4.000	0.675	1678.081	0.600	0.002	0.121	si, usar ref. min	5.600	no, ref. min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.600
5	1200.773	2.000	1.350	383.224	0.600	0.003	0.057	si, usar ref. min	2.800	no, ref. min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.800
6	1200.773	4.500	0.600	2050.477	0.600	0.001	0.131	si, usar ref. min	6.300	no, ref. min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.300
7	0.000	2.150	1.256	467.299	0.000	0.003	0.059	si, usar ref. min	3.010	si, dpsf	9.270	0.100	0.967	0.120	3.010	3.010
8	0.000	2.150	1.256	467.299	0.000	0.003	0.059	si, usar ref. min	3.010	si, dpsf	9.270	0.100	0.967	0.120	3.010	3.010
9	0.000	1.250	2.160	116.742	0.000	0.004	0.026	si, usar ref. min	1.750	si, dpsf	9.270	0.100	0.967	0.052	1.750	1.750
10	0.000	1.550	1.742	207.160	0.000	0.003	0.037	si, usar ref. min	2.170	si, dpsf	9.270	0.100	0.967	0.074	2.170	2.170
11	0.000	2.150	1.256	467.299	0.000	0.003	0.056	si, usar ref. min	3.010	si, dpsf	9.270	0.100	0.967	0.120	3.010	3.010
12	0.000	2.150	1.256	467.299	0.000	0.003	0.056	si, usar ref. min	3.010	si, dpsf	9.270	0.100	0.967	0.120	3.010	3.010
13	0.000	2.150	1.256	467.299	0.000	0.003	0.056	si, usar ref. min	3.010	si, dpsf	9.270	0.100	0.967	0.120	3.010	3.010
14	0.000	2.950	0.915	939.770	0.000	0.002	0.083	si, usar ref. min	4.130	si, dpsf	9.270	0.100	0.967	0.176	4.130	4.130
15	0.000	2.050	1.317	417.300	0.000	0.003	0.053	si, usar ref. min	2.870	si, dpsf	9.270	0.100	0.967	0.112	2.870	2.870
16	0.000	3.400	0.794	1245.573	0.000	0.002	0.093	si, usar ref. min	4.780	si, dpsf	9.270	0.100	0.967	0.202	4.780	4.780
17	0.000	2.300	1.174	546.647	0.000	0.003	0.062	si, usar ref. min	3.220	si, dpsf	9.270	0.100	0.967	0.131	3.220	3.220
18	0.000	2.150	1.256	467.299	0.000	0.003	0.060	si, usar ref. min	3.010	si, dpsf	9.270	0.100	0.967	0.120	3.010	3.010
19	0.000	1.800	1.500	303.471	0.000	0.003	0.047	si, usar ref. min	2.520	si, dpsf	9.270	0.100	0.967	0.083	2.520	2.520
20	0.000	1.850	1.459	324.894	0.000	0.003	0.049	si, usar ref. min	2.590	si, dpsf	9.270	0.100	0.967	0.087	2.590	2.590
21	0.000	1.450	1.862	173.900	0.000	0.003	0.033	si, usar ref. min	2.030	si, dpsf	9.270	0.100	0.967	0.066	2.030	2.030
22	0.000	3.400	0.794	1245.573	0.000	0.002	0.102	si, usar ref. min	4.780	si, dpsf	9.270	0.100	0.967	0.202	4.780	4.780
23	1200.773	1.300	2.077	129.852	0.600	0.004	0.030	si, usar ref. min	1.820	no, ref. min	0.000	0.000	0.000	0.000	1.820	1.820
24	1200.773	2.100	1.286	441.987	0.600	0.003	0.064	si, usar ref. min	2.940	no, ref. min	0.000	0.000	0.000	0.000	2.940	2.940
25	1200.773	1.800	1.500	303.471	0.600	0.003	0.051	si, usar ref. min	2.520	no, ref. min	0.000	0.000	0.000	0.000	2.520	2.520
26	1200.773	1.000	2.700	62.908	0.600	0.004	0.019	si, usar ref. min	1.400	no, ref. min	0.000	0.000	0.000	0.000	1.400	1.400
27	1200.773	0.650	4.154	18.260	0.600	0.004	0.009	si, usar ref. min	0.910	no, ref. min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.910	0.910
28	1200.773	1.300	2.077	129.852	0.600	0.004	0.030	si, usar ref. min	1.820	no, ref. min	0.000	0.000	0.000	0.000	1.820	1.820
29	1200.773	5.100	0.529	2503.686	0.600	0.001	0.150	si, usar ref. min	7.140	no, ref. min	0.000	0.000	0.000	0.000	7.140	7.140

Fuente: elaboración propia.

### 3.5. Diseño de cimiento corrido

Se diseñará todo el cimiento corrido que se colocará a la estructura.

Figura 51. **Figura del cimiento corrido**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

#### Características del cimiento y del suelo

$$V_s \text{ pconcreto} = 2,40 \text{ ton/m}^3$$

$$P_{\text{suelo}} = 2,13 \text{ ton/m}^3$$

$$F_{cu} = 1,50$$

$$V_s = 36,84 \text{ ton/m}^2$$

$$f'y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$t = 0,15 \text{ m}$$

Lo primero que debe determinarse es la carga que soportará el cimiento corrido por unidad lineal ( $W_u$ )

$$W_u = \frac{W_{\text{edificio}}}{L_{\text{total}}} = \frac{112\,172 \text{ kg}}{115,50 \text{ m}} = 971,18 \text{ kg/m}$$

- Carga de trabajo ( $W_t$ )

$$W_t = \frac{W_u}{F_{cu}} = \frac{971,18 \text{ kg/m}}{1,50} = 647,45 \text{ kg/m}$$

- Cálculo de la base del cimiento corrido

$$A = \frac{2 * W_t}{V_s} = \frac{2 * 2647,45}{36\,840} = 0,035 \text{ m}^2$$

$$B = \frac{A}{L} = \frac{0,139 \text{ m}^2}{1 \text{ m}} = 0,035 \text{ m}$$

Del cálculo anterior se obtiene que el cimiento corrido debe tener un ancho de 0,035 m, esto debido al valor soporte del suelo, ya que la carga se distribuye en todos los muros pero se incrementará dicho ancho a 0,4 m para que no haya problema más adelante con algún chequeo.

### 3.5.1. Presión actuante ( $q_{act}$ )

Es la presión total vertical que actúa en la base de la cimentación, se define como el cociente entre la carga total y el área de la cimentación; incluye todas las componentes verticales (sobrecarga, peso de la estructura, peso del cimiento, peso de la tierra, etc.).

$$P_{\text{total}} = W_t + W_{\text{suelo}} + W_{\text{cimiento}}$$

$$P_{\text{total}} = 0,647 \text{ ton} + \left(\frac{2,13 \text{ ton}}{\text{m}^3}\right) * (0,4 \text{ m} * 0,8 \text{ m} * 1 \text{ m}) + \left(\frac{2,4 \text{ ton}}{\text{m}^3}\right) * (0,4 \text{ m} * 0,2 \text{ m} * 1 \text{ m})$$

$$P_{\text{total}} = 1,54 \text{ ton}$$

$$q_{\text{act}} = \frac{P_{\text{total}}}{A} = \frac{1,54 \text{ ton}}{0,40 \text{ m}^2} = 3,85 \text{ ton/m}^2$$

Con el resultado anterior se puede establecer que es factible la construcción del edificio con el cimiento calculado, ya que la presión que este ejerce sobre el suelo es menor a la capacidad portante:

$$q_{\text{act}} < q_{\text{adm}}$$

### 3.5.2. Diseño del espesor del cimiento

- Presión de diseño última ( $q_{\text{dis}}$ )

Es la presión actuante incrementada por un factor de seguridad llamado factor de carga última, el cual se encuentra en el rango de 1 a 5, como ya se estableció anteriormente. Para este caso  $F_{\text{cu}} = 1,5$ .

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

$$q_{\text{dis}} = 1,5 * 3,85 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} = 5,78 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

- Peralte del cimiento (d)

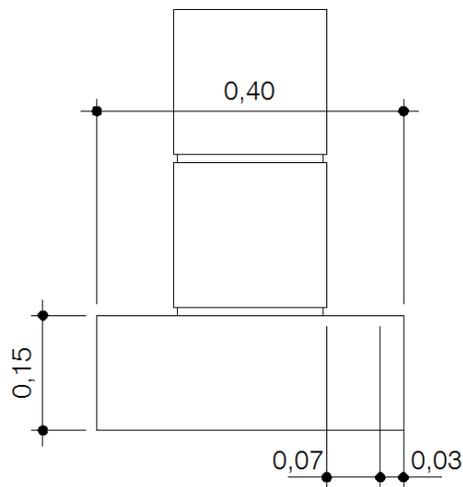
$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{D, \text{varilla}}{2}$$

$$d = 15 \text{ cm} - 7,5 \text{ cm} - \frac{1,26}{2} = 6,86 \text{ cm}$$

$$d = 7 \text{ cm}$$

- Chequeo a corte

Figura 52. **Longitud de punzonamiento X**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

$$x = \frac{0,40}{2} - 0,10 - 0,07 = 0,03 \text{ m}$$

$$V_{\text{act}} = q_{\text{dis}}(x) = 5,78 * 0,03 = 0,17 \text{ ton}$$

$$V_r = 0,53 * 0,85 * \sqrt{f_c} * b * d$$

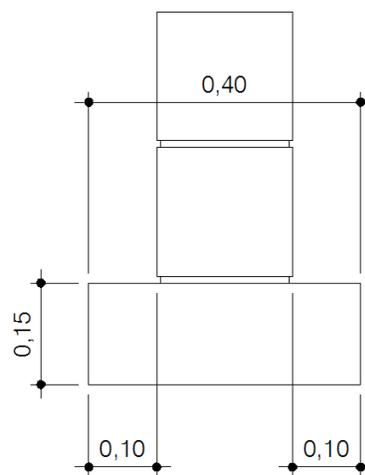
$$V_r = 0,53 * 0,85 * \sqrt{280} * 100 * 3 = 2,26 \text{ ton}$$

$$V_{act} < V_r$$

El hecho de que el corte actuante sea menor que el corte resistente, da la seguridad que el espesor del cimiento es capaz de soportar las cargas que se le aplican.

- Diseño por flexión

Figura 53. **Diseño por flexión**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2007.

$$L = \frac{0,4 - 0,2}{2} = 0,10 \text{ m}$$

$$M = \frac{WL^2}{2} = \frac{5,78 \cdot 0,10^2}{2} = 0,0289 \text{ ton} \cdot \text{m} = 28,90 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

- Área de acero requerida

$$A_{s_{\text{req}}} = \left[ b \cdot d - \sqrt{(b \cdot d)^2 - \frac{M_u \cdot b}{0,003825 \cdot f'_c}} \right] \cdot 0,85 \cdot \left( \frac{f'_c}{f_y} \right)$$

$M_u$  = momento último (Kg-m)

$b$  y  $d$  = en centímetros

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

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

$$A_{s_{\text{req}}} = \left[ 100 \cdot 7 - \sqrt{(100 \cdot 7)^2 - \frac{28,90 \cdot 100}{0,003825 \cdot 280}} \right] \cdot 0,85 \cdot \left( \frac{280}{2810} \right) = 0,16 \text{ cm}^2$$

- Área de acero mínima

$$A_{s_{\text{min}}} = \left[ \frac{14,1}{f_y} \right] \cdot b \cdot d = \left[ \frac{14,1}{2810} \right] \cdot 100 \cdot 7 = 3,51 \text{ cm}^2$$

100 cm      3,51 cm<sup>2</sup>

S            0,71 cm<sup>2</sup>            S = 20,22 cm

Como se puede observar, el área de acero mínimo es mayor al área de acero requerida, por lo que se tomará el valor de acero mínimo que es igual a usar eslabones No.3 @ 20 cm.

- Área de acero por temperatura

$$A_{s_{\text{temperatura}}} = 0,002 * b * t$$

$$A_{s_{\text{temperatura}}} = 0,002 * 40 * 15 = 1,2 \text{ cm}^2$$

El área de acero por temperatura la cubren 3 No. 3 corridas.

### **3.6. Diseño de instalaciones**

Se refiere al diseño de redes y equipos fijos que permiten el suministro y operación de los servicios que ayudan a las edificaciones a cumplir las funciones para las que han sido diseñados.

#### **3.6.1. Instalaciones hidráulicas**

El agua se hace llegar a varios lugares del edificio distintamente condicionados para los diferentes usos. La tubería de llegada se ramifica en varias derivaciones para llevar el agua a los distintos aparatos o artefactos en que se usa: el fregadero, para el uso en la cocina; el lavadero, para el lavado de la ropa; el lavabo y la ducha, para el aseo personal y la caja de descarga del inodoro, para la limpieza de este.

- Cálculo de subramales

Utilizando la tabla XXX y dependiendo del aparato sanitario, se le asigna un diámetro en pulgadas a cada subramal, en este caso se asignaron de la siguiente manera:

Lavamanos	1/2"
Inodoro con tanque	1/2"
Ducha	1/2"
Lavadero de cocina	1/2"
Chorros para patio	1/2"

- Cálculo de la línea principal

Se calculó con el método Hunter, este método consiste en asignar a cada aparato sanitario o grupo de aparatos sanitarios, un número de unidades de gasto o peso determinado experimentalmente. De acuerdo a la tabla XXXI, se le asigna un número de unidades de gasto o unidades Hunter (UH) a cada uno de los artefactos sanitarios en función del tipo, quedando de la siguiente manera:

Tabla LIII. **Cantidad de UH total**

Artefacto	Cantidad	UH	Total
Inodoro con tanque	4	5	20
Lavamanos	6	1,5	9
		Total UH	29

Fuente: elaboración propia.

Gasto probable 0,75 lt/s

Estimando una velocidad de 1 m/seg una altura del nivel de 1,5 m y tubería de PVC se calcula el diámetro para el único tramo mediante la fórmula siguiente:

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * hf}}$$

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1\,743,811 * 28 * 0,75^{1,85}}{150^{1,85} * 1,5}} = 1,12" = 1" \quad \text{Línea principal tendrá un diámetro de 1"}$$

### 3.6.2. Instalación de drenaje

Las instalaciones de agua en los edificios se completan con la instalación de desagüe o evacuación, que tiene por objeto recoger el agua utilizada, ya sucia, de cada aparato de consumo y conducirla a la red de alcantarillado, si existe, o al pozo negro, cuando no hay alcantarillado.

- Cálculo de derivaciones

Utilizando la tabla XXXII, se le asigna un número de unidades mueble (UM) y un diámetro de tubería a cada aparato sanitario, dependiendo de la clase de instalación, en este caso es una instalación de tercera clase, quedando de la siguiente manera:

Tabla LIV. **Diámetro de tubería en artefactos**

Tipo de artefacto	Unidad de descarga	Diámetro mínimo
	3ra	3ra
Lavabo	2	1 1/4
Inodoro	6	3
Lavaplatos	2	1 1/2

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos se determina utilizar un diámetro de 3" para todas las derivaciones de inodoro, el resto 2",

- Cálculo de los colectores

Tabla LV. **Cantidad de UM total**

<b>Artefacto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>UM</b>	<b>Total</b>	<b>Q gasto</b>
Inodoro con tanque	4	6	24	8 l/s
Lavamanos	6	2	12	3 l/s
		Total UM	36	11 l/s

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la cantidad de unidades de descarga el diámetro de los colectores será de 3 pulgadas.

### **3.6.3. Instalación eléctrica**

- Acometida

Conjunto de conductores, componentes y materiales utilizados para transmitir la electricidad desde las líneas de distribución de la empresa eléctrica. La instalación de la acometida consta de los siguientes elementos básicos:

Poste de distribución

Poste de acometida

Cables de acometida

Contador o medidor

Caja *socket* para contador

Medios de protección

Tableros de distribución

De acuerdo a lo anterior, se colocará un contador, un tablero principal con tierra física, para la conexión de electrodos a tierra se debe colocar una varilla de cobre de una longitud mínima de 2,5 metros y ½" de diametro.

- Circuitos

Los circuitos de iluminación y tomacorrientes se protegerán con un *flip-on* de 20 amperios por cada 12 unidades como máximo.

- 28 lámparas fluorescentes tipo espiral de 40 watts = 1 120 watts
- 32 tomacorrientes de 300 watts cada uno = 9 600 watts

Potencia total = 10 720 watts

Se colocaran 3 circuitos de iluminación y 3 circuitos de fuerza en el edificio.

- Conductores

Para el cálculo del calibre de la iluminación se debe determinar la corriente de los 3 circuitos.

$$I_{\text{iluminacion}} = \frac{P}{V} = \frac{1\ 120\ \text{watts}}{120\ \text{voltios}} = 9,33\ \text{amperios}$$

Se determina que el calibre del conductor requerido para cargas nominales de 120 voltios con un 2 % de caída de voltaje es de 12 AWG, TW.

Para el cálculo del calibre de la fuerza se debe determinar la corriente de los 3 circuitos.

$$I_{\text{fuerza}} = \frac{P}{V} = \frac{9\,600 \text{ watts}}{120 \text{ voltios}} = 80 \text{ amperios}$$

Se determina que el calibre del conductor requerido para cargas nominales de 120 voltios con un 2 % de caída de voltaje es de 10 AWG, TW.

### 3.7. Elaboración de presupuesto

Para integrar el presupuesto total de la obra se procedió a cuantificar las cantidades de materiales y la mano de obra necesaria para la construcción del puesto de salud. Los precios de materiales como los de mano de obra se establecieron de acuerdo al lugar, sin embargo la misma queda sujeta a cambios de precios.

Tabla LVI. Presupuesto

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL CON IVA
<b>PRELIMINARES</b>				
Limpieza y Chapeo	240	m2	Q11,51	Q2 761,92
Trazo y estaqueado	153	ml	Q23,02	Q3 521,44
Excavación	76,5	m3	Q105,22	Q8 049,01
Total del renglón				Q14 332,37
<b>CIMENTOS</b>				
Cimiento corrido	153	ml	Q201,59	Q38 540,66
Total del renglón				Q37 634,72

Continuación de la tabla LVI.

<b>LEVANTADO</b>				
Levantado de muros	489,6	m2	Q180,23	Q88 200,49
Columna tipo A	186,2	ml	Q230,07	Q43 298,49
Columna tipo B	60,8	ml	Q214,73	Q13 167,05
Columna tipo C	106	ml	Q174,78	Q18 654,35
Total del renglón				Q163 320,38
<b>SOLERAS</b>				
Solera de humedad	153	ml	Q223,50	Q34 572,11
Solera intermedia	127,2	ml	Q223,50	Q28 742,31
Solera de corona	153	ml	Q223,50	Q34 572,11
Sillar	14,9	ml	Q231,19	Q3 485,31
Dintel	17,7	ml	Q223,50	Q3 999,52
Total del renglón				Q105 371,36
<b>DRENAJE</b>				
Drenajes	1	Global	Q6 710,96	Q6 710,96
Total del renglón				Q6 710,96
<b>AGUA POTABLE</b>				
Agua potable	1	Global	Q12 382,10	Q12 382,10
Total del renglón				Q12 382,10
<b>INSTALCION ELÉCTRICA</b>				
Acometida eléctrica 110/120 voltios	1	Global	Q2 845,60	Q2 845,60
Fuerza	1	Global	Q10 770,35	Q10 770,35
Iluminación	1	Global	Q12 065,99	Q12 065,99
Total del renglón				Q25 681,93
<b>ACABADOS</b>				
Repello + cernido	340	m2	Q70,62	Q25 222,40
Piso cerámico	175	m2	Q194,45	Q33 776,23
Azulejo	38	m2	Q177,89	Q6 760,00
Total del renglón				Q65 758,63
<b>PUERTAS Y VENTANAS</b>				
Puertas	1	Global	Q23 831,52	Q23 831,52
Ventanas	1	Global	Q20 839,48	Q20 839,48
Total del renglón				Q44 671,00
<b>TECHO</b>				
Instalación de techo	1	Global	Q125 966,70	Q125 966,70
Total del renglón				Q125 966,70
<b>PRECIO TOTAL</b>				<b>Q601 830,14</b>

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. El diseño del edificio municipal llena las expectativas de la población, debido a que es funcional, seguro y con mejores instalaciones. Además, las personas podrán hacer los trámites de una forma rápida y cómoda.
2. Con la construcción del puesto de salud en la aldea El Llano del municipio de Yupiltepeque se estarán proporcionando los servicios básicos de atención médica, los cuales son de gran importancia para el desarrollo de la comunidad.
3. Según el estudio de suelos el valor soporte del terreno es de 36,84 ton/m<sup>2</sup>, por lo tanto no es necesario algún tipo de tratamiento para aumentar la resistencia del suelo.
4. Ambos proyectos se diseñaron con base en los reglamentos vigentes en Guatemala, ACI 318-08, AGIES, UBC-97, por lo tanto el diseño estructural es completamente fiable.
5. El precio unitario por metro cuadrado en el edificio municipal asciende a Q 2 969,01, y en el puesto de salud tiene un valor de Q 3 009,15, el precio por metro cuadrado en el puesto de salud es más alto debido a los costos de trasladar el material hasta la aldea.
6. El impacto ambiental generado es mínimo debido a que en las áreas de construcción y los alrededores, no cuentan con flora, fauna o sitios arqueológicos que puedan verse afectados.



## RECOMENDACIONES

1. Se deberá supervisar la construcción del edificio municipal y del puesto de salud de manera que se cumpla con las especificaciones del proyecto y así pueda funcionar con base en los requerimientos proyectados.
2. Utilizar mano de obra local para la construcción del edificio municipal y el puesto de salud, se puede considerar como un aporte de la comunidad, de esta forma se reducirán los costos de ejecución.
3. Se deben construir los proyectos de acuerdo a los planos constructivos y especificaciones técnicas, para alcanzar los resultados esperados durante el período para el que fueron diseñados.
4. Trabajar únicamente de día para evitar la contaminación por ruido, esto con el fin de no afectar las horas de descanso de los pobladores.
5. Previo a la fundición de los elementos estructurales, ya sea: columnas losas, banquetas, soleras, realizar una prueba de asentamiento al concreto, para este ensayo debe estar presente el supervisor el cual determinara si el asentamiento obtenido esta en el rango adecuado.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ARIAS NÁJERA, Ángel Antonio, *Diseño de un edificio escolar de dos niveles y un centro de capacitación técnica para la aldea El Rodeo municipio de Camotán, departamento de Chiquimula*, Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011, 121 p.
2. JUÁREZ LÓPEZ, Carmen Angélica *Diseño de un edificio escolar y del alcantarillado sanitario, para el caserío Joya Verde, municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala*, Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008, 167 p.
3. MUÑOZ MALDONADO, María del Rosario *Diseño del edificio municipal y diseño del sistema de agua potable para los cantones San Lorencito y Chitá, Zunilito, Suchitepéquez*, Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008, 163 p.
4. RODRÍGUEZ ZOSA, Luis Carlos *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*, Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007, 129 p.
5. Secretaria General de Planificación. *Plan de desarrollo Yupiltepeque, Jutiapa*, Guatemala: SEGEPLAN 2010, 90 p.



# APÉNDICES

Cronograma del edificio municipal

No.	Renglon	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8
	<b>Nivel 1</b>								
1	Trabajos preliminares	■							
2	Zapatas	■	■						
3	Cimiento Corrido	■	■						
4	Columnas y soleras	■	■	■					
5	Levantado de block	■	■	■	■				
6	Vigas	■	■	■	■	■			
7	Losa	■	■	■	■	■	■		
8	Módulo de gradas			■	■	■	■	■	
9	Torta de concreto			■	■	■	■	■	■
	<b>Nivel 2</b>								
10	Columnas y soleras			■	■	■	■	■	
11	Levantado de block			■	■	■	■	■	■
12	Vigas			■	■	■	■	■	■
13	Losas			■	■	■	■	■	■
14	Piso			■	■	■	■	■	■
15	Azulejo			■	■	■	■	■	■
	<b>Nivel 1 y 2</b>								
16	Inst. A.P. y Drenaje						■	■	■
17	Instalaciones electricas						■	■	■
18	Repello						■	■	■
19	Cerrido						■	■	■
20	Puertas y ventanas						■	■	■
21	Pintura						■	■	■

Fuente: elaboración propia.



Cronograma del puesto de salud

No.	Renglon	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
	<b>Nivel 1</b>				
1	Trabajos preliminares	■			
2	Cimiento Corrido	■			
3	Columnas y soleras	■	■		
4	Levantado de block		■		
5	Techo metalico		■	■	
6	Inst. A.P. y Drenaje			■	
7	Instalaciones electricas			■	
8	Repello				■
9	Cernido				■
10	Piso				■
11	Puertas y ventanas				■
12	Pintura				■

Fuente: elaboración propia.



## ANEXOS





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



INFORME No. 552 S.S.

O.T.: 31,776

Interesado: Alexander Samayoa Argueta  
 Proyecto: EPS "Diseño de un edificio de 2 niveles para oficinas municipales en la Cabecera Municipal, Yupiltepeque, Jutiapa"  
 Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
 Norma: AASHTO T-89 Y T-90  
 Ubicación: Cabecera Municipal, Yupiltepeque Jutiapa  
 FECHA: viernes, 16 de agosto de 2013

**RESULTADOS:**

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	N.P.	N.P.	ML	Roca en Proceso de Degradación con Arena Limosa Color Café Oscuro

(\*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,



Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC



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

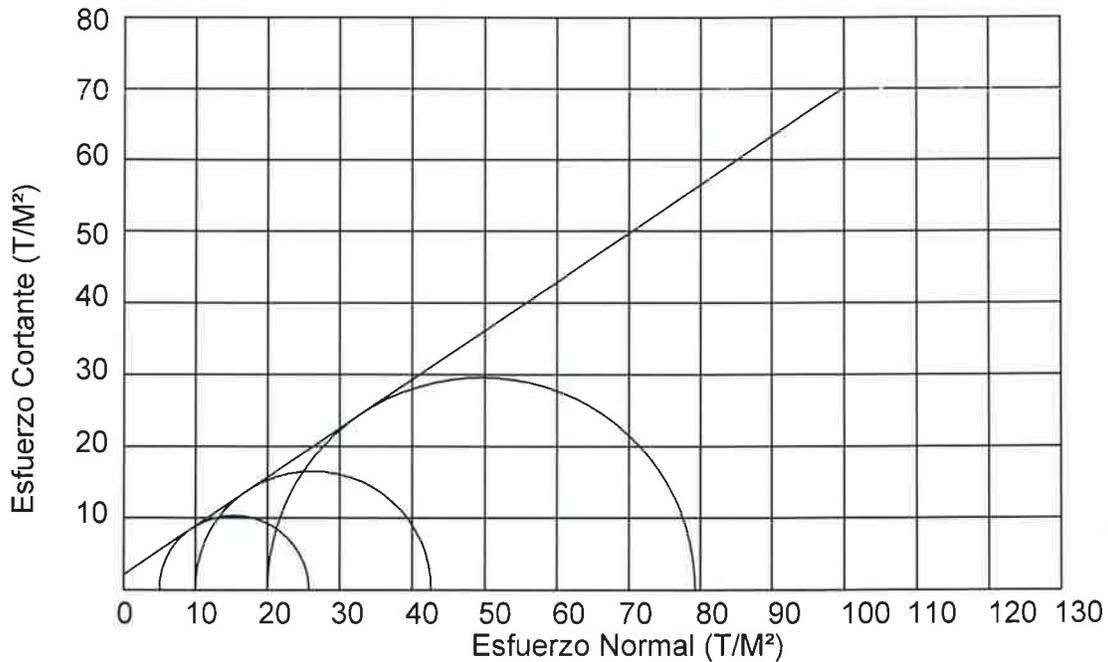




**ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR**

INFORME No.: 554 S.S. O.T.: 31,776

INTERESADO: Alexander Samayoa Argueta  
 PROYECTO: EPS "Diseño de un edificio de 2 niveles para oficinas municipales en la Cabecera Municipal, Yupiltepeque, Jutiapa"  
 UBICACIÓN: Cabecera Municipal, Yupiltepeque Jutiapa  
 FECHA: viernes, 16 de agosto de 2013  
 POZO: 1 PROFUNDIDAD: 1.50 m MUESTRA: 1



**PARAMETROS DE CORTE:**

<b>ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : <math>\phi = 34.21^\circ</math></b>	<b>COHESIÓN: <math>C_u = 2.08 \text{ Ton/m}^2</math></b>
---	--

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.  
 DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Roca en Proceso de Degradación con Arena Limosa Color Café Oscuro  
 DIMENSIÓN Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"  
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	2	3
PRESIÓN LATERAL (T/m <sup>2</sup> )	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA $q$ (T/m <sup>2</sup> )	15.36	26.26	49.62
PRESIÓN INTERSTICIAL $u$ (T/m <sup>2</sup> )	x	x	x
DEFORMACIÓN EN ROTURA $E_r$ (%)	1.5	2.5	5.0
DENSIDAD SECA (T/m <sup>3</sup> )	2.13	2.13	2.13
DENSIDAD HUMEDA (T/m <sup>3</sup> )	2.46	2.46	2.46
HUMEDAD (%H)	20.87	20.87	20.87

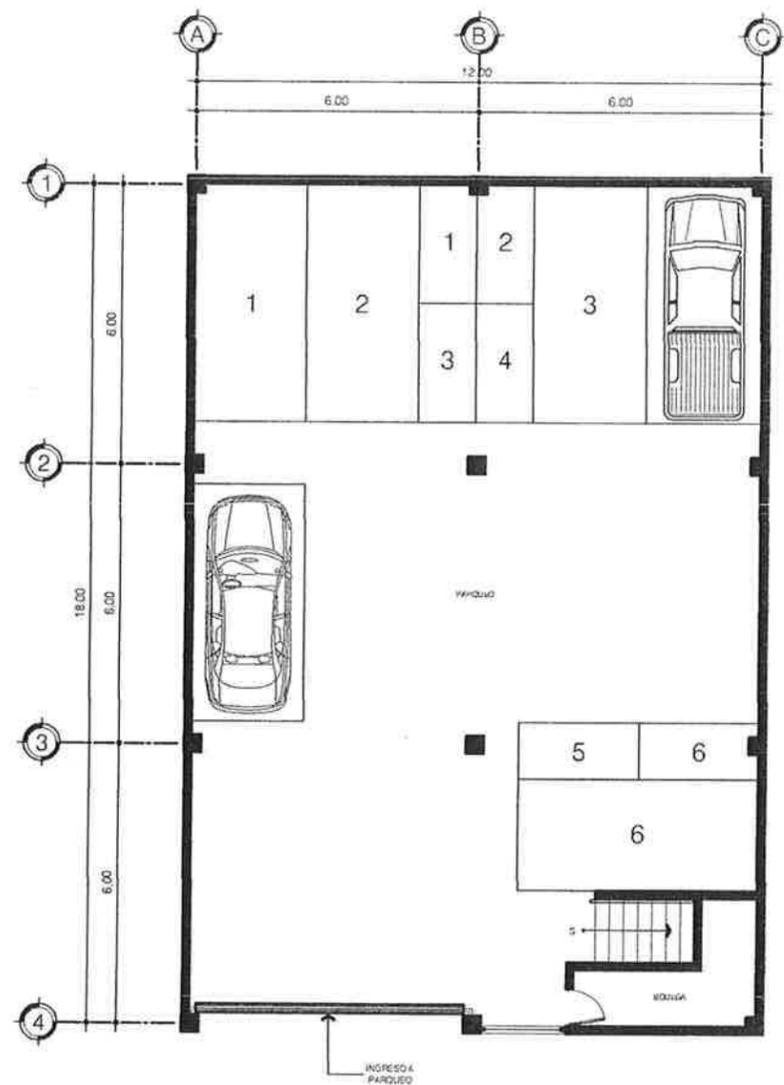
Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Caño Morales  
DIRECTORA CII/USAC

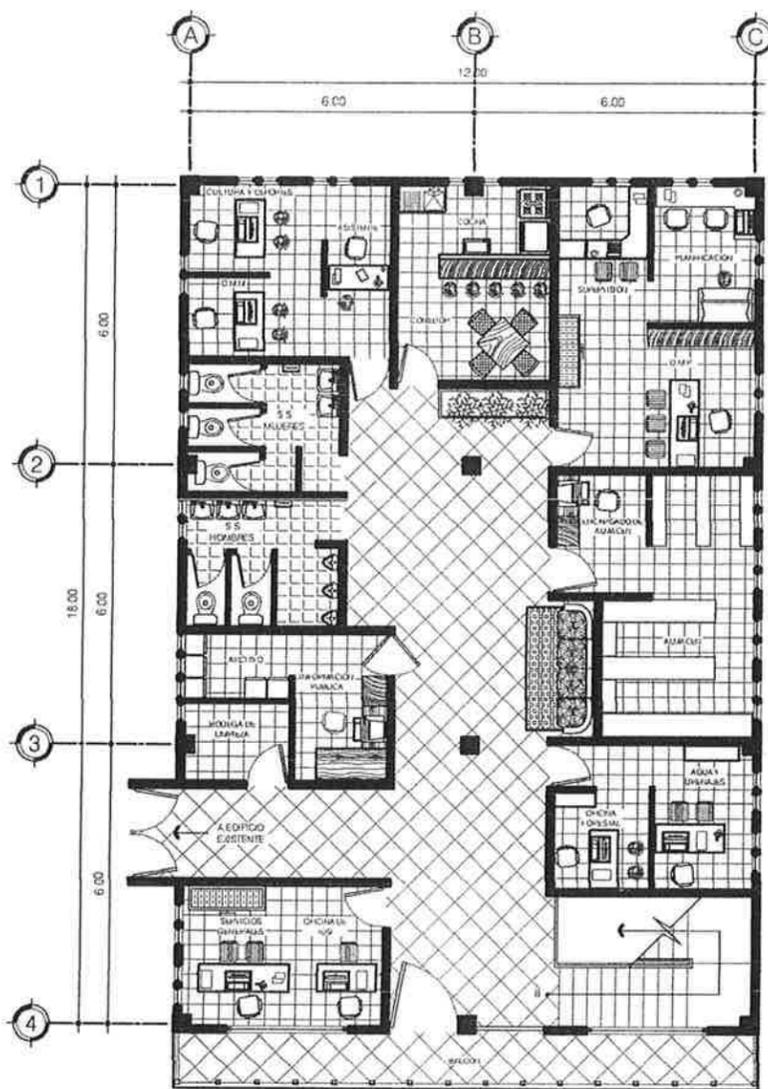
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos





PLANTA BAJA

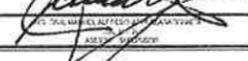
ESCALA 1:75

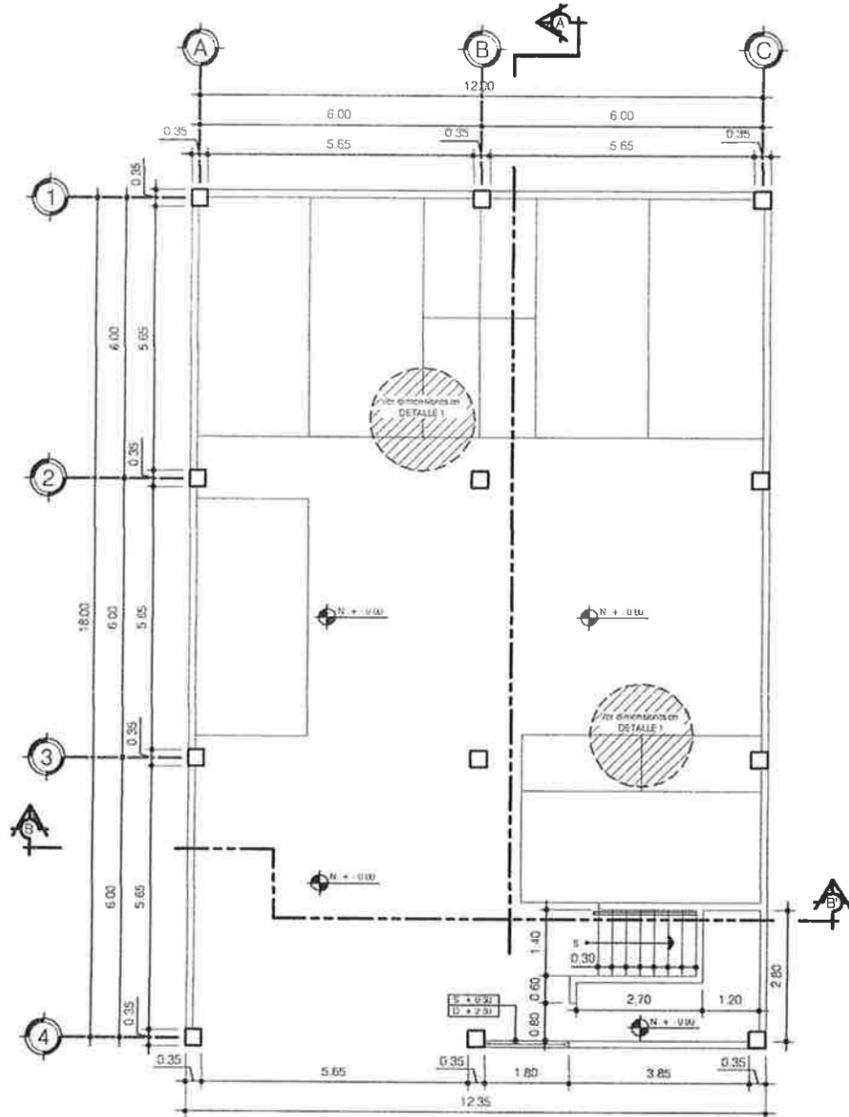


PLANTA ALTA

ESCALA 1:75

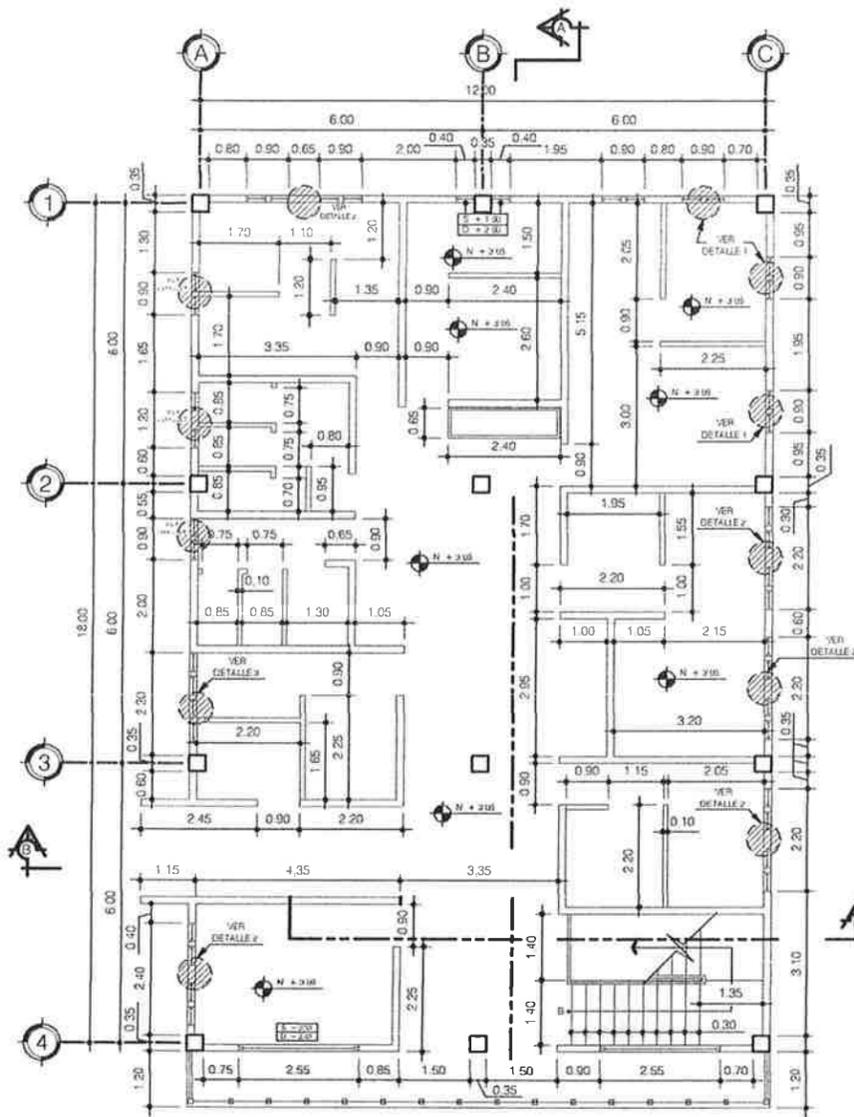
AMUEBLADA  
ESCALA 1:75

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL	UBICACION: YUPILTEPEQUE JUTIAPA	
CONTENIDO: PLANO AMUEBLADO		ESTUDIANTE: ALEXANDER SAMAYOA ARGUETA
ESCALA: INDICADA	CARPET: 2007 - 18845	Y/O DE: 
FECHA: MAYO 2014	HOJA No: 1/17	



PLANTA BAJA

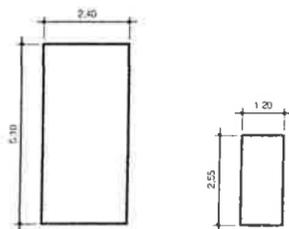
ESCALA 1:75



PLANTA ALTA

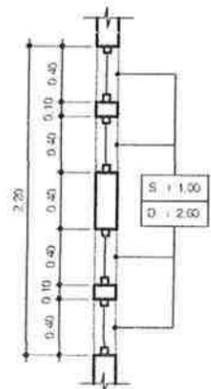
ESCALA 1:75

LA ALTURA DEL SEGUNDO NIVEL ES:  
 N. + 3.00  
 CON EXCEPCION DE LOS BAÑOS QUE TIENEN UNA ALTURA DE:  
 N. + 3.15



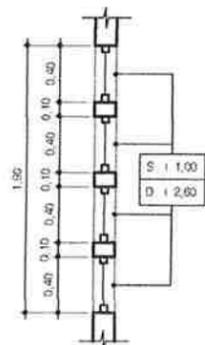
DETALLE 1  
 ESC: 1/75

DIMENSIONES PARA APARCAMIENTO DE AUTOMOVILES Y MOTOCICLETAS



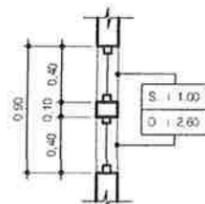
DETALLE 2

ESC: 1/25



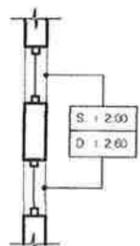
DETALLE 3

ESC: 1/25



DETALLE 4

ESC: 1/25



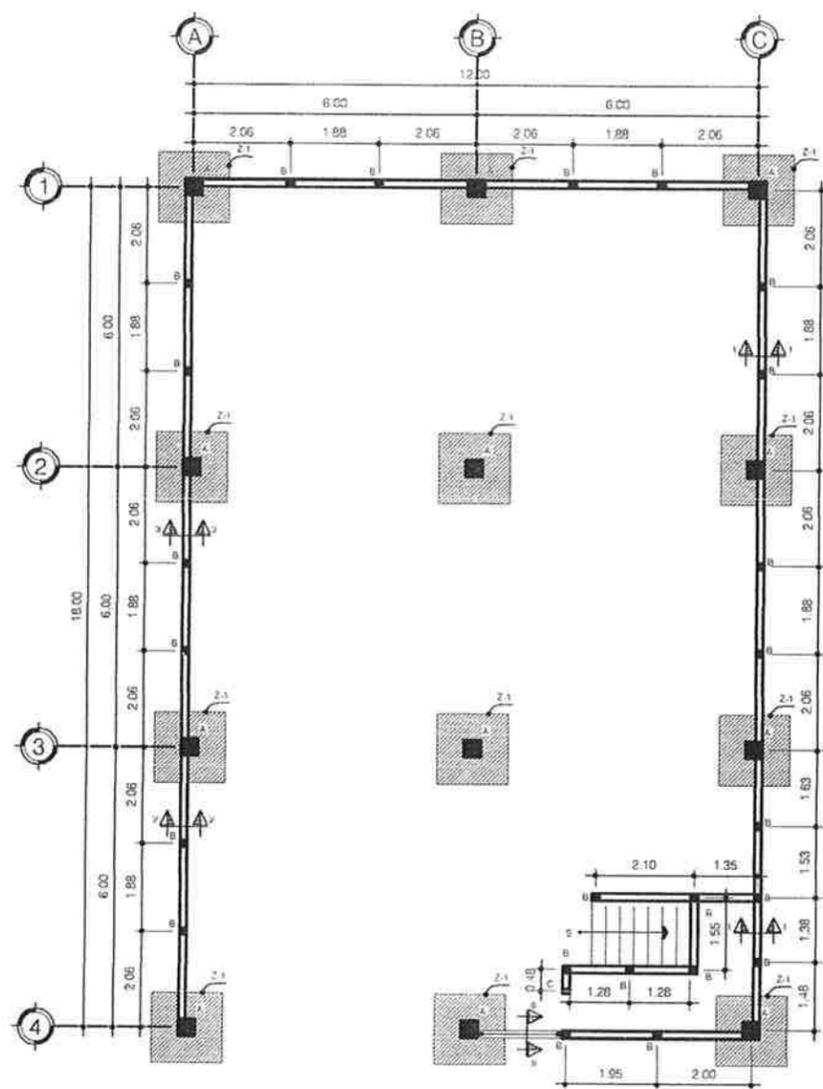
DETALLE 5

ESC: 1/25

ACOTADO

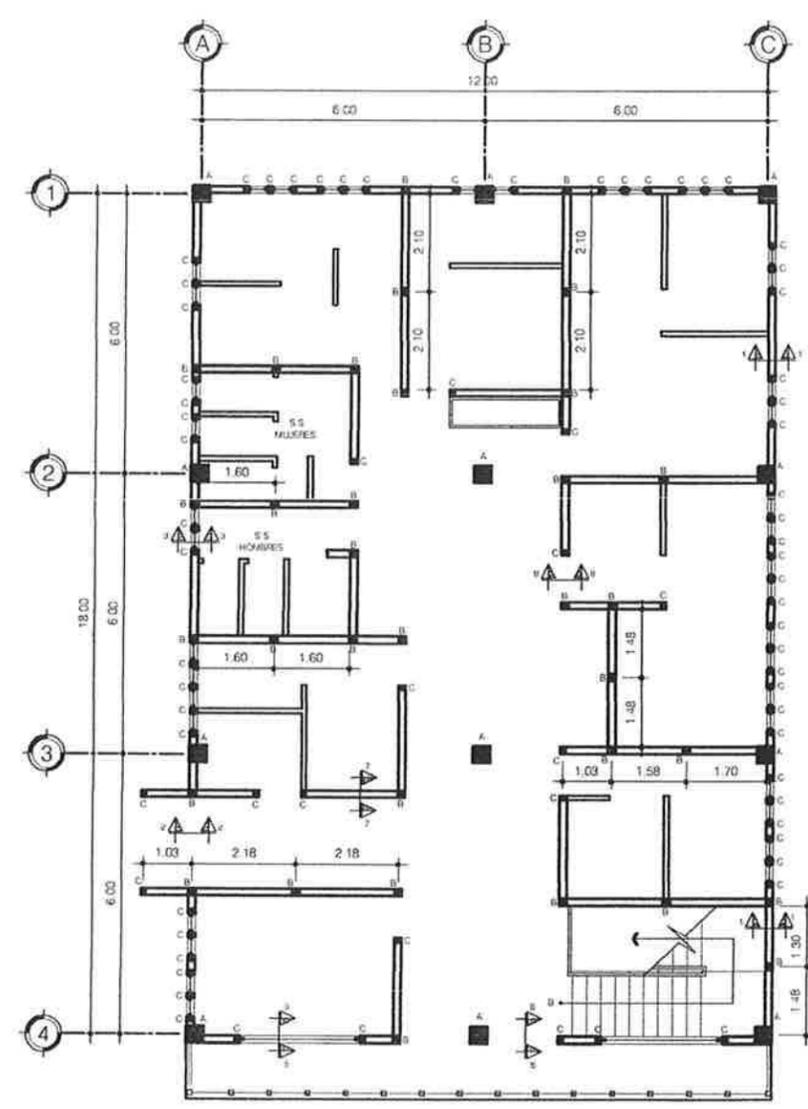
ESCALA 1:75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL	UBICACION: YUPILTEPEQUE JUTIAPA
CONTENIDO: PLANO ACOTADO	ESTUDIANTE: ALEXANDER SAMAYOA ARGUETA
ESCALA: INDICADA	CAPAS: 2007 - 18B45
FECHA: MAYO 2014	HOJA NO: 2/17



PLANTA BAJA

ESCALA 1:75



PLANTA ALTA

ESCALA 1:75

SIMBOLOGÍA

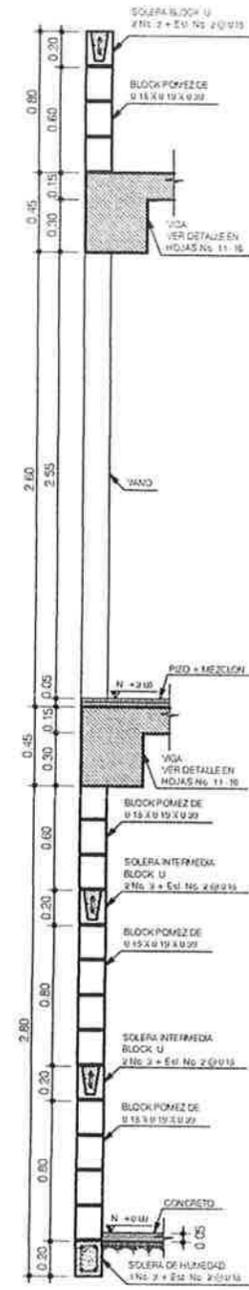
Z-1	ZAPATA
A, B, C	TIPO DE COLUMNA
↑↑	CORTE DE MURO

CIMENTACIÓN  
ESCALA 1:75

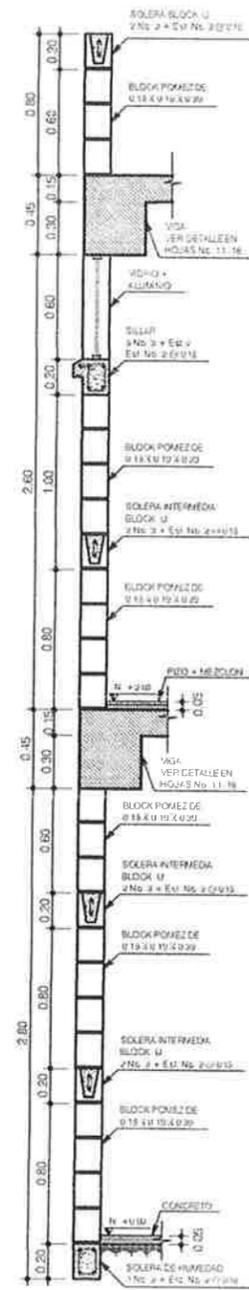
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO	DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL	UBICACION	YUPILTEPEQUE JUTIAPA
CONTENIDO	PLANO DE CIMENTOS	ESTUDIANTE	ALEXANDER SAMAYOA ARGUETA
ESCALA	INDICADA	CARPET	2007 - 18845
FECHA	MAYO 2014	FOLIO	3/17



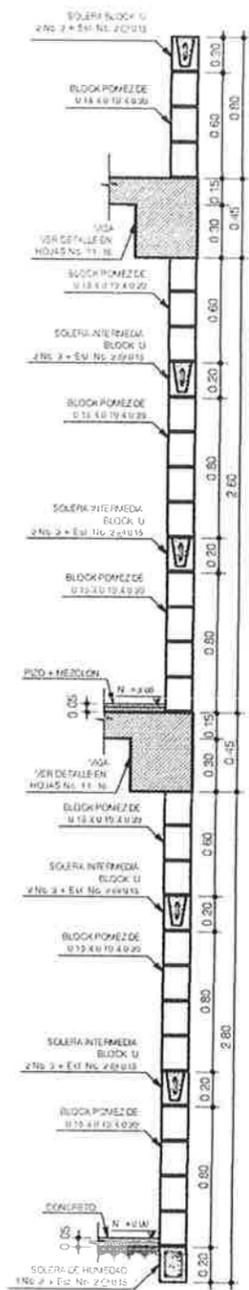
CORTE 1-1'  
ESC. 1/20



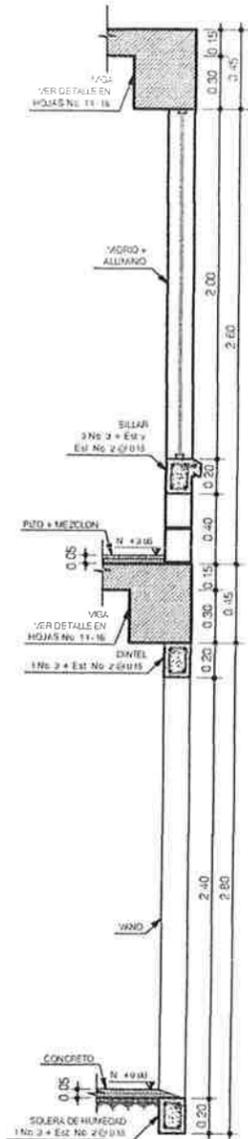
CORTE 2-2'  
ESC. 1/20



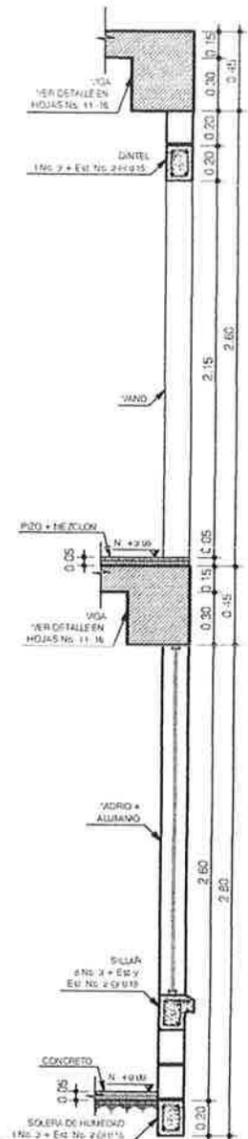
CORTE 3-3'  
ESC. 1/20



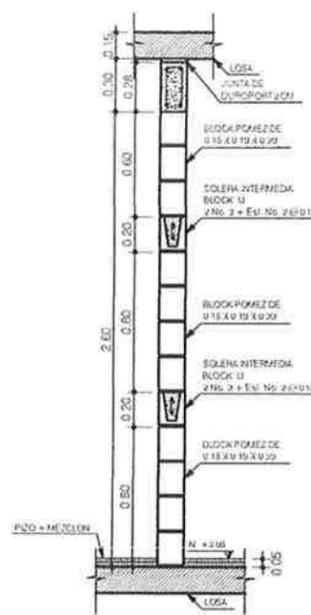
CORTE 4-4'  
ESC. 1/20



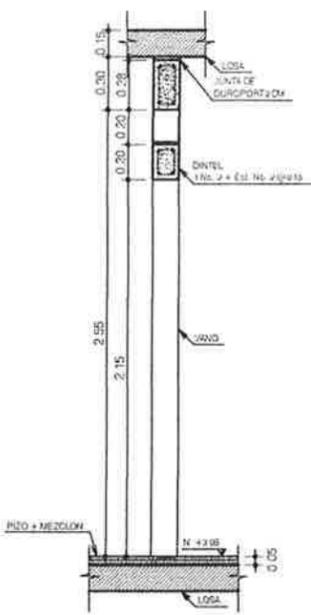
CORTE 5-5'  
ESC. 1/20



CORTE 6-6'  
ESC. 1/20



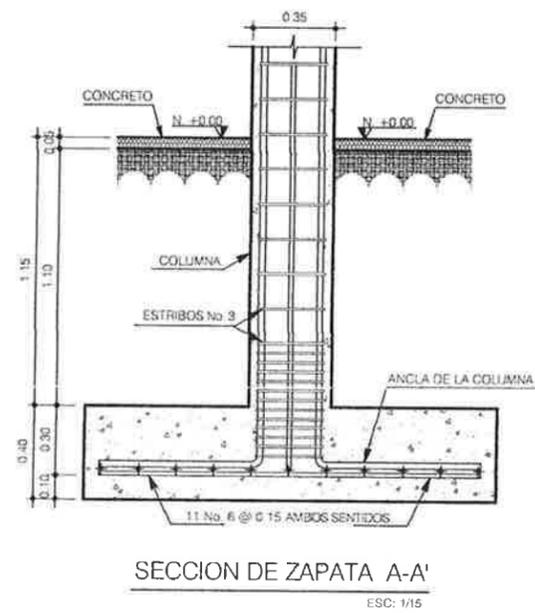
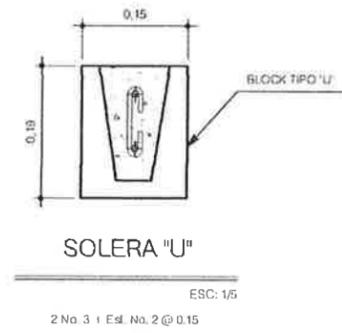
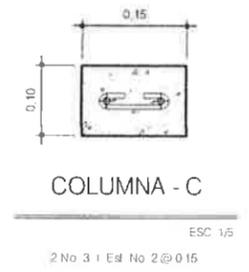
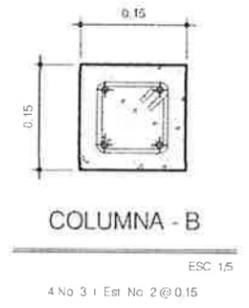
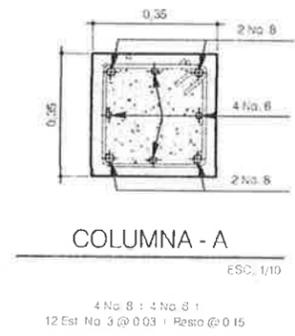
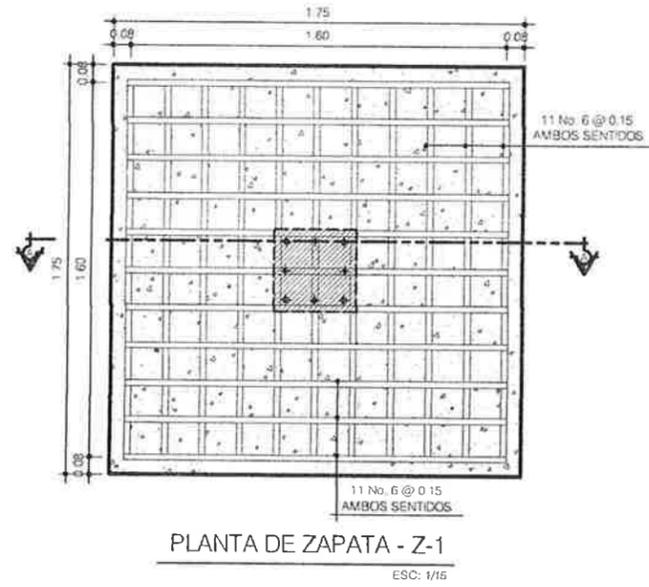
CORTE 7-7'  
ESC. 1/20



CORTE 8-8'  
ESC. 1/20

**MUROS**  
ESCALA INDICADA

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO:	DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL	UBICACION:	YUPILTEPEQUE JUTIAPA
CONTENIDO:	DETALLES DE MUROS	ESTUDIANTE:	ALEXANDER SAMAYOA ARGUETA
ESCALA:	INDICADA	CARNET:	2007 - 18845
FECHA:	MAYO 2014	FOLIO NO.:	4/17



### ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

CARGA MUERTA:	
PESO DEL CONCRETO	2400 Kg/m <sup>3</sup>
PESO DE ACABADOS	90 Kg/m <sup>2</sup>
PESO DE MUROS	200 Kg/m <sup>2</sup>
SOBRE CARGA	60 Kg/m <sup>2</sup>
CARGA VIVA:	
EN TECHO CON ACCESO	200 Kg/m <sup>2</sup>
EN OFICINAS	250 Kg/m <sup>2</sup>
fy	= 2810 kg/cm <sup>2</sup>
fc	= 280 kg/cm <sup>2</sup>
Es	= 21 E6 kg/cm <sup>2</sup>
Ec	= 219 E6 kg/cm <sup>2</sup>
qd	= 46.27 ton/m <sup>2</sup>
Vs	= 49.12 ton/m <sup>2</sup>
yoconcreto	= 2400 kg/cm <sup>2</sup>
ysuelo	= 213 kg/cm <sup>2</sup>
RECUBRIMIENTOS	
ACI 318 - 05	
CAPITULO 7.7.1	
CIMENTACIÓN	= 0.075m
VIGAS	= 0.035m
COLUMNAS	= 0.030m
LOSAS	= 0.025m

GANCHOS SISMICOS  
ACI 318 - 05  
CAPITULO 21.3  
Doblez no menor a 135°  
Ganchos con extension de 6 veces el Ø  
(pero no menor a 0.075m)

### MATERIALES

Cemento Portland: para uso general en la construcción 4000 PSI que corresponde a una resistencia mínima a los 28 días. Los locales o bodegas para el almacenaje de cemento deben ser sitios adecuados en los que estos queden debidamente protegidos de la lluvia y de la humedad.

Agregado Fino (arena de río): procede de depósitos de ríos, por lo que debe estar libre de contaminantes de capas de arcilla o calcáreas a fin de obtener un agregado de calidad uniforme.

Agregado Grueso (piedrín de 3/4" y 1/2"): procede de depósitos de ríos, debe estar libre de contaminantes material orgánico arcilla entre otras sustancias perjudiciales a fin de obtener un agregado de calidad uniforme.

Los agregados se almacenan en forma de pilas estas deben formarse sobre bases firmes las que deben permitir el drenaje hacia afuera de las pilas estar libres de maleza u otro tipo de vegetación y permanecer inalteradas durante todo el tiempo.

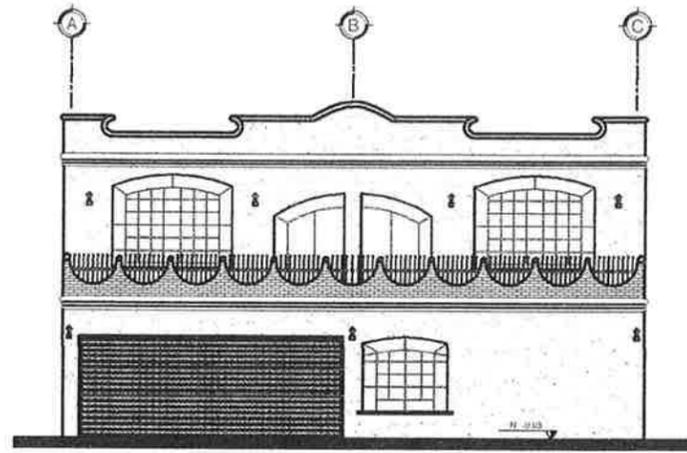
Agua: el agua para mezclado y curado del concreto debe ser preferentemente potable, limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, álcalis, sales como cloruros o sulfatos, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero, el agua de mar o aguas salobres no debe usarse para concretos.

Block Pómez y Block U de 0.15 x 0.19 x 0.40 de arena y cemento, con una resistencia mínima de 50 kg/cm<sup>2</sup>.

Acero de Refuerzo: acero legítimo grado 40 de las dimensiones y formas mostradas en los detalles. El acero de refuerzo debe almacenarse por encima del nivel del terreno, sobre plataformas u otros soportes de madera u otro material adecuado y debe ser protegido hasta donde sea posible contra daños mecánicos y deterioro superficial incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.

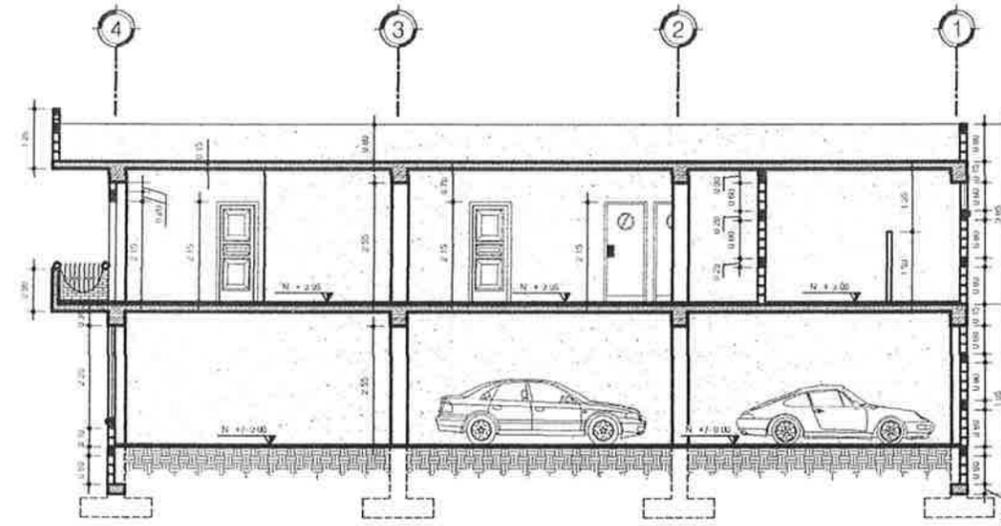
DETALLES  
ESCALA INDICADA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL	UBICACION: YUPILTEPEQUE JUTIAPA
CONTENIDO: PLANO AMUEBLADO	ESTUDIANTE: ALEXANDER SAMAYOA ARGUETA
ESCALA: INDICADA	CARAS: 2007 - 188-45
FECHA: MAYO 2014	HOJA No: 5/17



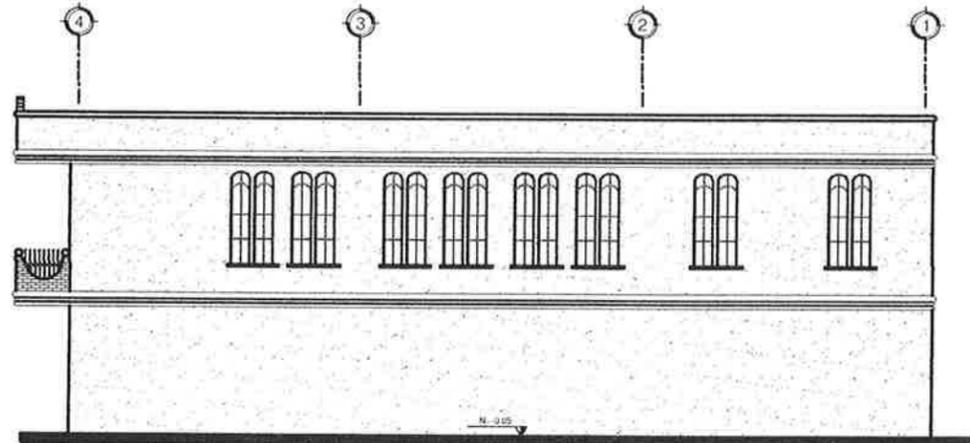
ELEVACION FRONTAL

ESCALA 1:75



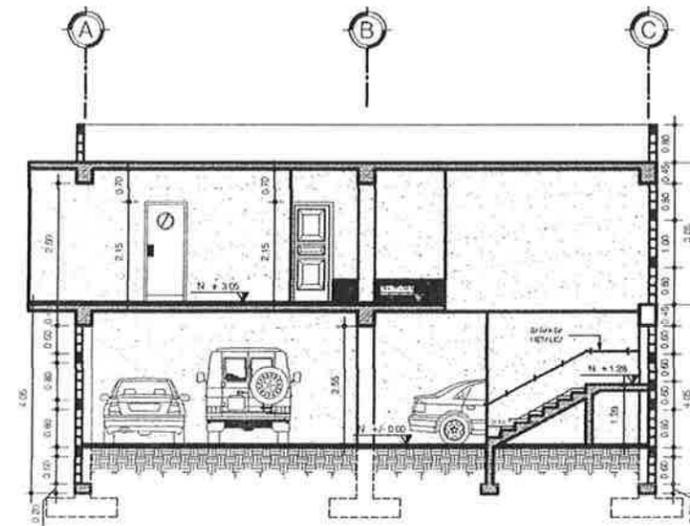
CORTE A - A'

ESCALA 1:75



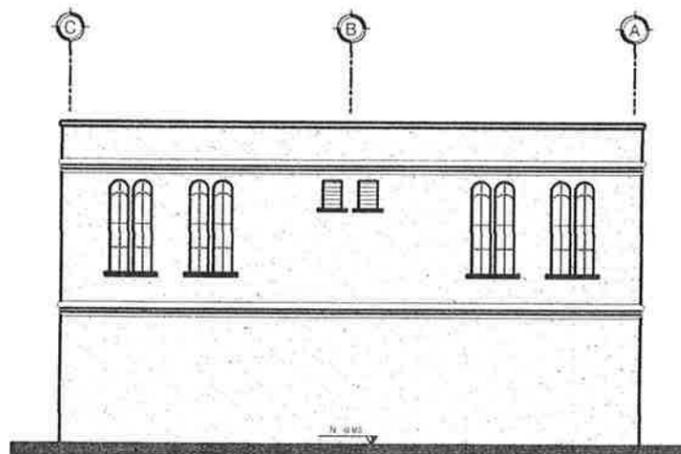
ELEVACION LATERAL IZQUIERDA

ESCALA 1:75



CORTE B - B'

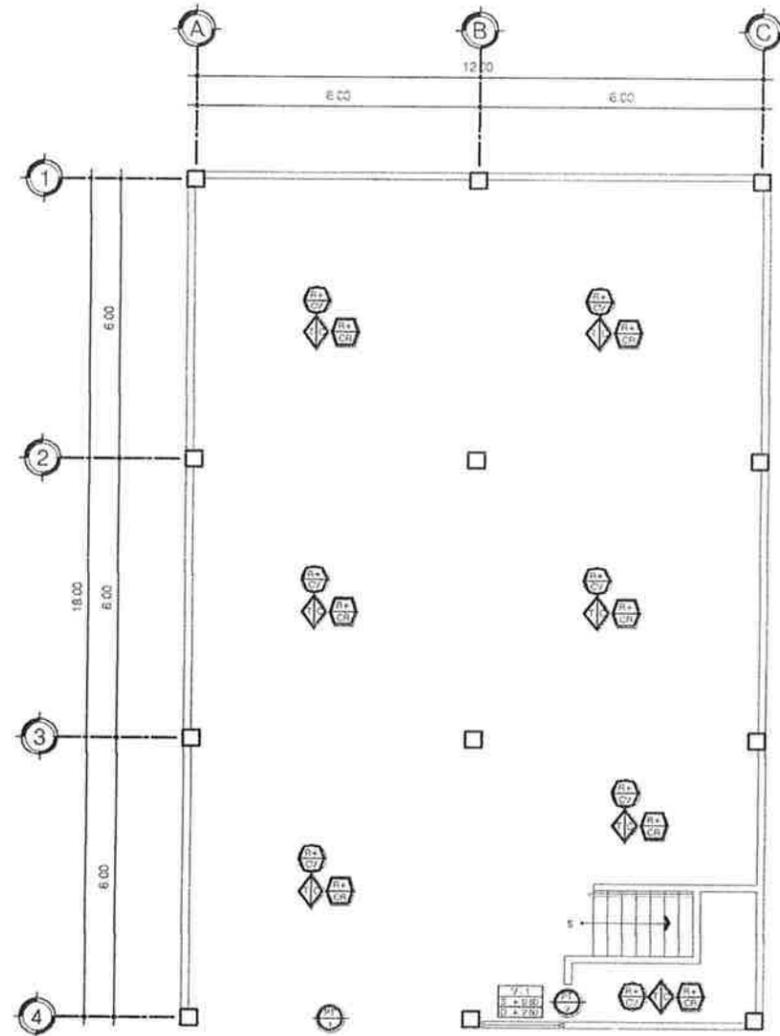
ESCALA 1:75



ELEVACION POSTERIOR

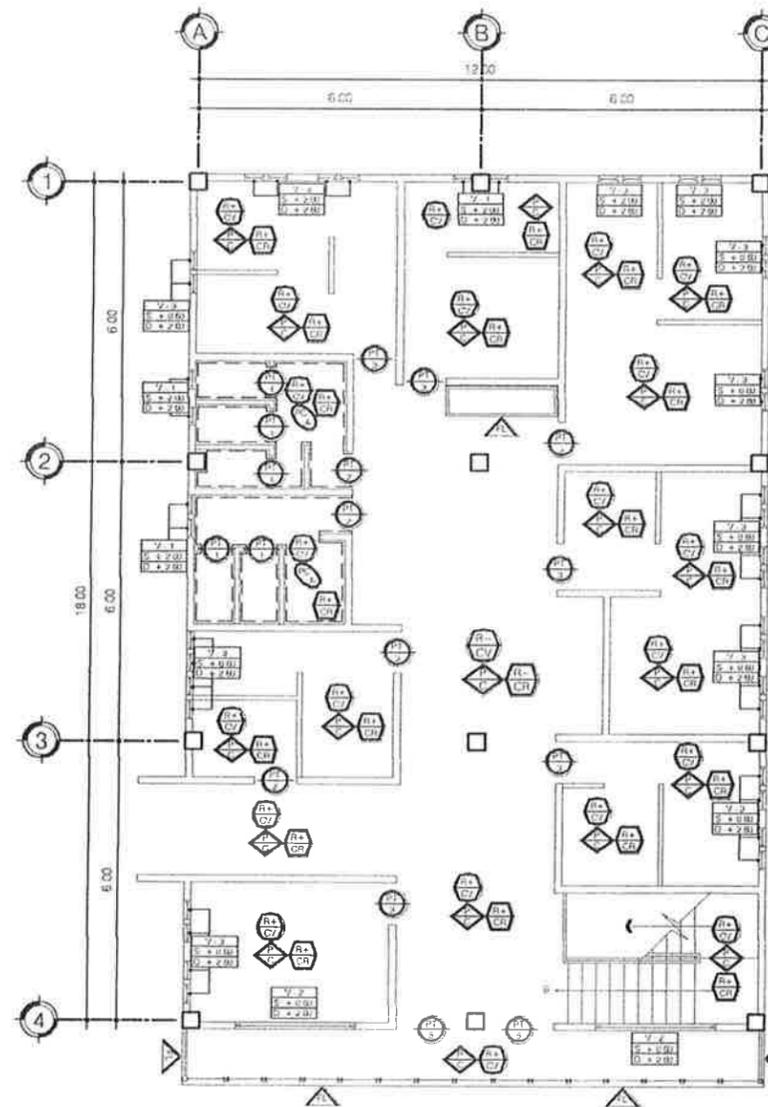
ESCALA 1:75

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO	DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL	UBICACION	YUPILTEPEQUE JUTIAPA
CONTENIDO	PLANO DE ELEVACIONES	ESTUDIANTE	ALEXANDER SAMAYOA ARGUETA
ESCALA INDICADA	2007 - 18845	FECHA	MAYO 2014
	HOJAS		6/17



PLANTA BAJA

ESCALA 1:75



PLANTA ALTA

ESCALA 1:75

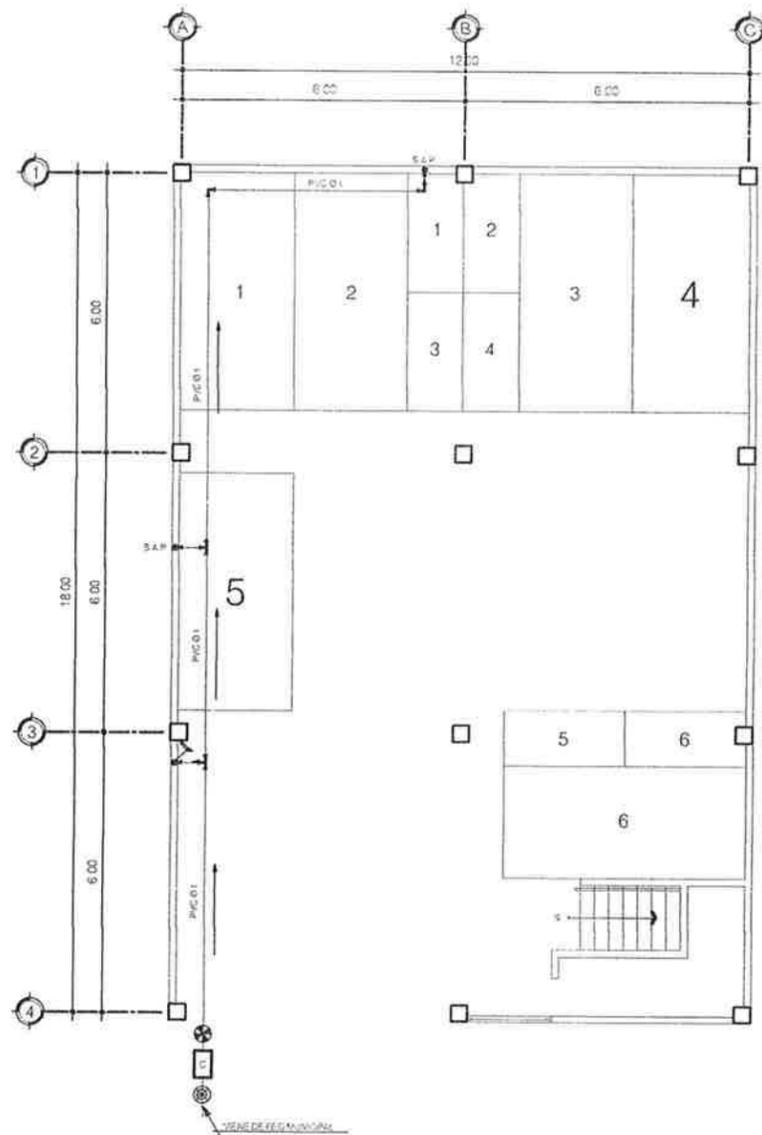
SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	PUERTA TIPO		PISO CERAMICO
	REPELLO + CERNIDO VERTICAL EN PARED		PISO CERAMICO ANTIDESLIZANTE
	REPELLO + CERNIDO REMOLINADO EN CIELO		AZULEJO EN PARED
	TORTA DE CONCRETO		FACHALETA DE LADRILLO

ACABADOS  
ESCALA 1:75

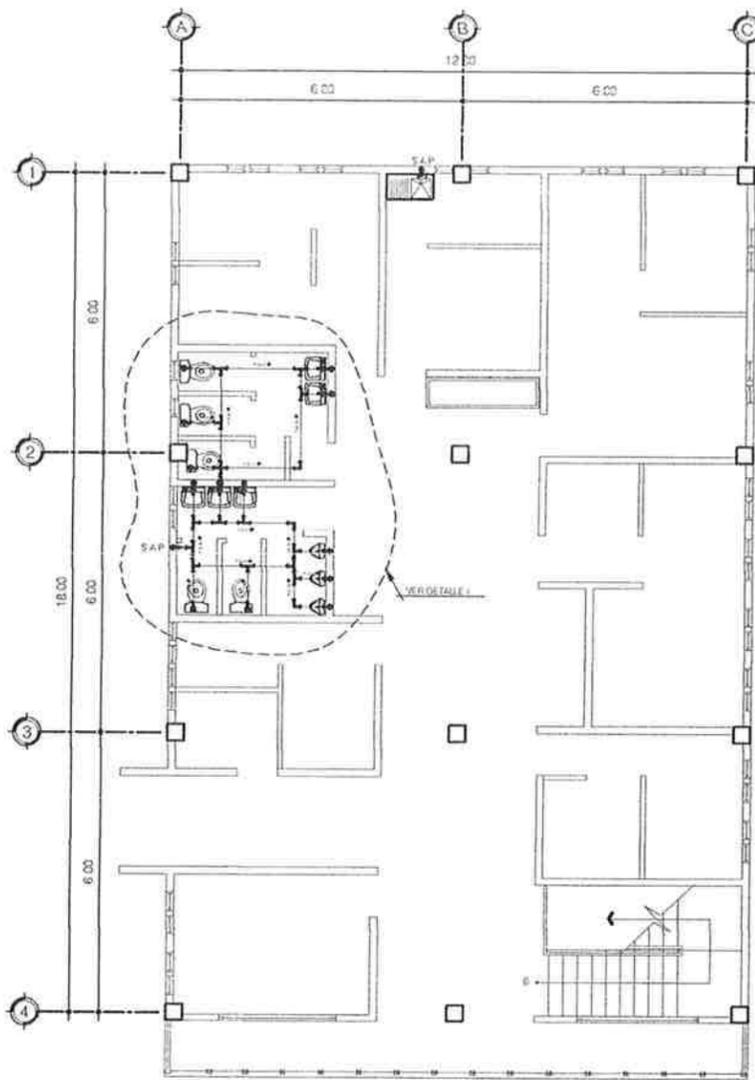
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO	DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL	UBICACION	YUPILTEPEQUE JUTIAPA
CONTENIDO	PLANO DE ACABADOS	ESTUDIANTE	ALEXANDER SAMAYOA ARGUETA
ESCALA	INDICADA	CARSET	2007 - 18845
FECHA	MAYO 2014	HOJA NO	7/17





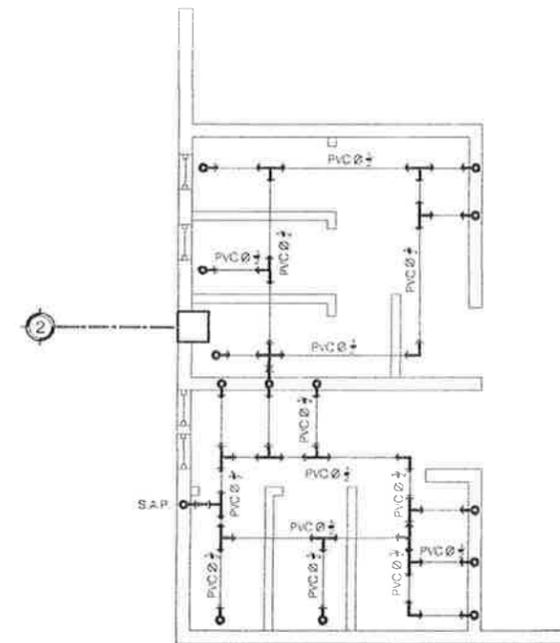
PLANTA BAJA

ESCALA 1:75



PLANTA ALTA

ESCALA 1:75



DETALLE 1

ESCALA 1:50

NOTA

- Ver detalles en la hoja No 11

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CODO A 90° HORIZONTAL		TUBERÍA DE AGUA FRIA PVC Ø 2
	CODO A 90° VERTICAL		SUBIDA DE AGUA POTABLE
	TEE A 90° VERTICAL		LLAVE DE PASO
	TEE A 90° HORIZONTAL		CONTADOR DE AGUA
	CRUZ HORIZONTAL		LLAVE DE COMPUERTA
	GRIFO DE BRONCE (CHORRO)		REDUCIDOR BUSHING DE 1" A 3/4"

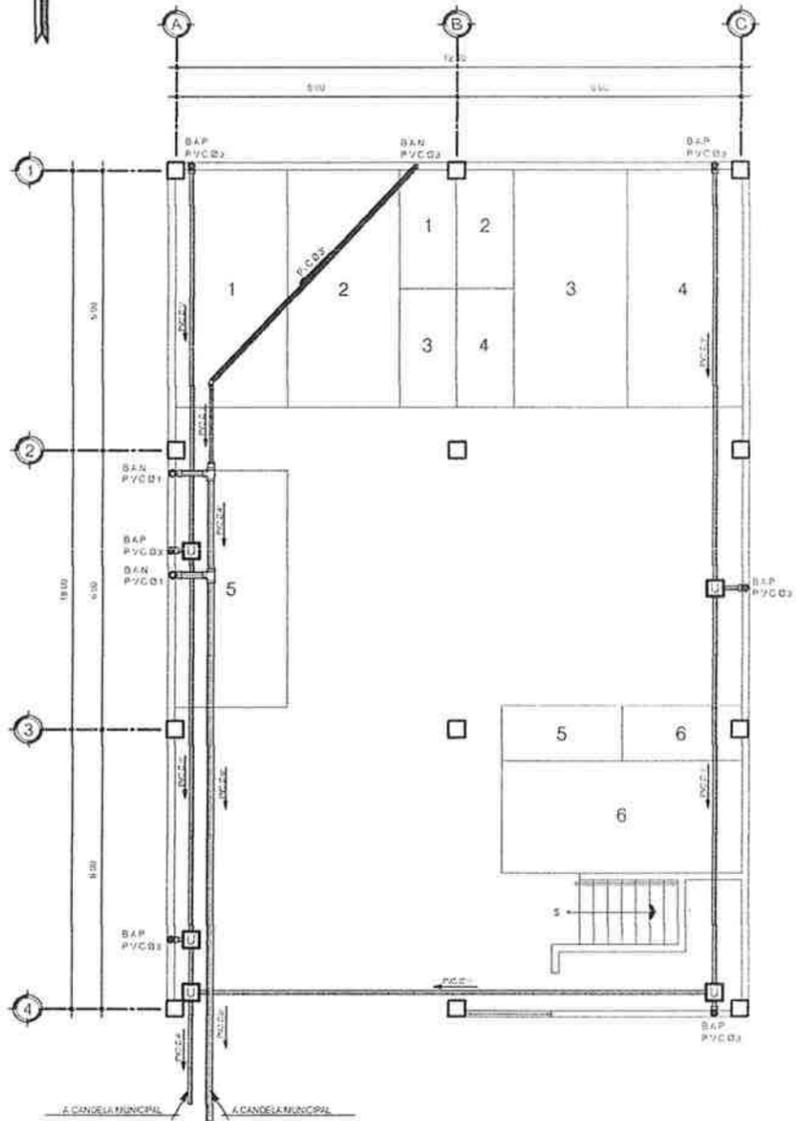
ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

- La tubería de instalación de agua potable será de cloruro de polivinilo (PVC) para una presión de trabajo de 160 PSI, y deberá satisfacer la norma comercial COGUANOR NGO 19003 los solventes deben cumplir con la norma ASTM D-2564
- Los accesorios deben ser compatibles con el tipo y clase de la tubería PVC y cumplir con lo indicado en la Norma ASTM D-2466
- El diámetro de la tubería las dimensiones de tubería y los circuitos que se generan se muestran en la planta
- Cualquier cambio de diámetro por condiciones especiales encontradas en el campo deberá ser autorizada por el supervisor
- Los artefactos sanitarios como inodoros lavamanos y mingitorios serán American Standard todos los artefactos serán de color blanco

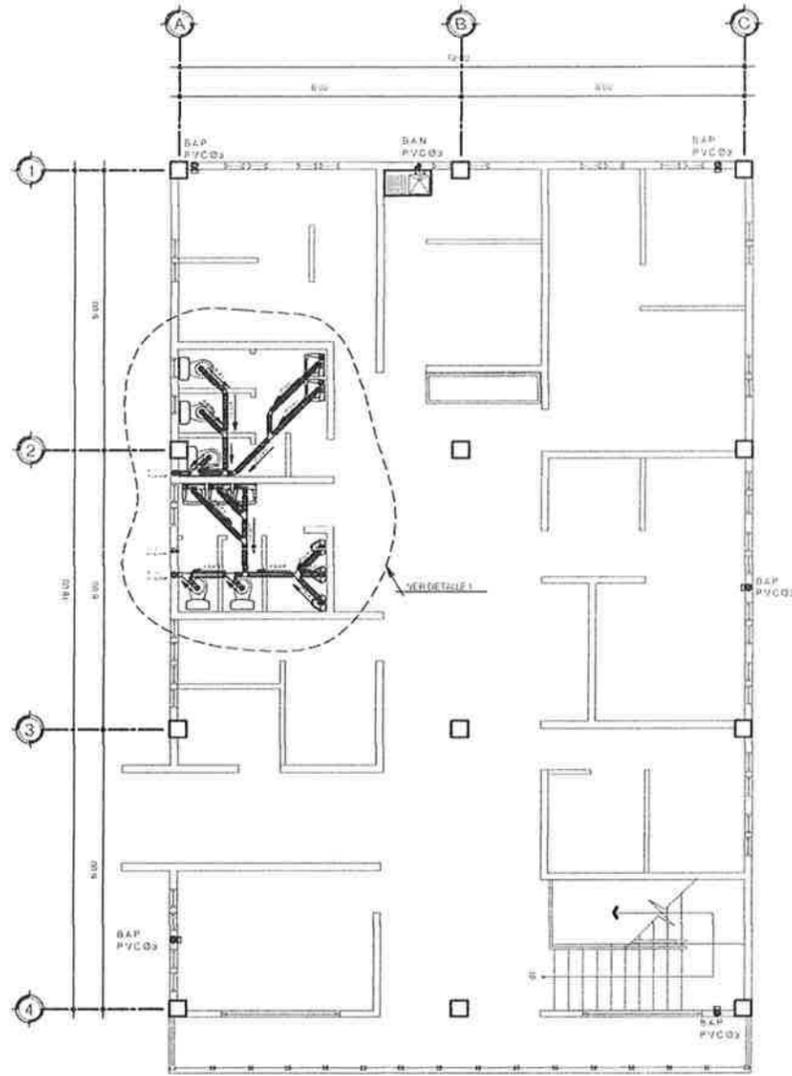
INSTALACION DE AGUA POTABLE

ESCALA 1:75

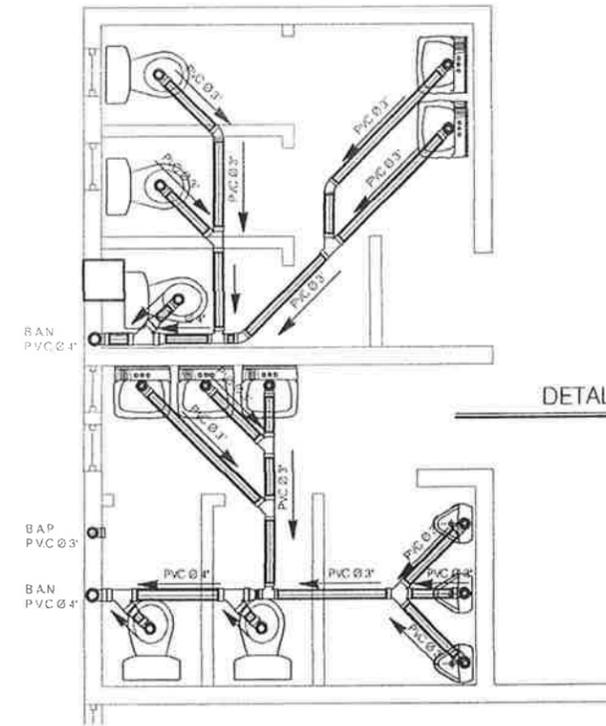
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL	UBICACION YUPILTEPEQUE JUTIAPA
CONTENIDO INSTALACION DE AGUA POTABLE	ESTUDIANTE ALEXANDER SAMAYOA ARGUETA
ESCALA INDICADA	CARPET 2007 - 18845
FECHA MAYO 2014	HOJA NO. 8/17



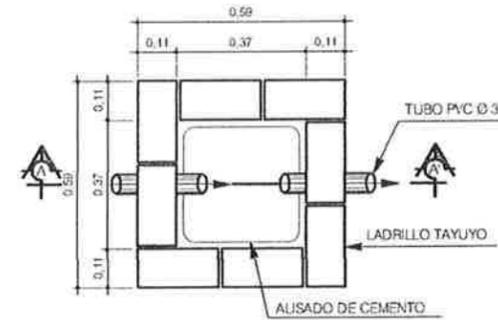
PLANTA BAJA  
ESCALA 1:75



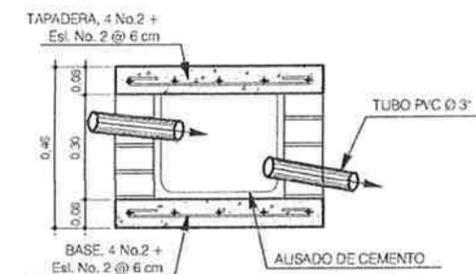
PLANTA ALTA  
ESCALA 1:75



DETALLE 1  
SIN ESCALA



CAJA DE UNION "U"  
ESCALA 1:10



SECCION A - A'  
ESCALA 1:10

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CODO A 45° HORIZONTAL	BAN PVC Ø3	BAJADA DE AGUAS NEGRAS
	CODO A 90° VERTICAL	BAP PVC Ø2	BAJADA DE AGUA PLUVIAL
	TEE A 90° VERTICAL		CAJA DE UNIÓN
	TEE		DIRECCIÓN DE LA PENDIENTE
	TUBERÍA PVC Ø 3" - 4" PARA AGUAS NEGRAS		REDUCIDOR TIPO BUSHING DE 3" A 4"
	TUBERÍA PVC Ø 3" PARA AGUA PLUVIAL		

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

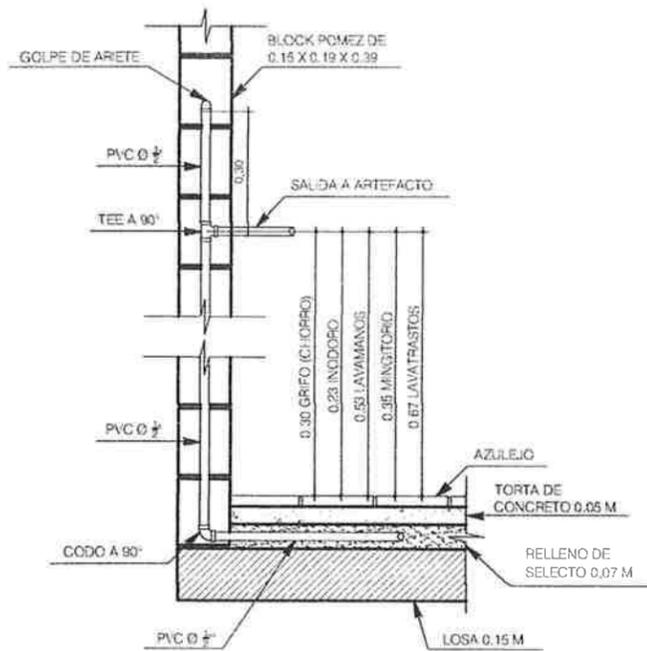
- Los accesorios deben ser compatibles con el tipo y clase de la tubería PVC y cumplir con lo indicado en la Norma ASTM D-2466
- El diámetro de la tubería, las dimensiones de tubería y los circuitos que se generan se muestran en la planta
- Cualquier cambio de diámetro por condiciones especiales encontradas en el campo deberá ser autorizada por el supervisor
- Los artefactos sanitarios como inodoros, lavamanos y mingitorios serán American Standard, todos los artefactos serán de color blanco

NOTA

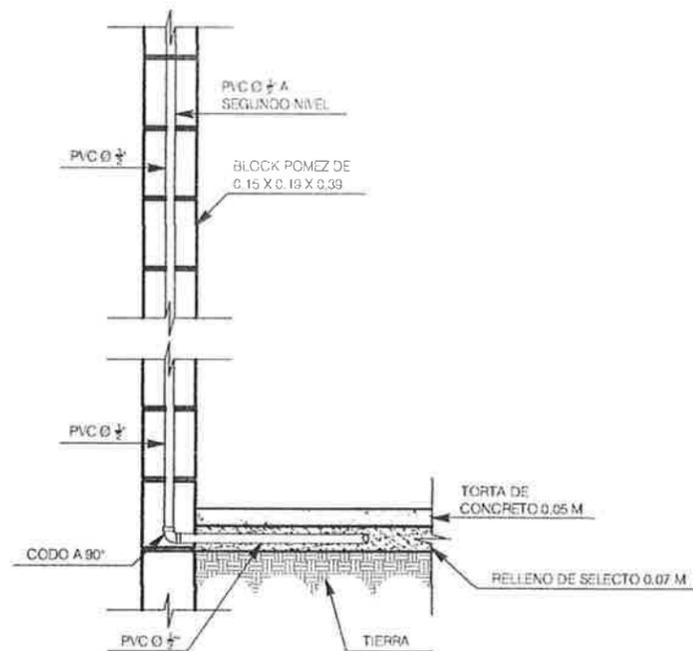
- Ver detalles en la hoja No 11

**DRENAJES**  
ESCALA 1:75

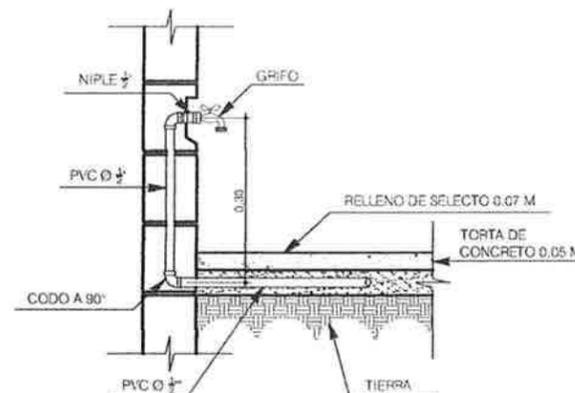
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO	DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL	UBICACIÓN	YUPILTEPEQUE JUTIAPA
CONTENIDO	DRENAJES	ESTUDIANTE	ALEXANDER SAMAYOA ARGUETA
ESCALA	INDICADA	CARRER	2007 - 18845
FECHA	MAYO 2014	HOLAS No.	10/17



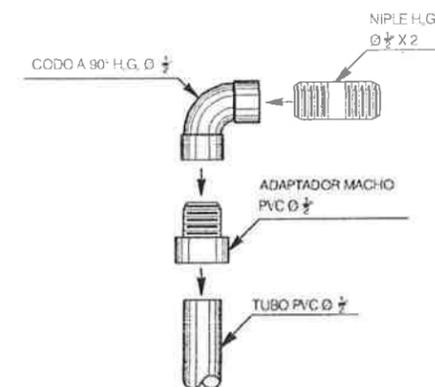
ALTURA DE TUBERÍA A ACCESORIOS  
ESCALA 1:10



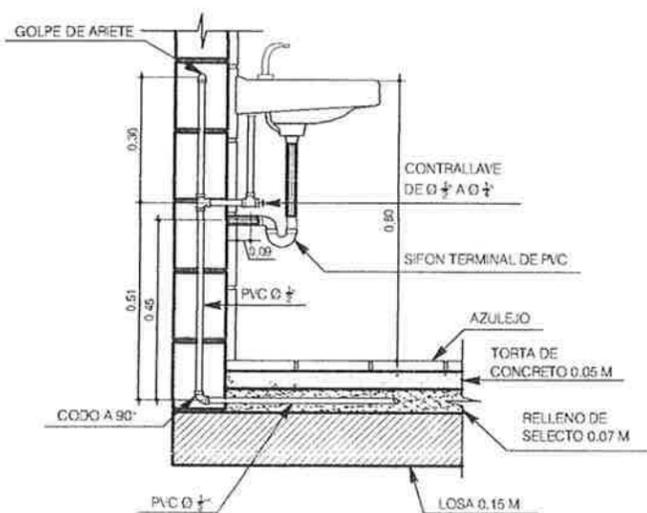
DETALLE DE TUBERÍA HACIA SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:10



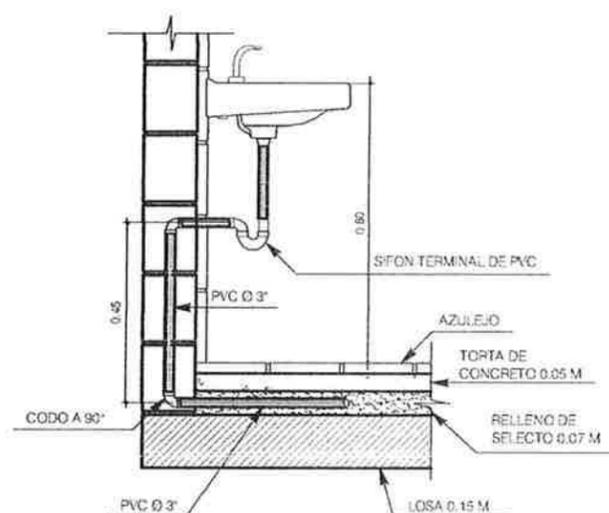
DETALLE DE GRIFO (CHORRO)  
ESCALA 1:10



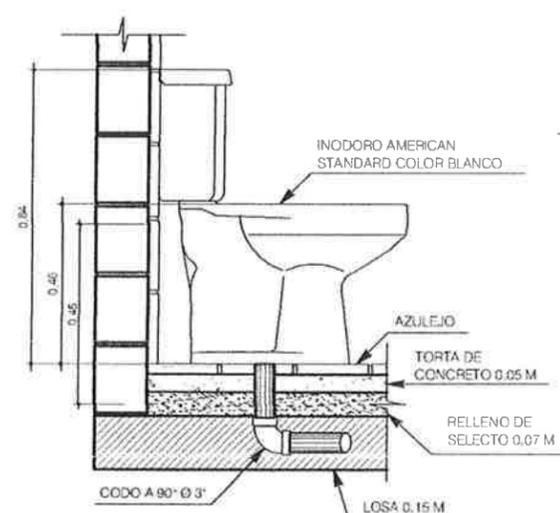
DETALLE DE ACOMETIDA DE ARTEFACTOS  
SIN ESCALA



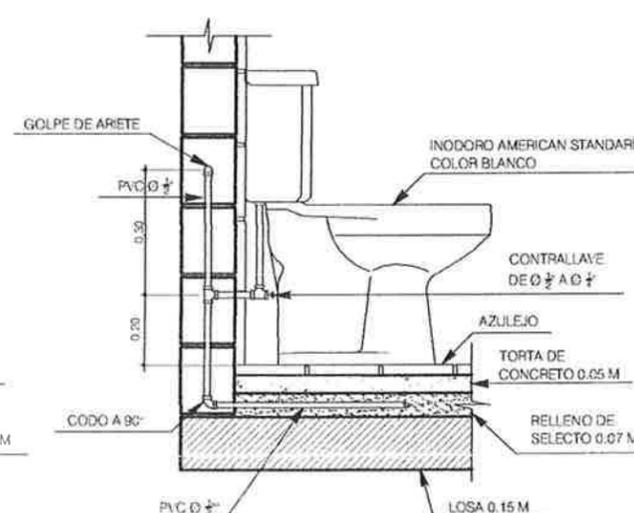
AGUA POTABLE EN LAVAMANOS  
ESCALA 1:10



DRENAJE EN LAVAMANOS  
ESCALA 1:10



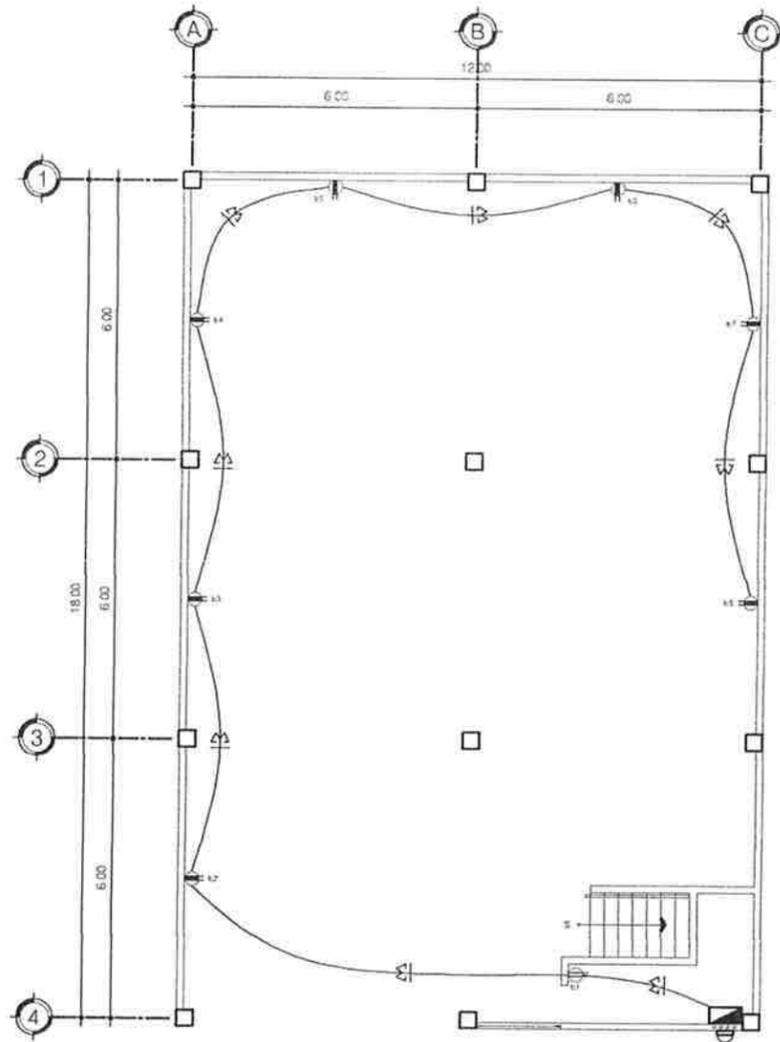
DRENAJE SANITARIO  
ESCALA 1:10



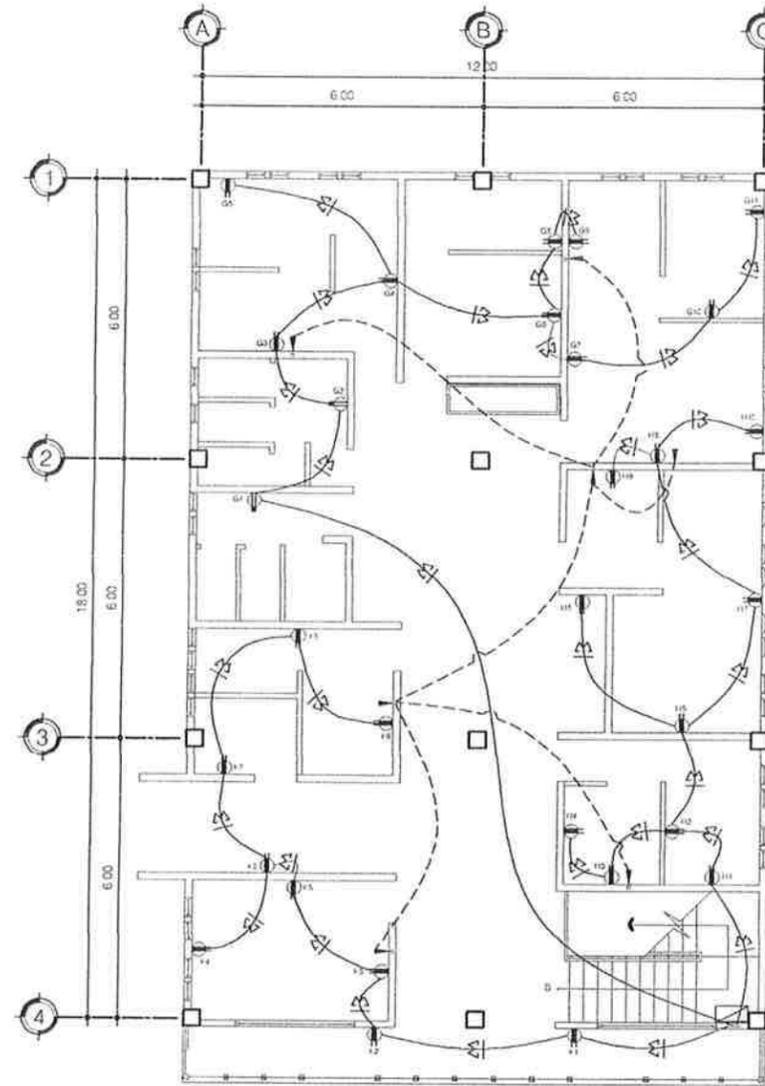
AGUA POTABLE EN SANITARIO  
ESCALA 1:10

DETALLES DE INSTALACIONES DE AGUA POTABLE Y DRENAJE  
ESCALA INDICADA

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO	DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL	LUBICACION	YUPILTEPEQUE JUTIAPA
CONTENIDO	DETALLES DE INSTALACIONES DE AGUA POTABLE Y DRENAJE	ESTUDIANTE	ALEXANDER SAMAYOA ARGUETA
ESCALA	INDICADA	CARNET	2007 - 16845
FECHA	MAYO 2014	HOJA No.	11/17



PLANTA BAJA



PLANTA ALTA

SIMBOLOGÍA

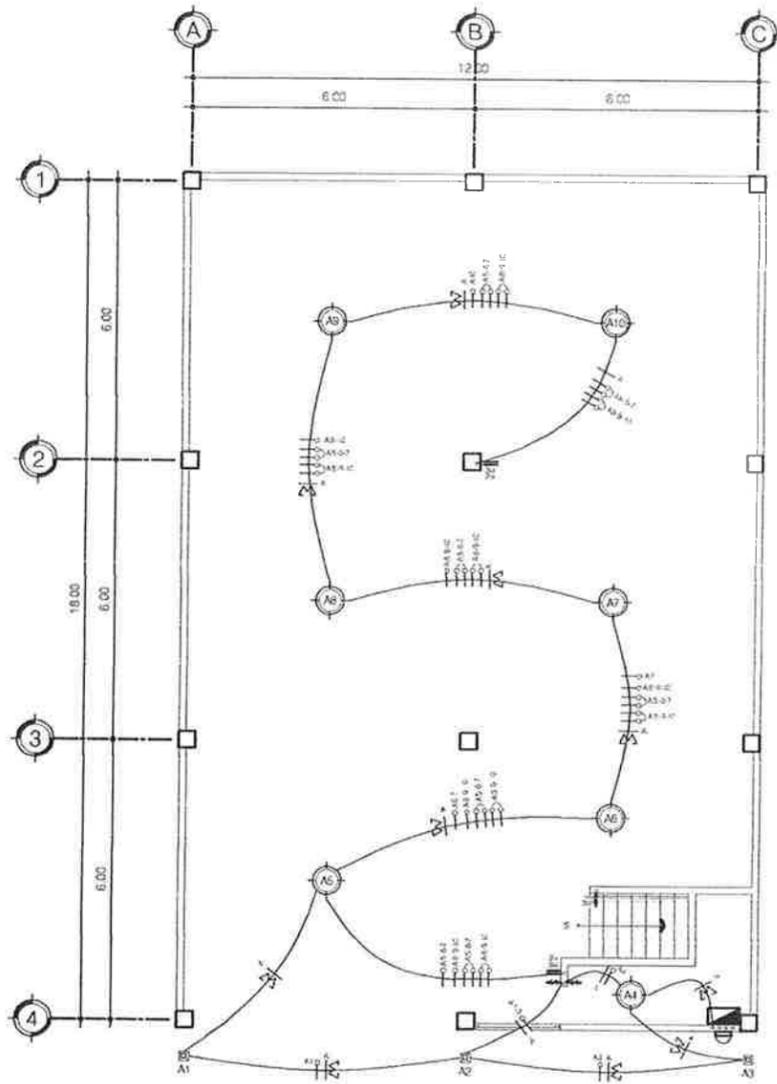
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CONTADOR		TOMACORRIENTE SIMPLE
	TABLERO DE CIRCUITOS GE		TOMACORRIENTE DOBLE
	POLIDUCTO EN CIELO Ø 2"		TOMACORRIENTE RESISTENTE AL AGUA PARA BAÑOS
	A2 NUMERO DE CIRCUITO		POLIDUCTO Ø 2"
	CONDUCTOR POSITIVO CALIBRE 10 AWG		TOJA DE TELEFONO TV CABLE O INTERNET
	CONDUCTOR NEUTRO CALIBRE 10 AWG		

CIRCUITOS

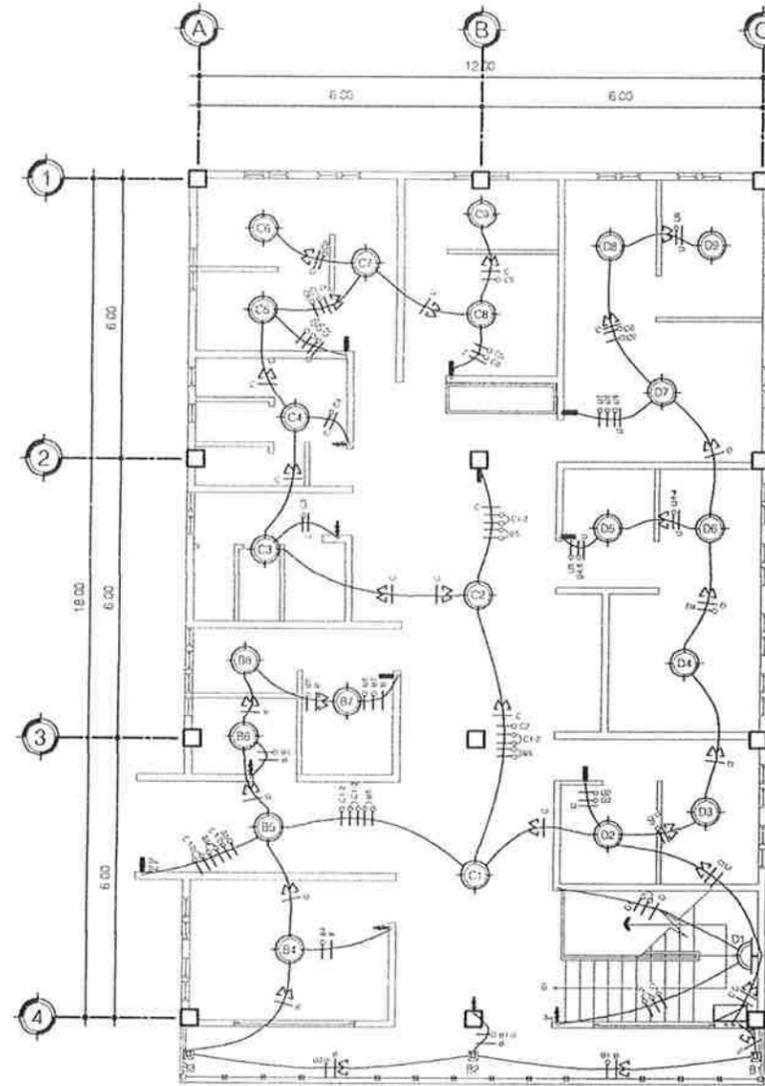
CIRCUITOS	UNIDADES	FUPON	USO	CIRCUITOS	UNIDADES	FUPON	USO
A	10	20 AMP	ILUMINACIÓN	E	8	30 AMP	FUERZA
B	8	20 AMP	ILUMINACIÓN	F	9	30 AMP	FUERZA
C	9	20 AMP	ILUMINACIÓN	G	11	30 AMP	FUERZA
D	9	20 AMP	ILUMINACIÓN	H	10	30 AMP	FUERZA

**FUERZA**  
ESCALA 1:75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL	UBICACIÓN YUPLITEPEQUE JUTIAPA
CONTENIDO INSTALACIONES ELÉCTRICAS (FUERZA)	ESTUDIANTE ALEXANDER SAMAYOA ARGUETA
ESCALA INDICADA	CARSET 2007 - 18845
FECHA MAYO 2014	FOLIO No. 12/17



PLANTA BAJA



PLANTA ALTA

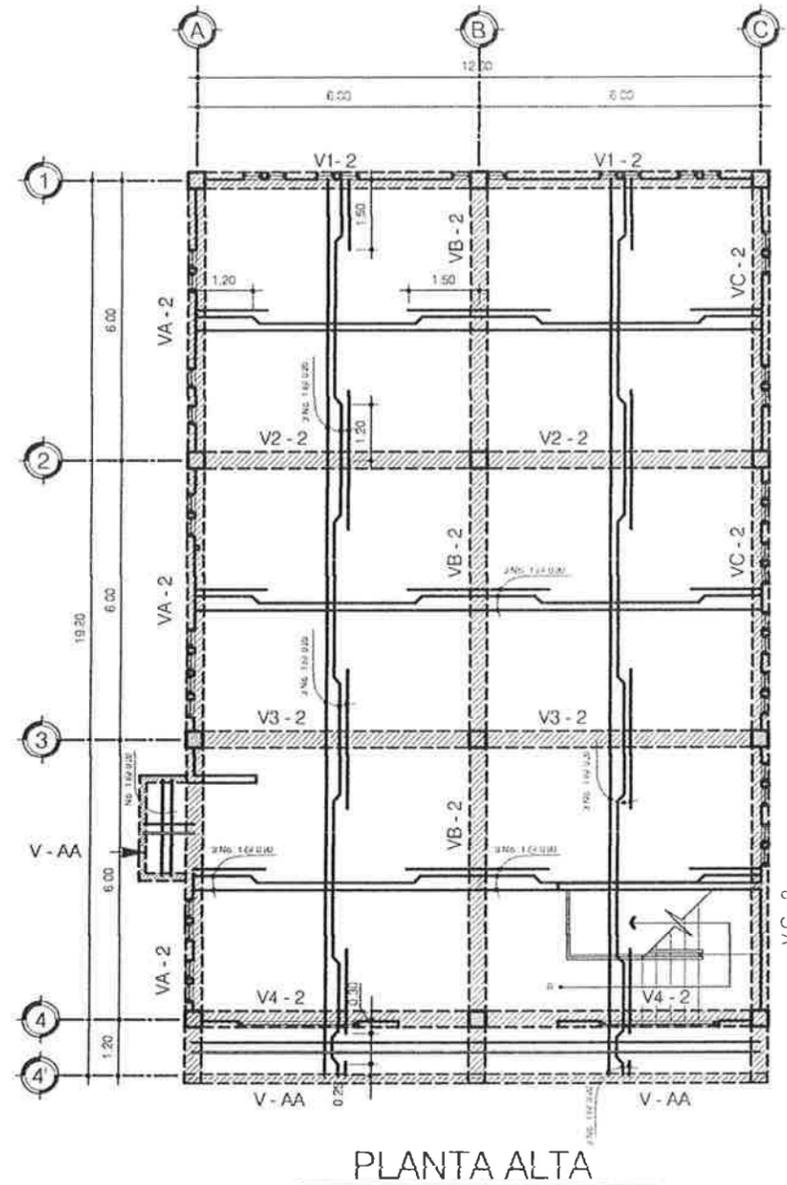
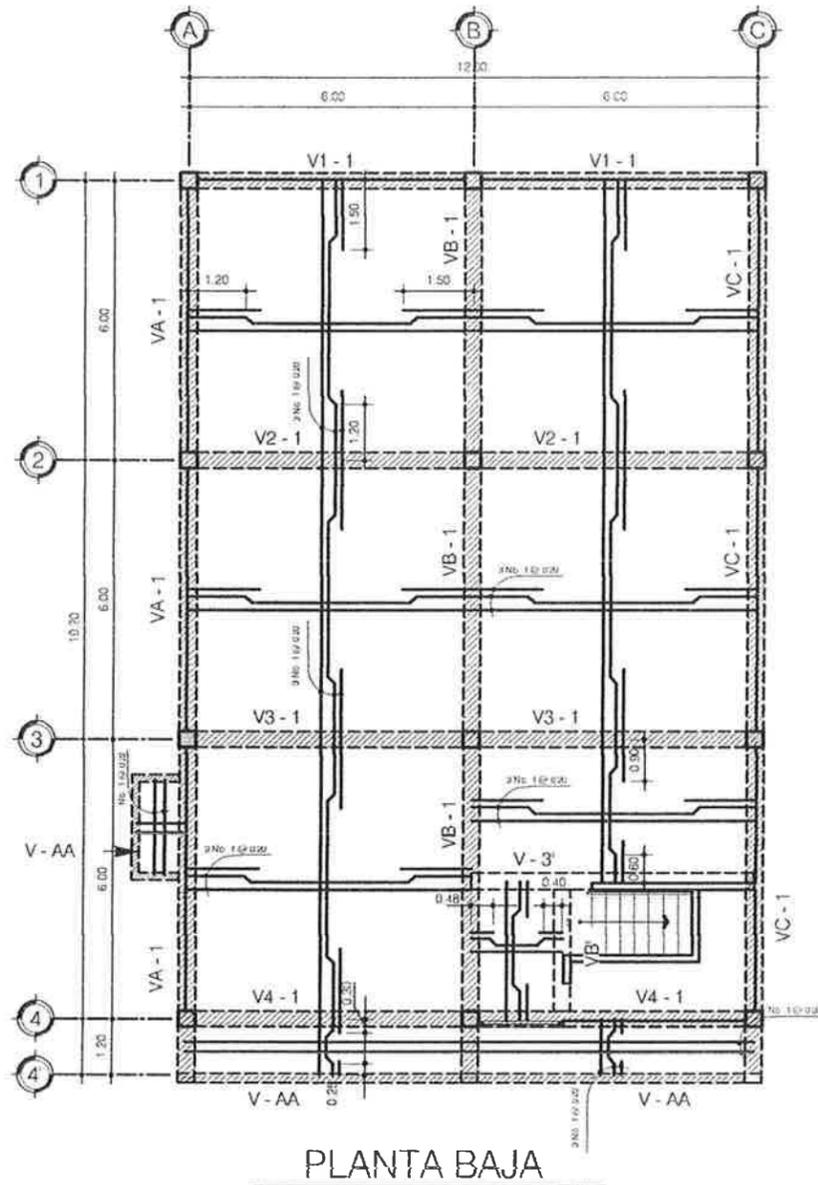
SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CONTADOR		CONDUCTOR POSITIVO CALIBRE 12 AWG		INTERRUPTOR TRIPLE
	TABLERO DE CIRCUITOS GE		CONDUCTOR NEUTRO CALIBRE 12 AWG		INTERRUPTOR THREE WAY
	POLIDUCTO EN CIELO Ø 7		RETORNO CALIBRE 12 AWG		INTERRUPTOR DOBLE THREE WAY
	A2		PUENTE CALIBRE 12 AWG		BAJADA DE POLIDUCTO
	LAMPARA EN CIELO		INTERRUPTOR SIMPLE		
	LAMPARA EMPOTRADA EN PARED		INTERRUPTOR DOBLE		

ILUMINACIÓN

ESCALA 1:75

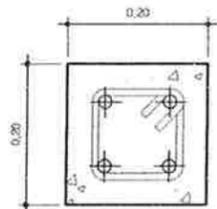
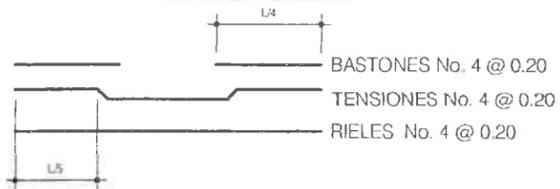
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL	LUBICACION YUPILTEPEQUE JUTIAPA
CONTENIDO INSTALACIONES ELECTRICAS (ILUMINACION)	ESTUDIANTE ALEXANDER SAMAYDA ARGUETA
ESCALA INDICADA	CARRER 2007 - 188-45
FECHA MAYO 2014	HOJA No 13/17



PLANTA BAJA

PLANTA ALTA

SIMBOLOGÍA



VIGA AA  
SECCION A - A'

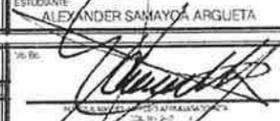
ESC: 1/5

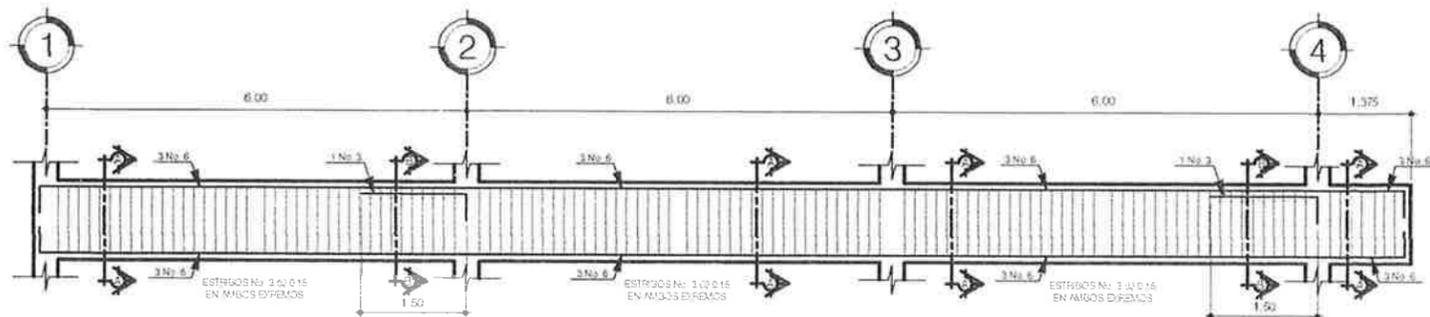
INB 5 -  
Ed No. 3-10-13

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

- Diseño de losas por el metodo 3 del ACI 318-05.
- Espesor de losas = 0.15 m

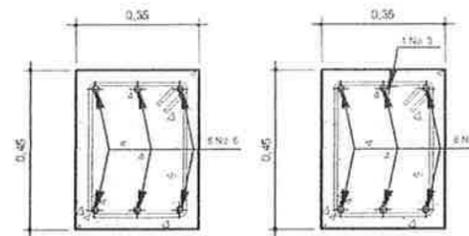


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL	UBICACION YUPILTEPEQUE JUTIAPA	
CONTENIDO LOSAS	ESTUDIANTE ALEXANDER SAMAYOA ARGUETA	
ESCALA INDICADA	CARRER 2007 - 18845	No. B. 
FECHA MAYO 2014	HOJA No. 14/17	



VIGA (VA - 1) MARCO A

ESCALA H: 1/50  
V: 1/20

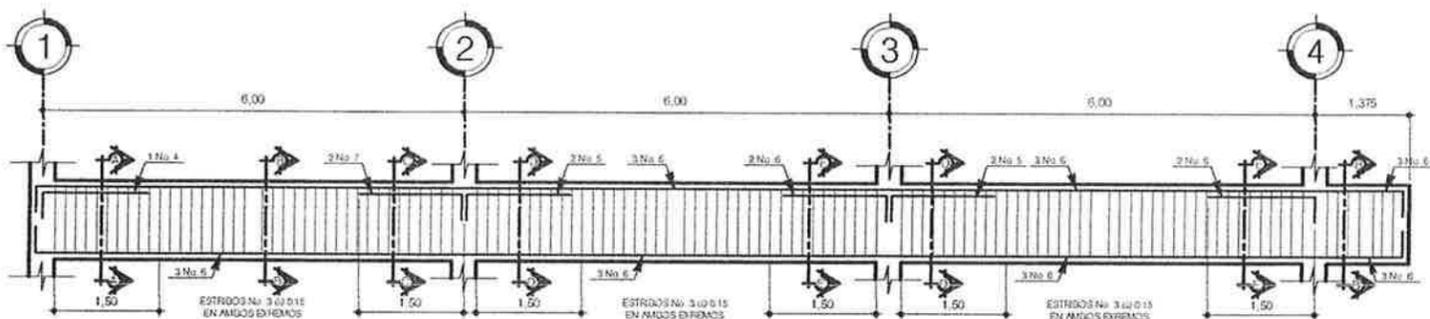


SECCION A - A'

SECCION B - B'

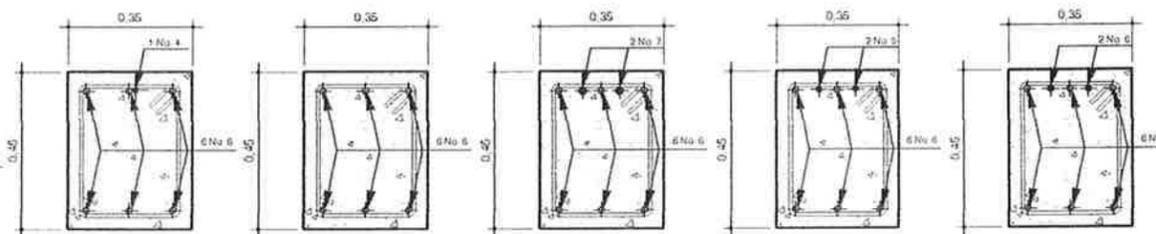
ESC: 1/10  
6 No 6 +  
Es No 3 @ 0.15

ESC: 1/10  
6 No 6 + 1 Danton No 3 +  
Es No 3 @ 0.15



VIGA (VB - 1) MARCO B

ESCALA H: 1/50  
V: 1/20



SECCION A - A'

SECCION B - B'

SECCION C - C'

SECCION D - D'

SECCION E - E'

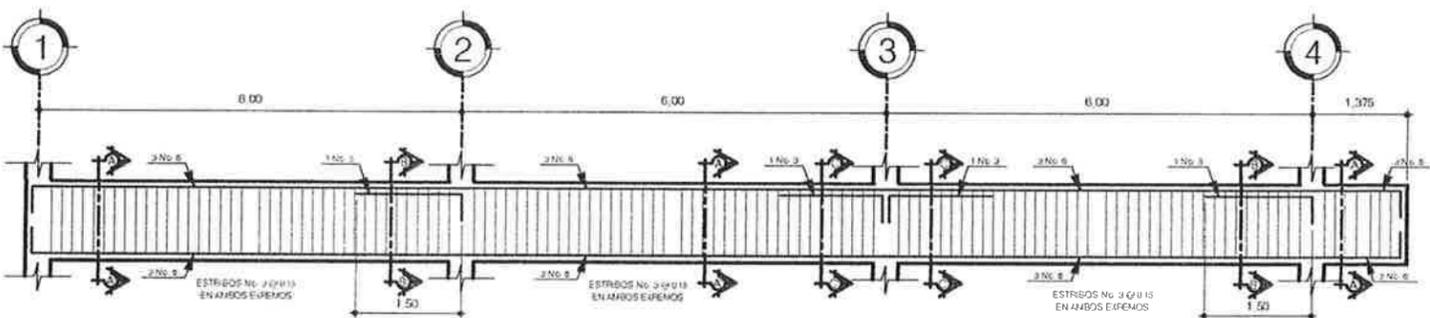
ESC: 1/10  
6 No 6 +  
Es No 3 @ 0.15

ESC: 1/10  
6 No 6 +  
Es No 3 @ 0.15

ESC: 1/10  
6 No 6 + 1 Danton No 3 +  
Es No 3 @ 0.15

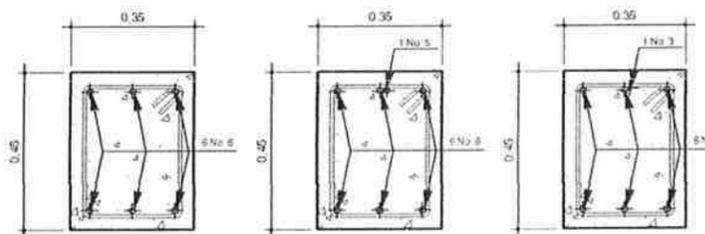
ESC: 1/10  
6 No 6 + 1 Danton No 3 +  
Es No 3 @ 0.15

ESC: 1/10  
6 No 6 + 1 Danton No 3 +  
Es No 3 @ 0.15



VIGA (VC - 1) MARCO C

ESCALA H: 1/50  
V: 1/20



SECCION A - A'

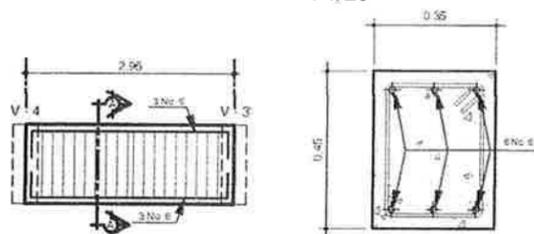
SECCION B - B'

SECCION C - C'

ESC: 1/10  
6 No 6 +  
Es No 3 @ 0.15

ESC: 1/10  
6 No 6 + 1 Danton No 5 +  
Es No 3 @ 0.15

ESC: 1/10  
6 No 5 + 1 Danton No 3 +  
Es No 3 @ 0.15



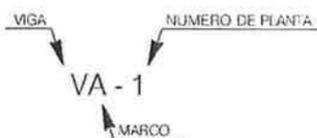
SECCION A - A'

SECCION A - A'

VIGA (VB')

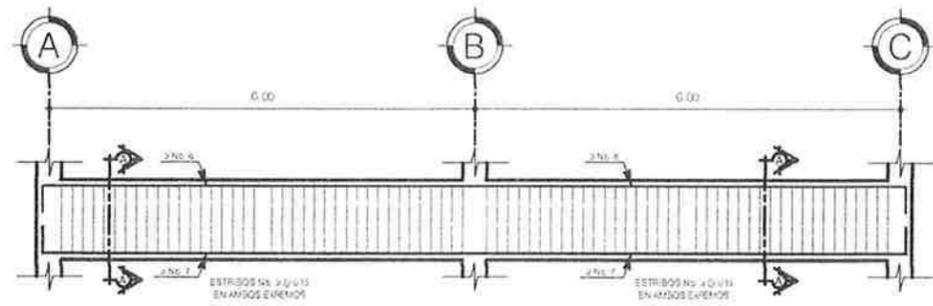
ESCALA H: 1/50  
V: 1/20

SIMBOLOGÍA



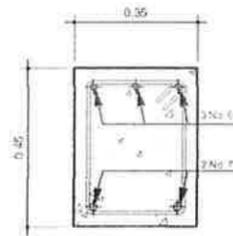
DETALLE DE VIGAS PLANTA BAJA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL	UBICACION YUPLITEPEQUE JUTIAPA
CONTENIDO DETALLE DE VIGAS PLANTA BAJA	ESTUDIANTE ALEXANDER SAMAYOA ARGUETA
ESCALA INDICADA	CARNET 2007 - 18845
FECHA MAYO 2014	HOJA No. 15/17



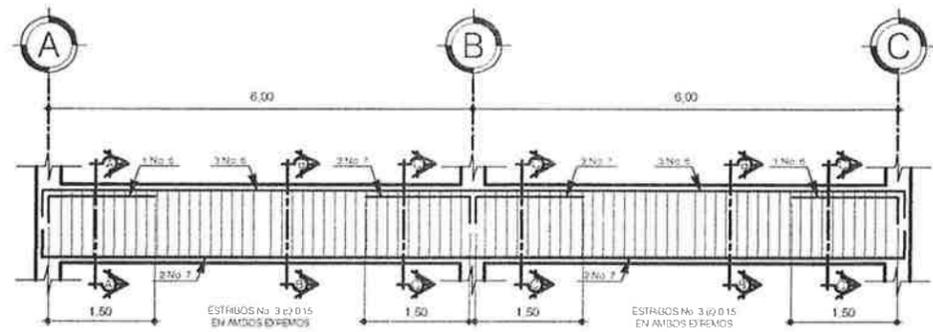
VIGA (V1 - 1) MARCO 1

ESCALA H: 1/50  
V: 1/20



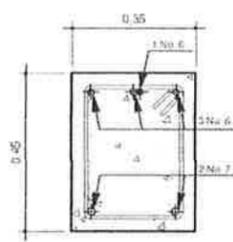
SECCION A - A'

ESC: 1/10  
3 No. 6 + 2 No. 7  
Ex. No. 3 Ø 0.15



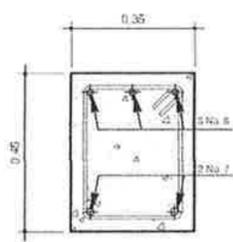
VIGA (V2 - 1), (V3 - 1) MARCO 2 Y 3

ESCALA H: 1/50  
V: 1/20



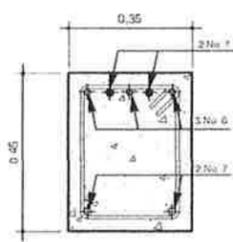
SECCION A - A'

ESC: 1/10  
3 No. 6 + 3 No. 7 + 1 Union No. 6  
Ex. No. 3 Ø 0.15



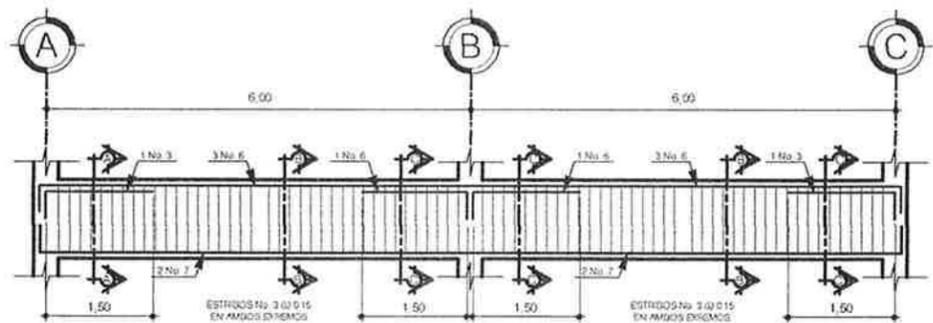
SECCION B - B'

ESC: 1/10  
3 No. 6 + 2 No. 7 +  
Ex. No. 3 Ø 0.15



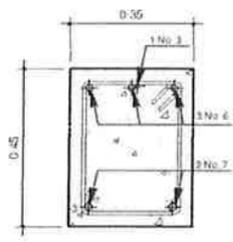
SECCION C - C'

ESC: 1/10  
3 No. 6 + 2 No. 7 + 2 Uniones No. 7  
Ex. No. 3 Ø 0.15



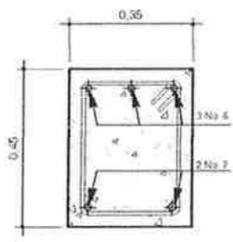
VIGA (V4 - 1) MARCO 4

ESCALA H: 1/50  
V: 1/20



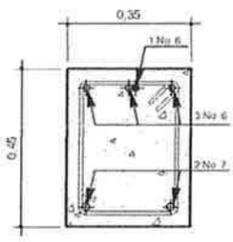
SECCION A - A'

ESC: 1/10  
3 No. 6 + 2 No. 7 + 1 Union No. 3  
Ex. No. 3 Ø 0.15



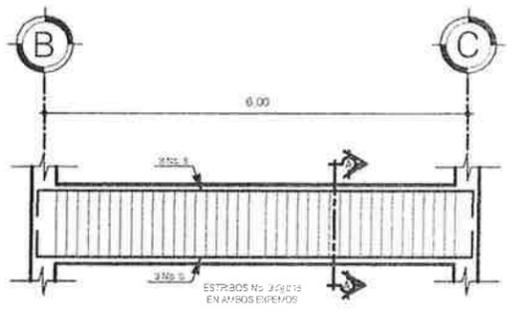
SECCION B - B'

ESC: 1/10  
3 No. 6 + 2 No. 7 +  
Ex. No. 3 Ø 0.15



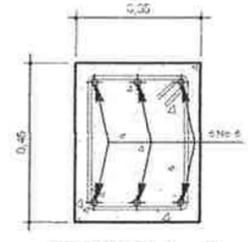
SECCION C - C'

ESC: 1/10  
3 No. 6 + 2 No. 7 + 1 Union No. 6  
Ex. No. 3 Ø 0.15



VIGA (V - 3')

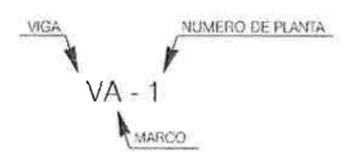
ESCALA H: 1/50  
V: 1/20



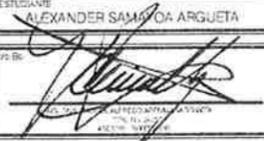
SECCION A - A'

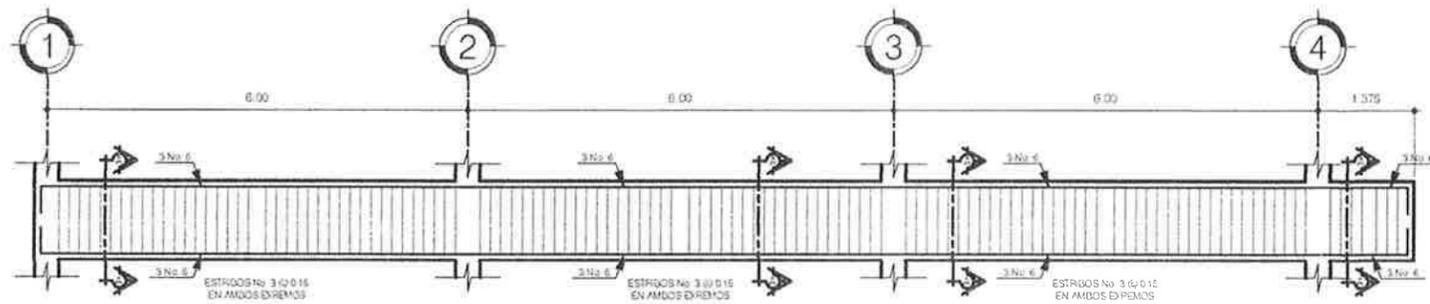
ESC: 1/10  
2 No. 6 +  
Ex. No. 3 Ø 0.15

SIMBOLOGÍA



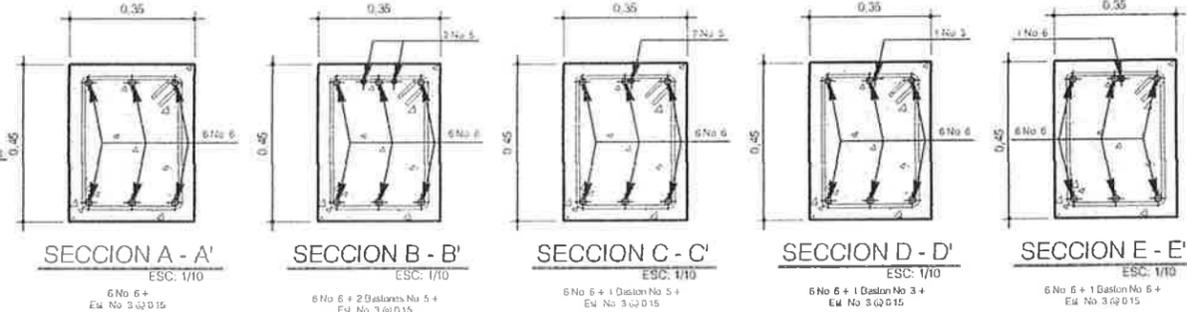
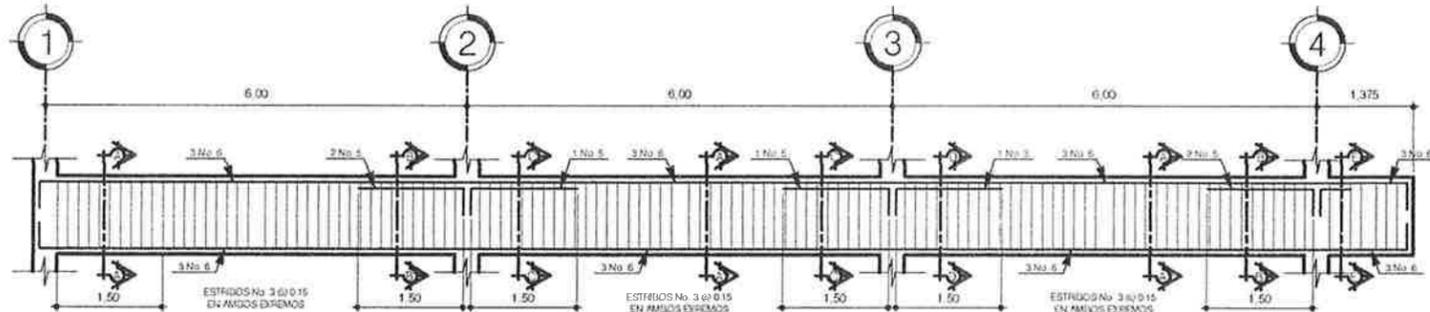
DETALLE DE VIGAS PLANTA BAJA

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL	UBICACIÓN: YUPILTEPEQUE JUTIAPA	
CONTENIDO: DETALLE DE VIGAS PLANTA BAJA	ESTUDIANTE: ALEXANDER SAMOA ARGUETA	
ESCALA: INDICADA	CARNET: 2007 - 18845	FOLIO: 16/17
FECHA: MAYO 2014	 ALEXANDER SAMOA ARGUETA INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL	



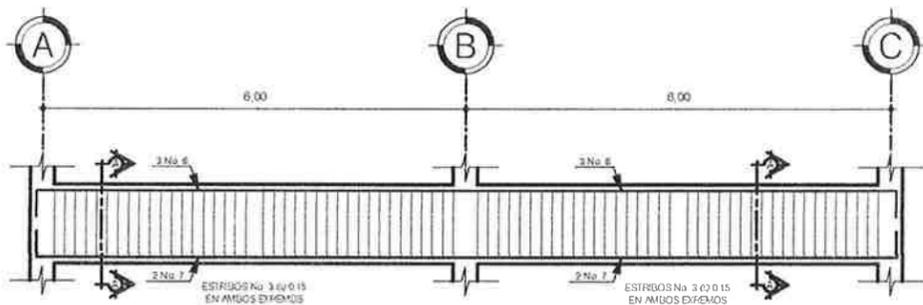
VIGA (VA - 2), (VC - 2) MARCO A Y C

ESCALA H: 1/50  
V: 1/20



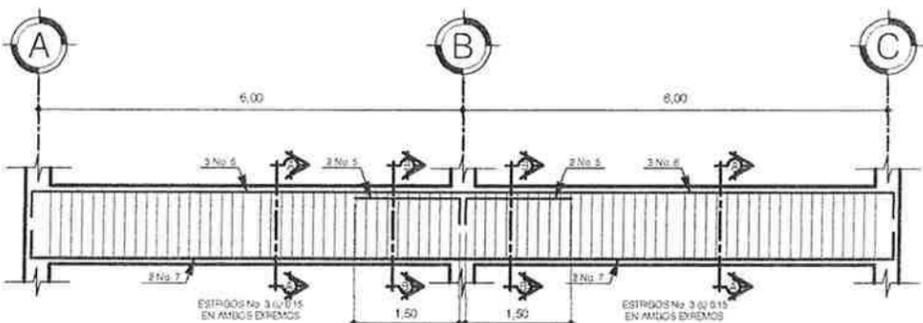
VIGA (VB - 2) MARCO B

ESCALA H: 1/50  
V: 1/20



VIGA (V1 - 2), (V4 - 2) MARCO 1 Y 4

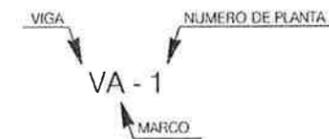
ESCALA H: 1/50  
V: 1/20



VIGA (V2 - 2), (V3 - 2) MARCO 2 Y 3

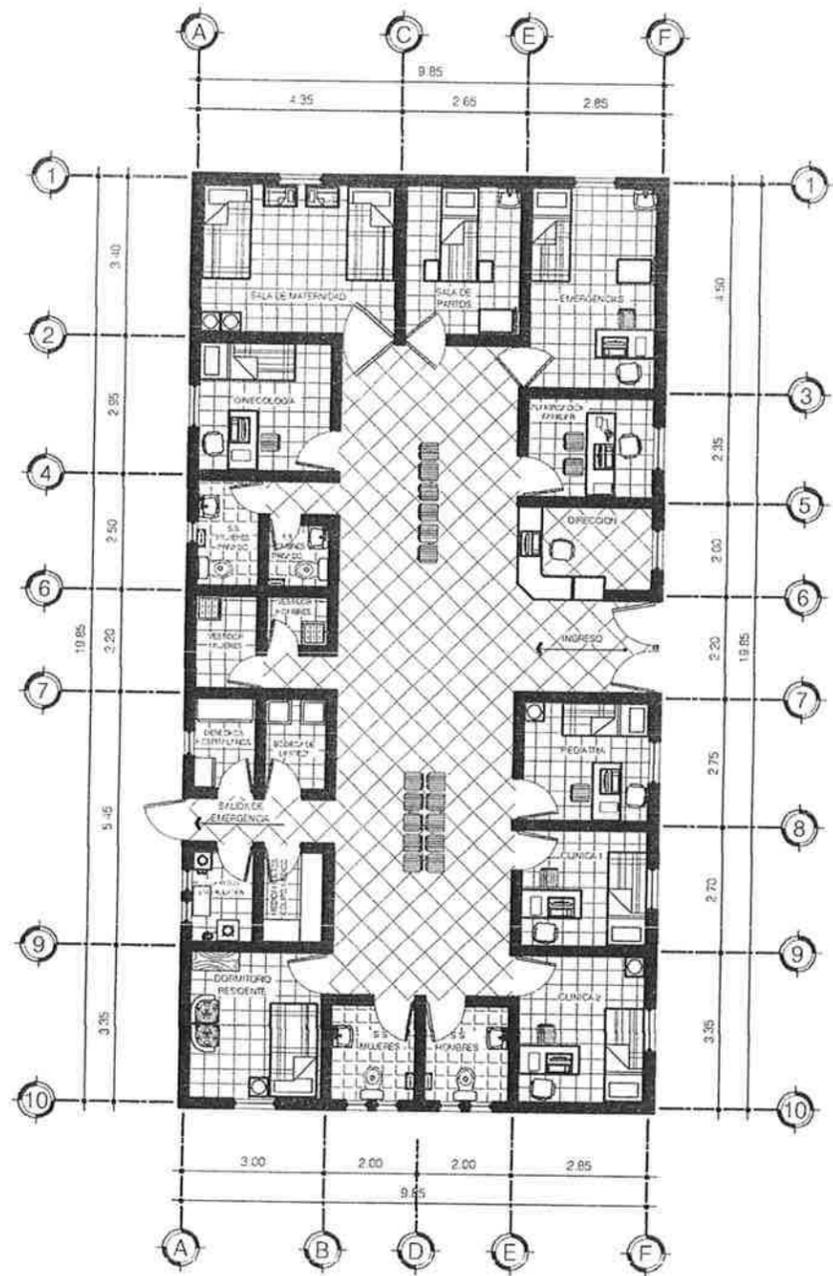
ESCALA H: 1/50  
V: 1/20

SIMBOLOGÍA

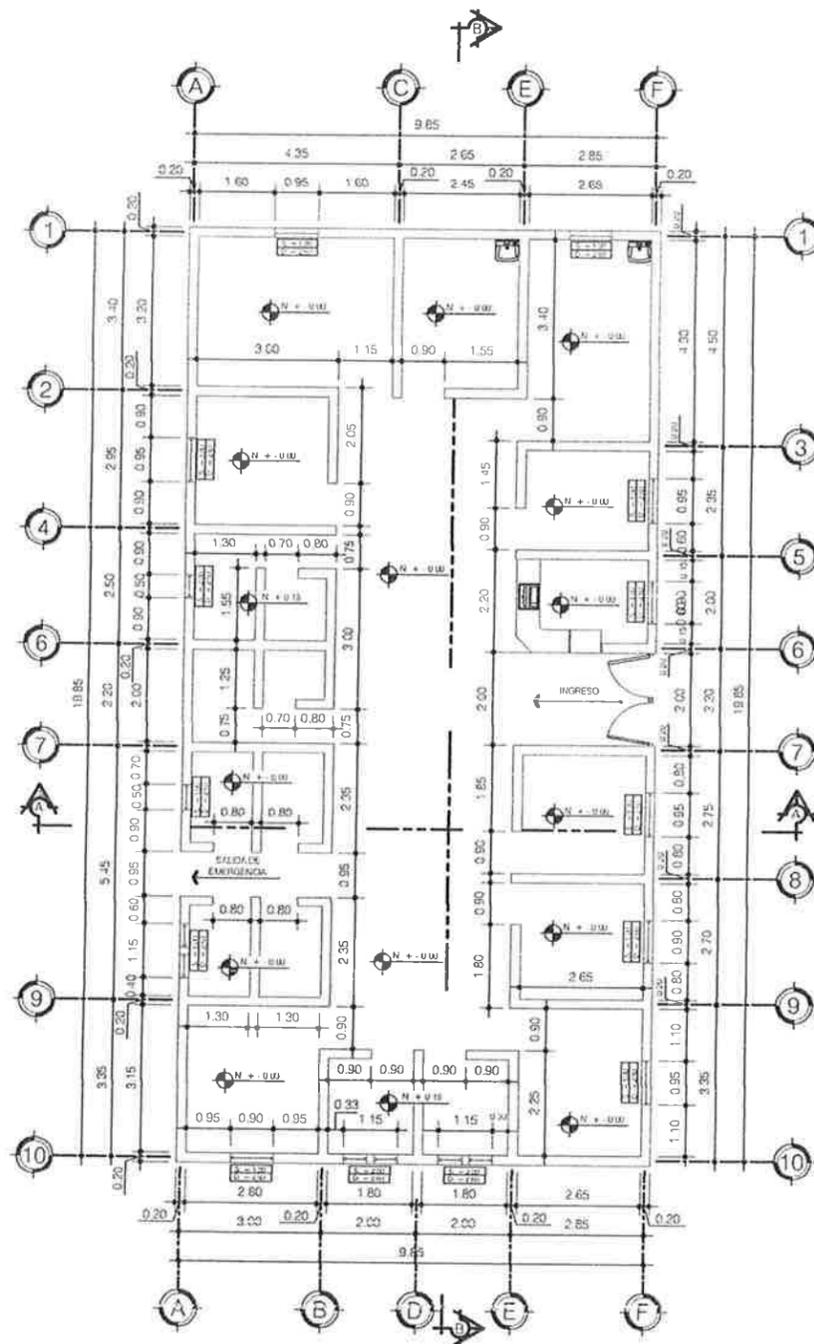


DETALLE DE VIGAS PLANTA ALTA

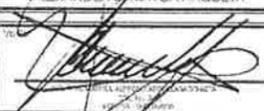
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL	UBICACION YUPILTEPEQUE JUTIAPA
CONTENIDO DETALLE DE VIGAS PLANTA ALTA	ESTUDIANTE ALEXANDER SAMAYOA ARGUETA
ESCALA INDICADA	CAPITULO 2007 - 18845
FECHA MAYO 2014	HOJA No. 17/17

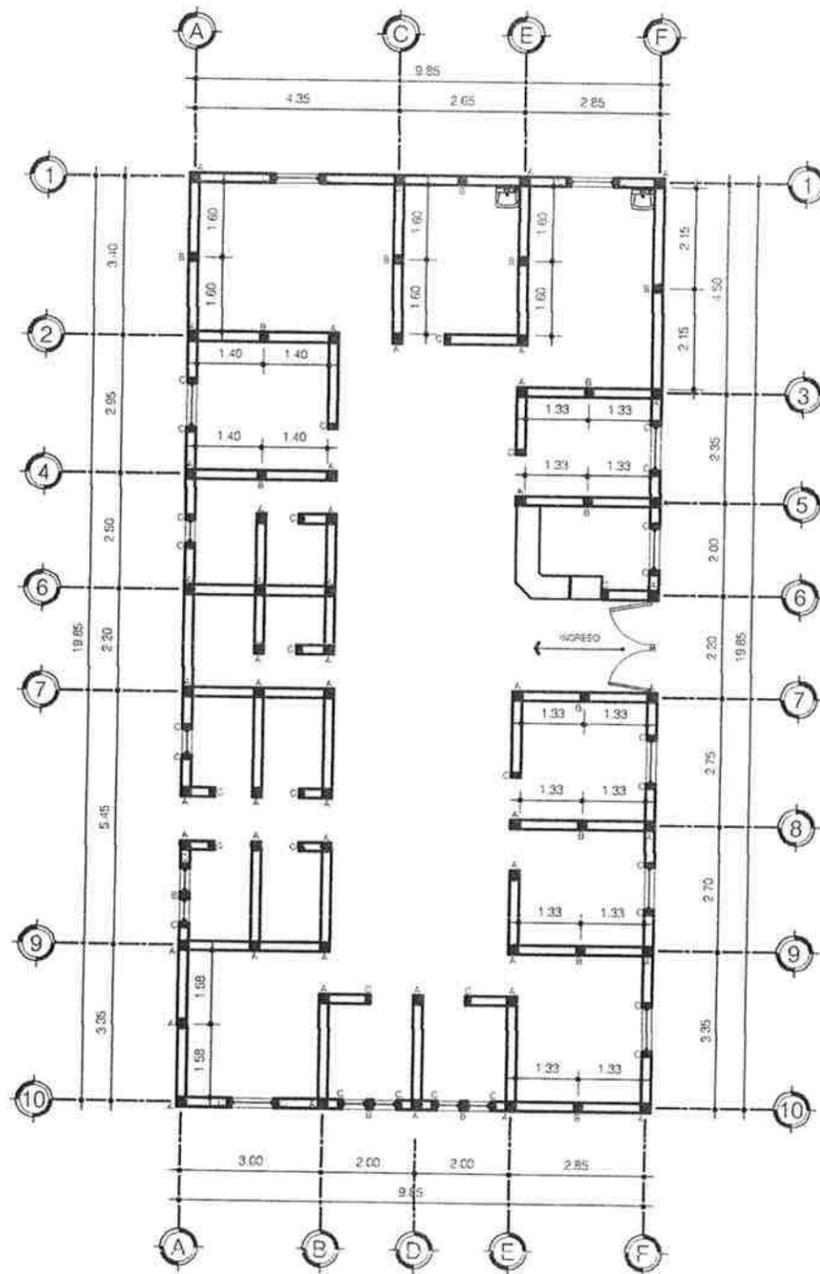


**PLANTA AMUEBLADA**  
ESCALA 1:75



**PLANTA ACOTADA**  
ESCALA 1:75

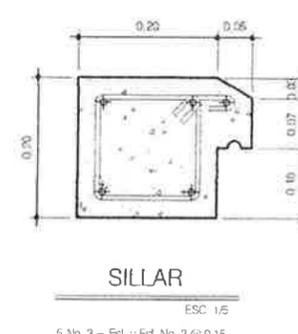
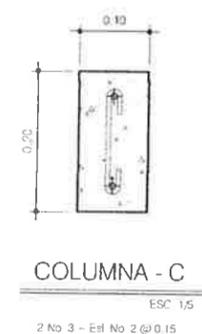
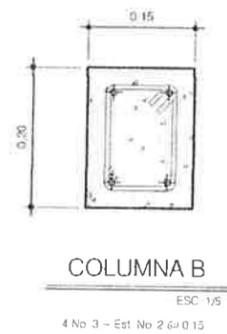
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
		PROYECTO
DISEÑO DE PUESTO DE SALUD		YUPILTEPEQUE JUTIAPA
CONTENIDO		ESTUDIANTE
PLANTA AMUEBLADA Y ACOTADA		ALEXANDER SAMAYOA ARGUETA
ESCALA	CARIS	
INDICADA	2007 - 18845	
FECHA	HOJA No	
MAYO 2014	1/9	



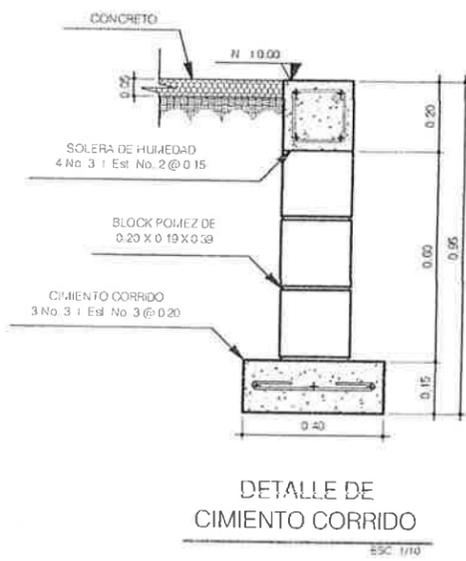
**PLANTA DE COLUMNAS**  
ESCALA 1:75

**SIMBOLOGÍA**

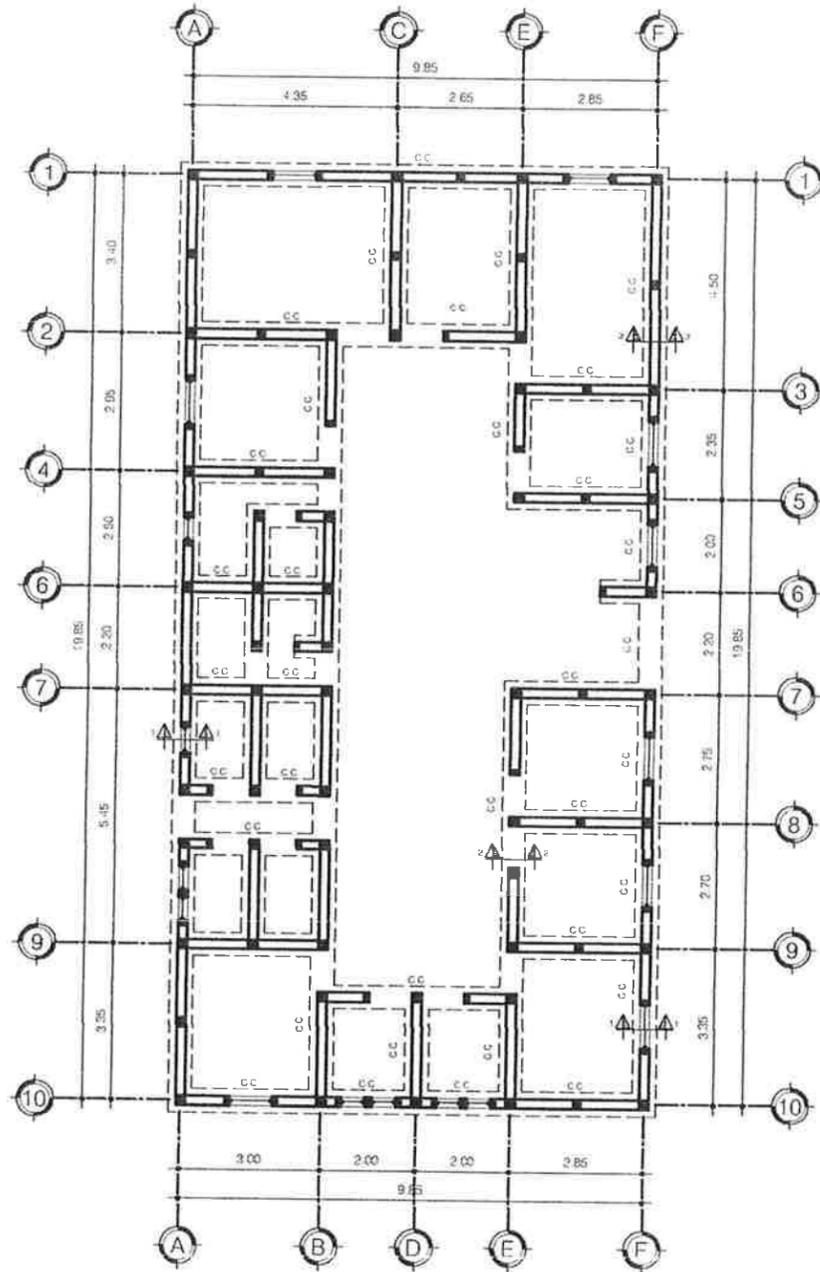
A	COLUMNA TIPO A
B	COLUMNA TIPO B
C	COLUMNA TIPO C



**DETALLES DE COLUMNAS Y SOLERAS**  
ESC: 1/5



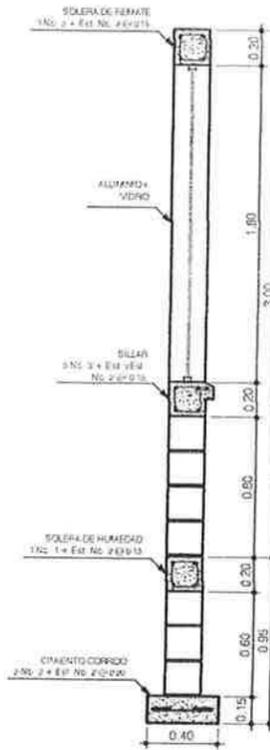
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO	DISEÑO DE PUESTO DE SALUD	UBICACION	YUPILTEPEQUE JUTIAPA
CONTENIDO	PLANTA DE COLUMNAS	ESTUDIANTE	ALEXANDER SAMAYOA ARGUETA
ESCALA	INDICADA	CAPIET	2007 - 18845
FECHA	MAYO 2014	HOJAS	2/9



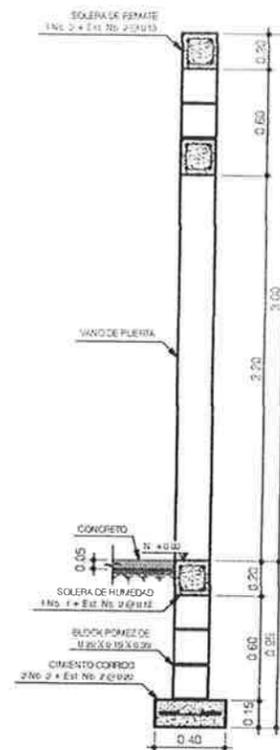
**PLANTA DE CIMIENTOS**  
ESCALA 1:75

**SIMBOLOGÍA**

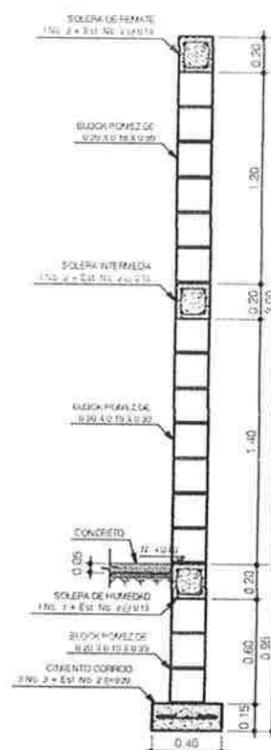
C.C.	CIMIENTO CORRIDO
↑ ↓	CORTE DE MURO



**MURO 1**  
ESCALA 1:20



**MURO 2**  
ESCALA 1:20



**MURO 3**  
ESCALA 1:20



**MURO 4**  
ESCALA 1:20

**DETALLE DE MUROS**  
ESCALA 1:20

**MATERIALES**

Cemento Portland: para uso general en la construcción 4000 PSI que corresponde a una resistencia mínima a los 28 días. Los locales o bodegas para el almacenaje de cemento deben ser sitios adecuados en los que estos queden debidamente protegidos de la lluvia y de la humedad.

Agregado Fino (arena de río): procede de depósitos de ríos por lo que debe estar libre de contaminantes de capas de arcilla o calcáreas a fin de obtener un agregado de calidad uniforme.

Agregado Grueso (pedrín de 3/4" y 1/2"): procede de depósitos de ríos debe estar libre de contaminantes, material orgánico, arcilla entre otras sustancias perjudiciales a fin de obtener un agregado de calidad uniforme.

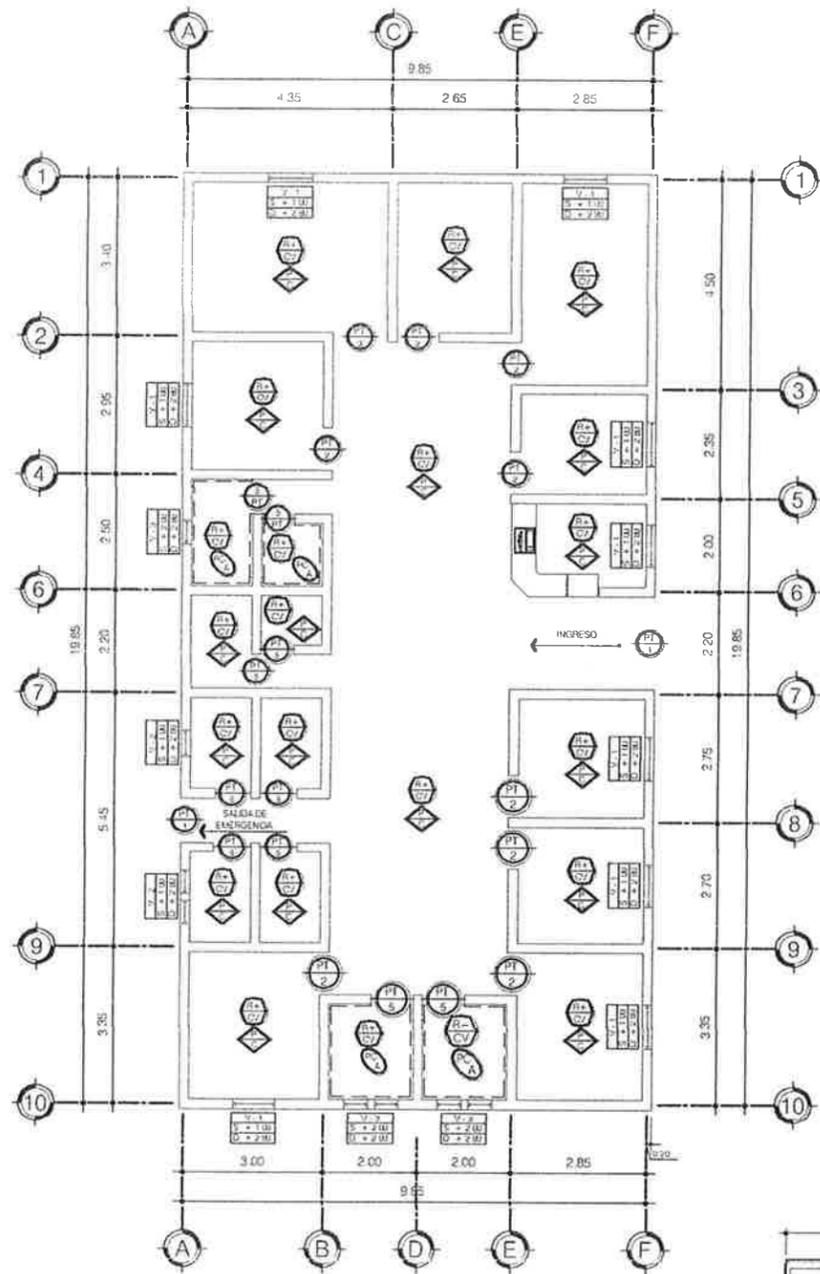
Los agregados se almacenan en forma de pilas estas deben formarse sobre bases firmes las que deben permitir el drenaje hacia afuera de las pilas estar libres de maleza u otro tipo de vegetación y permanecer inalteradas durante todo el tiempo.

Agua: el agua para mezclado y curado del concreto debe ser preferentemente potable limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceites ácidos álcalis sales como cloruros o sulfatos material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero el agua de mar o aguas salobres no debe usarse para concretos.

Block Pomez y Block U de 0.15 x 0.19 x 0.40 de arena y cemento con una resistencia mínima de 50 kg/cm<sup>2</sup>.

Acero de Refuerzo: acero legítimo grado 40 de las dimensiones y formas mostradas en los detalles. El acero de refuerzo debe almacenarse por encima del nivel del terreno sobre plataformas u otros soportes de madera u otro material adecuado y debe ser protegido hasta donde sea posible contra daños mecánicos y deterioro superficial incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.

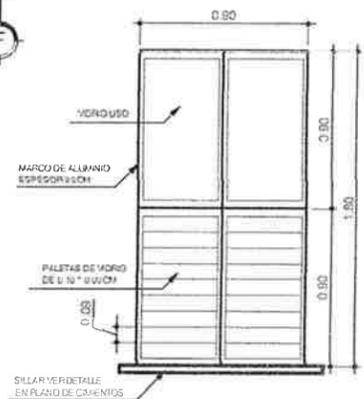
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO DISEÑO DE PUESTO DE SALUD	UBICACION YUPILTEPEQUE JUTIAPA
CONTENIDO PLANTA DE CIMIENTOS	ESTUDIANTE ALEXANDER SAMAYOA ARGUETA
ESCALA INDICADA	DIAGRAMA 2007 - 18845
FECHA MAYO 2014	HOJA NO. 3/9



PLANTA DE ACABADOS  
ESCALA 1:75

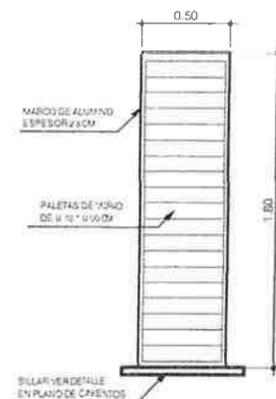
SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	PUERTA TIPO		PISO CERAMICO
	REPELLO / CERNIDO VERTICAL EN PARED		PISO CERAMICO ANTIOLEUZANTE
	AZULEJO EN PARED		



VENTANA TIPO 1

ESCALA 1:20



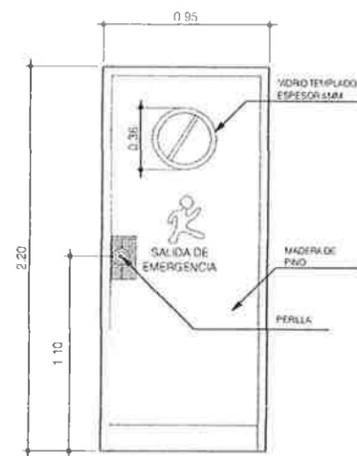
VENTANA TIPO 2

ESCALA 1:20



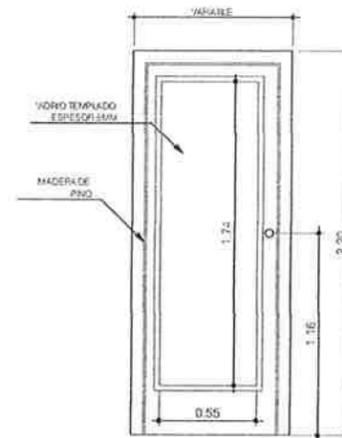
VENTANA TIPO 3

ESCALA 1:20



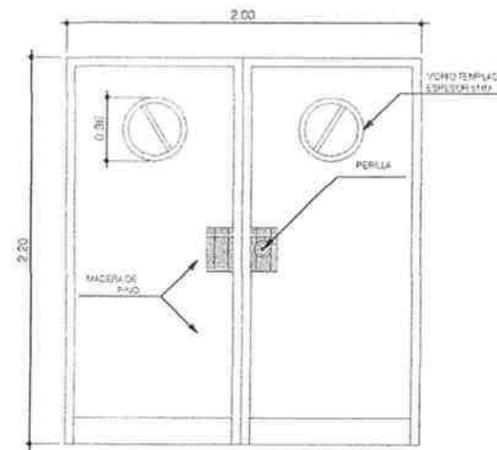
PUERTA TIPO 4  
SALIDA DE EMERGENCIA

ESCALA 1:20



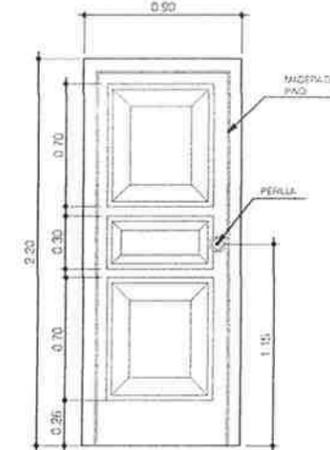
PUERTA TIPO 5  
BAÑOS, BODEGAS

ESCALA 1:20



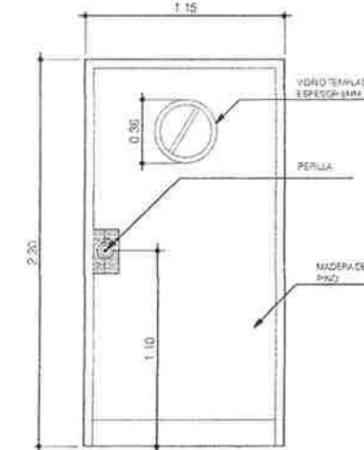
PUERTA TIPO 1  
ENTRADA PRINCIPAL

ESCALA 1:20



PUERTA TIPO 2  
CLINICAS

ESCALA 1:20



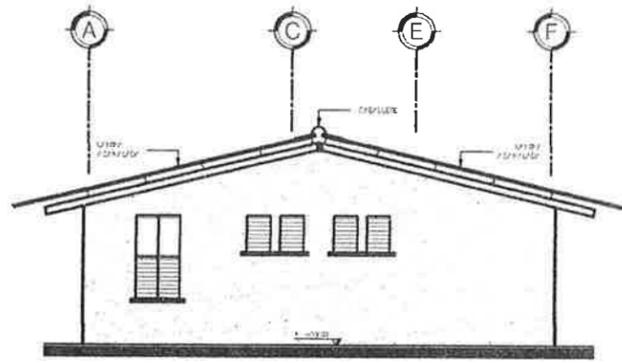
PUERTA TIPO 3  
SALA DE PARTOS

ESCALA 1:20

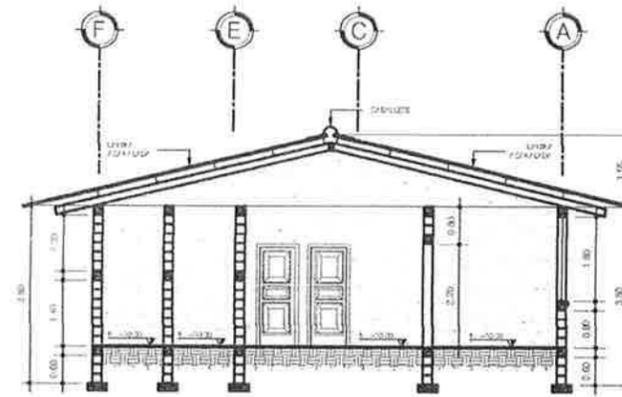
DETALLE DE PUERTAS Y VENTANAS

ESCALA 1:20

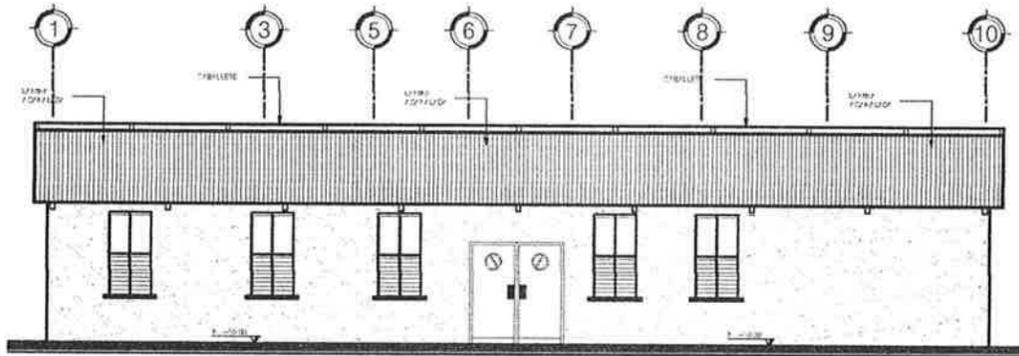
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DISEÑO DE PUESTO DE SALUD	UBICACION: YUPILTEPEQUE JUTIAPA
CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS	ESTUDIANTE: ALEXANDER SAMAYOA ARGUETA
ESCALA: INDICADA	CARNET: 2007 - 18845
FECHA: MAYO 2014	HOJA NO: 4/3



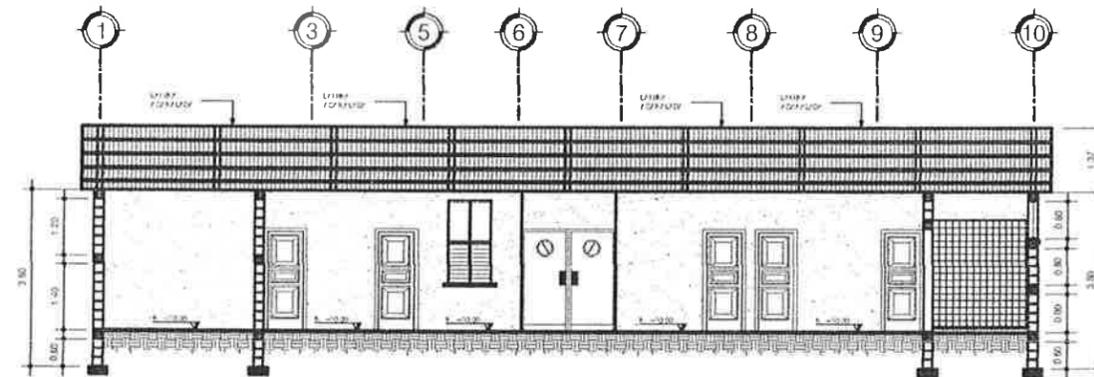
ELEVACION LATERAL IZQUIERDA  
ESCALA 1:75



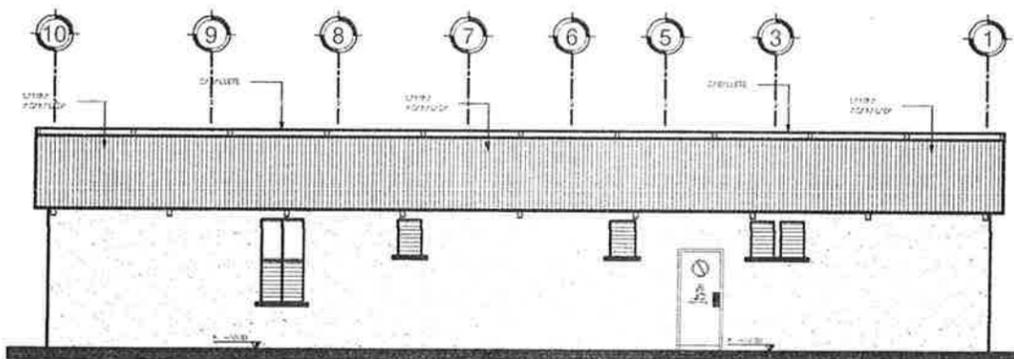
CORTE A-A'  
ESCALA 1:75



ELEVACION FRONTAL  
ESCALA 1:75

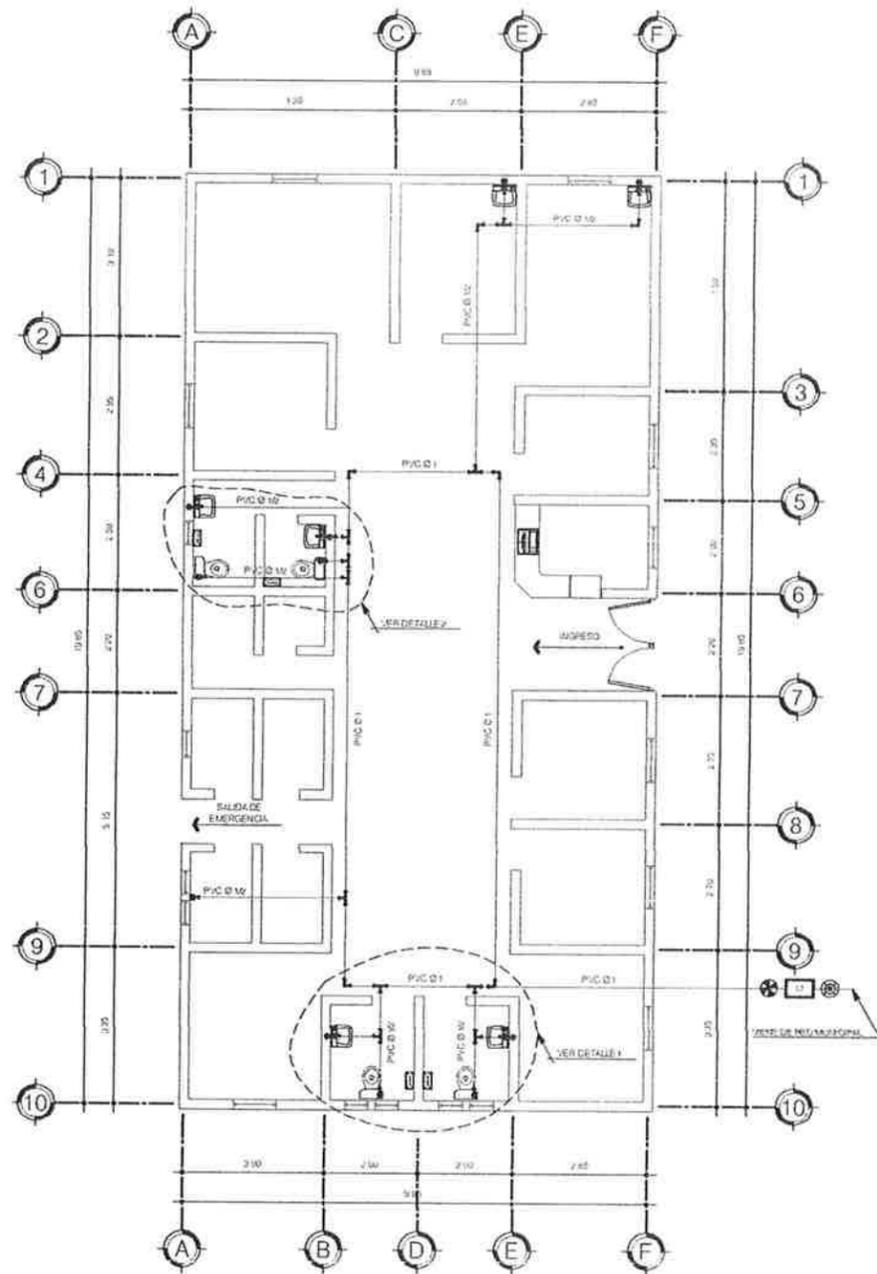


CORTE B-B'  
ESCALA 1:75



ELEVACION POSTERIOR  
ESCALA 1:75

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DISEÑO DE PUESTO DE SALUD	UBICACION: YUPLITEPEQUE JUTIAPA
CONTENIDO: ELEVACIONES Y CORTES	ESTUDIANTE: ALEXANDER SAMAYOA ARGUETA
ESCALA: INDICADA	CARNET: 2007 - 18845
FECHA: MAYO 2014	HOJA No: 5/9



**PLANTA DE AGUA POTABLE**

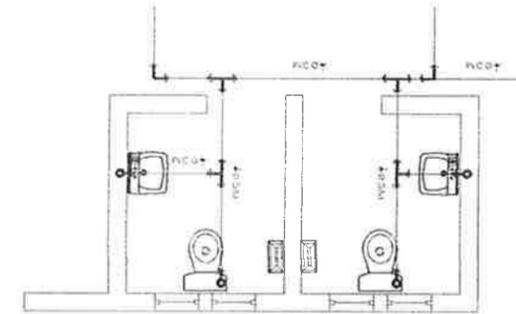
ESCALA 1:75

**SIMBOLOGÍA**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CODO A 90° HORIZONTAL		TUBERÍA DE AGUA FRIA PVC Ø 1/2"
	CODO A 90° VERTICAL		LLAVE DE PASO
	TEE A 90° VERTICAL		CONTADOR DE AGUA
	TEE A 90° HORIZONTAL		LLAVE DE COMPUERTA

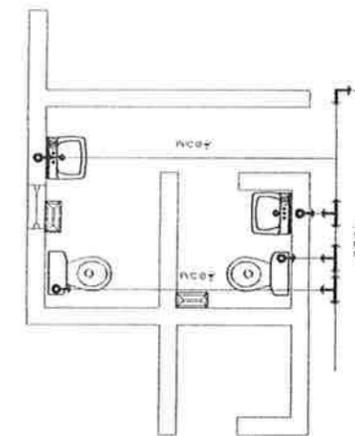
**ESPECIFICACIONES DE DISEÑO**

- La tubería de instalación de agua potable será de cloruro de polivinilo (PVC) para una presión de trabajo de 160 PSI y deberá satisfacer la norma comercial COGUANOR NGO 19003 los solventes deben cumplir con la norma ASTM D-2564
- Los accesorios deben ser compatibles con el tipo y clase de la tubería PVC y cumplir con lo indicado en la Norma ASTM D-2466
- El diámetro de la tubería las dimensiones de tubería y los circuitos que se generan se muestran en la planta
- Cualquier cambio de diámetro por condiciones especiales encontradas en el campo deberá ser autorizada por el supervisor
- Los artefactos sanitarios como inodoros lavamanos y mingitorios serán American Standard todos los artefactos serán de color blanco



**DETALLE 1**

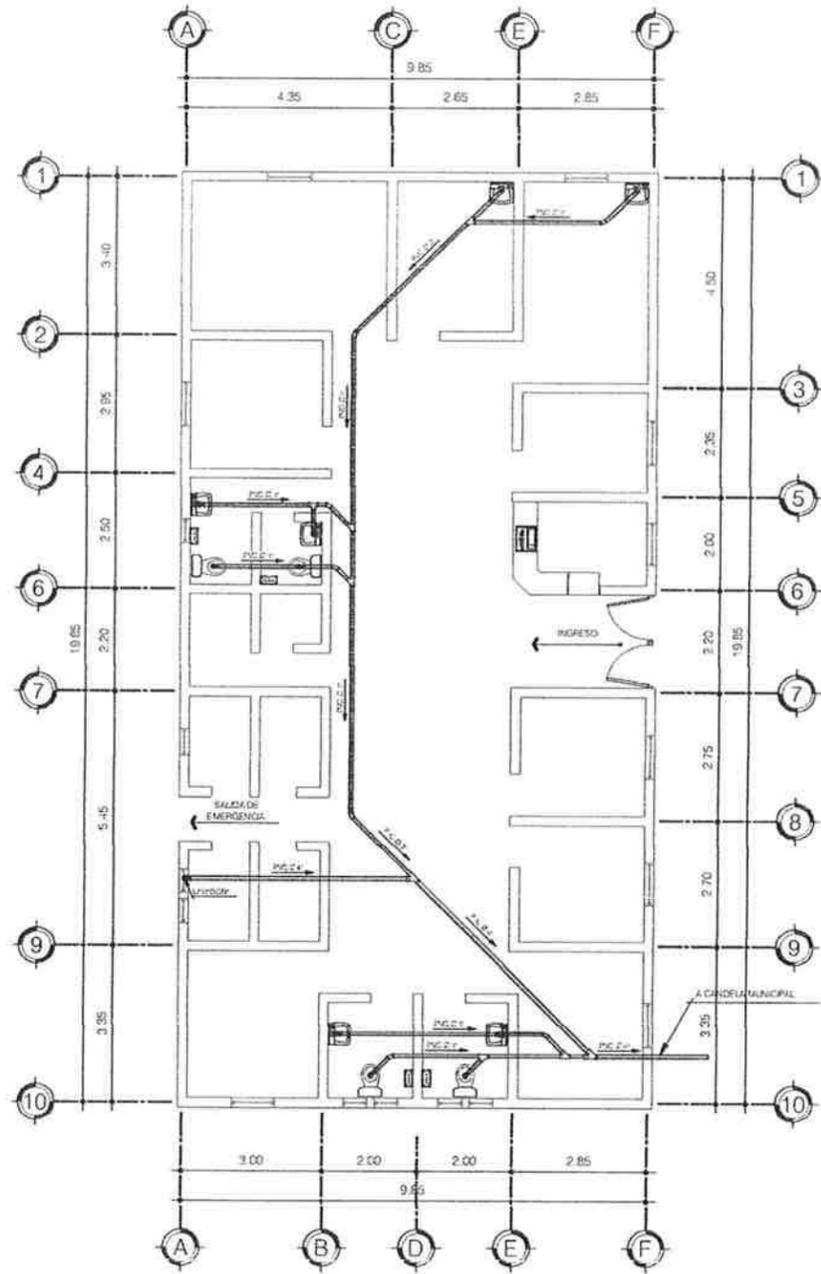
SIN ESCALA



**DETALLE 2**

SIN ESCALA

		<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</b>	
PROYECTO	DESIGNO DE PUESTO DE SALUD	UBICACION	YUPILTEPEQUE JUTIAPA
CONTENIDO	PLANTA DE AGUA POTABLE	ESTUDIANTE	ALEXANDER SANCHEZ ARGUETA
ESCALA INDICADA	CAPNET 2007 - 18845	FECHA	MAYO 2014
FECHA	MAYO 2014	HOJAS	6.8



**PLANTA DE DRENAJE**

ESCALA 1:75

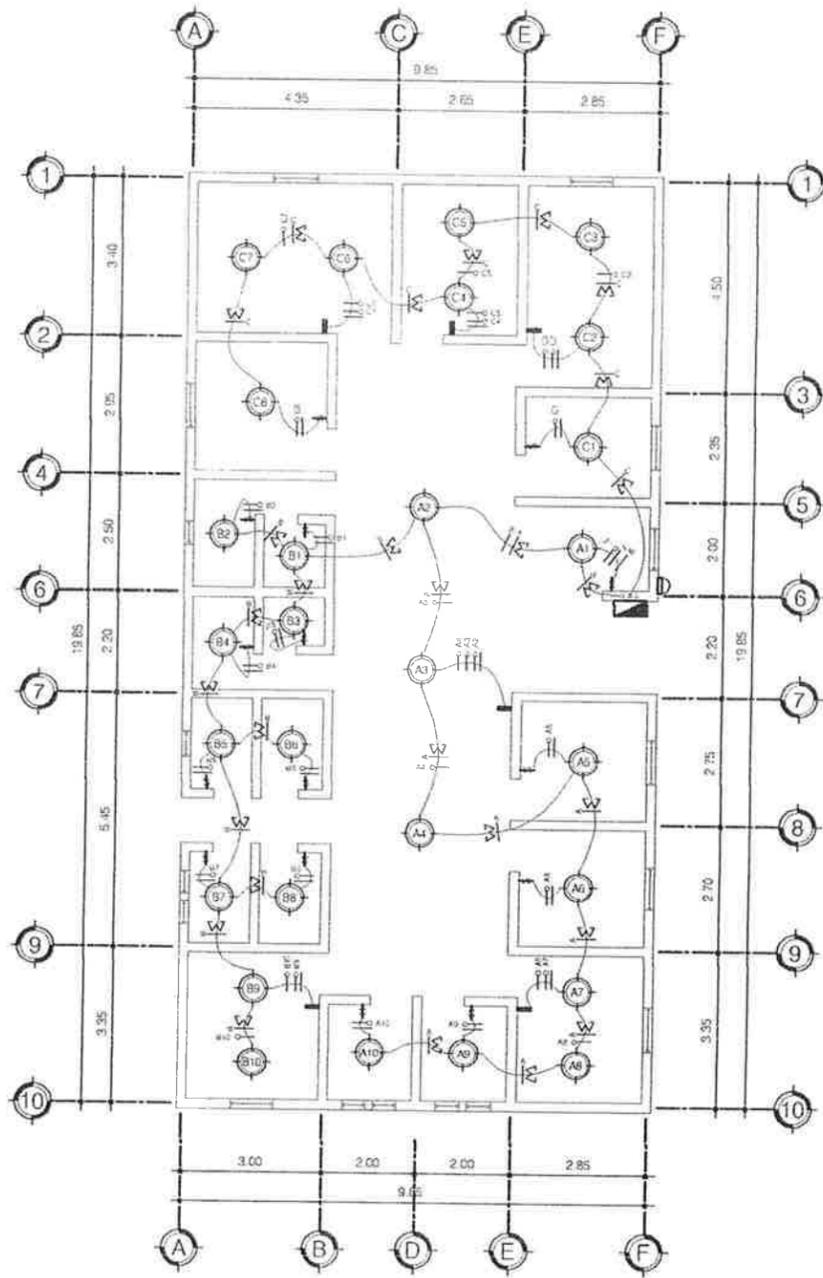
**ESPECIFICACIONES DE DISEÑO**

- Los accesorios deben ser compatibles con el tipo y clase de la tubería PVC y cumplir con lo indicado en la Norma ASTM D-2466
- El diámetro de la tubería las dimensiones de tubería y los circuitos que se generan se muestran en la planta
- Cualquier cambio de diámetro por condiciones especiales encontradas en el campo deberá ser autorizada por el supervisor
- Los artefactos sanitarios como inodoros lavamanos y mingitorios serán American Standard todos los artefactos serán de color blanco

**SIMBOLOGÍA**

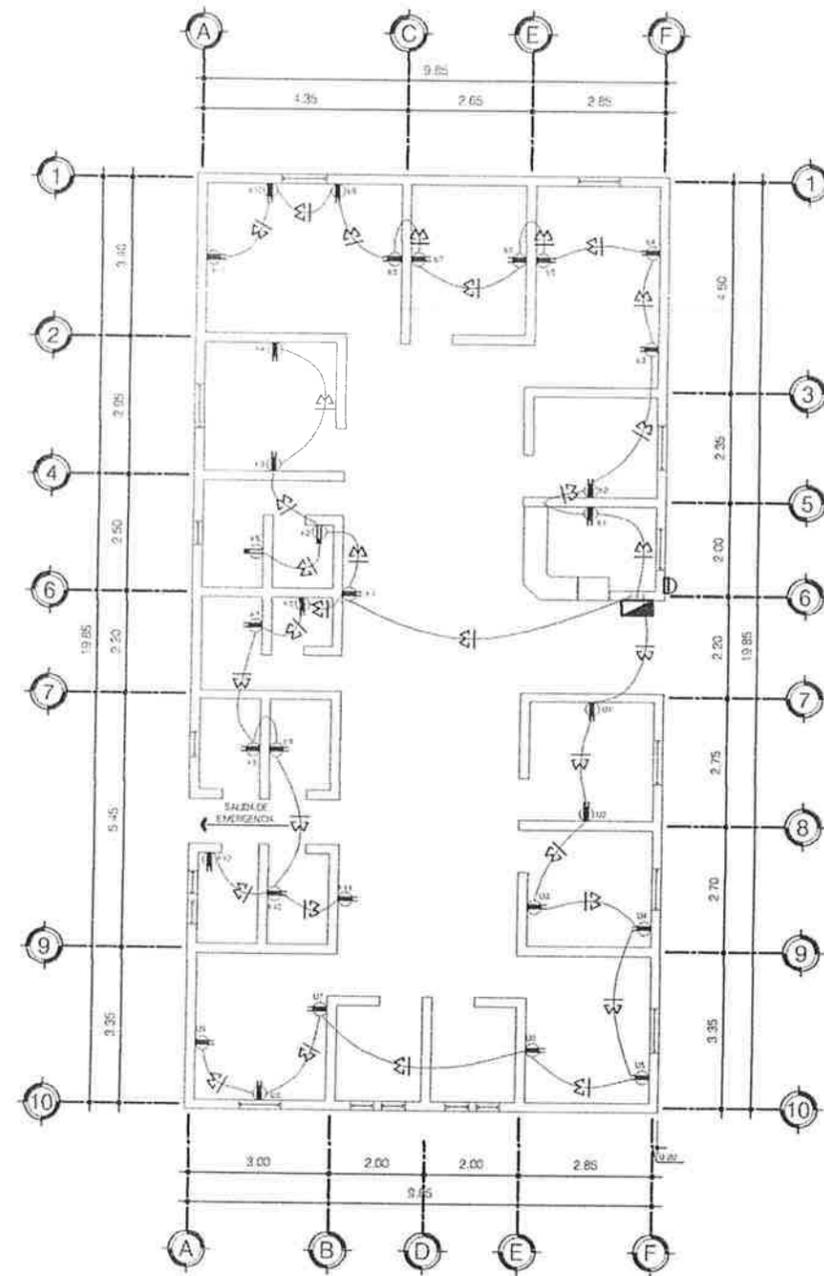
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CODO A 45° HORIZONTAL		DIRECCIÓN DE LA PENDIENTE
	CODO A 90° VERTICAL		REDUCIDOR TIPO BUSHING DE 3" A 4"
	TEE A 90° VERTICAL		
	TUBERÍA PVC Ø 3" - 4" PARA AGUAS NEGRAS		

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO	DISEÑO DE PUESTO DE SALUD	LUGAR	YUPILTEPEQUE JUTIAPA
CONTENIDO	PLANTA DE DRENAJE	ESTUDIANTE	ALEXANDER SAMAYCA ARGUETA
ESCALA	INDICADA	CARPET	2007 - 18845
FECHA	MAYO 2014	FOLIO No.	7/9



PLANTA DE ILUMINACION

ESCALA 1:75



PLANTA DE FUERZA

ESCALA 1:75

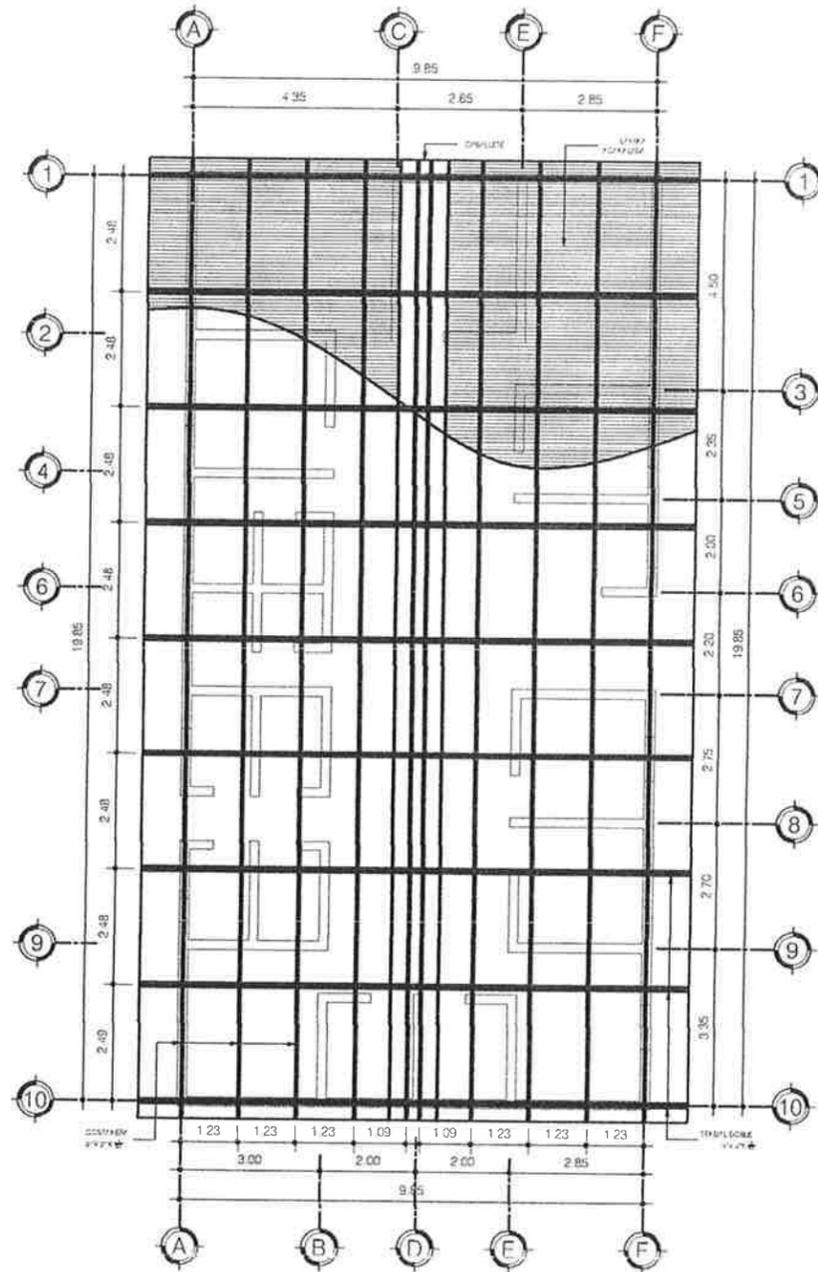
SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CONTADOR		CONDUCTOR NEUTRO CALIBRE 12 AWG
	TABLERO DE CIRCUITOS GE		RETORNO CALIBRE 12 AWG
	PO DUCTO EN CIELO		INTERRUPTOR SIMPLE
	NUMERO DE CIRCUITO		INTERRUPTOR DOBLE
	LAMPARA EN CIELO		TOMACORRIENTE SIMPLE
	INTERRUPTOR TRIPLE		TOMACORRIENTE DOBLE
	CONDUCTOR POSITIVO CALIBRE 12 AWG		

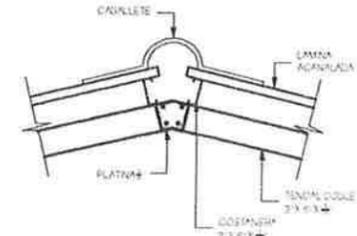
CIRCUITOS

CIRCUITOS	UNIDADES	FLUPON	USO	CIRCUITOS	UNIDADES	FLUPON	USO
A	10	20 AMP	ILUMINACIÓN	D	9	30 AMP	FUERZA
B	10	20 AMP	ILUMINACIÓN	E	11	30 AMP	FUERZA
C	8	20 AMP	ILUMINACIÓN	F	12	30 AMP	FUERZA

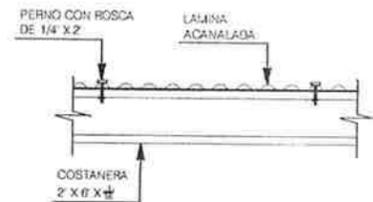
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO DISEÑO DE PUESTO DE SALUD	UBICACIÓN YUPILTEQUE JUTIAPA
CONTENIDO PLANTA DE ILUMINACION Y FUERZA	ESTUDIANTE ALEXANDER SAMAYOA ARGUETA
ESCALA INDICADA	CARNE 2007 - 18845
FECHA MAYO 2014	HOLAS 83



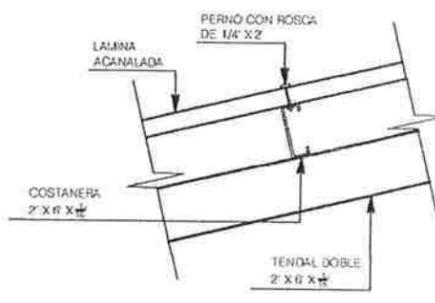
**PLANTA DE TECHO**  
ESCALA 1:75



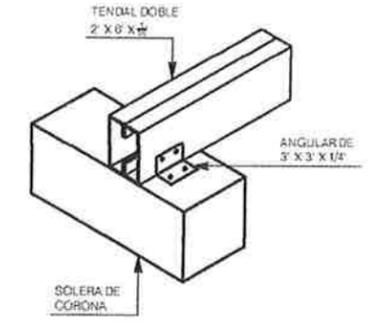
**DETALLE DE CABALLETE**  
ESCALA 1/20



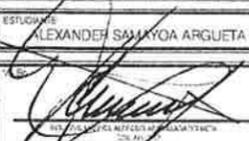
**DETALLE DE PERNO EN LAMINA Y COSTANERA**  
ESCALA 1/10



**DETALLE DE PERNO EN LAMINA Y COSTANERA**  
ESCALA 1/10



**ANCLAJE DE TENDAL A COSTANERA**  
ESCALA 1/10

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROYECTO	UBICACION
		DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL	YUBIUTPEQUE JUTIAPA
CONTENIDO		ESTUDIANTE	
PLANTE DE TECHO		ALEXANDEI SAMAYOA ARGUETA	
ESCALA INDICADA	CARRET: 2007 - 18845		
FECHA: MAYO 2014	HOJA No: 9/9		