



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

**DISEÑO DEL EDIFICIO BOMBERIL DE DOS NIVELES Y EL SISTEMA DE  
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA JARDINES DE SAN  
LUCAS "A" DEL CASCO URBANO DE SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ**

**Elvis Giovanni Corado Chávez**

**Asesorado por la Inga. Christa Classon de Pinto**

**Guatemala, mayo de 2009**





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**DISEÑO DEL EDIFICIO BOMBERIL DE DOS NIVELES Y EL SISTEMA DE  
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA JARDINES DE SAN  
LUCAS "A" DEL CASCO URBANO DE SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ELVIS GIOVANNI CORADO CHÁVEZ**

ASESORADO POR LA INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, MAYO DE 2009



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Christa Classon de Pinto
EXAMINADOR	Ing. Evelyn Morales Ramírez
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo 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 DEL EDIFICIO BOMBERIL DE DOS NIVELES PARA EL CASCO URBANO Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA JARDINES DE SAN LUCAS "A" DEL CASCO URBANO DE SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 20 de febrero de 2009.

**Elvis Giovanni Corado Chávez**





Guatemala 28 de abril de 2009.  
Ref.EPS.DOC.634.04.09.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

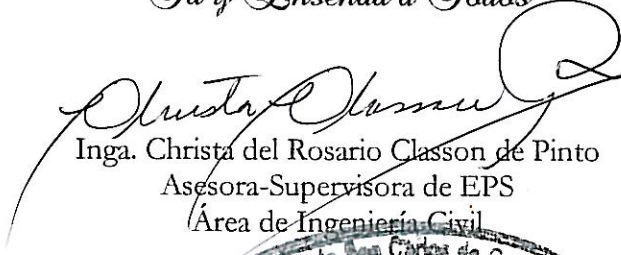
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Elvis Giovanni Corado Chávez** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200511906**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL EDIFICIO BOMBERIL DE DOS NIVELES Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA JARDINES DE SAN LUCAS "A" DEL CASCO URBANO DE SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ”**.

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

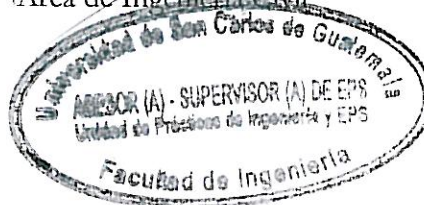
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

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

c.c. Archivo  
CRCdP/ra







Guatemala, 28 de abril de 2009.  
Ref.EPS.D.242.04.09

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

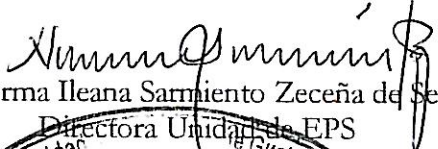
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL EDIFICIO BOMBERIL DE DOS NIVELES Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA JARDINES DE SAN LUCAS "A" DEL CASCO URBANO DE SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Elvis Giovanni Corado Chávez**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la **Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

  
Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





Guatemala,  
6 de mayo de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero  
Sydney Alexander Samuels Milson  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL EDIFICIO BOMBERIL DE DOS NIVELES Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA JARDINES DE SAN LUCAS "A" DEL CASCO URBANO DE SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Elvis Giovanni Corado Chávez, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa Classon de Pinto.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa  
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.



Guatemala, 8 de mayo de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero  
Sydney Alexander Samuels Milson  
Director de Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL EDIFICIO BOMBERIL DE DOS NIVELES Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA JARDINES DE SAN LUCAS "A" DEL CASCO URBANO DE SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Elvis Giovanni Corado Chávez, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa Classon de Pinto.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

Revisor por el Departamento de Estructuras

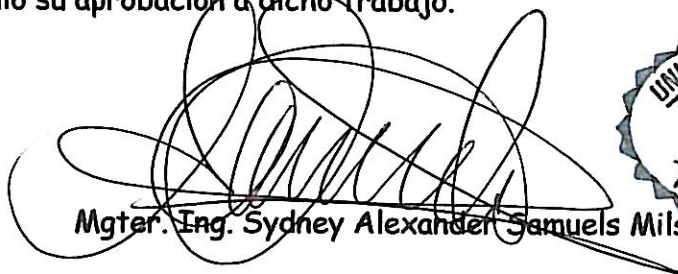


FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Christa Classon de Pinto y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Elvis Giovanni Corado Chávez, titulado DISEÑO DEL EDIFICIO BOMBERIL DE DOS NIVELES Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA JARDINES DE SAN JUAN "A" DEL CASCO URBANO DE SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Mgter. Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, mayo 2009.

/bbdeb.





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL EDIFICIO BOMBERIL DE DOS NIVELES Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA JARDINES DE SAN LUCAS "A" DEL CASCO URBANO DE SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ**, presentado por el estudiante universitario **Elvis Giovanni Corado Chávez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Vecinos  
Decano



Guatemala, mayo de 2009

/cc

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por estar conmigo en todo momento, darme sabiduría, guiarme, protegerme y permitirme lograr este triunfo.
<b>María Auxiliadora</b>	Por su guía, protección y compañía en todo momento.
<b>Mis padres</b>	Por su amor, esfuerzo, entrega y dedicación incondicional en mi vida.
<b>Teresa Ángel</b>	Gracias por estar conmigo en todo momento, por el apoyo y amor incondicional que nos une.
<b>Inga. Christa Classon</b>	Por su guía y colaboración como asesora y supervisora de EPS.
<b>Mis amigos y compañeros</b>	Por los momentos compartidos y el apoyo brindado en distintas actividades.
<b>La Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez</b>	Por abrirme las puertas y darme la oportunidad de realizar mi EPS.



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por la vida, la sabiduría y haberme guardado a lo largo de este camino.
<b>Mis padres</b>	Elvys Giovany Corado Esquivel Maida Aracely Chávez Castañeda
<b>Mi hermana</b>	Maida Alejandra Corado Chávez
<b>Mi novia</b>	Teresa Alejandra Ángel Enríquez
<b>Mis amigos</b>	Porque con ustedes compartí los mejores años de mi carrera.





## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	V
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	IX
<b>GLOSARIO</b>	XIII
<b>RESUMEN</b>	XVII
<b>OBJETIVOS</b>	XIX
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XXI
<b>1. FASE DE INVESTIGACIÓN</b>	1
1.1 Monografía del municipio de San Lucas Sacatepéquez	1
1.1.1 Aspectos generales	1
1.1.2 Ubicación de los proyectos	1
1.1.3 Ubicación geográfica	2
1.1.4 Aspectos topográficos	2
1.1.5 Vías de acceso	2
1.1.6 Clima	3
1.1.7 Colindancias	3
1.1.8 Turismo	4
1.1.9 Demografía	4
1.1.9.1 Población	4
1.1.9.2 Distribución de viviendas	6
1.1.9.3 Tipología de viviendas	6
1.1.10 Idioma	6
1.1.11 Aspectos económicos	6
1.1.12 Servicios existentes	7

<b>2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL</b>	<b>9</b>
2.1 Diseño del edificio bomberil de dos niveles para el	
Casco urbano	9
2.1.1 Investigación preliminar	9
2.1.1.1 Antecedentes	9
2.1.1.2 Reconocimiento del terreno	9
2.1.2 Distribución arquitectónica	9
2.1.2.1 Alturas y cotas	10
2.1.2.2 Predimensionamiento del edificio	10
2.1.2.3 Dimensionamiento de elementos	10
2.1.2.3.1 Vigas	10
2.1.2.3.2 Columnas	11
2.1.2.3.3 Losas	12
2.1.2.4 Distribución de cargas gravitacionales	14
2.1.2.5 Cargas horizontales	17
2.1.3 Análisis estructural	27
2.1.3.1 Deriva	27
2.1.3.2 Modelo matemático	28
2.1.3.3 Método de puntos de inflexión	29
2.1.3.4 Método del portal	35
2.1.3.5 Momentos máximos por envolventes	39
2.1.4 Diseño de elementos	46
2.1.4.1 Losas	46
2.1.4.2 Vigas	51
2.1.4.3 Columnas	58
2.1.4.4 Zapatas	81
2.1.5 Integración de costos	92
2.1.5.1 Presupuesto del proyecto	92
2.1.5.2 Costo del proyecto	92

2.1.5.3 Precios unitarios	93
2.1.5.4 Cronograma de avance físico y financiero	108
2.2 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Jardines de San Lucas "A"	109
2.2.1 Descripción del proyecto	109
2.2.2 Aspectos preliminares	109
2.2.3 Levantamiento topográfico	110
2.2.4 Diseño del sistema	113
2.2.4.1 Descripción del sistema a utilizar	113
2.2.4.2 Diseño hidráulico	114
2.2.4.2.1 Período de diseño	114
2.2.4.2.2 Población de diseño	114
2.2.4.2.3 Dotación	116
2.2.4.2.4 Factor de retorno	116
2.2.4.2.5 Factor de flujo instantáneo	116
2.2.4.2.6 Caudal sanitario	117
2.2.4.2.6.1 Caudal domiciliar	117
2.2.4.2.6.2 Caudal de infiltración	117
2.2.4.2.6.3 Caudal por conexiones ilícitas	117
2.2.4.2.6.4 Caudal comercial e industrial	119
2.2.4.2.7 Factor de caudal medio	119
2.2.4.2.8 Caudal de diseño	120
2.2.4.2.9 Diseño de secciones y pendientes	121
2.2.4.2.10 Velocidades máximas y mínimas	121
2.2.4.2.11 Cotas invert	121
2.2.4.2.12 Diámetro de tuberías	122
2.2.4.2.13 Profundidad de tuberías	122
2.2.4.2.14 Pozos de visita	123

2.2.4.2.15	Conexiones domiciliarias	123
2.2.4.2.16	Plan de operación y mantenimiento del sistema	127
2.2.4.2.17	Elementos de un alcantarillado sanitario	128
2.2.4.2.18	Características del agua residual	128
2.2.4.2.19	Características de los residuos	129
2.2.4.2.20	Cantidad de sólidos de las aguas negras	129
2.2.4.2.21	Modo de descomposición	129
2.2.4.2.22	Propuesta de tratamiento	130
2.2.4.3	Elaboración de planos	131
2.2.4.4	Integración de costos	132
2.2.4.4.1	Presupuesto del proyecto	132
2.2.4.4.2	Costo del proyecto	132
2.2.4.4.3	Precios unitarios	133
2.2.4.4.4	Cronograma de avance físico y financiero	140
2.2.4.5	Evaluación socio-económica	141
2.2.4.5.1	Valor presente neto (VPN)	141
2.2.4.5.2	Tasa interna de retorno (TIR)	142
2.2.4.6	Estudio de impacto ambiental	143
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>145</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>147</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>149</b>
	<b>APÉNDICE</b>	<b>151</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Hoja cartográfica 2059 I escala 1:50,000.
2. Elevación de edificio.
3. Planta típica de edificio.
4. Carga gravitacional, marco crítico sentido X.
5. Carga gravitacional, marco crítico sentido Y.
6. Mapa de macrozonificación sísmica de la república de Guatemala.
7. Planta típica nivel 1 de distribución de marcos.
8. Carga producida por sismo, marco crítico, sentido X.
9. Carga producida por sismo, marco crítico, sentido Y.
10. Diagrama de momentos, carga muerta, marco crítico X.
11. Diagrama de momentos, carga viva, marco crítico X.
12. Diagrama de momentos, carga muerta, marco crítico Y.
13. Diagrama de momentos, carga viva, marco crítico Y.
14. Diagrama de momentos, sismo, marco crítico X.
15. Diagrama de momentos, sismo, marco crítico Y.
16. Diagrama de momentos, losa 1.
17. Diagrama de envolvente de momentos, nivel 2, eje X.
18. Indicación del tipo de refuerzo a utilizar.
19. Cargas últimas aplicadas en la viga.
20. Sección de columna de centro nivel 1.
21. Punto 1 del diagrama de interacción.
22. Punto 2 del diagrama de interacción.
23. Punto 3 del diagrama de interacción.
24. Punto 4 del diagrama de interacción.

25. Punto 5 del diagrama de interacción.
26. Punto 6 del diagrama de interacción.
27. Diagrama carga momento X.
28. Diagrama carga momento Y.
29. Carga aplicada en zapata de centro vista en planta.
30. Efectos de corte en zapata vista de X.
31. Efectos de corte en zapata vista de Y.
32. Efectos de corte punzonante.
33. Flexión en zapata vista de X.
34. Flexión en zapata vista de Y.
35. Esquema de ingresos y egresos económicos para el proyecto
36. Variación del VPN debido a la TIR

## **TABLAS**

- I. Población por municipio, lugar y poblado.
- II. Carga axial en columnas en kg.
- III. Factor (Z) de zona sísmica
- IV. Fuerzas por nivel.
- V. Fuerzas por marco.
- VI. Envolvente de momentos de vigas en el eje X crítico.
- VII. Envolvente de momentos de vigas en el eje Y crítico.
- VIII. Envolvente de carga axial de columnas en kg.
- IX. Envolvente de momentos de columnas en X.
- X. Envolvente de momentos de columnas en Y.
- XI. Tabla resumen de cuantía, área de acero y espaciamientos a utilizar.
- XII. Tabla resumen de la cuantía y área de acero requerido
- XIII. Tabla resumen de la cuantía y área de acero a utilizar.

XIV. Tabla resumen para construir el diagrama de iteración de X.

XV. Tabla resumen para construir el diagrama de iteración de Y.





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>As</b>	Área de acero de refuerzo
<b>As<sub>MAX</sub></b>	Área de acero máximo permitido
<b>As<sub>MIN</sub></b>	Área de acero mínimo permitido
<b>Av</b>	Área de varilla
<b>b<sub>VIGA</sub></b>	Base de sección de viga
<b>C</b>	Coeficiente de fricción en la tubería
<b>C</b>	Coeficiente para el cálculo de momentos en losas, tomado del ACI
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>Cm</b>	Centro de masa
<b>CM<sub>D</sub></b>	Carga muerta distribuida
<b>CM<sub>P</sub></b>	Carga muerta puntual
<b>CR</b>	Centro de rigidez
<b>CU</b>	Carga última
<b>CU<sub>D</sub></b>	Carga última distribuida
<b>CU<sub>P</sub></b>	Carga última puntual
<b>CV</b>	Carga viva
<b>CV<sub>D</sub></b>	Carga viva distribuida
<b>CV<sub>P</sub></b>	Carga viva puntual
<b>d/D</b>	Relación de diámetros
<b>DH</b>	Distancia horizontal
<b>Di</b>	Distancia del centro de rigidez al eje del marco rígido considerado
<b>e</b>	Excentricidad
<b>Ec</b>	Módulo de elasticidad del concreto
<b>c</b>	Deformación del concreto
<b>Es</b>	Módulo de elasticidad del acero
<b>c</b>	Deformación del acero

<b>ex</b>	Excentricidad en el sentido X
<b>ey</b>	Excentricidad en el sentido Y
<b>Fqm</b>	Factor de caudal medio
<b>f'c</b>	Resistencia a la compresión del concreto
<b>Fy</b>	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
<b>Fni</b>	Fuerza por nivel, en el nivel i
<b>H<sub>columna</sub></b>	Altura de sección de columna
<b>h<sub>VIGA</sub></b>	Altura de sección de viga
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal
<b>Lo</b>	Longitud de confinamiento de estribos
<b>L/seg</b>	Litros por segundo
<b>L/hab/día</b>	Litros por habitante por día
<b>Mn</b>	Momento nominal
<b>M<sub>VoL</sub></b>	Momento de volteo
<b>Mx</b>	Momento último actuando en el sentido X
<b>My</b>	Momento último actuando en el sentido Y
<b>P</b>	Carga axial
<b>PU</b>	Carga última
<b>PV</b>	Pozo de visita
<b>Q</b>	Caudal en litros por segundo
<b>q</b>	Presión sobre el suelo
<b>q dom</b>	Caudal domiciliar
<b>q ilíc</b>	Caudal de conexiones ilícitas
<b>q inf</b>	Caudal de infiltración
<b>q med</b>	Caudal medio
<b>qu</b>	Presión última sobre el suelo
<b>q/Q</b>	Relación de caudales
<b>q<sub>MAX</sub></b>	Presión máxima sobre el suelo
<b>q<sub>MIN</sub></b>	Presión mínima sobre el suelo

<b>R</b>	Rigidez de un elemento
<b>R<sub>i</sub></b>	Rigidez total del marco rígido i
<b>R</b>	Tasa de crecimiento poblacional
<b>S</b>	Espaciamiento del acero de refuerzo
<b>S<sub>MIN</sub></b>	Espaciamiento mínimo del acero de refuerzo por cortante
<b>t<sub>LOSA</sub></b>	Espesor de losa
<b>t<sub>MIN</sub></b>	Espesor mínimo de losa
<b>V<sub>a</sub></b>	Fuerza cortante actuante, en el elemento
<b>V<sub>C</sub></b>	Fuerza cortante del concreto
<b>V<sub>g</sub></b>	Corte debido a fuerzas gravitacionales
<b>V<sub>Mr</sub></b>	Corte debido a fuerzas sísmicas
<b>V<sub>MAX</sub></b>	Corte máximo actuante
<b>VR</b>	Resistencia al esfuerzo cortante proporcionado por el concreto
<b>v/V</b>	Relación de velocidades
<b>W</b>	Peso distribuido
<b>W<sub>C</sub></b>	Peso volumétrico del concreto
<b>W<sub>CM</sub></b>	Carga muerta distribuida
<b>W<sub>CV</sub></b>	Carga viva distribuida
<b>W<sub>i</sub></b>	Peso distribuido por nivel
<b>W<sub>LOSAS</sub></b>	Peso de losas
<b>W<sub>SW</sub></b>	Peso de acabados
<b>W<sub>VIGAS</sub></b>	Peso de vigas



## GLOSARIO

<b>ACI</b>	Siglas de American Concrete Institute.
<b>Alcantarillado</b>	Sistema que se utiliza para conducir aguas residuales o pluviales.
<b>Altimetría</b>	Procedimientos utilizados para definir las diferencias de nivel existentes entre puntos distintos de un terreno o construcción.
<b>Área tributaria</b>	Área de carga que afecta a un elemento estructural.
<b>Axial</b>	Relativo al eje, que forma un eje.
<b>Caudal</b>	Cantidad de flujo que pasa por determinado elemento en una unidad de tiempo.
<b>Centroidal</b>	Es la intersección de todos los planos que dividen a un objeto en dos partes de igual volumen con respecto al plano.
<b>Coagulación</b>	Es un fenómeno por el que se efectúa la transformación de la fase líquida en la fase sólida.
<b>Colindancia</b>	Contiguo, el más próximo.

<b>Coloidal</b>	Son aquellos sistemas en los que un componente se encuentra disperso en otro, pero las entidades dispersas son mucho mayores que las moléculas del disolvente.
<b>Corte basal</b>	En cálculo estructural, es la fuerza total lateral que se aplica a una edificación, para simular sobre un modelo matemático, los efectos del sismo en la estructural.
<b>Cota invert</b>	Es la distancia entre el nivel de la razante del suelo y el nivel del diámetro interno de la parte inferior de la tubería, tomando en cuenta que la cota invert sea, al menos, igual al recubrimiento mínimo necesario de la tubería.
<b>Demografía</b>	Es la ciencia que tiene como objetivo el estudio de las poblaciones humanas y que trata de su dimensión, estructura, evolución y características generales, considerados desde un punto de vista cuantitativo.
<b>Desfogue</b>	Lugar de disposición de las aguas residuales o pluviales.
<b>Estribo</b>	Refuerzo transversal que absorbe los esfuerzos de corte en un elemento estructural.
<b>Infiltración</b>	Es la penetración del agua en el suelo.

<b>Iteración</b>	Es repetir una serie de funciones hasta obtener un dato certero.
<b>Losa</b>	Entrepiso o terraza.
<b>Mampostería</b>	Sistema tradicional que consiste en la construcción de muros, mediante la colocación manual de elementos como ladrillos, bloques de cemento prefabricado, piedras, etc.
<b>Rigidez</b>	Es la capacidad de un objeto sólido o elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones o desplazamientos.
<b>Sedimentación</b>	Es el proceso por el cual el material sólido, transportado por una corriente de agua, se deposita en el fondo del río, embalse, canal artificial, o dispositivo construido especialmente para tal fin.
<b>Simetría</b>	De iguales características o rasgos geométricos.
<b>UBC</b>	Siglas de Uniform Building Code de California, USA.
<b>Voladizo</b>	Elemento apoyado en sólo uno de sus extremos mediante un empotramiento.





## RESUMEN

El municipio de San Lucas Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez posee una población en crecimiento. Por ello los servicios que prestaba de hace diez años ya no satisfacen las demandas de dicha población, por lo que este trabajo de graduación presenta dentro de su contenido las soluciones que se pueden originar ante la situación planteada, desarrollándolo de la forma siguiente:

En el primer capítulo se presentan los aspectos geográficos, topográficos, económicos del municipio San Lucas Sacatepéquez, así mismo las características de la población y los servicios básicos con los que cuenta. La priorización de proyectos a desarrollar se determinó a partir de las necesidades de la población, en beneficio de la mayoría y la inmediatez con la que se puede desarrollar el proyecto.

En el capítulo dos se plantean los aspectos esenciales para el diseño de la edificación bomberil del casco urbano, desde el estudio de suelos, distribución arquitectónica y análisis estructural, hasta los costos y cronograma de dicha construcción. El segundo proyecto es un sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Jardines de San Lucas "A", para la cual también se desarrollan los aspectos mencionados anteriormente. Ambas planificaciones se hicieron mediante la aplicación de normas y herramientas de cálculo apropiadas. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones para el desarrollo dichos proyectos. El resultado final se presenta en un juego de planos para cada uno de los diseños.



## OBJETIVOS

- **GENERAL:**

Diseñar la edificación bomberil de dos niveles, para el casco urbano y el sistema de alcantarillado sanitario, para la colonia Jardines de San Lucas "A", de San Lucas Sacatepéquez.

- **ESPECÍFICOS:**

1. Establecer las características de la población de San Lucas Sacatepéquez, para desarrollar proyectos que cubran sus necesidades.
2. Mejorar las condiciones de sanitarias de la colonia Jardines de San Lucas "A".
3. Elaborar una planificación para la posible ejecución de los proyectos desarrollados, a través de la cuantificación de los materiales, el presupuesto y cronograma de ambos proyectos.



## INTRODUCCIÓN

Uno de los servicios que requieren atención inmediata en la infraestructura pública de cualquier municipio son aquellas que prestan servicios de emergencia a la población, en el caso de San Lucas Sacatepéquez es necesaria la nueva construcción de una edificación bomberil, debido a que la actual no cumple con las necesidades que exige dicha población.

Los servicios de saneamiento también son de vital importancia para poblaciones en crecimiento, como es el caso de San Lucas. La colonia Jardines de San Lucas "A" es una de ellas, con una población actual de 330 habitantes y mucho terreno por ser habitado, aún no cuenta con un sistema de drenajes, por lo cual el desfogue de las aguas negras se hace hacia pozos de absorción lo cual puede provocar la alteración del sistema hídrico y la proliferación de enfermedades gastrointestinales.

Estos dos proyectos serán de beneficio para el desarrollo de la comunidad de San Lucas Sacatepéquez, por lo que este ejercicio profesional estará encauzado hacia el planteamiento de soluciones, programando para el efecto el diseño de un edificio de estación de bomberos de dos niveles y un sistema de alcantarillado sanitario.

El procedimiento de diseño de la estación de bomberos y del sistema de alcantarillado sanitario, se ha realizado utilizando los conocimientos correspondientes de la rama de la ingeniería civil, tomando en cuenta el diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura.

Cuenta con dos capítulos, en el primero se presenta una breve monografía del municipio de San Lucas Sacatepéquez y otras características de

la población. El segundo capítulo contiene el diseño arquitectónico y estructural de la edificación de estación de bomberos en el casco urbano y del sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Jardines de San Lucas "A".

# 1. FASE DE INVESTIGACIÓN

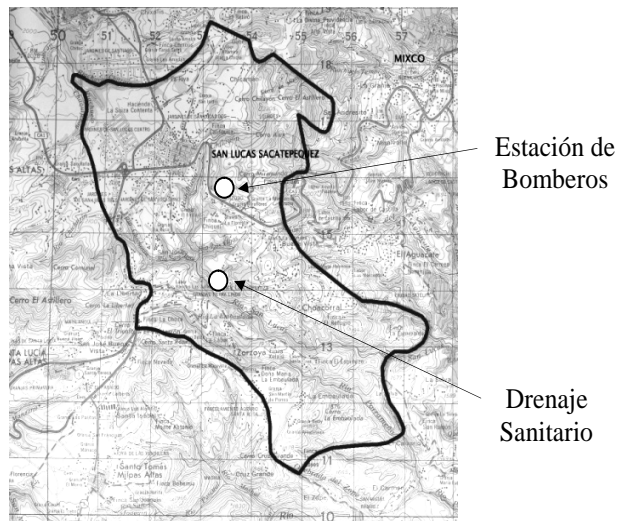
## 1.1 Monografía de San Lucas Sacatepéquez

### 1.1.1 Aspectos Generales

San Lucas Sacatepéquez fue fundado por los españoles, en Sacatepéquez, durante el siglo XVI. El día 18 de octubre la Iglesia católica conmemora a San Lucas Evangelista, patrono de dicho municipio, razón por la cual la feria del pueblo San Lucas se celebra del 17 al 19 de octubre.

### 1.1.2 Ubicación de los proyectos

Figura 1. Hoja cartográfica 2059 I escala 1:50,000.





San Lucas Sacatepéquez se encuentra situado en la parte este del departamento de Sacatepéquez, en la Región V o Región Central, tiene una extensión territorial de 24.5 km<sup>2</sup>. El territorio está distribuido en cuatro aldeas: Choacorrál, Zorzoyá, El Manzanillo, La Embaulada; cuatro caseríos: San José, Chichorín, Chiquel y Chicamén, diecisiete fincas entre las que destacan: La Suiza, La Cruz Grande, San Juan, Santa Marta, La Esmeralda, San Ramón, California, Los Ángeles, Xelajú, Lourdes, y cincuenta y una granjas.

### **1.1.3 Ubicación geográfica**

Se encuentra a 2,062.85 m SNM, con una latitud de 14°36'29" y longitud de 90°39'32".

### **1.1.4 Aspectos topográficos**

Su topografía es irregular, ya que pertenece al complejo montañoso del Altiplano Central. Las alturas oscilan entre 2,000 y 2,200 m sobre el nivel del mar.

### **1.1.5 Vías de acceso**

El municipio San Lucas Sacatepéquez se encuentra a 28 Km. de la ciudad capital por la Carretera Interamericana CA-1, a unos 20 minutos.

De la cabecera departamental de Chimaltenango a la cabecera de San Lucas Sacatepéquez son aproximadamente 25 km.

Ubicándose en el monumento al caminero, en la bifurcación de la CA-1 y la ruta nacional 1, que se encuentra asfaltada, por esta ruta son aproximadamente 17 km. suroeste a la cabecera departamental de Antigua Guatemala.

Cuenta también con caminos, roderas y veredas que unen a sus poblados y propiedades rurales entre sí y con los municipios vecinos.

#### **1.1.6 Clima**

El clima varía de templado a frío, con temperaturas que oscilan entre los 13°C y 25°C, la precipitación anual acumulada es de 1376.30 mm y humedad de 48%, según los datos obtenidos de la estación meteorológica Suiza Contenta, del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).

#### **1.1.7 Colindancias**

San Lucas Sacatepéquez colinda al norte con San Bartolomé Milpas Altas (Sacatepéquez); al éste con Mixco (Guatemala); al sur con Santa Lucía Milpas Altas (Sacatepéquez); al oeste con San Bartolomé Milpas Altas y Antigua Guatemala (Sacatepéquez).

### **1.1.8 Turismo**

El municipio de San Lucas es visitado por turistas nacionales, quienes visitan comúnmente el Monumento al Caminero, ubicado en el kilómetro 29.8 de la carretera interamericana, en donde degustan platillos típicos o pueden adquirir productos artesanales, así como flores, verduras y frutas. La actividad turística constituye un ingreso económico significativo para los habitantes de la región.

Otro punto de interés en el municipio es el Cerro Alux o Cerro de la Bandera, ubicado en el kilómetro 26.2 de la carretera interamericana. El nombre del cerro hace alusión a la zona más alta de la región de Sacatepéquez. En los últimos años se ha convertido en una atracción ecológica, además de aprovechar se puede tener una vista excepcional hacia la ciudad capital o el paisaje propio del municipio.

### **1.1.9 Demografía**

#### **1.1.9.1 Población**

San Lucas Sacatepéquez cuenta actualmente con 25,798 habitantes de los cuales 12,633 son hombres (48.97%) y 13166 mujeres (51.03%). Posee una tasa de mortalidad del 1.55%, una tasa de natalidad del 1.32% y una tasa de fecundidad del 10.78%. A continuación se muestra una tabla de datos, presentada por el INE, para el año 2008.

**Tabla I. Población por municipio, lugar y poblado.**

Departamento, municipio y lugar poblado	Categoría	Población total 2008	Sexo	
			Hombres	Mujeres
<b>San Lucas Sacatepéquez</b>		<b>25,758</b>	<b>12613</b>	<b>13146</b>
San Lucas Sacatepéquez	Pueblo	12,442	6004	6438
Choacorrál	Aldea	3,770	1829	1941
Zorzoyá	Aldea	612	303	309
La Embaulada	Aldea	846	431	415
San José	Caserío	659	328	331
Chicamén	Caserío	439	230	209
Chipablo	Caserío	259	135	125
El Manzanillo	Aldea	640	321	318
Tierra Linda	Caserío	252	118	135
Las Julias	Caserío	53	25	28
Colonia Los Alpes	Colonia	913	468	445
Residenciales El Ensueño	Colonia	181	91	90
Residenciales Vista Azul	Colonia	72	42	29
Residenciales Florentina	Colonia	87	42	45
Colonia Jardines de San Lucas	Colonia	748	359	389
Tierra Linda	Colonia	86	46	39
Colonia Jardines de San Lucas I	Colonia	248	132	116
Colonia Jardines de San Lucas II	Colonia	381	188	194
Colonia Jardines de San Lucas V	Colonia	107	50	56
Granjas Santo Domingo	Colonia	42	22	20
Colonia Jardines de San Lucas A	Colonia	330	158	172
Lotificación Vistas de San Lucas I	Colonia	50	25	25
Lotificación Vistas de San Lucas II	Colonia	108	53	55
Colonia Dos Robles	Colonia	171	88	83
Lotificación Rosales de San Lucas	Colonia	74	39	35
Lotificación Montezuma	Colonia	180	77	102
Lotificación residencial Las Marías	Colonia	100	41	59
Colonia Prados de San Lucas	Colonia	81	39	42
Lotificación San Jorge	Colonia	118	63	55
Jardines De Emanuel	Colonia	67	36	31
Granjas Swiss	Finca	95	50	45

### **1.1.9.2 Distribución de viviendas**

Como es común en Guatemala, el casco urbano y sus alrededores son los sectores con densidades poblacionales más altas, sin embargo, actualmente se están construyendo urbanizaciones y residenciales fuera del límite urbano del casco, incrementando la población en las aldeas.

### **1.1.9.3 Tipología de viviendas**

El 74.92% de las viviendas del municipio están construidas con paredes de block, el 5.95% de madera, el 4.61% de lámina, el 3.84% de ladrillo y el 10.68% de otros materiales (concreto, adobe, bajareque). El 64.3% de las viviendas posee techo de lámina, el 23% losa fundida y el 12.7% otros materiales como teja y láminas de asbesto cemento.

### **1.1.10 Idioma**

El 95% de la población de San Lucas Sacatepéquez habla español y el 5% habla cakchiquel.

### **1.1.11 Aspectos económicos**

San Lucas Sacatepéquez cuenta con diversos comercios e industrias, lo que genera actividades económicas. Dentro de sus comercios e industrias podemos mencionar: centros comerciales, maquilas, actividades agrícolas y pequeños comercios como panaderías, cafeterías, ferreterías, farmacias, salones de belleza, librerías, etc.

### **1.1.12 Servicios existentes**

Debido a que San Lucas Sacatepéquez se encuentra próximo a la capital y a la ciudad de Antigua Guatemala, cuenta con fácil acceso a múltiples servicios.

En el área de educación cuenta con: escuela de educación preprimaria, escuela de educación primaria, centros educativos privados, Instituto básico.

En el área de economía y comercio cuenta con: Sistema bancario, industrias, maquilas, mercado, centros comerciales, gasolineras, panaderías, aserraderos, distribución de materiales para construcción

En el área de salud: centro de salud, farmacias, laboratorio y clínicas médicas.

Otros servicios: servicio de telefonía móvil, bomberos voluntarios, talleres.



## **2. FASE DE DISEÑO**

### **2.1 Diseño del edificio bomberil de dos niveles para el casco urbano**

#### **2.1.1 Investigación preliminar**

##### **2.1.1.1 Antecedentes**

Una de las necesidades de los bomberos voluntarios del Casco Urbano es la construcción de un garaje con segundo nivel. Lo que los bomberos piden es una estructura de dos niveles, que cuente con un área de habitaciones, cocina, comedor, sala y baños, en el segundo nivel.

##### **2.1.1.2 Reconocimiento del terreno**

Actualmente la estación de bomberos voluntarios cuenta con un garaje techado, pero este no les es funcional, ya que debido al tipo de estructura no se pueden construir los ambientes que ellos necesitan.

#### **2.1.2 Distribución arquitectónica**

La distribución arquitectónica debe realizarse para prestar un servicio existente para una estación de bomberos, en donde el edificio tenga la seguridad estructural deseada.



Los edificios se deben diseñar de acuerdo con las necesidades que se tengan; además, estarán limitados por el espacio disponible, los recursos materiales y las normas de diseño que existan. La tipología arquitectónica que se va a utilizar es la de marcos rígidos de concreto, losas planas de concreto reforzado y paredes de mampostería de block pómez.

### **2.1.2.1 Alturas y cotas**

La altura del edificio será de 7.50 m, los ambientes del primer nivel serán de 4.00 m y los ambientes del segundo nivel serán de 2.50 m, del nivel de piso al cielo raso, marcos de 2.90 y 7.10 m. La longitud total del edificio es de 14.10 m, el ancho total es de 11.60 m.

### **2.1.2.2 Predimensionamiento**

Predimensionar la estructura es darle medidas preliminares a elementos que la componen, es decir, los que serán utilizados para soportar cargas aplicadas. Para esto, se puede recurrir a la experiencia en obras similares y/o utilizar medios analíticos cortos.

### **2.1.2.3 Dimensionamiento de elementos**

#### **2.1.2.3.1 Vigas**

Para predimensionar las vigas, el método utilizado calcula el peralte o altura de la viga, la cual depende de la luz que cubre, la base de la misma se considera la mitad de la altura.

$$h_{VIGA} = \text{luz libre de viga} * 0.08$$

$$b_{VIGA} = h/2$$

$$h_{VIGA} = 7.10 \text{ m} * 0.08 = 0.57 \text{ m usar } \rightarrow 0.60 \text{ m}$$

$$b_{VIGA} = 0.60/2 = 0.30 \text{ m usar } \rightarrow 0.30 \text{ m}$$

Entonces, se utiliza las siguientes secciones en metros:

	Vigas	
	X	Y
Nivel 2		
b	0.30	0.25
h	0.40	0.25
Nivel 1		
b	0.30	0.30
h	0.60	0.40
Nivel 0		
b	0.25	0.25
h	0.35	0.35

### 2.1.2.3.2 Columnas

Para predimensionar las columnas, el método utilizado calcula la sección de la columna, la cual depende de la luz que cubre.

$$H_{COLUMNA} = H/10 = 4.30/10 = 0.43 \text{ usar } 0.45 \text{ m X } 0.45 \text{ m}$$

$$H_{COLUMNA} = H/10 = 3.00/10 = 0.30 \text{ usar } 0.30 \text{ m X } 0.30 \text{ m}$$

Entonces, se utilizan las siguientes secciones en metros:

Nivel 2	
b	0.30
h	0.30

Nivel 1	
b	0.45
h	0.45

Nivel 0	
b	0.45
h	0.45

### 2.1.2.3.3 Losas

Se predimensiona el espesor de la losa utilizando las recomendaciones del ACI 318-05, en su sección 9.5.3, tabla 9.5(b), donde las variables son las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyos. En este caso, las losas están apoyadas en cuatro y se tienen varias medidas de losas, por lo cual se toma la crítica.

$$t_{\text{LOSA}} = (\text{perímetro de losa})/180$$

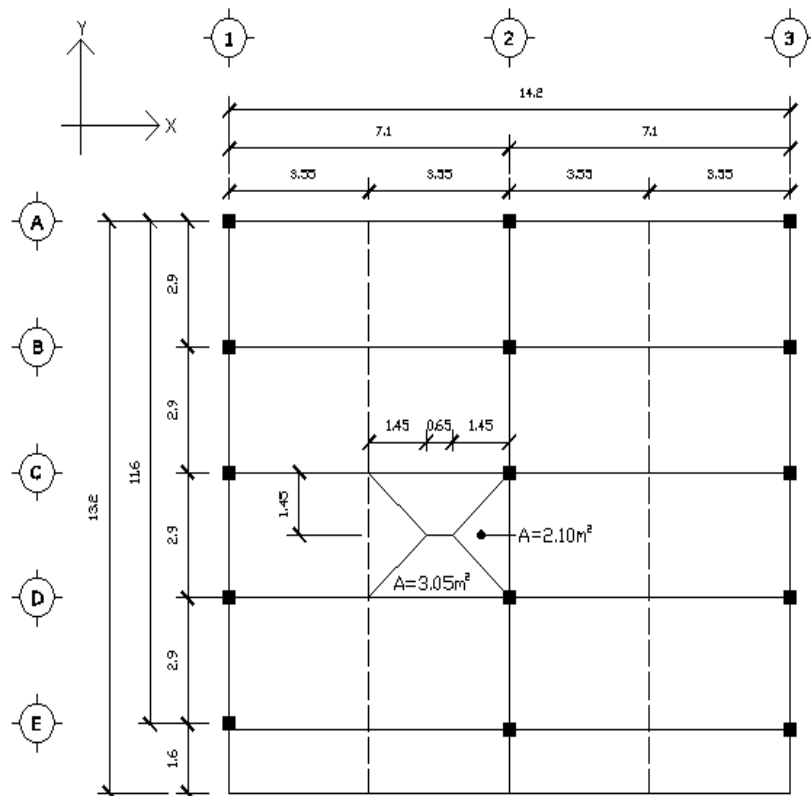
$$t_{\text{LOSA}} = (2*2.90 + 2*3.55)/180 = 0.075 \text{ m}$$

Usar  $t_{\text{MIN}} = 0.09 \text{ m}$  (ACI 318-05, sección 9.5.3.3)

**Figura 2. Elevación de edificio.**



**Figura 3. Planta típica de edificio.**



#### 2.1.2.4 Distribución de cargas gravitacionales

Para la distribución de cargas gravitacionales en losas se utilizarán las siguientes:

<b>Carga muerta (CM)</b>	<b>Carga viva (CV)</b>
Peso del concreto = 2,400 kg/m <sup>3</sup>	En techo = 100 kg/m <sup>2</sup>
Sobre Carga = 125 kg/m <sup>2</sup>	En Entrepiso = 200 kg/m <sup>2</sup>
	En Balcón = 100 kg/m <sup>2</sup>

A continuación se integran las cargas distribuidas que se muestran en los modelos matemáticos, que fueron calculados tomando en cuenta los valores descritos en el AGIES, utilizando el procedimiento siguiente:

#### Marco crítico sentido X:

##### Nivel 0

$$\begin{aligned} \text{CM} &= W_{\text{VIGAS}} \\ &= 0.25 \cdot 0.35 \cdot 2400 = 210 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\text{CV}_D = 0$$

##### Nivel 1

$$\begin{aligned} \text{CM}_D &= W_{\text{LOSAS}} + W_{\text{VIGAS}} + W_{\text{SW}} \\ &= ((4 \cdot 3.05 \cdot 0.09 \cdot 2400 / 6.65) + (0.3 \cdot 0.60 \cdot 2400) + ((4 \cdot 3.05) \cdot 125 / 6.65)) \\ &= 1,057 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CM}_P &= W_{\text{LOSAS}} + W_{\text{VIGAS-SEC}} + W_{\text{SW}} \\ &= 2 \cdot 0.30 \cdot 0.40 \cdot 2400 \cdot 1.45 + 2 \cdot 2.1 \cdot 0.09 \cdot 2400 + 2 \cdot 2.1 \cdot 125 \\ &= 2,269 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{CV}_D = W_{\text{ENTREPISO}}$$

$$= (4 \cdot 3.05 \cdot 200 / 6.65)$$

$$= 366 \text{ kg/m}$$

$$CV_P = W_{ENTREPISO}$$

$$= 2 \cdot 2.1 \cdot 200 = 841 \text{ kg}$$

## Nivel 2

$$CM = W_{LOSAS} + W_{VIGAS}$$

$$= ((4 \cdot 3.05) \cdot 0.09 \cdot 2400 / 6.80) + (0.3 \cdot 0.40 \cdot 2400)$$

$$= 675 \text{ kg/m}$$

$$CMP = W_{LOSAS} + W_{VIGAS-SEC} + W_{SW}$$

$$= 2 \cdot 0.25 \cdot 0.25 \cdot 2400 \cdot 1.45 + 2 \cdot 2.1 \cdot 0.09 \cdot 2400$$

$$= 1,343 \text{ kg}$$

$$CVD = W_{TECHO}$$

$$= (4 \cdot 3.05 \cdot 100 / 6.8) = 179 \text{ kg/m}$$

$$CV_P = W_{TECHO}$$

$$= 2 \cdot 2.1 \cdot 100 = 421 \text{ kg}$$

**Nota:** se utiliza el mismo procedimiento para el eje Y.

Figura 4. Carga gravitacional, marco crítico, sentido X.

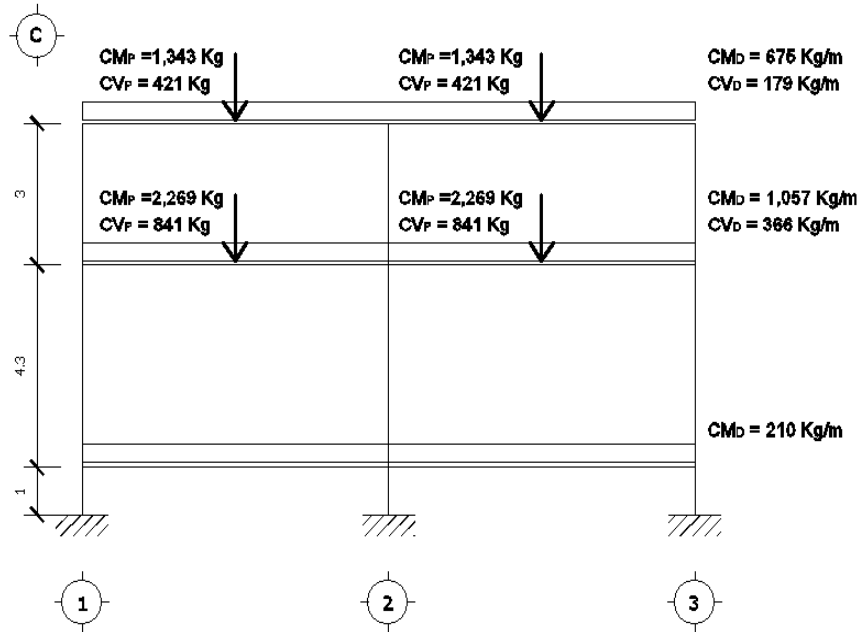
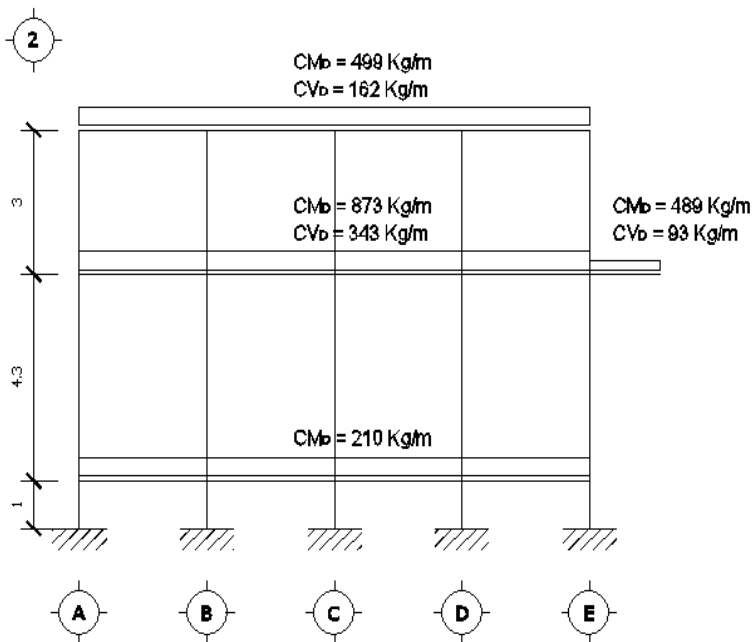


Figura 5. Carga gravitacional, marco crítico, sentido Y.



**Tabla II. Carga axial en columnas en kg.**

<b>Carga Viva</b>			
	<b>Nivel 2</b>	<b>Nivel 1</b>	<b>Nivel 0</b>
Columna de esquina	976	2,984	2,984
Columna de borde Y	1,315	4,032	4,032
Columna de centro	2,161	6,599	6,599
Columna de borde X	1,716	5,236	5,236
<b>Carga Muerta</b>			
	<b>Nivel 2</b>	<b>Nivel 1</b>	<b>Nivel 0</b>
Columna de esquina	3,456	9,040	10,090
Columna de borde Y	4,516	11,933	13,288
Columna de centro	7,583	19,886	21,986
Columna de borde X	6,187	16,090	17,885

### **2.1.2.5 Cargas horizontales**

Existen dos fuerzas horizontales: de viento y de sismo, a las que se encuentra expuesto comúnmente un edificio. Regularmente se considera en el análisis estructural únicamente una de las dos, ya que los fenómenos naturales que la provocan no se presentan simultáneamente. En este caso, se diseñará con la fuerza de sismo, ya que Guatemala es un país con alto riesgo sísmico; por esa razón se diseñan los edificios tomando en cuenta este fenómeno. Para encontrar las fuerzas sísmicas aplicadas al edificio se utiliza el método UBC-97 (Uniform Building Code, California) Volumen 2, de la manera siguiente:

#### **Método UBC-97**

- a. **Corte basal (V):** es la fuerza que el suelo transmite al edificio en la base. Para obtener su valor, se usa la fórmula siguiente:



$$V = C_v * I * W / (R * T) \text{ (UBC 1630.2.1 (30-4))}$$

Pero no necesita ser mayor que:

$$V = 0.25 * C_a * I * W / R \text{ (UBC 1630.2.1 (30-5))}$$

No debe ser menor que:

$$V = 0.11 * C_a * I * W \text{ (UBC 1630.2.1 (30-6))}$$

Para zona sísmica 4 no debe ser menor a:

$$V = 0.8 * Z * N_v * I * W \text{ (UBC 1630.2.1 (30-7))}$$

Donde:

$Z$  = coeficiente que depende de la zona, para San Lucas Sacatepéquez usar 0.40 (ver figura 5).

$I$  = coeficiente de importancia de la obra, para este caso usar 1.25, puesto que es una estación bomeril (Tabla 16-K UBC).

$R$  = coeficiente que depende del tipo de sistema estructural.

$T$  = periodo natural de vibración.  $T = C_t * (h_n)^{3/4}$  (UBC 1630.2.2 (30-8)).

$C_t$  = coeficiente que depende del tipo de sistema estructural utilizado, para marcos resistentes a momentos  $T = 0.0731$  (UBC 1630.2.2).

$C_a$  = coeficiente sísmico, para este caso usar  $C_a = 0.44 * N_a$  (Tabla 16-Q UBC).

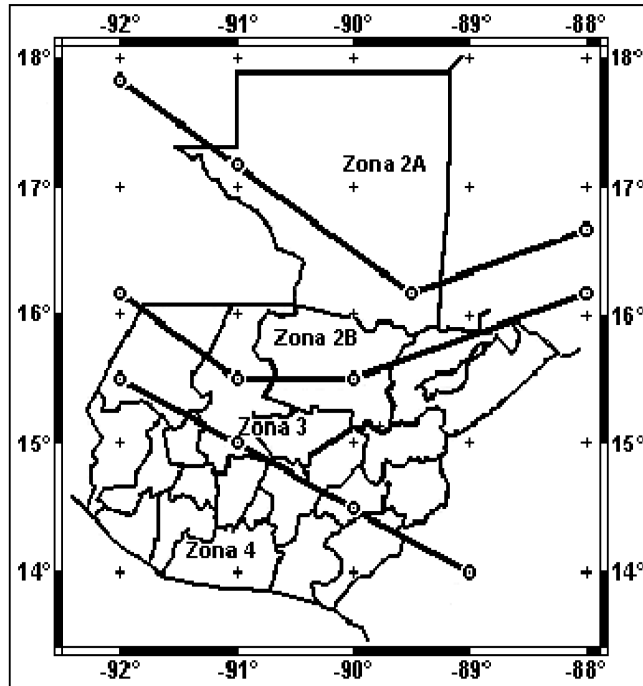
$C_v$  = coeficiente sísmico, para este caso usar  $C_v = 0.64 * N_v$  (Tabla 16-R UBC).

$N_a$  = factor que depende del tipo de estructura y del punto más cercano del punto de origen de la actividad sísmica, para este caso usar 1.2 (Tabla 16-S UBC).

$N_v$  = factor que depende del tipo de estructura y del punto más cercano del punto de origen de la actividad sísmica, para este caso usar 1.6 (Tabla 16-T UBC).

$W$  = peso propio de la estructura + 25% de la carga viva (CV)

**Figura 6. Mapa de macrozonificación sísmica de la república de Guatemala.**



**Tabla III. Factor (Z) de zona sísmica (ver figura 6)**

Zona	Z
2A	0.15
2B	0.20
3	0.30
4	0.40

Solución:

$$W = W_{\text{NIVEL0}} + W_{\text{NIVEL1}} + W_{\text{NIVEL2}}$$

$$W_{\text{NIVEL0}} = W_{\text{VIGAS}} + W_{\text{COLUMNAS}} + (0.25 * \text{Carga Viva})$$

$$W_{VIGAS} = [(0.25 \cdot 0.35) \text{m}^2 \cdot 14.2 \text{m} \cdot 5 \text{u} + (0.25 \cdot 0.35) \text{m}^2 \cdot 11.60 \text{m} \cdot 3 \text{u}] \cdot 2,400 \text{kg/m}^3 = 22,218 \text{ kg}$$

$$W_{COLUMNAS} = (0.45 \cdot 0.45 \cdot 1) \text{m}^3 \cdot 2,400 \text{kg/m}^3 \cdot 15 \text{u} = 7,290 \text{ kg}$$

$$W_{NIVEL0} = 22,218 + 7,290 + 0.25 \cdot [1.6 \cdot (0)]$$

$$W_{NIVEL0} = 29,508 \text{ kg}$$

$$W_{NIVEL1} = W_{LOSAS} + W_{VIGAS} + W_{COLUMNAS} + (0.25 \cdot \text{Carga Viva})$$

$$W_{LOSAS} = (14.2 \cdot 13.2) \text{m}^2 \cdot 0.09 \text{m} \cdot 2,400 \text{kg/m}^3 = 40,487 \text{ kg}$$

$$W_{VIGAS} = [(0.30 \cdot 0.60) \text{m}^2 \cdot 14.20 \text{m} \cdot 5 \text{u} + (0.30 \cdot 0.40) \text{m}^2 \cdot 13.20 \text{m} \cdot 5 \text{u}] \cdot 2,400 \text{kg/m}^3 = 49,680 \text{ kg}$$

$$W_{COLUMNAS} = (0.45 \cdot 0.45 \cdot 4.3) \text{m}^3 \cdot 2,400 \text{kg/m}^3 \cdot 15 \text{u} = 31,347 \text{ kg}$$

$$CV_{ENTREPISO} = (14.2 \cdot 11.6) \text{m}^2 \cdot 200 \text{kg/m}^2 = 32,944 \text{ kg}$$

$$CV_{BALCON} = (14.2 \cdot 1.6) \text{m}^2 \cdot 100 \text{kg/m}^2 = 2,272 \text{ kg}$$

$$W_{NIVEL1} = 40,487 + 49,680 + 30,618 + 0.25 \cdot [1.6 \cdot (32,944 + 2,272)]$$

$$W_{NIVEL1} = 135,600 \text{ kg}$$

$$W_{NIVEL2} = W_{LOSAS} + W_{VIGAS} + W_{SW} + (0.25 \cdot \text{Carga Viva})$$

$$W_{LOSAS} = (14.20 \cdot 11.6) \text{m}^2 \cdot 0.09 \text{m} \cdot 2,400 \text{kg/m}^3 = 35,580 \text{ kg}$$

$$W_{VIGAS} = [(0.30 \cdot 0.40) \text{m}^2 \cdot 14.2 \text{m} \cdot 5 \text{u} + (0.25 \cdot 0.25) \text{m}^2 \cdot 11.6 \text{m} \cdot 5 \text{u}] \cdot 2,400 \text{kg/m}^3 = 29,148 \text{ kg}$$

$$W_{COLUMNAS} = (0.30 \cdot 0.30 \cdot 3) \text{m}^3 \cdot 2,400 \text{kg/m}^3 \cdot 15 \text{u} = 9,720 \text{ kg}$$

$$W_{SW} = (14.2 \cdot 11.6) \text{m} \cdot 125 \text{kg/m}^2 = 20,590 \text{ kg}$$

$$CV_{TECHO} = (14.2 \cdot 11.6) \text{m}^2 \cdot 100 \text{kg/m}^2 = 16,472 \text{ kg}$$

$$W_{NIVEL2} = 35,580 + 29,148 + 9,720 + 20,590 + 0.25 \cdot [1.6 \cdot (16,472)]$$

$$W_{NIVEL2} = 101,626 \text{ kg}$$

$$W = 29,508 + 135,600 + 101,626 = 266,735 \text{ kg}$$

Entonces el corte basal es igual a:

$$V = 0.64 * 1.6 * 1.25 * 266,735 / (8.5 * 0.0731 * 8.3^{(3/4)}) = 112,369 \text{ kg}$$

No necesita ser mayor a:

$$V = 2.5 * 0.44 * 1.2 * 1.25 * 266,735 / (8.5) = 51,778 \text{ kg}$$

No debe ser menor a:

$$V = 0.11 * 0.44 * 1.2 * 1.25 * 266,735 = 19,365 \text{ kg}$$

Para zona sísmica 4 no debe ser menor a:

$$V = 0.8 * 0.4 * 1.6 * 266,735 / 8.5 = 20,084 \text{ kg}$$

Por lo tanto el corte basal a utilizar es:

$$V = 51,778 \text{ kg}$$

**b. Fuerzas por nivel (Fn1):**

Fórmula:  $F_{ni} = V * W_{hi} / W_{hi}$

Donde:

$F_{ni}$  = fuerza por nivel  $V$  corte basal

$W$  = 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 medida desde la cimentación al nivel considerado

Solución:

Como  $V_x = V_y$ ; entonces  $F_n \text{ en } X = F_n \text{ en } Y$

**Tabla IV. Fuerzas por nivel.**

Nivel	Wi (kg)	Hi (m)	V	WiHi	Fn
0	29,508	1	51,778	29508	959.90
1	135,600	5.3	51,778	718682.3	23378.87
2	101,626	8.3	51,778	843498.5	27439.16
				1591689	

Aplicando la fórmula:

$$F_{n_0} = 51,778 * 29508/1591689 = 960 \text{ kg}$$

$$F_{n_1} = 51,778 * 718682.3/1591689 = 23,379 \text{ kg}$$

$$F_{n_2} = 51,778 * 843498.5/1591689 = 27,439 \text{ kg}$$

**c. Fuerzas por marco (FM):**

$$FM = FM' \pm FM''$$

$$FM' = K_i * F_{ni} / K_i$$

$$FM'' = e * F_{ni} / E_i$$

$$E_i = K_i * d_i^2 / K_i * d_i^2$$

$$e = |C_m - C_R|$$

$$C_R = K_i * d_i / K_i$$

Donde:

FM' = fuerza proporcional a la rigidez

FM'' = fuerza de torsión

K<sub>i</sub> = rigidez de marco K=1 si los elementos son simétricos

E<sub>i</sub> = módulo de rigidez

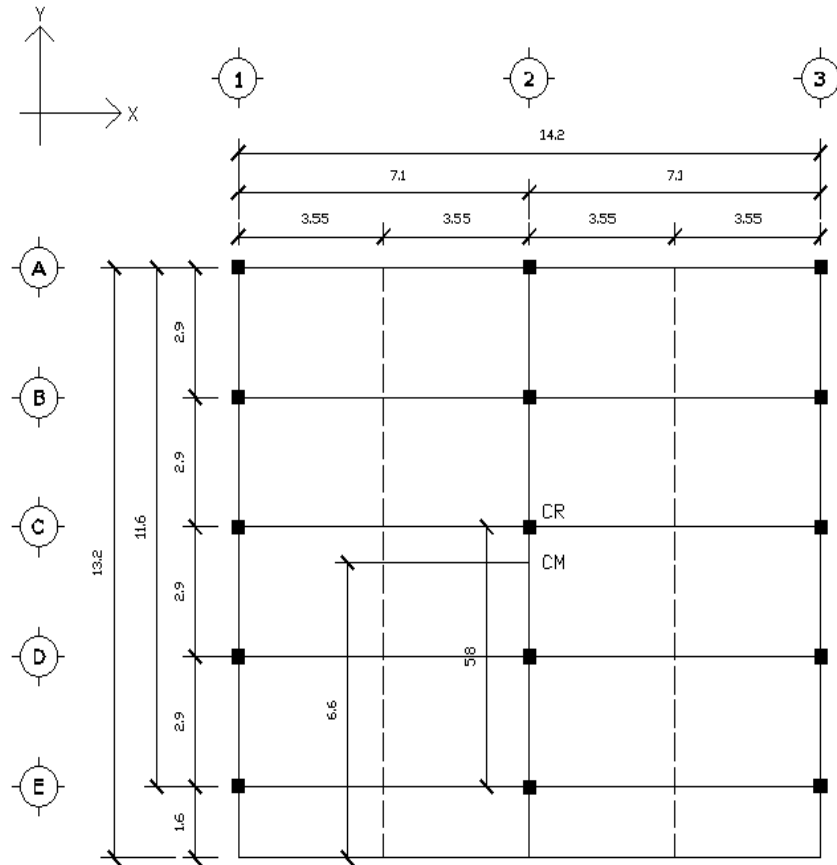
e = excentricidad, e<sub>min</sub> = 0.05\*(altura total del edificio)

C<sub>R</sub> = centro de rigidez

C<sub>m</sub> = centro de masa (C<sub>mx</sub>=x/2 y C<sub>my</sub>=y/2)

d<sub>i</sub> = distancia del CR al marco considerado

Figura 7. Planta típica nivel 1 de distribución de marcos.



SENTIDO X: por simetría, se usa  $R=1$  en todos los marcos Y

Nivel 2

$$CR = (1 \cdot 0 + 1 \cdot 2.9 + 1 \cdot 5.8 + 1 \cdot 8.7 + 1 \cdot 11.6) / 5 = 5.80 \text{ m}$$

$$Cm = (2.9 + 2.9 + 2.9 + 2.9) / 2 = 5.80 \text{ m}$$

$e = 0$ ; esto significa que no hay torsión en el sentido Y.

$$FM' = (1 \cdot 27,439) / (1 \cdot 5) = 5,488 \text{ kg}$$

Este valor se aplica en todos los marcos X en el Nivel 2  $FM'' = 0$ ; esto por no haber excentricidad (e) en Y.

$$FM_{\text{nivel}_2} = 5,488 + 0 = 5,488 \text{ kg}$$

Nivel 1

$$CR = (1 \cdot 0 + 1 \cdot 2.9 + 1 \cdot 5.8 + 1 \cdot 8.7 + 1 \cdot 11.6) / 5 = 5.80 \text{ m}$$

$$Cm = (2.9 + 2.9 + 2.9 + 2.9 + 1.60) / 2 = 6.60 \text{ m}$$

$$e = 6.60 - 5.80 = 0.80$$

$$FM' = (1 \cdot 23,379) / (1 \cdot 5) = 4,676 \text{ kg}$$

**Tabla V. Fuerzas por marco.**

Marco	Ri	Di	Ridi	Ridi <sup>2</sup>
E	1	5.8	5.8	33.64
D	1	2.9	2.9	8.41
C	1	0	0	0
B	1	-2.9	-2.9	8.41
A	1	-5.8	-5.8	33.64
				84.1

$$FM''_E = (0.80 \cdot 4,676) / (84.1 / 5.80) = 258 \text{ kg}$$

$$FM''_D = (0.80 \cdot 4,676) / (84.1 / 2.90) = 129 \text{ kg}$$

$$FM''_C = (0.80 \cdot 4,676) / (84.1 / 0) = 0 \text{ kg}$$

$$FM''_B = (0.80 \cdot 4,676) / (84.1 / -2.90) = -129 \text{ kg}$$

$$FM''_A = (0.80 \cdot 4,676) / (84.1 / -5.80) = -258 \text{ kg}$$

$$FM_E = 4,676 + 258 = 4,934 \text{ kg}$$

$$FM_D = 4,676 + 129 = 4,805 \text{ kg}$$

$$FM_C = 4,676 + 0 = 4,676 \text{ kg}$$

$$FM_B = 4,676 - 129 = 4,547 \text{ kg}$$

$$FM_A = 44,676 - 258 = 4,418 \text{ kg}$$

Nivel 0

$$CR = (1 \cdot 0 + 1 \cdot 2.9 + 1 \cdot 5.8 + 1 \cdot 8.7 + 1 \cdot 11.6) / 5 = 5.80 \text{ m}$$

$$Cm = (2.9 + 2.9 + 2.9 + 2.9) / 2 = 5.80 \text{ m}$$

$e = 0$ ; esto significa que no hay torsión en el sentido Y.

$$FM' = (1 \cdot 960) / (1 \cdot 5) = 192 \text{ kg}$$

Este valor se aplica en todos los marcos X en el Nivel 0  $FM'' = 0$ ; esto por no haber excentricidad (e) en Y.

$$FM_{\text{nivel}_0} = 192 + 0 = 192 \text{ kg}$$

SENTIDO Y: por simetría, se usa  $R=1$  en todos los marcos X

$$CR = (1 \cdot 0 + 1 \cdot 7.1 + 1 \cdot 14.20) / 3 = 7.1 \text{ m}$$

$$Cm = (7.1 + 7.1) / 2 = 7.1 \text{ m}$$

$e = 0$ ; esto significa que no hay torsión en el sentido X.

Nivel 2

$$FM' = (1 \cdot 27,439) / (1 \cdot 3) = 9,146 \text{ kg}$$

Este valor se aplica en todos los marcos Y en el Nivel 2  $FM'' = 0$ ; esto por no haber excentricidad (e) en X.

$$FM_{\text{nivel}_2} = 9,146 + 0 = 9,146 \text{ kg}$$

Nivel 1

$$FM' = (1 \cdot 23,379) / (1 \cdot 3) = 7,793 \text{ kg}$$

Este valor se aplica en todos los marcos Y en el Nivel 1  $FM'' = 0$ ; esto por no haber excentricidad (e) en X.



$$FM_{\text{nivel}_1} = 7,793 + 0 = 7,793 \text{ kg}$$

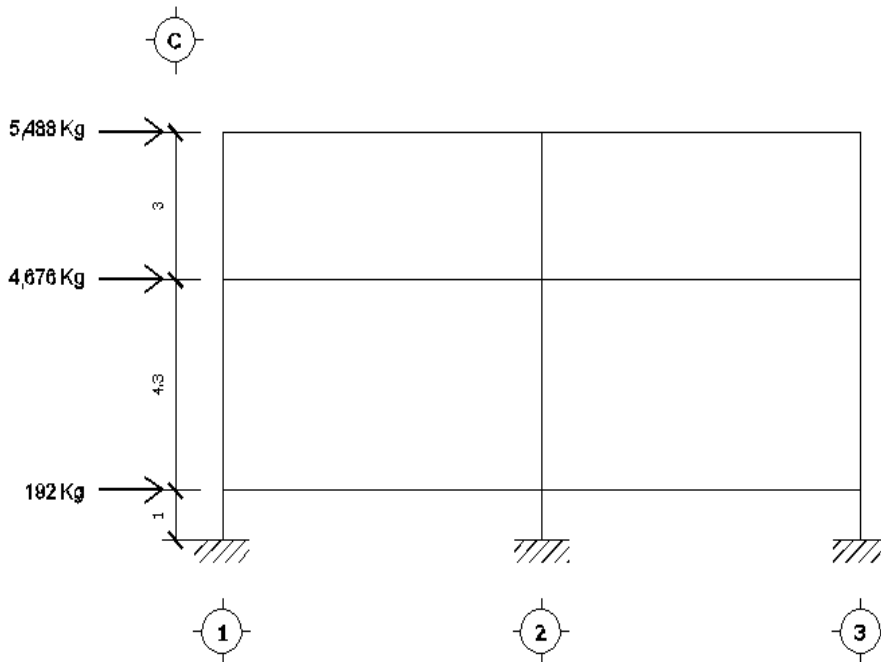
Nivel 0

$$FM' = (1 \cdot 960) / (1 \cdot 3) = 320 \text{ kg}$$

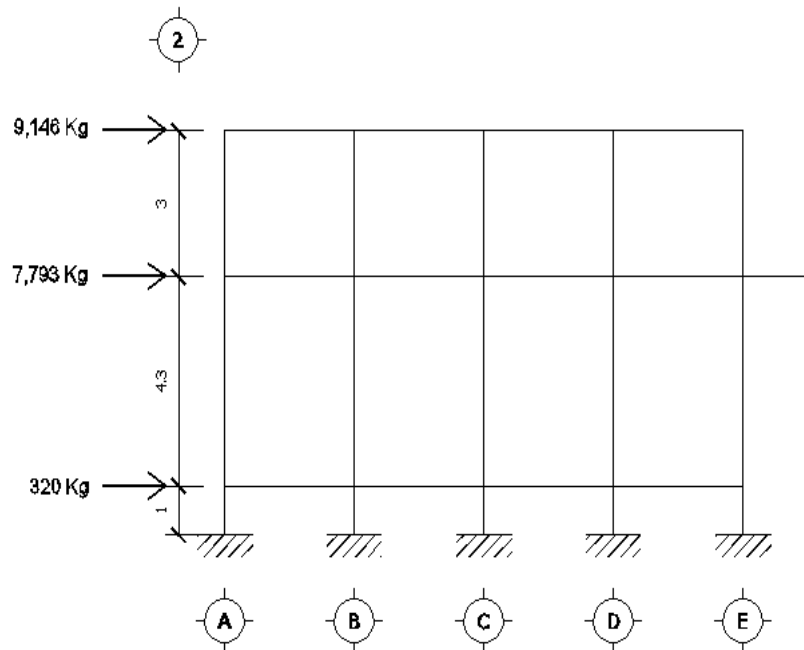
Este valor se aplica en todos los marcos Y en el Nivel 0  $FM'' = 0$ ; esto por no haber excentricidad (e) en X.

$$FM_{\text{nivel}_0} = 320 + 0 = 320 \text{ kg}$$

**Figura 8. Carga producida por sismo, marco crítico sentido X.**



**Figura 9. Carga producida por sismo, marco crítico sentido Y.**



### **2.1.3 Análisis estructural**

Es el proceso que se realiza para determinar respuestas de la estructura ante las acciones exteriores que puedan afectar a la misma; en otras palabras, se determinan los efectos de las cargas aplicadas a la estructura. Para el edificio de bomberos, se hace el análisis estructural de la forma siguiente:

#### **2.1.3.1 Deriva**

Deflexión lateral de primer orden determinada elásticamente, debido a la fuerza cortante horizontal en la parte superior del piso respecto a la parte inferior del mismo piso, en resumen la deriva es la distancia medida desde el suelo hasta el punto más alto, que el marco se va a desplazar como

consecuencia de una o varias fuerzas laterales. Se calcula de la siguiente forma:

$$= 1.2*V*H/(0.4*E_c*A)+V*H^3/(3*E_c*I)$$

Donde:

V = Corte basal por nivel

H = Altura del nivel

E<sub>c</sub> = Módulo de elasticidad del concreto

A = Área de sección de columnas

I = Inercia de la sección de columna

Chequeando la deriva en cada marco:

Eje X:

$$\begin{aligned} 2 &= 1.2*5488*300/(0.4*15100*280^{1/2}*(3*30*30)) + \\ &5488*300^3/(3*0.4*15100*280^{1/2}*1/12*30*30^3) \\ &= 0.56 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2_{\max} &= 0.0025*300 \\ &= 0.75 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$0.56 < 0.75 \text{ OK}$$

$$\begin{aligned} 1 &= 1.2*10164*430/(0.4*15100*280^{1/2}*(3*45*45)) + \\ &10164*430^3/(3*0.4*15100*280^{1/2}*1/12*45*45^3) \\ &= 0.98 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1_{\max} &= 0.0025*430 \\ &= 1.08 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$0.98 < 1.08 \text{ OK}$$

$$\begin{aligned}
\delta_0 &= 1.2 \cdot 10356 \cdot 100 / (0.4 \cdot 15100 \cdot 280^{1/2} \cdot (3 \cdot 45 \cdot 45)) + \\
&\quad 10356 \cdot 100^3 / (3 \cdot 0.4 \cdot 15100 \cdot 280^{1/2} \cdot 1/12 \cdot 45 \cdot 45^3 \cdot 3) \\
&= 0.02 \text{ cm} \\
\delta_{0\max} &= 0.0025 \cdot 100 \\
&= 0.25 \text{ cm} \\
&\quad 0.02 < 0.25 \text{ OK}
\end{aligned}$$

Eje Y:

$$\begin{aligned}
\delta_2 &= 0.57 < 0.63 \text{ OK} \\
\delta_1 &= 0.89 < 1.05 \text{ OK} \\
\delta_0 &= 0.02 < 0.25 \text{ OK}
\end{aligned}$$

### 2.1.3.2 Modelo matemático

El modelo matemático de un marco es una gráfica que representa tanto la forma como las cargas que soporta el marco, y sirve para hacer el análisis estructural del mismo. En este caso por la similitud de los marcos rígidos, en geometría y en las cargas aplicadas, se analizan únicamente los críticos en los sentidos X y Y.

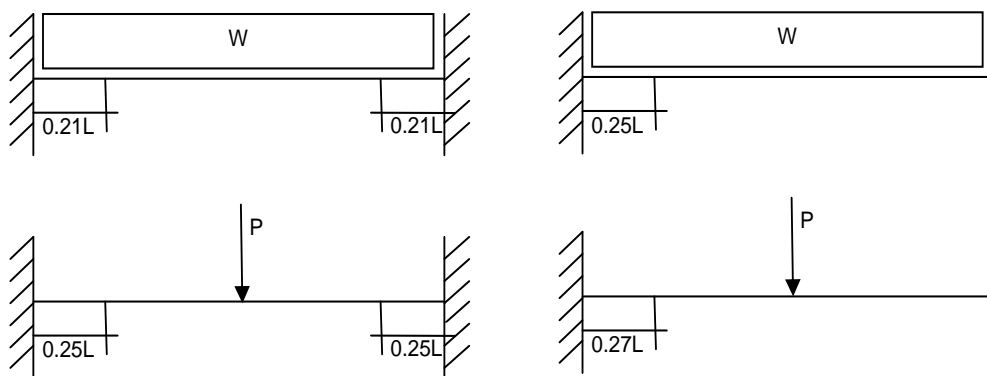
### 2.1.3.3 Método de puntos de inflexión

Este método es aplicable a vigas y marcos simétricos con cargas verticales. Se basa en los siguientes principios:

- Toda estructura deformada permanece unida.

- Los ángulos inicialmente rectos continúan siéndolo aún después de la deformación.
- En toda estructura deformada deformarán al menos los suficientes puntos de inflexión para poder analizarla por estática.

El método consiste en localizar y ubicar los puntos de inflexión para separar la estructura en varios cuerpos libres a los cuales se les aplican las ecuaciones de estática, para determinar la ubicación de los puntos de inflexión, se utilizan los siguientes casos típicos:



Para las cargas gravitatorias verticales, después del correspondiente análisis de cargas y predimensionamiento realizado, se habrá calculado ya los esfuerzos de corte y momentos flectores en vigas y columnas.

Para obtener el momento ubicado en la parte inferior de cada columna, se multiplica el momento superior por un factor de transporte; el cual es un factor que se debe multiplicar el momento desarrollado en el extremo girado, siendo el otro extremo fijo o restringido, esto para obtener el momento inducido en el extremo fijo o restringido, siempre y cuando cumpla con dos condiciones:

- Que no existan cargas intermedias en el elemento.
- Que un extremo esté fijo o restringido y el otro se encuentre girando o con desplazamiento casi cero. Este factor tiene un valor de 0.5.

Solución: analizando carga muerta de viga A-B nivel 2.

$$F_M = 0$$

$$R_y = (499(1/2)(1.97)^2)/1.97 = 492 \text{ kg}$$

$$F_y = 0$$

$$R_y = 492 + 499*(0.32) = 652 \text{ kg}$$

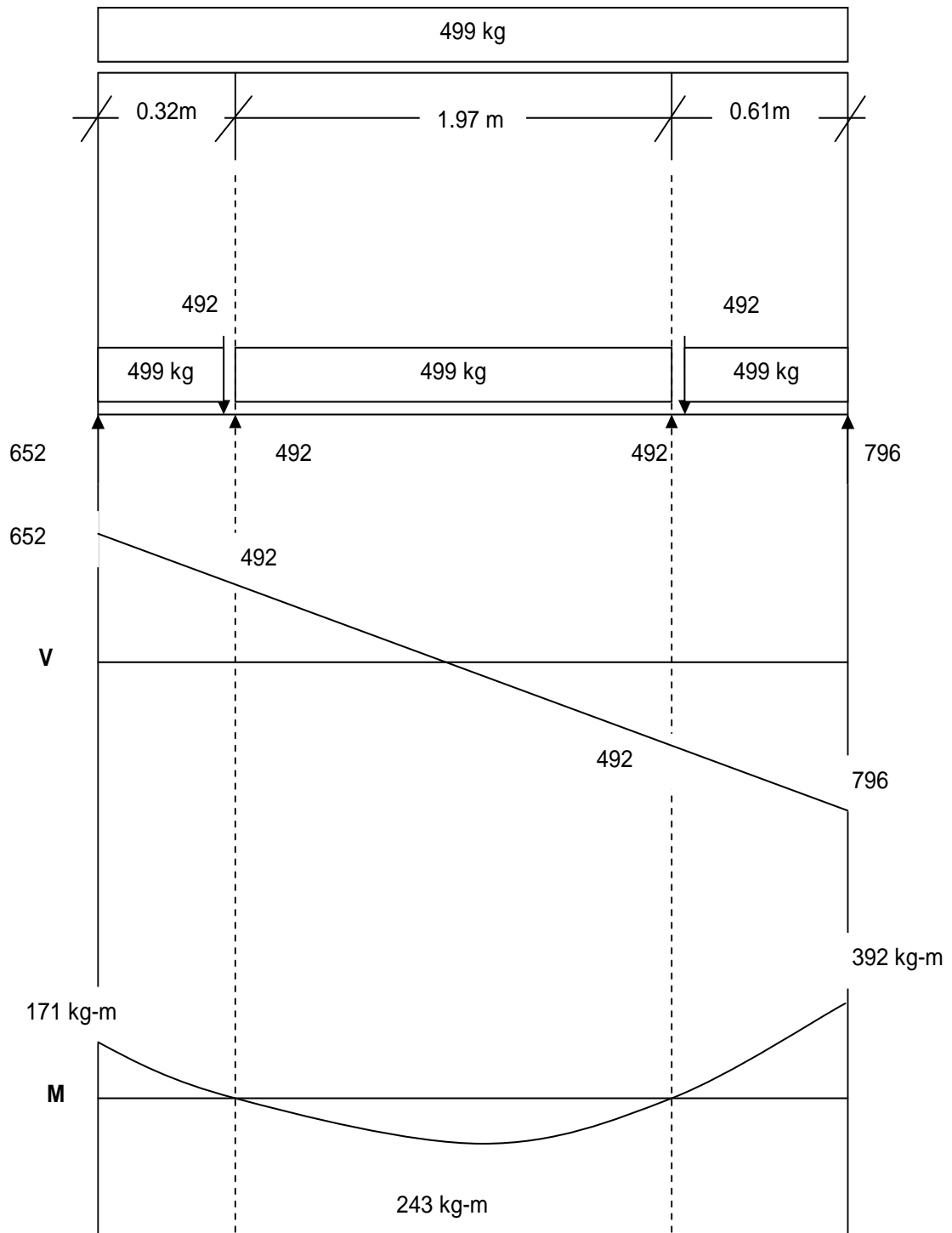
$$F_y = 0$$

$$R_y = 492 + 499*(0.61) = 796 \text{ kg}$$

$$M_{(-)} = 0.5*(492+652)*0.32 = 183 \text{ kg-m}$$

$$M_{(+)} = 499*1.97^2/8 = 243 \text{ kg-m}$$

$$M_{(-)} = 0.5*(492+796)*0.32 = 392 \text{ kg-m}$$



**Nota:** se realiza el mismo procedimiento para cada una de las vigas y columnas, todos los momentos calculados están kg-m.

Figura 10. Diagrama de momentos, carga muerta, marco crítico X.

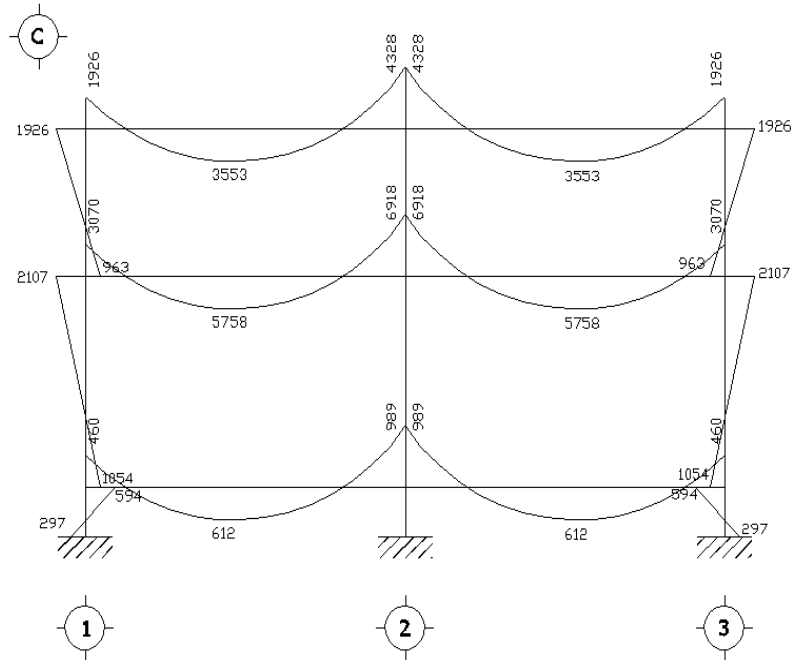


Figura 11. Diagrama de momentos, carga viva, marco crítico X.

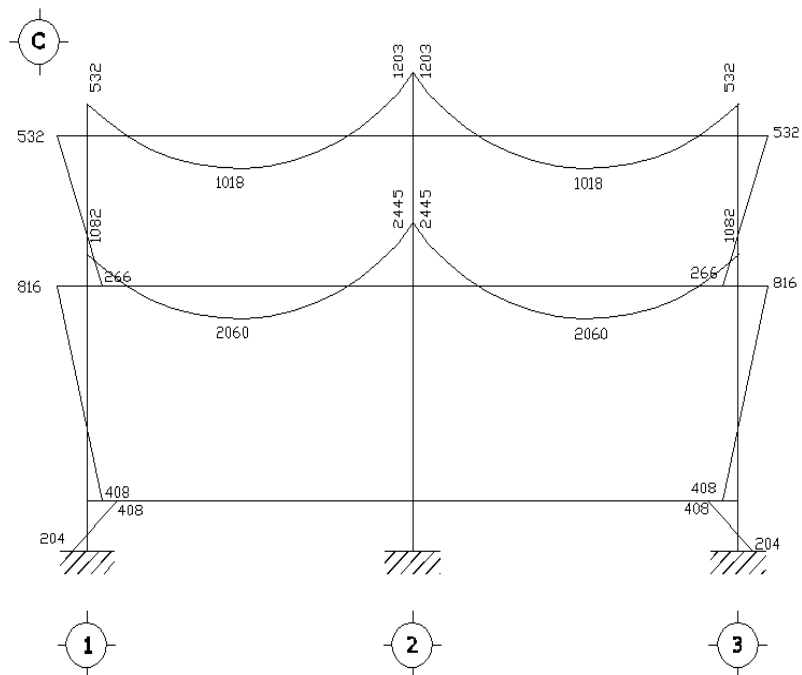




Figura 12. Diagrama de momentos, carga muerta, marco crítico Y.

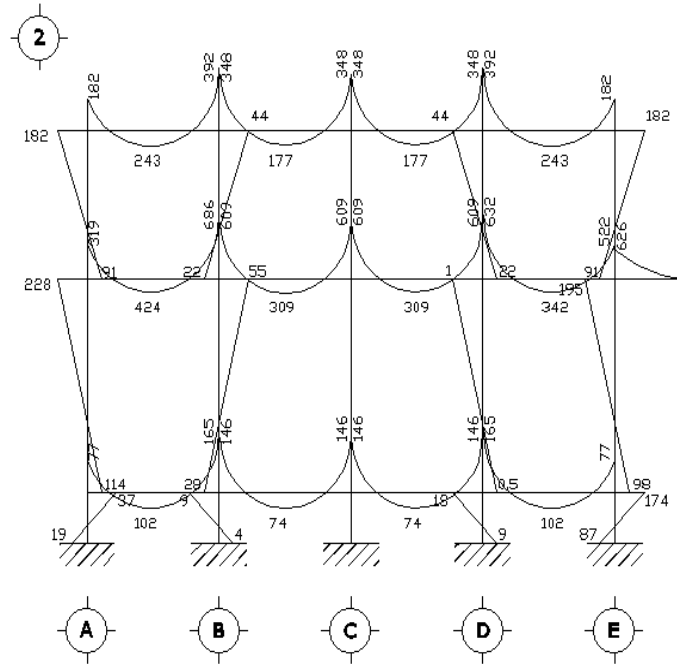
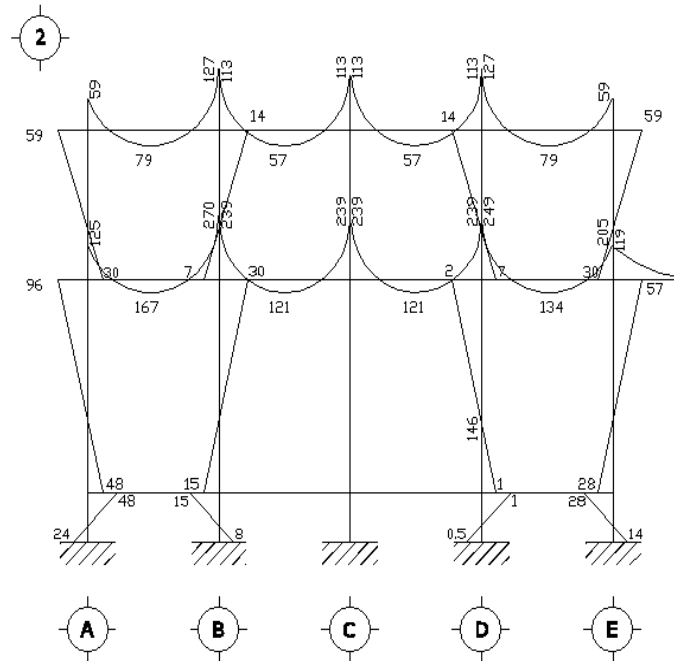


Figura 13. Diagrama de momentos, carga viva, marco crítico Y.



#### 2.1.3.4 Método del portal

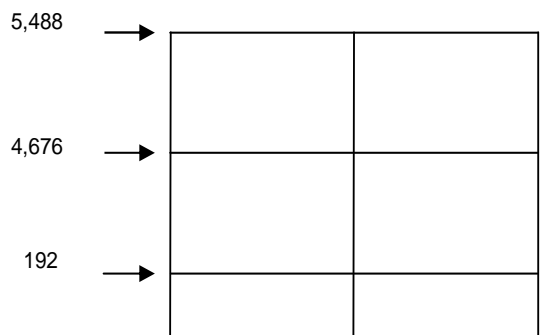
Es aplicable a marcos simétricos y asimétricos sometidos a cargas horizontales, se basa en las siguientes condiciones:

- Los ángulos inicialmente rectos, continúan siendo rectos aún después de la deformación.
- Despreciando la deformación axial, el desplazamiento delta de las columnas es igual.
- En cada uno de los elementos se produce un punto de inflexión.
- Por simetría los puntos de inflexión se ubican a la mitad de cada elemento.

Este método proporciona mejores resultados en los marcos bajos aquellos que su base total es mayor que su altura y se basa en:

- Se forma un punto de inflexión a la mitad de cada viga y de columna.
- La suma de las fuerzas cortantes en las columnas es igual a la fuerza externa que se aplica en el panel
- Las columnas interiores del marco absorberán el doble que las exteriores

Solución: analizando el marco crítico en X.





$$M_{VOL0-1} = 5488(3+2.15)+4676*2.15 = 38,315 \text{ kg-m}$$

$$P_1 = 0.07042*38,315 = 2,698 \text{ kg}$$

$$P_2 = 0*34,316 = 0 \text{ kg}$$

$$P_3 = -0.07042*38,315 = 2,698 \text{ kg}$$

Corte Tramo (1-2):

$$V_{ext} = (5488+4676)/4 = 2,541 \text{ kg}$$

$$V_{int} = 2*4680 = 5,082 \text{ kg}$$

Momento de Volteo Tramo (0-1):

$$M_{VOL0-1} = 5488(3+4.3+0.5)+4676(4.3+0.5)+192(0.5) = 65,345 \text{ kg-m}$$

$$P_1 = 0.07042*65,345 = 4,602 \text{ kg}$$

$$P_2 = 0.07042*0 = 0 \text{ kg}$$

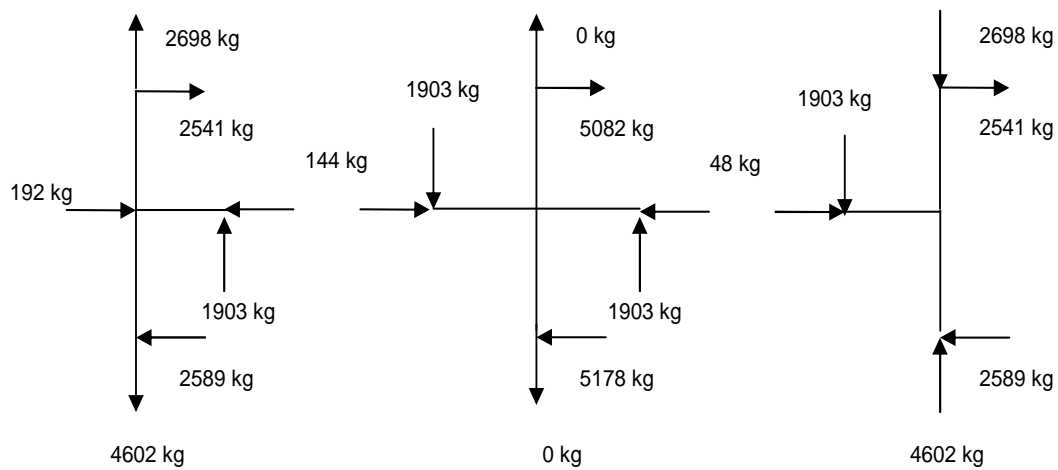
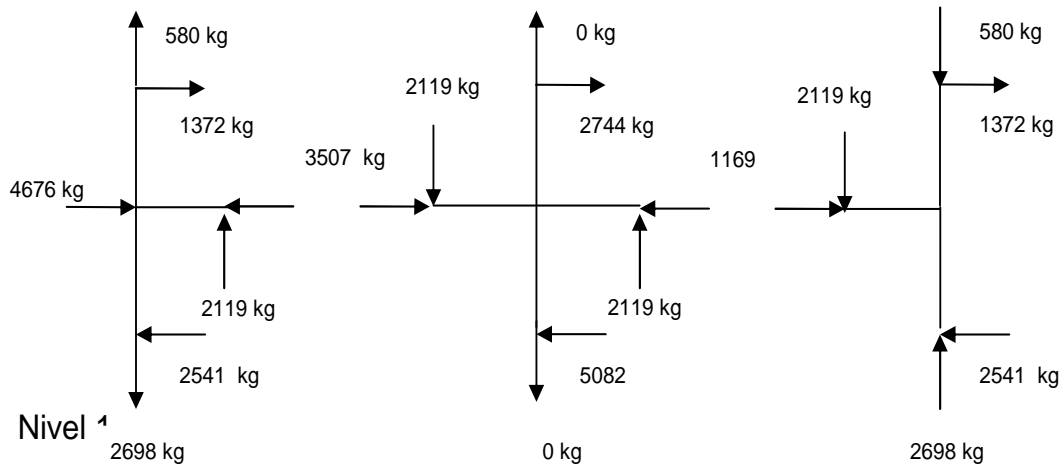
$$P_3 = -0.07042*65,345 = -4,602 \text{ kg}$$

Corte Tramo (0-1):

$$V_{ext} = (5488+4676+192)/4 = 2,589 \text{ kg}$$

$$V_{int} = 2*2537 = 5,178 \text{ kg}$$

## Nivel 2



**Nota:** se realiza el mismo procedimiento para el marco crítico Y, todos los momentos calculados están en kg-m.

Figura 14. Diagrama de momentos, sismo, marco crítico X.

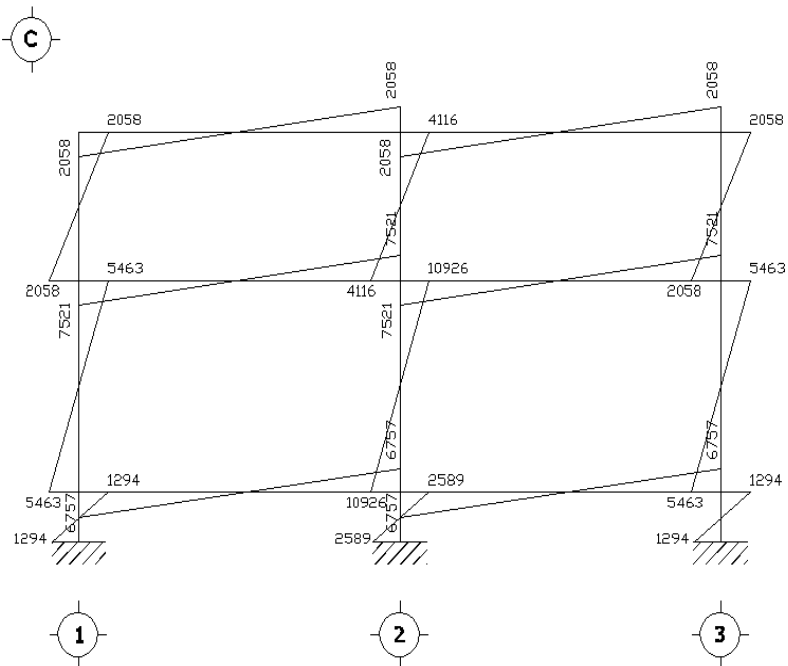
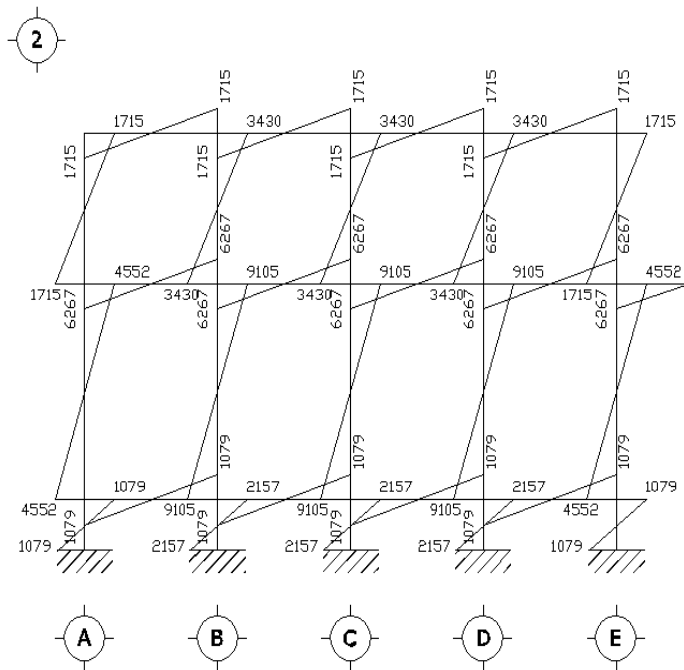


Figura 15. Diagrama de momentos, sismo, marco crítico Y.



### 2.1.3.5 Momentos máximos por envolventes

La envolvente de momentos es la representación de los esfuerzos máximos que pueden ocurrir al superponer los efectos de la carga muerta, la carga viva y la carga sísmica.

El análisis consistirá en llevar a cabo el cálculo de las fuerzas correspondientes para cada una de las tres combinaciones de cargas a las que será sometido cada marco. Las cargas incluidas serán uniformemente distribuidas y puntuales.

El Reglamento ACI 318-05, sección 9.1, 9.2 y 9.3 proporciona los factores de carga para las combinaciones específicas y toma en consideración la probabilidad de ocurrencia simultánea al asignar los factores, aunque solo incluyen las más probables generalmente. Por esta razón, el diseñador no debe suponer que estén cubiertos todos los casos.

Por lo tanto, se tomarán en consideración las diversas combinaciones de carga a fin de determinar la condición de diseño más crítica y así se diseñará con la resistencia que se requiere para resistir las cargas afectadas por su factor de carga correspondiente.

#### Combinación de cargas

$$E_{c_1} = 1.2D + 1.6L$$

$$E_{c_2} = 1.2D + L + E$$

$$E_{c_3} = 0.9D + E$$

**Tabla VI. Envolvente de momentos de vigas en el eje X crítico.**

Eje C							
ID Viga							
		Momento (kg-m)			Envolvente (kg-m)		
Nivel 2		Muerta	Viva	Sismo	Ec <sub>1</sub>	Ec <sub>2</sub>	Ec <sub>3</sub>
1	1	1926	532	2058	3163	4901	3791
	CENTRO	3553	1018	0	5893	5282	3197
	2	4328	1203	2058	7119	8455	5953
2	2	4328	1203	2058	7119	8455	5953
	CENTRO	3553	1018	0	5893	5282	3197
	3	1926	532	2058	3163	4901	3791
Nivel 1							
1	1	3070	1082	7521	5416	12287	10284
	CENTRO	5758	2060	0	10206	8970	5182
	2	6918	2445	7521	12213	18267	13747
2	2	6918	2445	7521	12213	18267	13747
	CENTRO	5758	2060	0	10206	8970	5182
	3	3070	1082	7521	5416	12287	10284
Nivel 0							
1	1	460	0	6757	552	7309	7171
	CENTRO	612	0	0	734	734	551
	2	989	0	6757	1187	7945	7648
2	2	989	0	6757	1187	7945	7648
	CENTRO	612	0	0	734	734	551
	3	460	0	6757	552	7309	7171



**Tabla VII. Envolvente de momentos de vigas en el eje Y crítico.**

Eje 2							
ID Viga		Momento (kg-m)			Envolvente (kg-m)		
Nivel 2		Muerta	Viva	Sismo	Ec <sub>1</sub>	Ec <sub>2</sub>	Ec <sub>3</sub>
1	A	182	59	1715	314	1993	1879
	Centro	243	79	0	417	370	218
	B	392	127	1715	674	2313	2068
2	B	348	127	1715	621	2260	2028
	Centro	177	57	0	303	269	159
	C	348	113	1715	599	2246	2028
3	C	348	113	1715	599	2246	2028
	Centro	177	57	0	303	269	159
	D	348	113	1715	599	2246	2028
4	D	392	127	1715	674	2313	2068
	Centro	243	79	0	417	370	218
	E	182	59	1715	314	1993	1879
Nivel 1							
1	A	319	125	6267	584	6776	6555
	Centro	424	167	0	776	676	382
	B	686	270	6267	1255	7361	6885
2	B	609	270	6267	1163	7268	6816
	Centro	309	121	0	565	492	278
	C	609	239	6267	1114	7238	6816
3	C	609	239	6267	1114	7238	6816
	Centro	309	121	0	565	492	278
	D	609	239	6267	1114	7238	6816
4	D	632	249	6267	1156	7275	6836
	Centro	342	134	0	625	544	307
	E	522	205	6267	955	7099	6737

Continuación tabla VII.

Nivel 0							
1	A	77	0	5631	92	5723	5700
	Centro	102	0	0	122	122	92
	B	165	0	5631	198	5829	5780
2	B	146	0	5631	176	5807	5763
	Centro	74	0	0	89	89	67
	C	146	0	5631	176	5807	5763
3	C	146	0	5631	176	5807	5763
	Centro	74	0	0	89	89	67
	D	146	0	5631	176	5807	5763
4	D	165	0	5631	198	5829	5780
	Centro	102	0	0	122	122	92
	E	77	0	5631	92	5723	5700

Tabla VIII. Envolvente de carga axial de columnas en kg.

<b>Columna de esquina</b>								
	Carga Axial (kg)			Envolvente (kg)				
	Viva	Muerta	Sismo	Ec <sub>1</sub>	Ec <sub>2</sub>	Ec <sub>2(-)</sub>	Ec <sub>3</sub>	Ec <sub>3(-)</sub>
Nivel 2	976	3456	1762	5708	6885	3360	4873	1348
Nivel 1	2984	9040	8203	15622	22035	5629	16339	-67
Nivel 0	2984	10090	13990	16882	29082	1102	23071	-4909
<b>Columna de borde Y</b>								
	Viva	Muerta	Sismo	Ec <sub>1</sub>	Ec <sub>2</sub>	Ec <sub>2(-)</sub>	Ec <sub>3</sub>	Ec <sub>3(-)</sub>
Nivel 2	1315	4516	580	7523	7314	6154	4644	3484
Nivel 1	4032	11933	2698	20771	21050	15653	13438	8042
Nivel 0	4032	13288	4602	22396	24579	15375	16561	7357
<b>Columna de centro</b>								
	Viva	Muerta	Sismo	Ec <sub>1</sub>	Ec <sub>2</sub>	Ec <sub>2(-)</sub>	Ec <sub>3</sub>	Ec <sub>3(-)</sub>
Nivel 2	2161	7583	0	12558	11261	11261	6825	6825
Nivel 1	6599	19886	0	34421	30462	30462	17898	17898
Nivel 0	5236	21986	0	34761	31619	31619	19788	19788
<b>Columna de borde X</b>								
	Viva	Muerta	Sismo	Ec <sub>1</sub>	Ec <sub>2</sub>	Ec <sub>2(-)</sub>	Ec <sub>3</sub>	Ec <sub>3(-)</sub>
Nivel 2	1716	6187	1183	10171	10324	7959	6751	4386
Nivel 1	5236	16090	5505	27685	30048	19038	19986	8976
Nivel 0	5236	17885	9389	29839	36087	17309	25485	6708

**Tabla IX. Envoltente de momentos de columnas en X.**

<b>Columna de esquina</b>								
	Momento (kg-m)			Envoltente (kg-m)				
	Viva	Muerta	Sismo	Ec <sub>1</sub>	Ec <sub>2</sub>	Ec <sub>2(-)</sub>	Ec <sub>3</sub>	Ec <sub>3(-)</sub>
Nivel 2	532	1926	2058	3163	4901	785	3791	-325
Nivel 1	816	2107	5463	3835	8808	-2118	7359	-3566
Nivel 0	408	594	1294	1365	2415	-174	1829	-760
<b>Columna de borde Y</b>								
	Momento (kg-m)			Envoltente (kg-m)				
	Viva	Muerta	Sismo	Ec <sub>1</sub>	Ec <sub>2</sub>	Ec <sub>2(-)</sub>	Ec <sub>3</sub>	Ec <sub>3(-)</sub>
Nivel 2	532	1926	2058	3163	4901	785	3791	-325
Nivel 1	816	2107	5463	3835	8808	-2118	7359	-3566
Nivel 0	408	594	1294	1365	2415	-174	1829	-760
<b>Columna de centro</b>								
	Momento (kg-m)			Envoltente (kg-m)				
	Viva	Muerta	Sismo	Ec <sub>1</sub>	Ec <sub>2</sub>	Ec <sub>2(-)</sub>	Ec <sub>3</sub>	Ec <sub>3(-)</sub>
Nivel 2	0	0	4116	0	4116	-4116	4116	-4116
Nivel 1	0	0	10926	0	10926	-10926	10926	-10926
Nivel 0	0	0	2589	0	2589	-2589	2589	-2589
<b>Columna de borde X</b>								
	Momento (kg-m)			Envoltente (kg-m)				
	Viva	Muerta	Sismo	Ec <sub>1</sub>	Ec <sub>2</sub>	Ec <sub>2(-)</sub>	Ec <sub>3</sub>	Ec <sub>3(-)</sub>
Nivel 2	0	0	4116	0	4116	-4116	4116	-4116
Nivel 1	0	0	10926	0	10926	-10926	10926	-10926
Nivel 0	0	0	2589	0	2589	-2589	2589	-2589

**Tabla X. Envoltente de momentos de columnas en Y.**

<b>Columna de esquina</b>								
	Momento (kg-m)			Envoltente (kg-m)				
	Viva	Muerta	Sismo	Ec <sub>1</sub>	Ec <sub>2</sub>	Ec <sub>2(-)</sub>	Ec <sub>3</sub>	Ec <sub>3(-)</sub>
Nivel 2	59	182	1715	314	1993	-1437	1879	-1551
Nivel 1	57	195	4552	325	4843	-4262	4728	-4377
Nivel 0	28	174	1079	254	1316	-841	1236	-922
<b>Columna de borde Y</b>								
	Momento (kg-m)			Envoltente (kg-m)				
	Viva	Muerta	Sismo	Ec <sub>1</sub>	Ec <sub>2</sub>	Ec <sub>2(-)</sub>	Ec <sub>3</sub>	Ec <sub>3(-)</sub>
Nivel 2	0	0	3430	0	3430	-3430	3430	-3430
Nivel 1	0	0	9105	0	9105	-9105	9105	-9105
Nivel 0	0	0	2157	0	2157	-2157	2157	-2157
<b>Columna de centro</b>								
	Momento (kg-m)			Envoltente (kg-m)				
	Viva	Muerta	Sismo	Ec <sub>1</sub>	Ec <sub>2</sub>	Ec <sub>2(-)</sub>	Ec <sub>3</sub>	Ec <sub>3(-)</sub>
Nivel 2	0	0	3430	0	3430	-3430	3430	-3430
Nivel 1	0	0	9105	0	9105	-9105	9105	-9105
Nivel 0	0	0	2157	0	2157	-2157	2157	-2157
<b>Columna de borde X</b>								
	Momento (kg-m)			Envoltente (kg-m)				
	Viva	Muerta	Sismo	Ec <sub>1</sub>	Ec <sub>2</sub>	Ec <sub>2(-)</sub>	Ec <sub>3</sub>	Ec <sub>3(-)</sub>
Nivel 2	59	182	1715	314	1993	-1437	1879	-1551
Nivel 1	57	195	4552	325	4843	-4262	4728	-4377
Nivel 0	28	174	1079	254	1316	-841	1236	-922

## 2.1.4 Diseño de elementos

Aquí se procede a diseñar estructuralmente, por medio de una serie de cálculos, con el fin de definir las características detalladas de los distintos elementos que constituyen la estructura: es ésta la parte de la edificación que se destina para soportar las cargas que se presentarán en su vida útil.

Para el diseño estructural de este edificio se utilizarán los datos generales siguientes:

Materiales:

$$\begin{array}{lll} f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 & fy = 4,220 \text{ kg/cm}^2 & Ec = 15,100 * f'c^{1/2} \\ Wc = 2,400 \text{ kg/m}^3 & Es = 2.0 \text{ E6 kg/cm}^2 & Ws = 1,500 \text{ kg/m}^3 \end{array}$$

### 2.1.4.1 Losas

Las losas son elementos estructurales que pueden servir como cubiertas que protegen de la intemperie, como entrepisos para transmitir cargas verticales, o como diafragmas para transmitir cargas horizontales. Para diseñarlas existen varios métodos, en este caso se utiliza el método 3 del Reglamento ACI de 1,963. Desde 1,963 se utiliza en forma amplia para losas apoyadas en los bordes por muros, vigas de acero o vigas monolíticas de concreto, cuya altura total no sea menor que aproximadamente tres veces el espesor de la losa descrito en la sección siguiente. Aunque no formó parte del Reglamento ACI de 1,977 o de versiones posteriores, se permite su uso continuo bajo la disposición del Reglamento actual (Reglamento ACI 13.5.1), un sistema de losa pueda diseñarse utilizando cualquier procedimiento que satisfaga las condiciones de

equilibrio y compatibilidad geométrica, siempre y cuando se demuestre que la resistencia de diseño en cada sección es por lo menos igual a la resistencia requerida y que se cumplen los requisitos de funcionalidad.

Losas nivel 2 (detallado)

En esta sección se detalla el procedimiento seguido para el diseño de las losas del edificio; el procedimiento es el siguiente:

Datos:

$$t = 9 \text{ cm}$$

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

$$d = t - r = 9 - 2 = 7 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$\text{Carga viva} = 100.00 \text{ kg/m}^2 \text{ (ver 2.1.2.4)}$$

$$\text{Carga muerta} = (0.09\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3) = 216.00 \text{ kg/m}^2$$

**a. Determinando cómo trabaja la losa:**

$$m = a/b = \text{lado corto/ lado largo}$$

si  $m \geq 0.5$  trabaja en dos direcciones

si  $m < 0.5$  trabaja en una dirección

$$m = 2.9/3.55 = 0.82$$

**b. Momentos actuantes:**

Fórmulas:

Momentos negativos

$$M_{a(-)} = C_{a(-)} \cdot C_{UT} \cdot a^2$$

$$M_{b(-)} = C_{b(-)} \cdot C_{UT} \cdot b^2$$

Momentos positivos

$$M_{a(+)} = C_{a(+)} \cdot c_v \cdot C_{VU} \cdot a^2 + C_{a(+)} \cdot c_m \cdot C_{MU} \cdot a^2$$

$$M_{b(+)} = C_{b(+)} \cdot c_v \cdot C_{VU} \cdot b^2 + C_{b(+)} \cdot c_m \cdot C_{MU} \cdot b^2$$

Donde:

Ca(-),Cb(-) = coeficientes

Ca(+)<sub>cv</sub>, Cb(+)<sub>cv</sub>=coeficientes positivos de carga viva

Ca(+)<sub>cm</sub>, Cb(+)<sub>cm</sub>=coeficientes positivos de carga muerta

CMU= carga muerta última

CVU= carga viva última

CUu= carga última unitaria

#### Caso 4

Factores

	C(-)	C(+) <sub>cm</sub>	C(+) <sub>cv</sub>
a	0.069	0.028	0.065
b	0.022	0.009	0.069

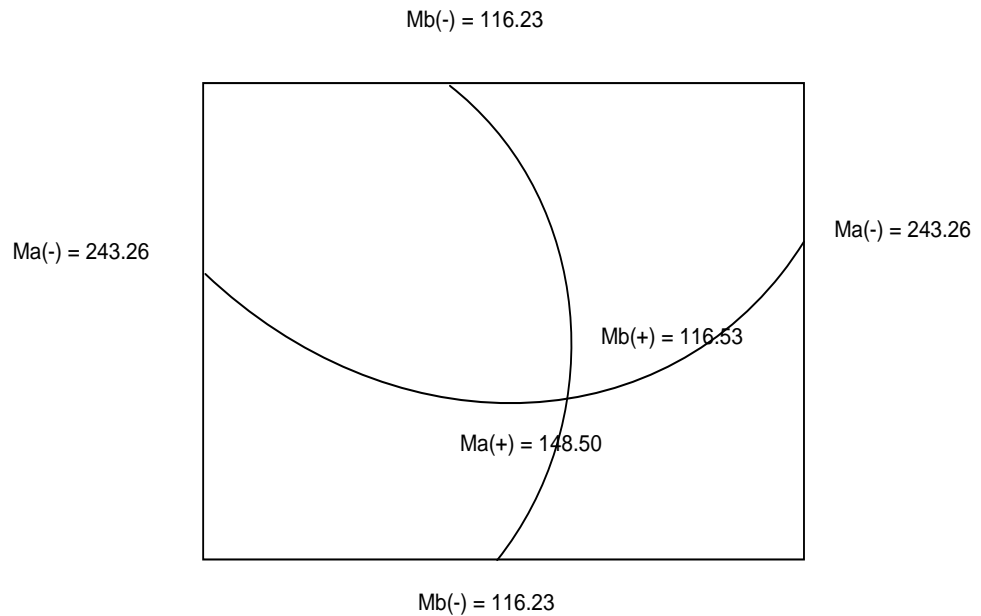
$$M a(-) = 0.069 \cdot (1.2 \cdot 216 + 1.6 \cdot 100) \cdot (2.90)^2 = 243.26 \text{ kg-m}$$

$$M a(+) = 0.065 \cdot (1.2 \cdot 216 + 1.6 \cdot 100) \cdot (2.90)^2 + 0.028 \cdot (1.2 \cdot 216 + 1.6 \cdot 100) \cdot (2.90)^2 \\ = 148.50 \text{ kg-m}$$

$$M b(-) = 0.022 \cdot (1.2 \cdot 216 + 1.6 \cdot 100) \cdot (3.55)^2 = 116.23 \text{ kg-m}$$

$$M b(+) = 0.069 \cdot (1.2 \cdot 216 + 1.6 \cdot 100) \cdot (3.55)^2 + 0.009 \cdot (1.2 \cdot 216 + 1.6 \cdot 100) \cdot (3.55)^2 \\ = 168.53 \text{ kg-m}$$

**Figura 16. Diagrama de momentos, losa 1.**



**Nota:** puesto que todas las losas son iguales no es necesario balancear los momentos.

### c. Diseño del acero de refuerzo

El refuerzo en las losas se calcula como si fuera una viga, usando el ancho unitario de 1.00 m. El procedimiento seguido es el siguiente:

- Calculando el porcentaje de acero real

$$M_n = \rho f_y b d^2 (1 - 0.59 \rho f_y / f'_c)$$

$$= (1 - (1 - 4 \cdot 0.59 \cdot f_y / f'_c \cdot M_n / (0.9 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_y))^{1/2}) / (2 \cdot 0.59 \cdot f_y / f'_c)$$

$$M_{a(-)} = (1 - (1 - 4 \cdot 0.59 \cdot 60000 / 4000 \cdot 243.26 \cdot 2.2 \cdot 3.28 \cdot 12 / (0.9 \cdot 100 / 2.54 \cdot (7/2.54)^2 \cdot 60000))^{1/2}) / (2 \cdot 0.59 \cdot 60000 / 4000)$$



$$= 0.0013$$

- Calculando área de acero

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_{s_{Ma(-)}} = 0.0013 \cdot 100 \cdot 7 = 0.92 \text{ cm}^2/\text{m}$$

- Calculando los límites de acero

Tomando en cuenta que  $S_{MAX} = 3t$

$$S_{MAX} = 3 \cdot 0.09 = 0.27 \text{ m}$$

- Espaciamiento entre varillas para refuerzo

El espaciamiento entre varillas se calcula con:  $S = A_v \cdot b / A_s$ , teniendo en cuenta que el espaciamiento máximo de este refuerzo no deberá exceder lo que sea menor: tres veces el espesor ( $3t$ ), o 45 cm, según Reglamento ACI 318-05, sección 10.5.4.

Proponiendo usar **varilla No. 3**

$$S_{Ma(-)} = \sqrt[4]{(3/8 \cdot 2.54)^2} \cdot 100 / 0.96 = 74 \text{ cm, como } S_{Ma(-)} > S_{MAX}$$

Entonces usar 27 cm (ver detalle en planos)

**Tabla XI. Tabla resumen de cuantía, área de acero y espaciamientos a utilizar.**

	Momento (kg-m)	$\rho_{real}$	$A_s$ (cm <sup>2</sup> /m)	Espaciamiento (cm)
M a <sub>(-)</sub>	243.26	0.0013	0.92	<b>S = 27</b>
M a <sub>(+)</sub>	148.5	0.0008	0.56	<b>S = 27</b>
M b <sub>(-)</sub>	116.23	0.0006	0.44	<b>S = 27</b>
M b <sub>(+)</sub>	168.53	0.0009	0.64	<b>S = 27</b>

### 2.1.4.2 Vigas

Las vigas son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y corte. Los datos necesarios para su diseño son los momentos últimos actuantes, que resultan del análisis estructural.

#### Viga tipo 5

El procedimiento seguido para diseñar las vigas del segundo nivel del eje X, se describe a continuación.

Sección de viga	
B	30
H	40

Proponiendo:

Varilla longitudinal No. 5	<b>As</b>	1.98 cm <sup>2</sup>
Varilla estribo No. 3	<b>As</b>	0.71 cm <sup>2</sup>

- Recubrimiento:

$$r = 4 \text{ cm (Reglamento ACI 318-05, sección 7.7)}$$

$$r' = 4 + 3/8 * 2.54 + 5/8 * 2.54/2 = 6 \text{ cm}$$

- Peralte:

$$d = 40 - 6 = 34 \text{ cm}$$

- Porcentaje de Acero

$$min = 200/60000 = 0.00333$$

$$bal = 0.85 * 0.85 * 4000 * 87000 / (60000(87000 + 60000)) = 0.029$$

$$max = 0.5 * bal = 0.5 * 0.029 = 0.014$$

- Área de Acero

$$A_{s_{\max}} = \rho_{\max} * b * d = 0.014 * 30 * 34 = 14.65 \text{ cm}^2$$

- Bloque a compresión

$$a = A_s * f_y / (\rho * b * f'_c)$$

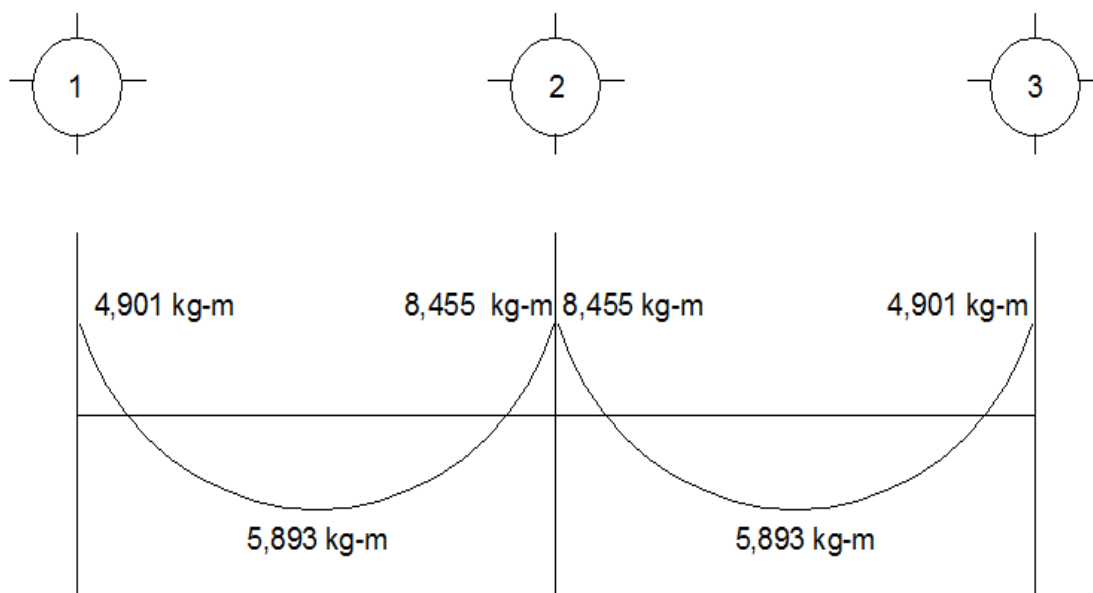
$$a = 14.65 * 4220 / (0.85 * 30 * 280) = 8.66 \text{ cm}$$

- Momento con área de acero máximo

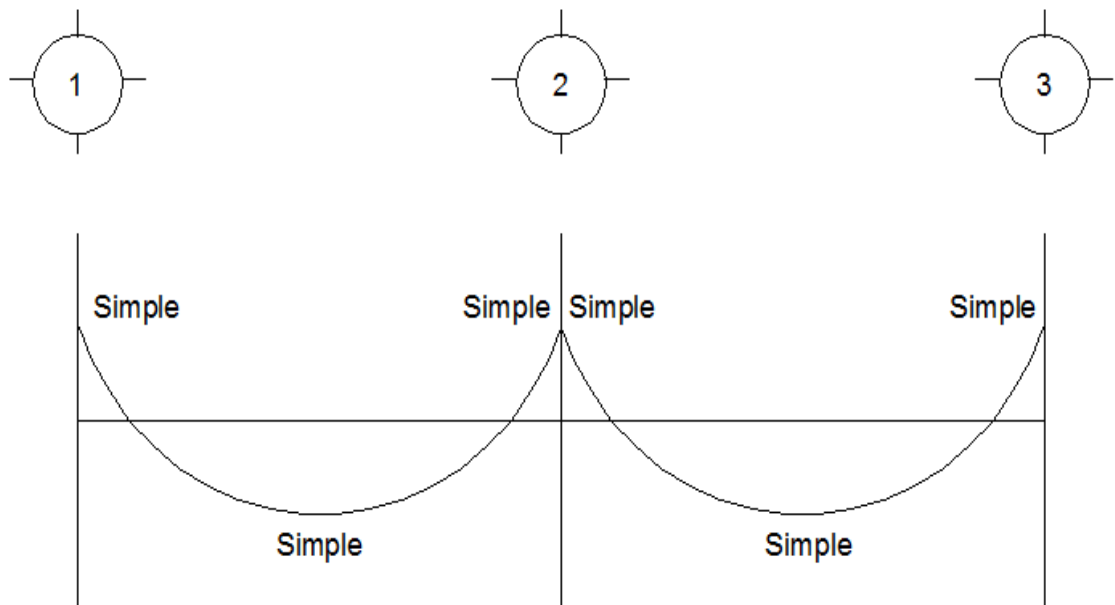
$$M = 0.9 * 14.65 * 4220 * (36 - 8.66/2) = 16,647 \text{ kg-m}$$

**Nota:** Si el momento con área de acero máximo es menor que el momento actuante, la viga es doblemente reforzada, caso contrario es simple.

**Figura 17. Diagrama de envolvente de momentos, nivel 2 eje X.**



**Figura 18. Indicación del tipo de refuerzo a utilizar.**



- Requisitos sísmicos para armado

Para la cama superior: Se deben colocar, como mínimo, dos varillas de acero en forma continua o tomar el mayor de los siguientes valores: a)  $A_s$  min, b) 33% del área de acero calculada para el momento negativo mayor.

Para la cama inferior: Se deben colocar como mínimo dos varillas de acero continuo o tomar el mayor de los siguientes valores: a)  $A_s$  min, b) 50% del área de acero calculada para el momento negativo mayor, c) 50% del área de acero para el momento positivo, según el Reglamento ACI 318-05 sección 21.3.2

- Determinando cuantía a usar

$$A_{s,real} = \frac{(1 - \sqrt{1 - 4 \cdot 0.59 \cdot f_y / f'_c \cdot M / (0.9 \cdot b \cdot d^2 \cdot f_y)})^{1/2}}{2 \cdot 0.59 \cdot f_y / f'_c}$$

si  $A_{s,real} < A_{s,min}$ , usar  $A_{s,min}$

- Calculando área de acero

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

- Número de varillas

$$\text{No. varillas} = A_s / A_v$$

**Tabla XII. Tabla resumen de la cuantía y área de acero requerido**

Eje	Momento (kg-m)	$\rho_{\text{real}}$	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	No. Varillas
1	4,901.08	0.004	3.93	<b>2</b>
CENTRO	5,892.79	0.005	4.16	<b>2</b>
2	8,454.89	0.007	5.79	<b>3</b>
CENTRO	5,892.79	0.005	4.16	<b>2</b>
3	4,901.09	0.004	3.93	<b>2</b>

- Área de acero suministrado

Si el calculado con el área de acero suministrado es mayor que el momento máximo, el área de acero suministrada es la correcta, en caso contrario se deberá asignar mayor cantidad de acero.

**Tabla XIII. Tabla resumen de la cuantía y área de acero a utilizar.**

Eje	Varillas	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	a	Momento (kg-m)	
1	<b>2</b>	3.96	2.34	5,725.90	<b>OK</b>
CENTRO	<b>3</b>	5.94	3.51	8,456.93	<b>OK</b>
2	<b>4</b>	7.92	4.68	9,596.53	<b>OK</b>
CENTRO	<b>3</b>	5.94	3.51	8,456.93	<b>OK</b>
3	<b>2</b>	3.96	2.34	5,725.90	<b>OK</b>

**Nota:** ver detalle en planos.

- **Diseño a corte**

Datos: (ver figura 4)

Carga muerta	675 kg/m
Carga viva	179 kg/m
Puntual muerta	1343 kg
Puntual viva	421 kg

- Cálculo de Momento debido al sismo ( $M_r$ ):

$$a = 1.25 \cdot f_y \cdot A_s / (0.85 \cdot f'_c \cdot b)$$

$$a = 1.25 \cdot 4220 \cdot 7.92 / (0.85 \cdot 280 \cdot 30)$$

$$a = 5.85 \text{ cm}$$

$$M_r = 1.25 \cdot A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2)$$

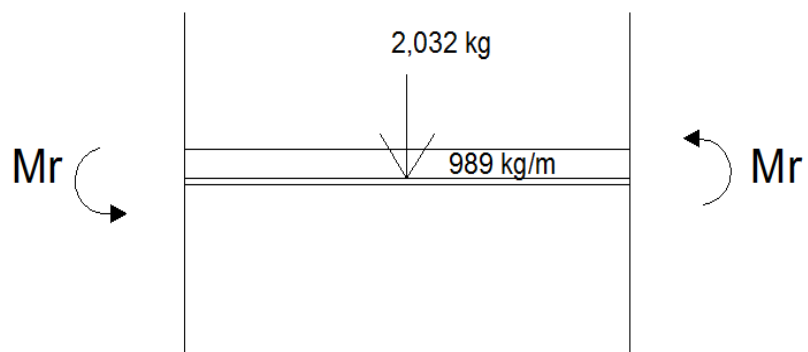
$$M_r = 1.25 \cdot 7.92 \cdot 4220 \cdot (34 - 5.85/2) / 100$$

$$M_r = 12,978 \text{ kg-m}$$

$$C_{U_D} = 1.2 \cdot 675 + 179 = 989 \text{ kg/m}$$

$$C_{U_P} = 1.2 \cdot 1343 + 421 = 2033 \text{ kg}$$

**Figura 19. Cargas últimas aplicadas en la viga.**



$$V_g = 989 \cdot 7.10 / 2 + 2032 / 2 = 4527 \text{ kg}$$

$$V_{Mr} = 2 \cdot 12978 / 7.1 = 3,655 \text{ kg}$$

$$V_a = V_g + V_{Mr} = 4527 + 3655 = 8,182 \text{ kg}$$

- Cortante por gravitacionales

$$V_u = 1.2 \cdot 675 + 1.6 \cdot 179 \cdot 7.1 / 2 + 1.2 \cdot 1343 + 1.6 \cdot 420$$

$$V_u = 6,177 \text{ kg}$$

- Corte del concreto

Si  $V_a > 0.5 \cdot V_u$  entonces  $V_c = 0$  (Reglamento ACI 318-05, sección 21.3.4.2)

$$8182 > 0.5 \cdot 6177 \text{ entonces } V_c = 0$$

- Espaciamiento de estribos

Acero transversal (estribos): se deben disponer estribos en las siguientes zonas de los elementos:

En una longitud igual a dos veces el peralte del elemento, medida desde la cara del elemento de apoyo hasta la mitad del claro, en ambos extremos del elemento en flexión:  $L_o = 2 \cdot h = 40 \cdot 2 = 80 \text{ cm}$ . (Reglamento ACI 318-05 sección 21.3.3.1)

En longitudes iguales a dos veces el peralte del elemento en ambos lados de una sección, donde pueden ocurrir fluencia por flexión en conexión con desplazamientos laterales inelásticos del marco.

El primer estribo debe estar colocado a no más de 5 centímetros de la cara del elemento de apoyo. El espaciamiento máximo de los estribos no debe

exceder de: a)  $d/4$ , b) ocho veces el diámetro de la varilla de diámetro más pequeño, c) 24 veces el diámetro de la varilla del estribo o d) 30 cm. según (Reglamento ACI 318-05 sección 21.3.3.2).

Cuando no se requieran estribos, éstos deben estar situados a no más de  $d/2$  a lo largo de la longitud del elemento, según Reglamento ACI 318-05 sección 21.3.3.4.

- Espaciamiento de estribos dentro de una longitud de  $2H$ :

$$S = A_v \cdot 2 \cdot f_y \cdot d / V_a \text{ (Reglamento ACI 318-05 sección 11.5.7.2)}$$

$$S = 0.71 \cdot 2 \cdot 4220 \cdot 34 / 8182 = 25 \text{ cm}$$

$$S = 34 / 4 = 8.5 \text{ cm}$$

$$S = 8 \cdot 2.54 \cdot 5 / 8 = 13 \text{ cm}$$

$$S = 24 \cdot 2.54 \cdot 3 / 8 = 23 \text{ cm}$$

**Nota:** del análisis anterior se puede observar que el espaciamiento máximo es  **$S = 8.5 \text{ cm}$**

- Espaciamiento de estribos luego de una longitud de  $2H$ :

El Reglamento ACI permite el uso del cortante del concreto después de  $2H$ .

$$V_g = 989 \cdot (7.1 - 80/100) / 2 + 2032 / 2 = 4,131 \text{ kg}$$

$$V_a = 4131 + 3655 = 7,786 \text{ kg}$$

$$V_c = 0.53 \cdot (f'_c)^{1/2} \cdot b \cdot d$$

$$V_c = 0.53 \cdot (280)^{1/2} \cdot 30 \cdot 34 \cdot 0.75$$

$$V_c = 6,835 \text{ kg}$$

$$V_s = 7786 - 6835$$

$$V_s = 951 \text{ kg}$$



$$S = A_v \cdot 2 \cdot f_y \cdot d / V_s$$

$$S = 0.71 \cdot 2 \cdot 4220 \cdot 34 / 951 = 214 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 34 / 2 = 17 \text{ cm} \rightarrow \text{usar } 15 \text{ cm} ; 214 > 15$$

**S = 15 cm** (ver detalle en planos).

### 2.1.4.3 Columnas

Las columnas son elementos estructurales que están sometidos a carga axial y momentos flexionantes. Para el diseño, la carga axial es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna; esta carga se determina por áreas tributarias. Los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural, y se selecciona, para diseñar la columna, el mayor de los momentos actuantes en los extremos de la columna.

El procedimiento seguido para diseñar las columnas de centro (C-3) del primer nivel, se describe a continuación.

Datos:

$$\text{Altura} = 4.3 \text{ m}$$

$$B = 45 \text{ cm}$$

$$H = 45 \text{ cm}$$

- Recubrimiento:

$$r = 4 \text{ cm (Reglamento ACI 318-05, sección 7.7)}$$

$$r' = 4 + 3/8 \cdot 2.54 + 5/8 \cdot 2.54 / 2 = 6 \text{ cm}$$

Proponiendo:

$$\text{Varilla longitudinal No. 5} \quad \mathbf{A_s} \quad 1.98 \text{ cm}^2$$

Varilla estribo No. 3 **As** 0.71 cm<sup>2</sup>

	X	Y
Cantidad de Varillas	4	3

- Espaciamientos entre varillas a ejes

$$S_x = (45 - 2 \cdot 4 - 2 \cdot 3/8 \cdot 2.54 - 5/8 \cdot 2.54) / (4 - 1) = 11.2$$

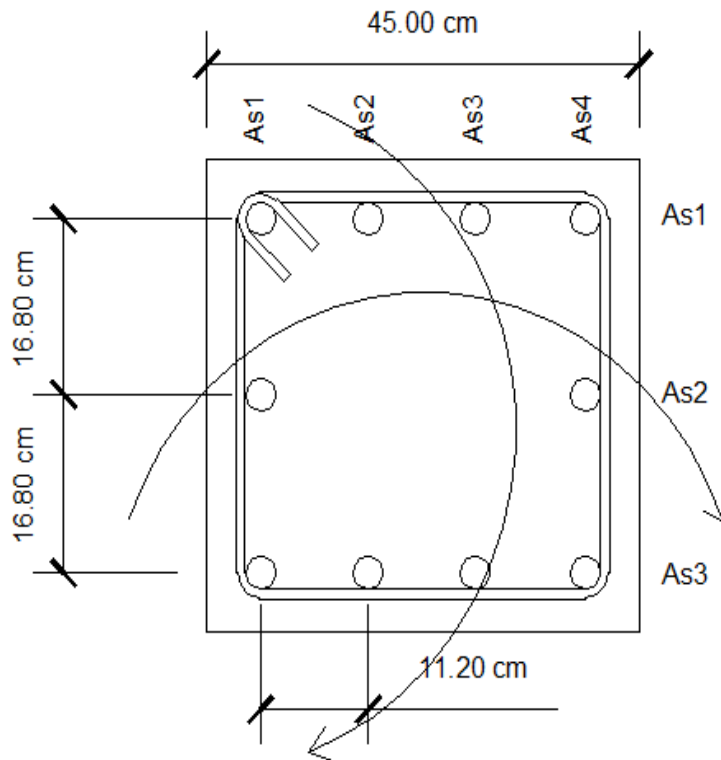
$$S_y = (45 - 2 \cdot 4 - 2 \cdot 3/8 \cdot 2.54 - 5/8 \cdot 2.54) / (3 - 1) = 16.8$$

- Porcentaje de Acero

$$0.01 \leq A_s/A_g \leq 0.06 \text{ (Reglamento ACI 318-05 sección 21.4.3.1)}$$

$$= (10 \cdot 1.98) / (45 \cdot 45) = 0.01 \text{ OK}$$

**Figura 20. Sección de columna de centro nivel 1.**



$$As1 = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot (5/8 \cdot 2.54)^2 = 7.92 \text{ cm}^2$$

$$As2 = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot (5/8 \cdot 2.54)^2 = 3.96 \text{ cm}^2$$

$$As3 = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot (5/8 \cdot 2.54)^2 = 7.92 \text{ cm}^2$$

La deformación unitaria que provoca fluencia en el acero es:

$$\epsilon_y = f_y / E_s$$

$$\epsilon_y = (4200 \text{ kg/cm}^2) / (2000000 \text{ kg/cm}^2)$$

$$\epsilon_y = 0.0021$$

Cualquier deformación unitaria en el acero que esté por debajo de la deformación de fluencia ( $\epsilon_s < \epsilon_y$ ) define esfuerzos en el acero que se pueden calcular con la siguiente expresión:

$$f_s = E_s \cdot \epsilon_s$$

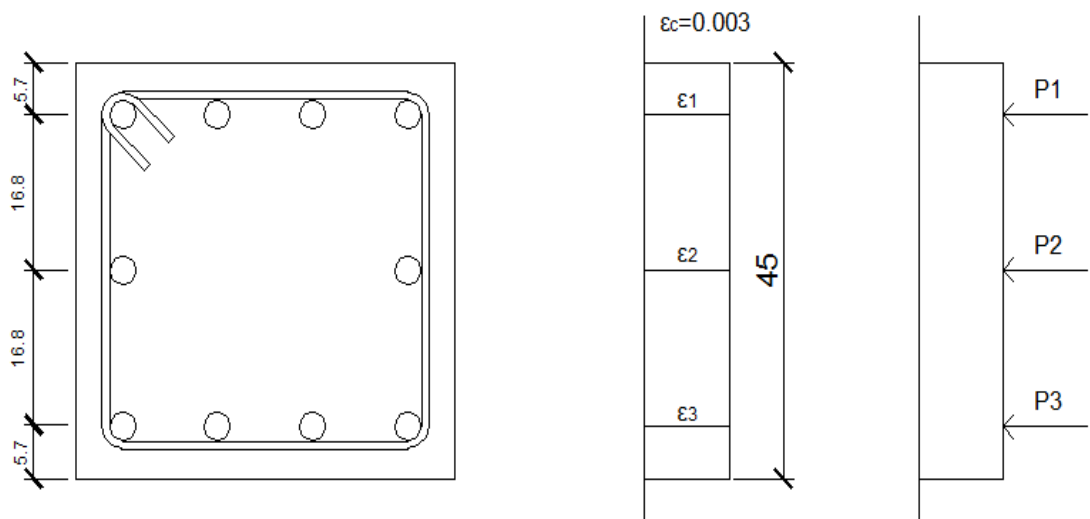
Cualquier deformación unitaria en el acero que supere la deformación de fluencia ( $\epsilon_s > \epsilon_y$ ) determinará un esfuerzo en el acero igual al esfuerzo de fluencia:

$$f_s = f_y$$

**Nota:** El eje neutro es paralelo al eje X y se variará cada 1/25 de la altura por encima del borde inferior de la sección transversal de la columna, para tener un

diagrama más exacto. La deformación unitaria en el borde superior es la máxima admitida en el hormigón  $\epsilon_c = 0.003$ .

**Figura 21. Punto 1 del diagrama de interacción:** Se supone que todas las fibras tienen una deformación unitaria igual a la máxima deformación permitida en el hormigón.



Cálculo de deformaciones unitarias:

$$\epsilon_1 = 0.003 > 0.0021$$

$$\epsilon_2 = 0.003 > 0.0021$$

$$\epsilon_3 = 0.003 > 0.0021$$

Cálculo de esfuerzos en el acero:

$$f_{s1} = f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_{s2} = f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_{s3} = f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$$

Cálculo de la fuerza de compresión en el hormigón:

$$C_c = 0.85 f'_c b d = (0.85 \times 280 \text{ kgf/cm}^2) (45 \text{ cm}) (45 \text{ cm}) = 481950 \text{ kgf}$$

Cálculo de las fuerzas de compresión en el acero:

$$P_1 = A_{s1} f_{s1} = (7.92 \text{ cm}^2) (4200 \text{ kgf/cm}^2) = 33264 \text{ kgf}$$

$$P_2 = A_{s2} f_{s2} = (3.96 \text{ cm}^2) (4200 \text{ kgf/cm}^2) = 16632 \text{ kgf}$$

$$P_3 = A_{s3} f_{s3} = (7.92 \text{ cm}^2) (4200 \text{ kgf/cm}^2) = 33264 \text{ kgf}$$

Cálculo de la carga axial nominal:

$$P_n = C_c + P_1 + P_2 + P_3 = 481950 \text{ kgf} + 33264 \text{ kgf} + 16632 \text{ kgf} + 33,264 \text{ kgf}$$

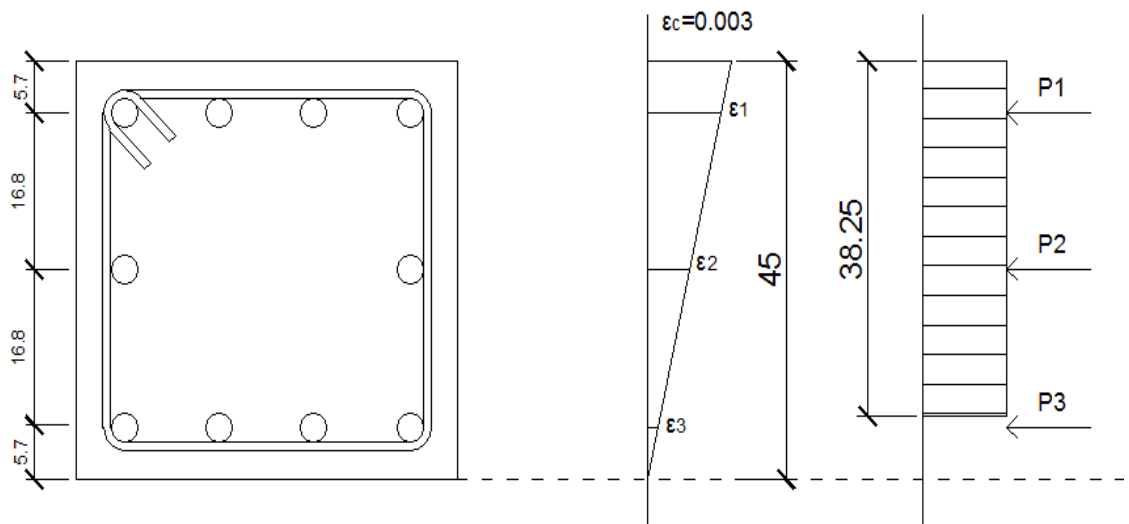
$$\mathbf{P_n = 565,110 \text{ kgf} = 565.11 \text{ T}}$$

Cálculo del momento flector nominal con respecto al eje centroidal x:

$$M_n = (481950 \text{ kgf})(0 \text{ cm}) + (33264 \text{ kgf})(16.8 \text{ cm}) + (16632 \text{ kgf})(0 \text{ cm}) - (33264 \text{ kgf})(16.8 \text{ cm})$$

$$\mathbf{M_n = 0 \text{ kgf-cm} = 0.0 \text{ T-m}}$$

**Figura 22. Punto 2 del diagrama de interacción:** El eje neutro está 45 cm por debajo del borde superior de la sección transversal de la columna.



$$a = 0.85 \cdot 45 = 38.25 \text{ cm}$$

Cálculo de deformaciones unitarias:

$$\epsilon_1 = 0.003 \cdot (45 - 5.7) / 45 = 0.00262 > 0.0021$$

$$\epsilon_2 = 0.003 \cdot (45 - 5.7 - 16.8) / 45 = 0.0015 < 0.0021$$

$$\epsilon_3 = 0.003 \cdot (5.7 + 2 \cdot 16.8 - 45) / 45 = 0.00038 < 0.0021$$

Cálculo de esfuerzos en el acero:

$$f_{s1} = f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_{s2} = 0.0015 \cdot 2000000 = 3000 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_{s3} = 0.00038 \cdot 2000000 = 760 \text{ kgf/cm}^2$$

Cálculo de la fuerza de compresión en el hormigón:

$$C_c = 0.85 f'_c * b * d = (0.85 \times 280 \text{ kgf/cm}^2) (45 \text{ cm}) (38.25 \text{ cm}) = 409658 \text{ kgf}$$

Cálculo de las fuerzas de compresión en el acero:

$$P_1 = A_{s1} * f_{s1} = (7.92 \text{ cm}^2) (4200 \text{ kgf/cm}^2) = 33253 \text{ kgf}$$

$$P_2 = A_{s2} * f_{s2} = (3.96 \text{ cm}^2) (3000 \text{ kgf/cm}^2) = 11876 \text{ kgf}$$

$$P_3 = A_{s3} * f_{s3} = (7.92 \text{ cm}^2) (760 \text{ kgf/cm}^2) = 6017 \text{ kgf}$$

Cálculo de la carga axial nominal:

$$P_n = C_c + P_1 + P_2 + P_3 = 409658 + 33253 \text{ kgf} + 11876 \text{ kgf} + 6017 \text{ kgf}$$

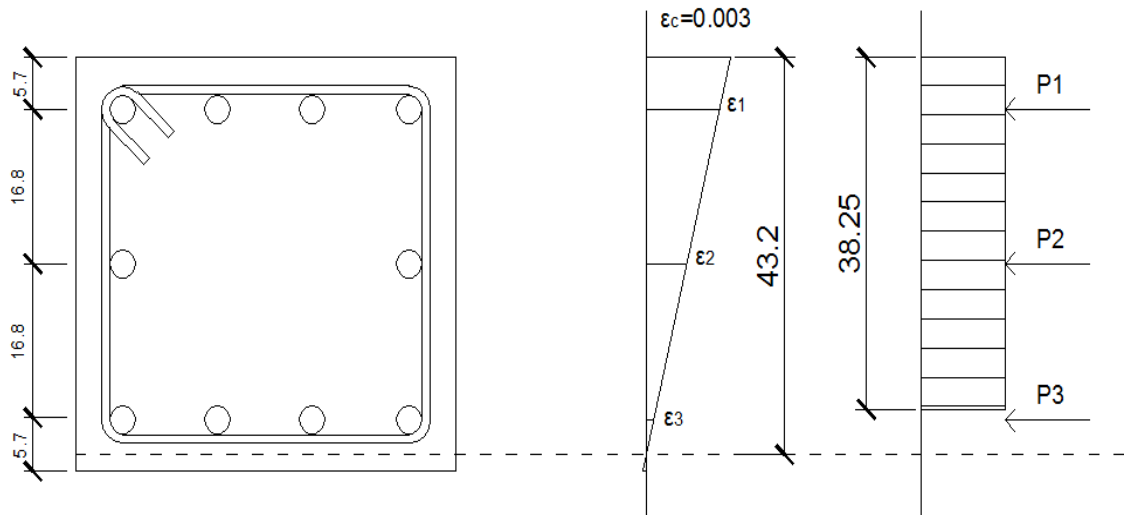
$$\mathbf{P_n = 461 \text{ T}}$$

Cálculo del momento flector nominal con respecto al eje centroidal x:

$$M_n = 409658 * (45/2 - 38.25/2) + 33253 * (45/2 - 5.7) + 11876 * (45/2 - 5.7 - 16.8) + 6017 * (45/2 - 5.7 - 2 * 16.8)$$

$$\mathbf{M_n = 18.40 \text{ T-m}}$$

**Figura 23. Punto 3 del diagrama de interacción:** El eje neutro está 43.2 cm por debajo del borde superior de la sección transversal de la columna.



$$a = 0.85 \cdot 45 = 38.25 \text{ cm}$$

Cálculo de deformaciones unitarias:

$$\epsilon_1 = 0.003 \cdot (45 - 5.7) / 45 = 0.00262 > 0.0021$$

$$\epsilon_2 = 0.003 \cdot (45 - 5.7 - 16.8) / 45 = 0.0015 < 0.0021$$

$$\epsilon_3 = 0.003 \cdot (5.7 + 2 \cdot 16.8 - 45) / 45 = 0.00038 < 0.0021$$

Cálculo de esfuerzos en el acero:

$$f_{s1} = f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_{s2} = 0.0015 \cdot 2000000 = 3000 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_{s3} = 0.00038 \cdot 2000000 = 760 \text{ kgf/cm}^2$$



Cálculo de la fuerza de compresión en el hormigón:

$$C_c = 0.85 f'_c * b * d = (0.85 \times 280 \text{ kgf/cm}^2) (45 \text{ cm}) (38.25 \text{ cm}) = 409658 \text{ kgf}$$

Cálculo de las fuerzas de compresión en el acero:

$$P_1 = A_{s1} * f_{s1} = (7.92 \text{ cm}^2) (4200 \text{ kgf/cm}^2) = 33253 \text{ kgf}$$

$$P_2 = A_{s2} * f_{s2} = (3.96 \text{ cm}^2) (3000 \text{ kgf/cm}^2) = 11876 \text{ kgf}$$

$$P_3 = A_{s3} * f_{s3} = (7.92 \text{ cm}^2) (760 \text{ kgf/cm}^2) = 6017 \text{ kgf}$$

Cálculo de la carga axial nominal:

$$P_n = C_c + P_1 + P_2 + P_3 = 409658 + 33253 \text{ kgf} + 11876 \text{ kgf} + 6017 \text{ kgf}$$

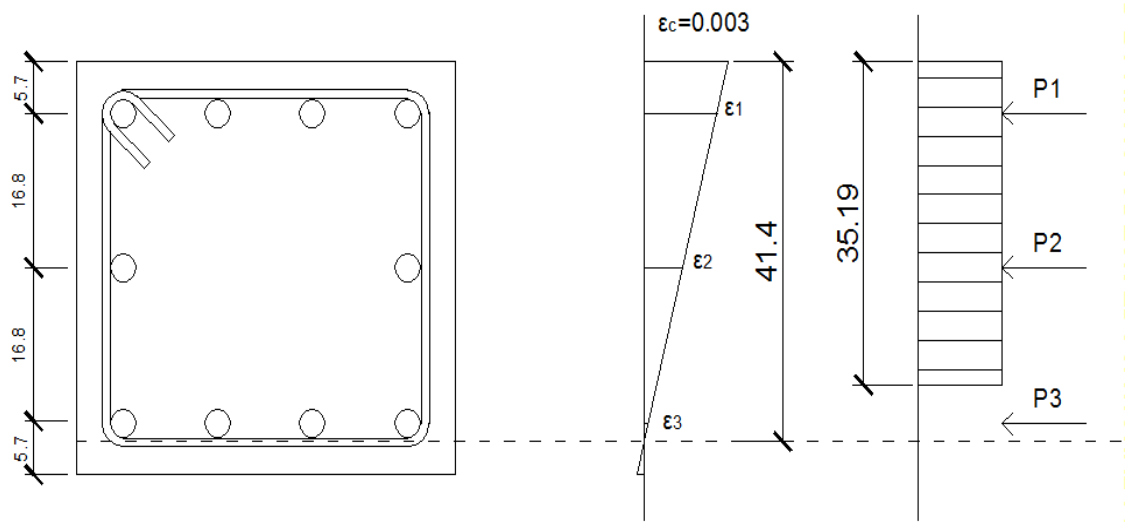
$$\mathbf{P_n = 461 \text{ T}}$$

Cálculo del momento flector nominal con respecto al eje centroidal x:

$$M_n = 409658 * (45/2 - 38.25/2) + 33253 * (45/2 - 5.7) + 11876 * (45/2 - 5.7 - 16.8) + 6017 * (45/2 - 5.7 - 2 * 16.8)$$

$$\mathbf{M_n = 18.40 \text{ T-m}}$$

**Figura 24. Punto 4 del diagrama de interacción:** El eje neutro está 41.4 cm por debajo del borde superior de la sección transversal de la columna.



$$a = 0.85 \cdot 45 = 38.25 \text{ cm}$$

Cálculo de deformaciones unitarias:

$$\epsilon_1 = 0.003 \cdot (45 - 5.7) / 45 = 0.00262 > 0.0021$$

$$\epsilon_2 = 0.003 \cdot (45 - 5.7 - 16.8) / 45 = 0.0015 < 0.0021$$

$$\epsilon_3 = 0.003 \cdot (5.7 + 2 \cdot 16.8 - 45) / 45 = 0.00038 < 0.0021$$

Cálculo de esfuerzos en el acero:

$$f_{s1} = f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_{s2} = 0.0015 \cdot 2000000 = 3000 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_{s3} = 0.00038 \cdot 2000000 = 760 \text{ kgf/cm}^2$$

Cálculo de la fuerza de compresión en el hormigón:

$$C_c = 0.85 f'_c b d = (0.85 \times 280 \text{ kgf/cm}^2) (45 \text{ cm}) (38.25 \text{ cm}) = 409658 \text{ kgf}$$

Cálculo de las fuerzas de compresión en el acero:

$$P_1 = A_{s1} f_{s1} = (7.92 \text{ cm}^2) (4200 \text{ kgf/cm}^2) = 33253 \text{ kgf}$$

$$P_2 = A_{s2} f_{s2} = (3.96 \text{ cm}^2) (3000 \text{ kgf/cm}^2) = 11876 \text{ kgf}$$

$$P_3 = A_{s3} f_{s3} = (7.92 \text{ cm}^2) (760 \text{ kgf/cm}^2) = 6017 \text{ kgf}$$

Cálculo de la carga axial nominal:

$$P_n = C_c + P_1 + P_2 + P_3 = 409658 + 33253 \text{ kgf} + 11876 \text{ kgf} + 6017 \text{ kgf}$$

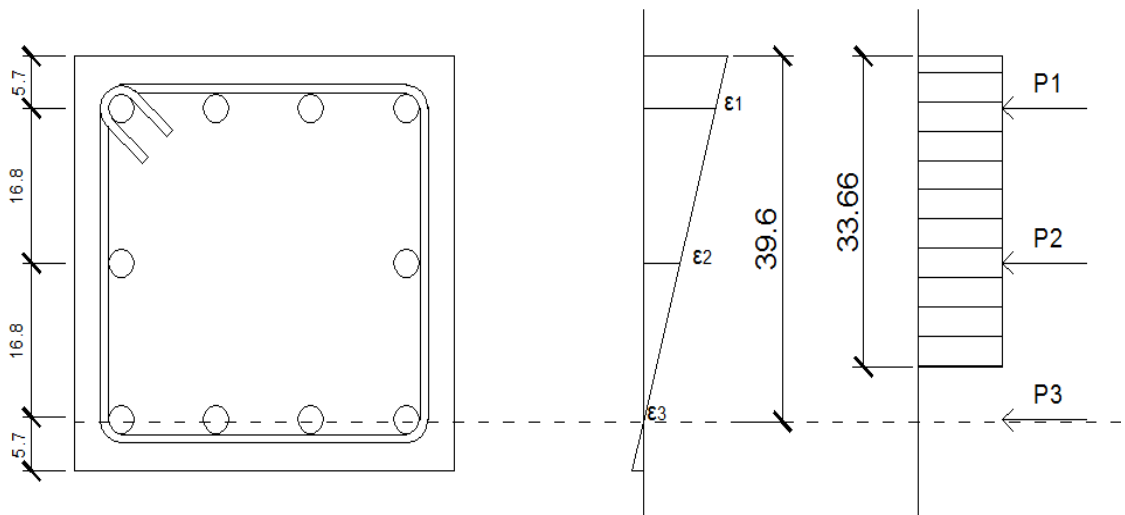
$$\mathbf{P_n = 461 \text{ T}}$$

Cálculo del momento flector nominal con respecto al eje centroidal x:

$$M_n = 409658 \cdot (45/2 - 38.25/2) + 33253 \cdot (45/2 - 5.7) + 11876 \cdot (45/2 - 5.7 - 16.8) + 6017 \cdot (45/2 - 5.7 - 2 \cdot 16.8)$$

$$\mathbf{M_n = 18.40 \text{ T-m}}$$

**Figura 25. Punto 5 del diagrama de interacción:** El eje neutro está 39.6 cm por debajo del borde superior de la sección transversal de la columna.



$$a = 0.85 \cdot 45 = 38.25 \text{ cm}$$

Cálculo de deformaciones unitarias:

$$\epsilon_1 = 0.003 \cdot (45 - 5.7) / 45 = 0.00262 > 0.0021$$

$$\epsilon_2 = 0.003 \cdot (45 - 5.7 - 16.8) / 45 = 0.0015 < 0.0021$$

$$\epsilon_3 = 0.003 \cdot (5.7 + 2 \cdot 16.8 - 45) / 45 = 0.00038 < 0.0021$$

Cálculo de esfuerzos en el acero:

$$f_{s1} = f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_{s2} = 0.0015 \cdot 2000000 = 3000 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_{s3} = 0.00038 \cdot 2000000 = 760 \text{ kgf/cm}^2$$

Cálculo de la fuerza de compresión en el hormigón:

$$C_c = 0.85 f'_c b d = (0.85 \times 280 \text{ kgf/cm}^2) (45 \text{ cm}) (38.25 \text{ cm}) = 409658 \text{ kgf}$$

Cálculo de las fuerzas de compresión en el acero:

$$P_1 = A_{s1} f_{s1} = (7.92 \text{ cm}^2) (4200 \text{ kgf/cm}^2) = 33253 \text{ kgf}$$

$$P_2 = A_{s2} f_{s2} = (3.96 \text{ cm}^2) (3000 \text{ kgf/cm}^2) = 11876 \text{ kgf}$$

$$P_3 = A_{s3} f_{s3} = (7.92 \text{ cm}^2) (760 \text{ kgf/cm}^2) = 6017 \text{ kgf}$$

Cálculo de la carga axial nominal:

$$P_n = C_c + P_1 + P_2 + P_3 = 409658 + 33253 \text{ kgf} + 11876 \text{ kgf} + 6017 \text{ kgf}$$

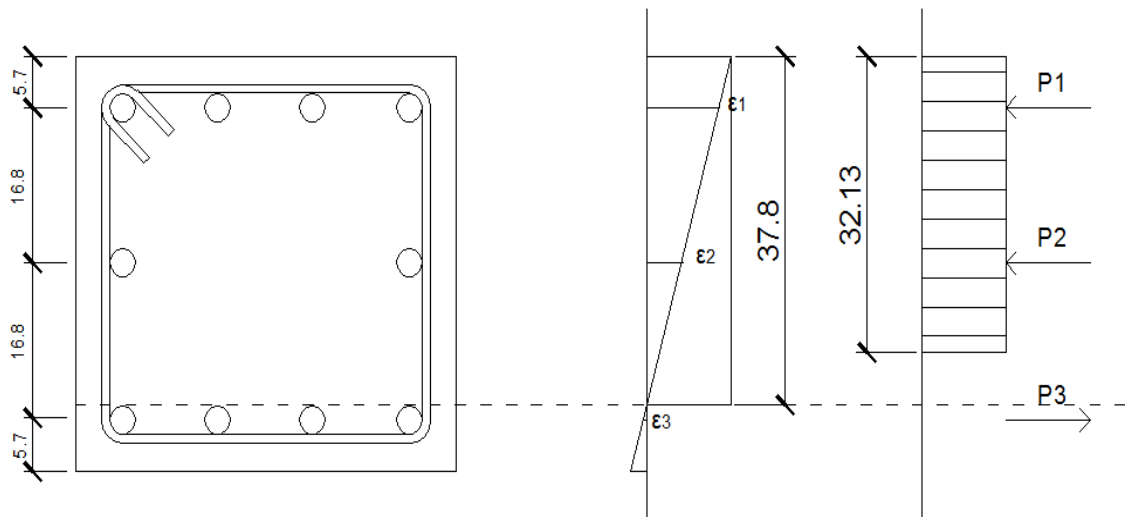
$$\mathbf{P_n = 461 \text{ T}}$$

Cálculo del momento flector nominal con respecto al eje centroidal x:

$$M_n = 409658 \cdot (45/2 - 38.25/2) + 33253 \cdot (45/2 - 5.7) + 11876 \cdot (45/2 - 5.7 - 16.8) + 6017 \cdot (45/2 - 5.7 - 2 \cdot 16.8)$$

$$\mathbf{M_n = 18.40 \text{ T-m}}$$

**Figura 26. Punto 6 del diagrama de interacción:** El eje neutro está 37.8 cm por debajo del borde superior de la sección transversal de la columna.



$$a = 0.85 \cdot 45 = 38.25 \text{ cm}$$

Cálculo de deformaciones unitarias:

$$\epsilon_1 = 0.003 \cdot (45 - 5.7) / 45 = 0.00262 > 0.0021$$

$$\epsilon_2 = 0.003 \cdot (45 - 5.7 - 16.8) / 45 = 0.0015 < 0.0021$$

$$\epsilon_3 = 0.003 \cdot (5.7 + 2 \cdot 16.8 - 45) / 45 = 0.00038 < 0.0021$$

Cálculo de esfuerzos en el acero:

$$f_{s1} = f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_{s2} = 0.0015 \cdot 2000000 = 3000 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_{s3} = 0.00038 \cdot 2000000 = 760 \text{ kgf/cm}^2$$

Cálculo de la fuerza de compresión en el hormigón:

$$C_c = 0.85 f'_c \cdot b \cdot d = (0.85 \times 280 \text{ kgf/cm}^2) (45 \text{ cm}) (38.25 \text{ cm}) = 409658 \text{ kgf}$$

Cálculo de las fuerzas de compresión en el acero:

$$P_1 = A_{s1} \cdot f_{s1} = (7.92 \text{ cm}^2) (4200 \text{ kgf/cm}^2) = 33253 \text{ kgf}$$

$$P_2 = A_{s2} \cdot f_{s2} = (3.96 \text{ cm}^2) (3000 \text{ kgf/cm}^2) = 11876 \text{ kgf}$$

$$P_3 = A_{s3} \cdot f_{s3} = (7.92 \text{ cm}^2) (760 \text{ kgf/cm}^2) = 6017 \text{ kgf}$$

Cálculo de la carga axial nominal:

$$P_n = C_c + P_1 + P_2 + P_3 = 409658 + 33253 \text{ kgf} + 11876 \text{ kgf} + 6017 \text{ kgf}$$

$$\mathbf{P_n = 461 T}$$

Cálculo del momento flector nominal con respecto al eje centroidal x:

$$M_n = 409658 \cdot (45/2 - 38.25/2) + 33253 \cdot (45/2 - 5.7) + 11876 \cdot (45/2 - 5.7 - 16.8) + 6017 \cdot (45/2 - 5.7 - 2 \cdot 16.8)$$

$$\mathbf{M_n = 18.40 T \cdot m}$$

**Nota:** Para los demás puntos se realizó el mismo procedimiento descrito anteriormente, tanto para X como para Y.

Existe un aspecto adicional que debe ser considerado para transformar las curvas de interacción nominales en curvas de interacción para diseño de columnas:

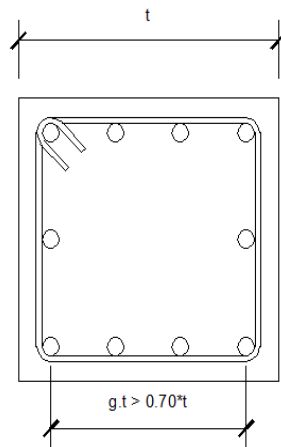
El factor de reducción de capacidad  $f$  para compresión pura en columnas rectangulares es 0.70 y para flexión pura es 0.90, lo que determina la existencia de una transición entre los dos factores para el caso combinado de flexocompresión. De cualquier modo, las solicitaciones de rotura se calcularán con las siguientes expresiones:

$$P_u = f * P_n$$

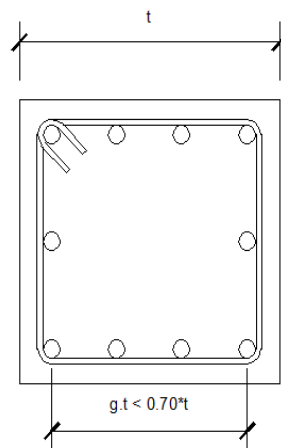
$$M_u = f * M_n$$

En flexocompresión de columnas con estribos, en que la dimensión del núcleo (zona entre los ejes de las capas más externas del acero) de hormigón en la dirección de diseño represente al menos el 70% de la dimensión exterior de la columna, el Reglamento ACI 318-05 especifica que se debe mantener un factor de reducción de capacidad de 0.70 para todos los valores de carga axial que superen  $0.10 f'_c A_g$ , y se puede realizar una interpolación lineal del factor desde 0.70 hasta 0.90, cuando la carga axial decrece de  $0.10 f'_c A_g$  hasta 0.





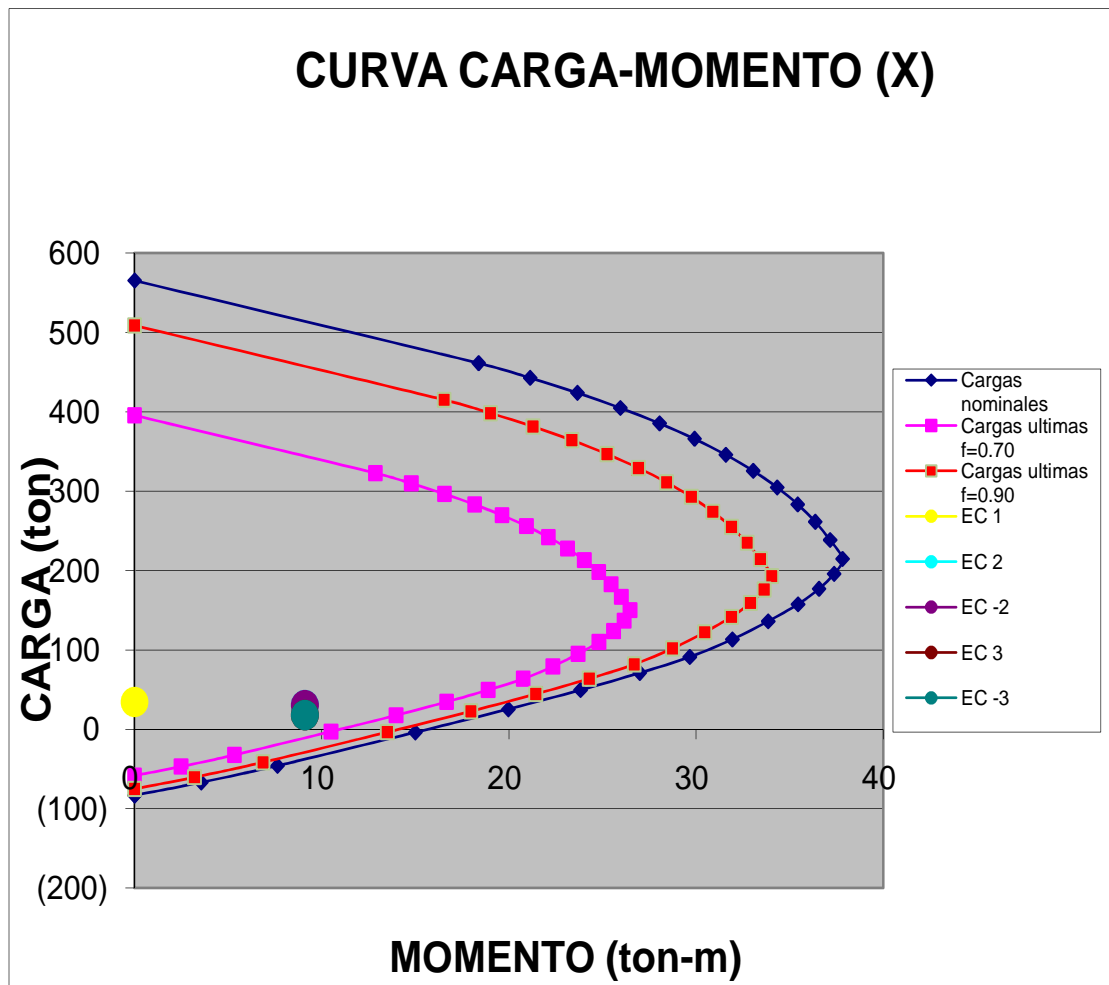
Cuando la dimensión del núcleo de hormigón en columnas con estribos y columnas zunchadas es inferior al 70% de la dimensión exterior de la columna, el cambio en el coeficiente de reducción de capacidad se realizará entre la carga balanceada  $P_b$  (en lugar de  $0.10 f'_c * A_g$ ) y 0.



**Tabla XIV. Tabla resumen para construir el diagrama de iteración de X.**

Cargas nominales		Cargas últimas f=0.70		Cargas últimas f=0.90	
Carga axial	Momento	Carga axial	Momento	Carga axial	Momento
565.38	0.00	395.77	0.00	508.84	0.00
461.31	18.38	322.91	12.87	415.17	16.54
442.66	21.13	309.86	14.79	398.39	19.02
423.81	23.66	296.67	16.56	381.43	21.29
404.74	25.96	283.32	18.17	364.27	23.36
385.42	28.05	269.79	19.63	346.87	25.24
365.80	29.92	256.06	20.94	329.22	26.93
345.84	31.59	242.09	22.11	311.25	28.43
325.48	33.06	227.84	23.14	292.93	29.75
304.66	34.33	213.26	24.03	274.19	30.90
283.28	35.43	198.30	24.80	254.95	31.89
261.24	36.37	182.87	25.46	235.11	32.73
238.39	37.16	166.87	26.01	214.55	33.44
214.54	37.83	150.18	26.48	193.09	34.05
195.63	37.37	136.94	26.16	176.06	33.64
176.95	36.57	123.87	25.60	159.26	32.91
157.38	35.44	110.17	24.81	141.65	31.90
135.92	33.85	95.14	23.70	122.33	30.47
113.19	31.94	79.23	22.35	101.87	28.74
90.97	29.67	63.68	20.77	81.87	26.70
70.90	26.99	49.63	18.90	63.81	24.29
49.37	23.82	34.56	16.68	44.43	21.44
25.26	19.97	17.68	13.98	22.73	17.97
-4.00	15.00	-2.80	10.50	-3.60	13.50
-46.13	7.63	-32.29	5.34	-41.52	6.87
-67.04	3.56	-46.93	2.49	-60.34	3.21
-83.43	0.00	-58.40	0.00	-75.09	0.00
-83.43	0.00	-58.40	0.00	-75.09	0.00

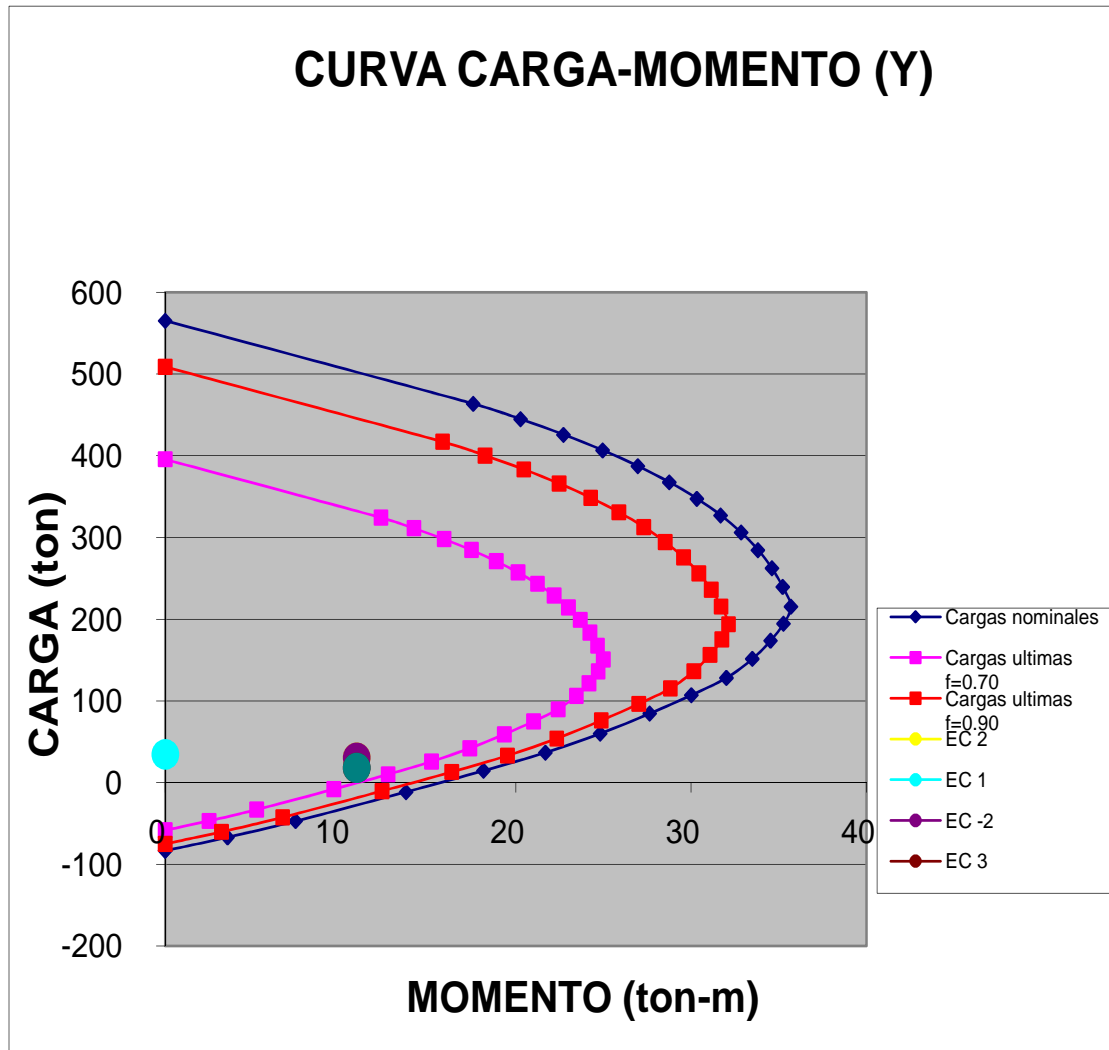
Figura 27. Diagrama carga momento X.



**Tabla XV. Tabla resumen para construir el diagrama de iteración de Y.**

Cargas nominales		Cargas últimas f=0.70		Cargas últimas f=0.90	
Carga axial	Momento	Carga axial	Momento	Carga axial	Momento
565.38	0.00	395.77	0.00	508.84	0.00
463.51	17.58	324.46	12.30	417.16	15.82
444.80	20.27	311.36	14.19	400.32	18.24
425.89	22.73	298.12	15.91	383.30	20.46
406.74	24.96	284.72	17.47	366.07	22.47
387.33	26.97	271.13	18.88	348.60	24.27
367.62	28.76	257.33	20.13	330.86	25.88
347.56	30.33	243.29	21.23	312.80	27.30
327.09	31.69	228.96	22.19	294.38	28.53
306.14	32.86	214.30	23.00	275.53	29.57
284.62	33.82	199.23	23.68	256.16	30.44
262.42	34.61	183.69	24.23	236.18	31.15
239.38	35.23	167.57	24.66	215.44	31.71
215.32	35.70	150.73	24.99	193.79	32.13
194.62	35.28	136.23	24.69	175.16	31.75
173.65	34.54	121.56	24.18	156.29	31.08
151.44	33.50	106.01	23.45	136.30	30.15
128.11	32.02	89.68	22.41	115.30	28.82
106.96	30.02	74.87	21.01	96.26	27.01
84.44	27.64	59.11	19.34	76.00	24.87
59.89	24.81	41.92	17.37	53.90	22.33
36.65	21.69	25.66	15.18	32.99	19.52
14.47	18.16	10.13	12.71	13.03	16.35
-11.57	13.74	-8.10	9.62	-10.41	12.36
-47.26	7.44	-33.08	5.21	-42.54	6.70
-67.04	3.56	-46.93	2.49	-60.34	3.21
-83.43	0.00	-58.40	0.00	-75.09	0.00
-83.43	0.00	-58.40	0.00	-75.09	0.00

Figura 28. Diagrama carga momento Y.



- Diseño a corte

Refuerzo transversal (estribos): después de calcular el acero longitudinal de las columnas, es necesario proveer refuerzo transversal por medio de estribos y/o zunchos, para resistir los esfuerzos de corte y/o por armado.

- Refuerzo por corte

$$\text{Corte resistente } VR = 0.85 \cdot 0.53 (f'c)^{1/2} \cdot b \cdot d$$

Comparar VR con Vu, usando los siguientes criterios: Si  $VR > Vu$  se colocan estribos a  $S = d/2$  Si  $VR < Vu$  se diseñan los estribos por corte. Para ambas opciones, se considera que la varilla mínima permitida es la No.3

El espaciamiento máximo de los estribos no debe ser mayor de  $S_o$  en una longitud  $l_o$ , medida desde la cara de la junta.

- Refuerzo por confinamiento

Acero transversal (estribos): se deben disponer estribos en las siguientes zonas de los elementos:

En una longitud igual a dos veces el peralte del elemento, medida desde la cara del elemento de apoyo hasta la mitad del claro, en ambos extremos del elemento. (Reglamento ACI 318-05 sección 21.3.3.1)

El espaciamiento  $S_o$  no debe ser mayor que el menor de:

- a) Ocho veces el diámetro de la varilla longitudinal confinada más pequeña.

- b) 24 veces el diámetro de la varilla de amarre; varilla de amarre No. 3.
- c) Mitad de la menor dimensión de la sección transversal del elemento de marco; menor sección transversal.
- d) 30 cm. (Reglamento ACI 318-05 sección 21.3.3.2).

**Solución:**

$M_r$  = momento máximo producido en X y Y

$M_r = 37,828 \text{ kg-m}$

Envolvente de carga axial (ver tabla VIII)

Viva	6,599	kg
Muerta	19,886	kg

- Corte debido a sismo:

$$V_g = 1.2 \cdot 19886 + 6599 = 30,462 \text{ kg}$$

$$V_{M_r} = 37,838 / 4.3 = 17,595 \text{ kg}$$

$$V_a = 30,462 + 17,595 = 48,057 \text{ kg}$$

- Corte debido a cargas gravitacionales:

$$V_u = 1.2 \cdot 19886 + 1.6 \cdot 6599 = 34,421 \text{ kg}$$

- Corte del concreto

Si  $V_a > 0.5 \cdot V_u$  entonces  $V_c = 0$  (Reglamento ACI 318-05, sección 21.3.4.2).

$$48,057 > 0.5 \cdot 34,421 \text{ entonces } V_c = 0$$

- Espaciamiento de estribos dentro de una longitud de 2H:

Donde: H = altura de sección, S = espaciamiento de estribos,

$A_v$  = área de varilla,  $f_y$  = resistencia a la fluencia del acero,

d = peralte de la sección,  $V_a$  = corte actuante.

$$2H = 2 \cdot 45 = 90 \text{ cm}$$

$$S = A_v \cdot 2 \cdot f_y \cdot d / V_a \text{ (Reglamento ACI 318-05 sección 11.5.7.2)}$$

$$S = 0.71 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 4220 \cdot (45 - 6) / 48,057 = 5.00 \text{ cm}$$

$$S = 39/4 = 9.75 \text{ cm}$$

$$S = 8 \cdot 2.54 \cdot 5/8 = 13 \text{ cm}$$

$$S = 24 \cdot 2.54 \cdot 3/8 = 23 \text{ cm}$$

**Nota:** del análisis anterior se puede observar que el espaciamiento máximo es **S = 5.00 cm**

- Espaciamiento de estribos luego de una longitud de 2H:

El código ACI permite el uso del cortate jd del concreto después de 2H.

$$V_c = 0.53 \cdot (280)^{1/2} \cdot 45 \cdot 39 \cdot 0.75 = 11,749 \text{ kg}$$

$$V_s = 48,057 - 11,749 = 36,308 \text{ kg}$$

$$S = 2 \cdot 1 \cdot 4220 \cdot 39 / 36,308 = 6.5 \text{ cm}$$

$$S = (39)/2 = 19.50 \text{ cm}$$

$$19.50 \text{ cm} > 6.5 \text{ cm}$$

**S = 6.50 cm** (ver detalle en planos)

#### 2.1.4.4 Zapatas

Los cimientos son elementos de la estructura destinados a recibir las cargas propias y las aplicadas exteriormente a la misma; éstos, a su vez, transmiten la acción de las cargas sobre el suelo. Para elegir el tipo de cimentación 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.



El procedimiento seguido para diseñar las zapatas de centro (Z-3), se describe a continuación.

Datos:

Cargas de servicio (ver tablas VIII, IX y X)

Carga axial = 5,236 + 21,986 = 27,222 kg

Momento X = 0

Momento Y = 0

- ✓ Se utilizará varillas no. 4 para el refuerzo.
- ✓ Según el estudio de suelos el valor soporte del suelo de 20 ton/m<sup>2</sup>.
- ✓ Área de zapata: la losa de la zapata debe dimensionarse para soportar las cargas aplicadas y las reacciones inducidas. En este inciso se calcula el área de la losa, de la forma siguiente:

$$A_z = P_u/V_s = 27,222 / (20 \cdot 1000/100^2) = 13,611 \text{ cm}^2$$

- Exentricidad:

Donde: M = momento, P = carga axial, ex = excentricidad en X,  
ey = excentricidad en Y.

$$e = M/P$$

$$e_x = 0/27,025.10 = 0$$

$$e_y = 0/27,025.10 = 0$$

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

$$q_{\max/\min} = P/Az \pm M'x/Sx \pm M'y/Sy ; S = (1/6)*b*h^2$$

Además se debe tomar en cuenta que  $q_{\max} < V_s$  y  $q_{\min} > 0$ . Si la excentricidad es superior al núcleo ( $e > L/6$ ), la ecuación de  $q_{\min}$  da como resultado un valor menor a cero ( $q_{\min} < 0$ ), creando presiones de tensión en la zapata, lo cual no es recomendable, ya que la misma está diseñada para resistir esfuerzos de presión. Para esta zapata se tiene:

$$L = (13611/1.1)^{1/2} = 111.24 \text{ cm} \quad 115 \text{ cm}; \quad 0 < 115/6 \text{ OK}$$

$$B = 1.1*111.24 = 122.36 \text{ cm} \quad 120 \text{ cm}; \quad 0 < 120/6 \text{ OK}$$

$$q_{\max} = 27222/(120*115)*(1+6*0/120+0/115)$$

$$q_{\max} = 2.00 \text{ kg/cm}^2$$

- Espesor de la zapata:

Espesor de zapata: dimensionada el área, se procede a dimensionar el espesor de la zapata, basados en que el recubrimiento del refuerzo no sea menor que 0.075m, y que el peralte efectivo sea mayor que 0.15m; dicho espesor debe ser tal que resista tanto los esfuerzos de corte simple o corte flexionante como el punzonamiento causado por la columna y las cargas actuantes.

Considerando lo anterior, se acepta  $t = 0.40 \text{ m}$ ; luego se hacen los chequeos siguientes: considerando que la cama de X va debajo de la cama de Y.

Donde:  $dx =$  recubrimiento en X,  $dy =$  recubrimiento en Y,  $t =$  espesor de zapata

$$dx = t - \text{recubrimiento} = 40 - 7.5 = 32.5 \text{ cm}$$

$$dy = t - \text{recubrimiento} - \varnothing/2 = 40 - 7.5 - 4/8*2.54 = 31.23 \text{ cm}$$

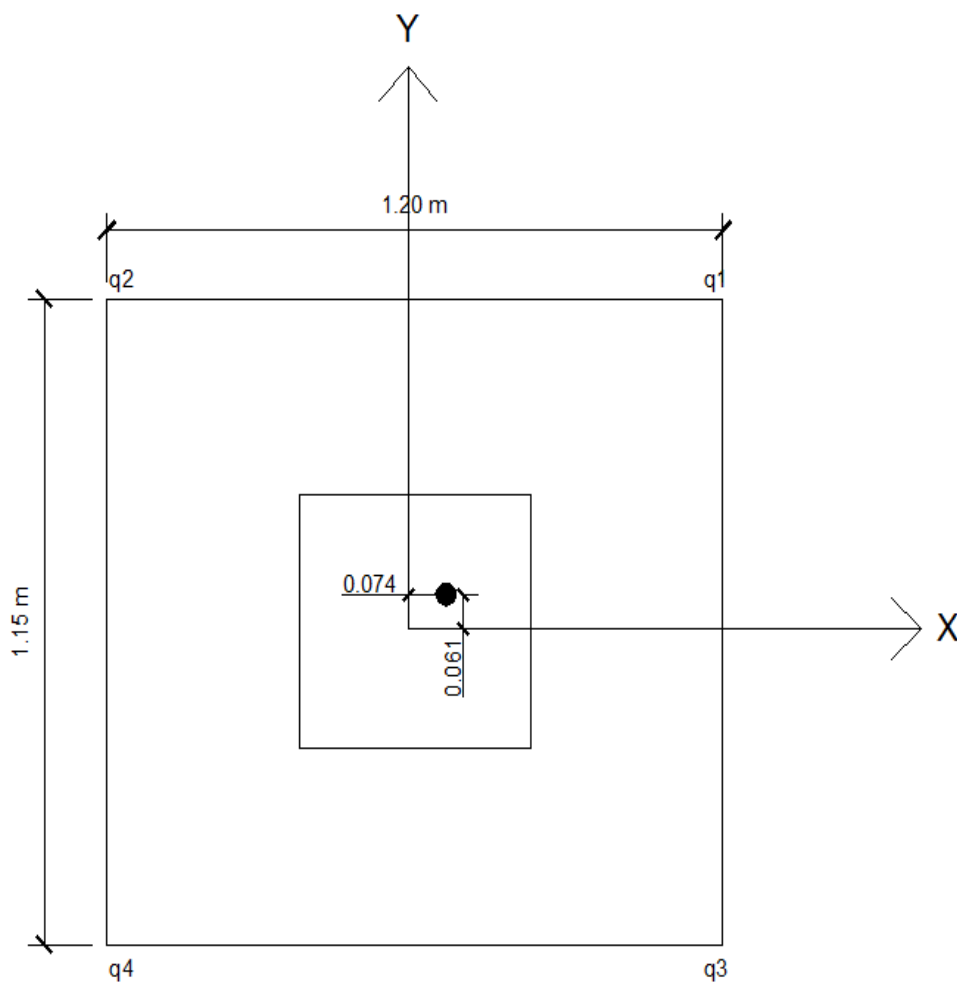
- Chequeo bajo condiciones últimas (ver tablas VIII, IX y X)

$$\begin{aligned} P &= 34,761 \text{ kg} \\ M_x &= 2,589 \text{ kg-m} \\ M_y &= 2,157 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$e_x = 2589/34761 * 100 = 7.35 \text{ cm}; 7.45 < 120/6 \text{ OK}$$

$$e_y = 2157/34761 * 100 = 6.12 \text{ cm}; 6.21 < 115/6 \text{ OK}$$

**Figura 29. Carga aplicada en zapata de centro vista en planta.**



$$q_n = P/A \pm (P \cdot e_x \cdot B/2)/(L \cdot B^3/12) \pm (P \cdot e_y \cdot L/2)/(B \cdot L^3/12)$$

$$q_1 = 4.27 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_2 = 2.40 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_3 = 2.64 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_4 = 0.76 \text{ kg/cm}^2$$

- Diseño por corte

La falla de las zapatas por esfuerzo cortante a una distancia igual a “d” (peralte efectivo) del borde de la columna. Por esa razón, se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante; esto se hace chequeando de la forma siguiente:

Sentido X:

$$q_{\max} = 4.27 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{\min} = 2.40 \text{ kg/cm}^2$$

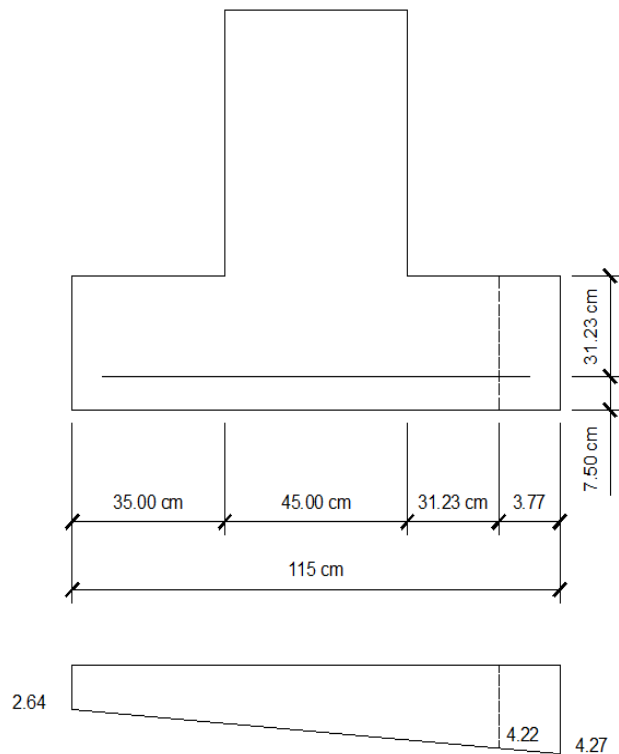
Sentido Y:

$$q_{\max} = 4.27 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{\min} = 2.64 \text{ kg/cm}^2$$



Figura 31. Efectos de corte en zapata vista de Y.



$$v = (3 \cdot (115 - 31.23) - 3.77) \cdot 4.27 / (3 \cdot (115 - 31.23)) = 4.22 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_u = (4.27 + 4.22) / 2 \cdot 3.77 \cdot 120 = 1,921 \text{ kg}$$

$$v_u = 1921 / (0.85 \cdot 31.23 \cdot 120) = 0.60 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_c = 0.5 \cdot (280)^{1/2} = 8.36 \text{ kg/cm}^2$$

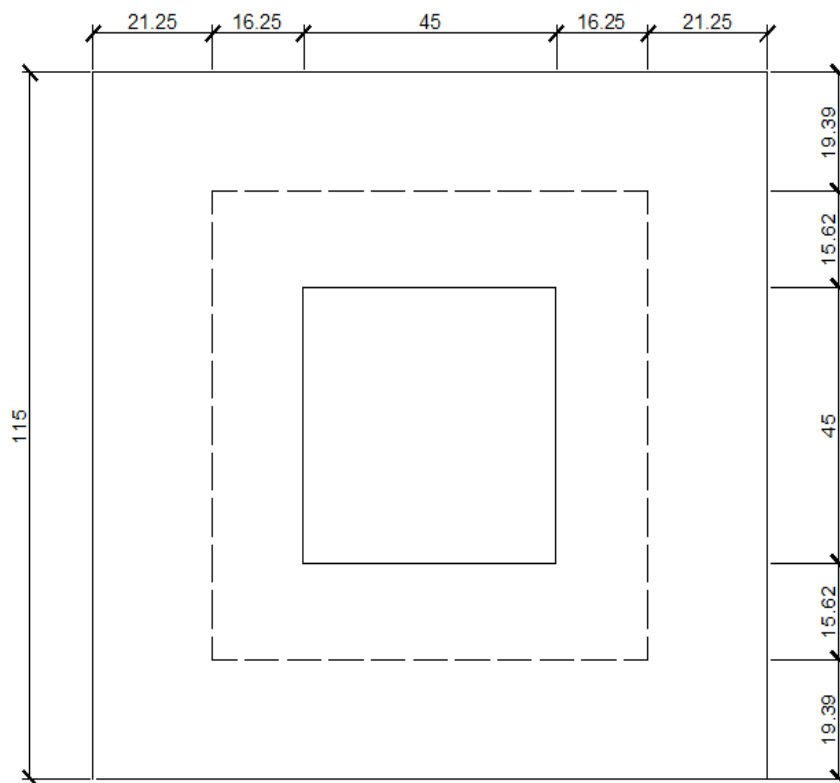
$$0.60 < 8.36 \text{ OK}$$

- Chequeo por corte punzonante

La columna tiende a punzonar 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. El chequeo que se realiza es el siguiente:

**Figura 32. Efectos de corte punzonante.**



$$dx/2 = 32.5/2 = 16.25 \text{ cm}$$

$$dy/2 = 31.23/2 = 15.62 \text{ cm}$$

$$q_{med} = 34761/(120 \cdot 115) = 2.52 \text{ kg/cm}^2$$

Fuerza cortante crítica

$$Vu = 2.52 \cdot (115 \cdot 120 - (16.25 + 45 + 16.25) \cdot (15.62 + 45 + 15.62)) = 19,879 \text{ kg}$$

Esfuerzo cortante por punzonamiento

$$vu = 19879 / (0.85 \cdot (16.25 \cdot 2 + 45) \cdot 2 \cdot 32.5 + (15.62 \cdot 2 + 45) \cdot 31.23) = 3.15 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo resistente a corte por punzonamiento

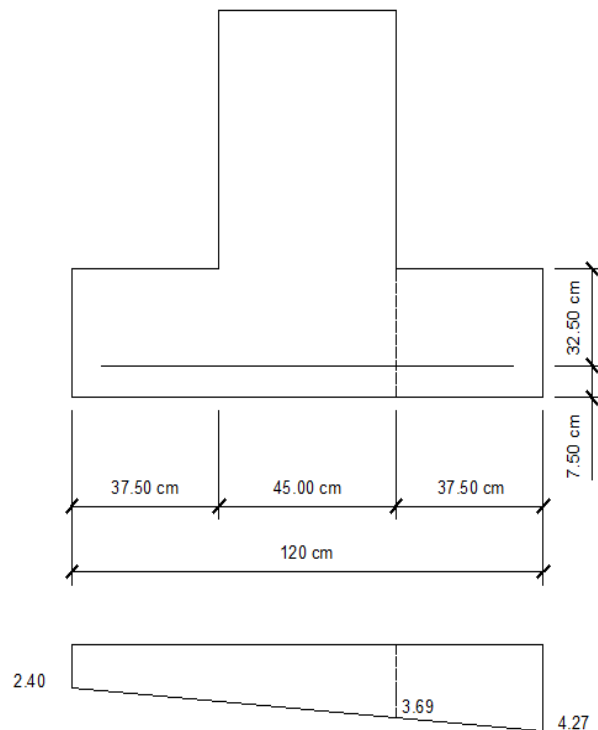
$$v_c = (280)^{1/2} = 16.76 \text{ kg/cm}^2$$

$$3.15 < 16.76 \text{ OK}$$

- Diseño de refuerzo por flexión

El empuje hacia arriba del suelo produce momento flector en la zapata; por esa razón es necesario reforzarla con acero para soportar los esfuerzos inducidos. Esto se hace de la manera siguiente:

**Figura 33. Flexión en zapata vista de X.**



$$M_u = ((3.69 \cdot 37.5^2)/2 + ((4.27 - 3.39) \cdot 37.5)/2 \cdot 2/3 \cdot 37.5) \cdot 100 = 286,673 \text{ kg-cm}$$



Área de acero requerida

$$A_s = (0.85 \cdot 280 \cdot 100 \cdot 32.5 / 4220) \cdot (1 - (1 - 2 \cdot 286673 / (0.85 \cdot 0.9 \cdot 280 \cdot 100 \cdot 32.5^2))^{1/2})$$

$$A_s = 2.34 \text{ cm}^2$$

Porcentaje de acero mínimo

$$\rho_{\min} = 14.1 / 4220 = 0.0033$$

Área de acero mínimo

$$A_{s_{\min}} = 0.0033 \cdot 32.4 \cdot 100 = 10.86 \text{ cm}^2$$

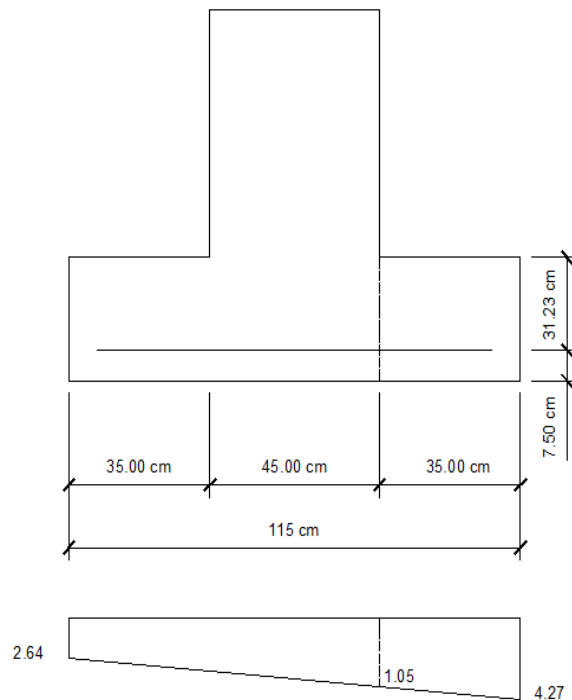
Como  $A_{s_{\text{req}}} < A_{s_{\min}} \rightarrow$  usar  $A_{s_{\min}}$

Separación entre Varillas

$$S = 1.27 / (10.86) \cdot 100 = 11.69 \text{ cm} \rightarrow \text{usar } 10 \text{ cm}$$

**S = 10 cm** (ver detalle en planos)

**Figura 34. Flexión en zapata vista de Y.**



$$M_u = 195,844 \text{ kg-cm}$$

Área de acero requerida

$$A_s = 1.59 \text{ cm}^2$$

Porcentaje de acero mínimo

$$p_{\min} = 14.1/4220 = 0.0033$$

Área de acero mínimo

$$A_{s_{\min}} = 10.43 \text{ cm}^2$$

Como  $A_{s_{\text{req}}} < A_{s_{\min}} \rightarrow$  usar  $A_{s_{\min}}$

Separación entre Varillas

$$S = 1.27/(10.43)*100 = 12.17 \text{ cm} \rightarrow \text{usar } 10 \text{ cm}$$

**S = 10 cm** (ver detalle en planos)

## 2.1.5 Presupuesto del proyecto

### 2.1.5.1 Costo del proyecto

El costo total del proyecto va a ser de Q 550,969.44 (quinientos cincuenta mil novecientos noventa y nueve quetzales con cuarenta y cuatro centavos).

El metro cuadrado de construcción tendrá un costo de Q 1,799.14 (mil setecientos noventa y nueve quetzales con catorce centavos).

### 2.1.5.2 Presupuesto integrado

Presupuesto integrado  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
EPS Ingeniería Civil  
Epesista: Elvis Giovanni Corado Chávez  
Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez  
Proyecto: Edificio bomberil de dos niveles para el casco urbano



No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
1	Trabajos preliminares	1.00	global	Q7,612.16	Q7,612.16
2	Cimentación	1.00	global	Q33,455.51	Q33,455.51
3	Estructuras de concreto	1.00	global	Q218,052.31	Q218,052.31
4	Levantado de muros	1.00	global	Q51,671.17	Q51,671.17
5	Módulo de gradas	1.00	módulo	Q7,659.38	Q7,659.38
6	Techos	327.12	m <sup>2</sup>	Q332.05	Q108,620.06
7	Acabados	958.12	m <sup>2</sup>	Q66.05	Q63,284.77
8	Puertas y ventanas	1.00	global	Q21,704.25	Q21,704.25
9	Instalaciones eléctricas	1.00	global	Q20,094.81	Q20,094.81
10	Instalaciones hidráulicas	1.00	global	Q13,982.17	Q13,982.17
11	Drenajes	1.00	global	Q4,832.87	Q4,832.87
Costo total del proyecto					Q550,969.44

### 2.1.5.3 Precios unitarios

Precios unitarios

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

EPS Ingeniería Civil

Epesista: Elvis Giovanni Corado Chávez

Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez

Proyecto: Edificio bomberil de dos niveles para el casco urbano



No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
<b>1</b>	<b>Trabajos preliminares</b>	<b>1.00</b>	<b>global</b>	<b>7612.16</b>	<b>Q7,612.16</b>
Materiales y herramienta					
	Herramienta menor	1.00	global	1000.00	Q1,000.00
Sub total					Q1,000.00
Transporte y combustible					
	Viajes	4.00	viaje	100.00	Q400.00
Sub total					Q400.00
Mano de obra					
	Por demolición	327.10	m <sup>2</sup>	13.76	Q4,500.90
Sub total					Q4,500.90
Gastos Indirectos					
	Fianzas	2.00	%	5900.90	Q118.02
	Gastos administrativos	2.00	%	5900.90	Q118.02
	Supervisión	10.00	%	5900.90	Q590.09
	Utilidades	10.00	%	5900.90	Q590.09
	Imprevistos	5.00	%	5900.90	Q295.04
Sub total					Q1,711.26
Total gastos directos					Q5,900.90
Total gastos indirectos					Q1,711.26
Costo total del renglón					Q7,612.16

Precios unitarios

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

EPS Ingeniería Civil

Epesista: Elvis Giovanni Corado Chávez

Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez

Proyecto: Edificio bomberil de dos niveles para el casco urbano



No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
<b>2</b>	<b>Cimentación</b>	<b>51.40</b>	<b>ml</b>	<b>650.89</b>	<b>Q33,455.51</b>
Materiales y herramienta					
	Cemento 4000 psi	220.00	saco	57.00	Q12,540.00
	Arena de río	11.00	m <sup>3</sup>	105.00	Q1,155.00
	Piedrín triturado 3/4"	14.50	m <sup>3</sup>	220.00	Q3,190.00
	Hierro 3/8" grado 60	8.50	qq	265.00	Q2,252.50
	Hierro 1/2" grado 60	8.00	qq	254.00	Q2,032.00
	Alambre de amarre	66.00	lb	6.00	Q396.00
Sub total					Q21,565.50
Mano de obra					
	Zanjeo, armado y fundición	51.40	ml	85.00	Q4,369.00
Sub total					Q4,369.00
Gastos Indirectos					
	Fianzas	2.00	%	25934.50	Q518.69
	Gastos administrativos	2.00	%	25934.50	Q518.69
	Supervisión	10.00	%	25934.50	Q2,593.45
	Utilidades	10.00	%	25934.50	Q2,593.45
	Imprevistos	5.00	%	25934.50	Q1,296.73
Sub total					Q7,521.01
Total gastos directos					Q25,934.50
Total gastos indirectos					Q7,521.01
Costo total del renglón					Q33,455.51

Precios unitarios  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Facultad de Ingeniería  
 EPS Ingeniería Civil  
 Epesista: Elvis Giovanni Corado Chávez  
 Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez  
 Proyecto: Edificio bomberil de dos niveles para el casco urbano



No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
<b>3</b>	<b>Estructuras de concreto armado</b>	<b>1.00</b>	<b>global</b>	<b>218052.31</b>	<b>Q218,052.31</b>

<b>3.1</b>	<b>Columnas primer nivel</b>	<b>15.00</b>	<b>unidad</b>	<b>2722.19</b>	<b>Q40,832.92</b>
Materiales y herramienta					
	Cemento 4000 psi	114.50	saco	57.00	Q6,526.50
	Arena de río	4.90	m <sup>3</sup>	105.00	Q513.98
	Piedrín triturado 3/4"	6.61	m <sup>3</sup>	220.00	Q1,454.20
	Hierro 5/8" grado 60	20.00	qq	341.00	Q6,820.00
	Hierro 3/8" grado 60	20.00	qq	265.00	Q5,300.00
	Alambre de amarre	118.00	lb	6.00	Q708.00
	Tablas de madera rústica de 8'	10.00	docena	375.00	Q3,750.00
	Reglas de madera rustica de 8'	2.50	docena	225.00	Q562.50
	Clavos de 3"	60.50	lb	6.50	Q393.25
Sub total					Q26,028.43
Mano de obra					
	Encofrado, armado, fundición y desencofrado	15.00	unidad	375.00	Q5,625.00
Sub total					Q5,625.00
Gastos Indirectos					
	Fianzas	2.00	%	31653.43	Q633.07
	Gastos administrativos	2.00	%	31653.43	Q633.07
	Supervisión	10.00	%	31653.43	Q3,165.34
	Utilidades	10.00	%	31653.43	Q3,165.34
	Imprevistos	5.00	%	31653.43	Q1,582.67
Sub total					Q9,179.49
Total gastos directos					Q31,653.43
Total gastos indirectos					Q9,179.49
Costo total del renglón					Q40,832.92

<b>3.2</b>	<b>Columnas segundo nivel</b>	<b>15.00</b>	<b>u</b>	<b>2722.19</b>	<b>Q40,832.92</b>
Materiales y herramienta					
	Cemento 4000 psi	114.50	saco	57.00	Q6,526.50
	Arena de río	4.90	m <sup>3</sup>	105.00	Q513.98
	Piedrín triturado 3/4"	6.61	m <sup>3</sup>	220.00	Q1,454.20
	Hierro 5/8" grado 60	20.00	qq	341.00	Q6,820.00
	Hierro 3/8" grado 60	20.00	qq	265.00	Q5,300.00
	Alambre de amarre	118.00	lb	6.00	Q708.00
	Tablas de madera rústica de 8'	10.00	docena	375.00	Q3,750.00
	Reglas de madera rustica de 8'	2.50	docena	225.00	Q562.50
	Clavos de 3"	60.50	lb	6.50	Q393.25
Sub total					Q26,028.43
Mano de obra					
	Encofrado, armado, fundición y desencofrado	15.00	unidad	375.00	Q5,625.00
Sub total					Q5,625.00
Gastos Indirectos					
	Fianzas	2.00	%	31653.43	Q633.07
	Gastos administrativos	2.00	%	31653.43	Q633.07
	Supervisión	10.00	%	31653.43	Q3,165.34
	Utilidades	10.00	%	31653.43	Q3,165.34
	Imprevistos	5.00	%	31653.43	Q1,582.67
Sub total					Q9,179.49
Total gastos directos					Q31,653.43
Total gastos indirectos					Q9,179.49
Costo total del renglón					Q40,832.92

<b>3.3</b>	<b>Vigas de primer nivel</b>	<b>129.00</b>	<b>ml</b>	<b>661.03</b>	<b>Q85,273.45</b>
Materiales y herramienta					
	Cemento 4000 psi	258.00	saco	57.00	Q14,706.00
	Arena de río	11.05	m <sup>3</sup>	105.00	Q1,160.25
	Piedrín triturado 3/4"	14.91	m <sup>3</sup>	220.00	Q3,280.20
	Hierro 5/8" grado 60	27.00	qq	341.00	Q9,207.00
	Hierro 3/8" grado 60	21.00	qq	265.00	Q5,565.00
	Alambre de amarre	142.50	lb	6.00	Q855.00
	Tablas de madera rústica de 8'	49.50	docena	375.00	Q18,562.50
	Reglas de madera rustica de 8'	15.00	docena	225.00	Q3,375.00
	Clavos de 3"	155.00	lb	6.50	Q1,007.50
Sub total					Q57,718.45
Mano de obra					
	Encofrado, armado, fundición y desencofrado	129.00	ml	65.00	Q8,385.00
Sub total					Q8,385.00

Continuación

Gastos Indirectos					
	Fianzas	2.00	%	66103.45	Q1,322.07
	Gastos administrativos	2.00	%	66103.45	Q1,322.07
	Supervisión	10.00	%	66103.45	Q6,610.35
	Utilidades	10.00	%	66103.45	Q6,610.35
	Imprevistos	5.00	%	66103.45	Q3,305.17
Sub total					Q19,170.00

Total gastos directos					Q66,103.45
Total gastos indirectos					Q19,170.00
Costo total del renglón					Q85,273.45

<b>3.4</b>	<b>Vigas segundo nivel</b>	<b>129.00</b>	<b>ml</b>	<b>396.23</b>	<b>Q51,113.03</b>
Materiales y herramienta					
	Cemento 4000 psi	140.00	saco	57.00	Q7,980.00
	Arena de río	6.20	m <sup>3</sup>	105.00	Q651.00
	Piedrín triturado 3/4"	8.10	m <sup>3</sup>	220.00	Q1,782.00
	Hierro 5/8" grado 60	22.50	qq	341.00	Q7,672.50
	Hierro 3/8" grado 60	20.00	qq	265.00	Q5,300.00
	Alambre de amarre	120.00	lb	6.00	Q720.00
	Tablas de madera rústica de 8'	9.00	docena	375.00	Q3,375.00
	Reglas de madera rustica de 8'	11.00	docena	225.00	Q2,475.00
	Clavos de 3"	98.00	lb	6.50	Q637.00
Sub total					Q30,592.50
Mano de obra					
	Encofrado, armado, fundición y desencofrado	129.00	ml	70.00	Q9,030.00
Sub total					Q9,030.00
Gastos Indirectos					
	Fianzas	2.00	%	39622.50	Q792.45
	Gastos administrativos	2.00	%	39622.50	Q792.45
	Supervisión	10.00	%	39622.50	Q3,962.25
	Utilidades	10.00	%	39622.50	Q3,962.25
	Imprevistos	5.00	%	39622.50	Q1,981.13
Sub total					Q11,490.53

Total gastos directos					Q39,622.50
Total gastos indirectos					Q11,490.53
Costo total del renglón					Q51,113.03



Precios unitarios

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

EPS Ingeniería Civil

Epesista: Elvis Giovanni Corado Chávez

Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez

Proyecto: Edificio bomberil de dos niveles para el casco urbano



No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
<b>4</b>	<b>Levantado de muros</b>	<b>152.00</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>339.94</b>	<b>Q51,671.17</b>
Materiales y herramienta					
	Block de .14x.19x.39 de 35 kg	4677.00	u	3.21	Q15,013.17
	Cemento 4000 psi	105.00	saco	57.00	Q5,985.00
	Arena de río	10.00	m <sup>3</sup>	105.00	Q1,050.00
	Piedrín triturado de 3/4"	4.00	m <sup>3</sup>	220.00	Q880.00
	Refuerzo 3/8" grado 40	13.00	qq	270.00	Q3,510.00
	Refuerzo 1/4" grado 40	5.00	qq	335.00	Q1,675.00
	Alambre de amarre	72.00	lb	6.00	Q432.00
	Tablas de madera rústica de 8'	4.00	docena	375.00	Q1,500.00
	Clavos de 3"	20.00	lb	6.50	Q130.00
				Sub total	Q30,175.17
Mano de obra					
	Levantado de muros	152.00	global	65.00	Q9,880.00
				Sub total	Q9,880.00
Gastos Indirectos					
	Fianzas	2.00	%	40055.17	Q801.10
	Gastos administrativos	2.00	%	40055.17	Q801.10
	Supervisión	10.00	%	40055.17	Q4,005.52
	Utilidades	10.00	%	40055.17	Q4,005.52
	Imprevistos	5.00	%	40055.17	Q2,002.76
				Sub total	Q11,616.00
Total gastos directos					Q40,055.17
Total gastos indirectos					Q11,616.00
Costo total del renglón					Q51,671.17

Precios unitarios

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

EPS Ingeniería Civil

Epesista: Elvis Giovanni Corado Chávez

Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez

Proyecto: Edificio bomberil de dos niveles para el casco urbano



No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
<b>5</b>	<b>Módulo de gradas</b>	<b>1.00</b>	<b>módulo</b>	<b>7659.38</b>	<b>Q7,659.38</b>
Materiales y herramienta					
	Cemento 4000 psi	16.00	sacos	57.00	Q912.00
	Arena de río	0.88	m <sup>3</sup>	105.00	Q92.40
	Piedrín triturado 3/4"	1.33	m <sup>3</sup>	220.00	Q292.60
	Hierro 3/8" grado 40	2.00	qq	265.00	Q530.00
	Alambre de amarre	8.00	lb	6.00	Q48.00
	Tablas de madera rústica de 8'	2.50	docena	375.00	Q937.50
	Reglas de madera rustica de 8'	2.50	docena	225.00	Q562.50
	Clavos de 3"	25.00	lb	6.50	Q162.50
Sub total					Q3,537.50
Mano de obra					
	Construcción de módulo de gradas	1.00	global	2400.00	Q2,400.00
Sub total					Q2,400.00
Gastos Indirectos					
	Fianzas	2.00	%	5937.50	Q118.75
	Gastos administrativos	2.00	%	5937.50	Q118.75
	Supervisión	10.00	%	5937.50	Q593.75
	Utilidades	10.00	%	5937.50	Q593.75
	Imprevistos	5.00	%	5937.50	Q296.88
Sub total					Q1,721.88
Total gastos directos					Q5,937.50
Total gastos indirectos					Q1,721.88
Costo total del renglón					Q7,659.38

Precios unitarios

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

EPS Ingeniería Civil

Epesista: Elvis Giovanni Corado Chávez

Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez

Proyecto: Edificio bomberil de dos niveles para el casco urbano



No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
<b>6</b>	<b>Techos</b>	<b>327.12</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>332.05</b>	<b>Q108,620.06</b>
Materiales y herramienta					
	Cemento 4000 psi	335.00	saco	57.00	Q19,095.00
	Arena de río	15.00	m <sup>3</sup>	105.00	Q1,575.00
	Piedrín triturado 3/4"	19.00	m <sup>3</sup>	220.00	Q4,180.00
	Hierro 3/8" grado 60	46.00	qq	265.00	Q12,190.00
	Alambre de amarre	182.00	lb	6.00	Q1,092.00
	Tablas de madera rústica de 8'	40.00	docena	375.00	Q15,000.00
	Reglas de madera rustica de 8'	16.00	docena	225.00	Q3,600.00
	Clavos de 3"	200.00	lb	6.50	Q1,300.00
Sub total					Q58,032.00
Mano de obra					
	Encofrado, armado, fundición y desencofrado de losa	327.12	m <sup>2</sup>	80.00	Q26,169.60
Sub total					Q26,169.60
Gastos Indirectos					
	Fianzas	2.00	%	84201.60	Q1,684.03
	Gastos administrativos	2.00	%	84201.60	Q1,684.03
	Supervisión	10.00	%	84201.60	Q8,420.16
	Utilidades	10.00	%	84201.60	Q8,420.16
	Imprevistos	5.00	%	84201.60	Q4,210.08
Sub total					Q24,418.46
Total gastos directos					Q84,201.60
Total gastos indirectos					Q24,418.46
Costo total del renglón					Q108,620.06

Precios unitarios  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Facultad de Ingeniería  
 EPS Ingeniería Civil  
 Epesista: Elvis Giovanni Corado Chávez  
 Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez  
 Proyecto: Edificio bomberil de dos niveles para el casco urbano



No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
7	<b>Acabados</b>	<b>958.12</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>65.82</b>	<b>Q63,065.98</b>

**7.1 Piso de concreto de 7 cm alisado**

	Cemento 4000 psi	130.00	sacos	57.00	Q7,410.00
	Arena de río	5.50	m <sup>3</sup>	105.00	Q577.50
	Piedrín triturado 3/4"	7.50	m <sup>3</sup>	220.00	Q1,650.00
Sub total					Q9,637.50
Mano de obra					
	Fundición de piso de concreto de 7 cm	163.56	m <sup>2</sup>	36.00	Q5,888.16
Sub total					Q5,888.16
Gastos Indirectos					
	Fianzas	2.00	%	15525.66	Q310.51
	Gastos administrativos	2.00	%	15525.66	Q310.51
	Supervisión	10.00	%	15525.66	Q1,552.57
	Utilidades	10.00	%	15525.66	Q1,552.57
	Imprevistos	5.00	%	15525.66	Q776.28
Sub total					Q4,502.44

Total gastos directos				Q15,525.66
Total gastos indirectos				Q4,502.44
Costo total del renglón				Q20,028.10

Continuación.

<b>7.2 Acabado en paredes, losas y pisos</b>				
Cemento de 4000 psi	44.00	sacos	57.00	Q2,508.00
Arena amarilla para repello	12.50	m <sup>3</sup>	105.00	Q1,312.50
Arena blanca para cernido	4.00	m <sup>3</sup>	105.00	Q420.00
Arena de río	0.50	m <sup>3</sup>	105.00	Q52.50
Cal de 25 kg	106.00	bolsas	27.10	Q2,872.60
Azulejo nacional	40.00	m <sup>2</sup>	47.00	Q1,880.00
Piso de granito	158.00	m <sup>2</sup>	60.00	Q9,480.00
Piso cerámico antideslizante para baños	12.00	m <sup>2</sup>	72.00	Q864.00
Cizafuerte	40.00	bolsa	24.60	Q984.00
Pegafuerte	13.00	bolsa	32.50	Q422.50
Sub total				Q20,796.10
Mano de obra				
Acabados en paredes	631.00	m <sup>2</sup>	15.00	Q9,465.00
Acabados en pisos	163.56	m <sup>2</sup>	20.00	Q3,271.20
Sub total				Q12,736.20
Gastos Indirectos				
Fianzas	2.00	%	33532.30	Q670.65
Gastos administrativos	2.00	%	33532.30	Q670.65
Supervisión	10.00	%	33532.30	Q3,353.23
Utilidades	10.00	%	33532.30	Q3,353.23
Imprevistos	5.00	%	33532.30	Q1,676.62
Sub total				Q9,724.37
Total gastos directos				Q33,532.30
Total gastos indirectos				Q9,724.37
Costo total del renglón				Q43,256.67

Precios unitarios  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Facultad de Ingeniería  
 EPS Ingeniería Civil  
 Epesista: Elvis Giovanni Corado Chávez  
 Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez  
 Proyecto: Edificio bomberil de dos niveles para el casco urbano



No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
<b>8</b>	<b>Puertas y ventanas</b>	<b>1.00</b>	<b>global</b>	<b>21704.25</b>	<b>Q21,704.25</b>
Materiales y herramienta					
	Puerta de madera de pino de 2.1m x 1.0 m con marco, chapa marca LANE y 3 bisagras	2.00	u	720.00	Q1,440.00
	Puerta de madera de 0.9 m x 2.1 m con marco, chapa marca LANE y 3 bisagras	1.00	u	720.00	Q720.00
	Puerta de metal de 0.9 m x 2.1 con marco, chapa marca YALE y 3 bisagras	3.00	u	700.00	Q2,100.00
	Ventana con marco de aluminio anodizado negro de 1.2 m x 1.0 m con celosia	11.00	u	650.00	Q7,150.00
	Ventana con marco de aluminio anodizado negro de 1.2 m x 1.0 m sin celosia	3.00	u	625.00	Q1,875.00
Sub total					Q13,285.00
Mano de obra					
	Instalación de puertas de madera	3.00	u	630.00	Q1,890.00
	Instalación de puerta metálica	3.00	u	200.00	Q600.00
	Instalación de ventanas	14.00	u	75.00	Q1,050.00
Sub total					Q3,540.00
Gastos Indirectos					
	Fianzas	2.00	%	16825.00	Q336.50
	Gastos administrativos	2.00	%	16825.00	Q336.50
	Supervisión	10.00	%	16825.00	Q1,682.50
	Utilidades	10.00	%	16825.00	Q1,682.50
	Imprevistos	5.00	%	16825.00	Q841.25
Sub total					Q4,879.25
Total gastos directos					Q16,825.00
Total gastos indirectos					Q4,879.25
Costo total del renglón					Q21,704.25

Precios unitarios

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

EPS Ingeniería Civil

Epesista: Elvis Giovanni Corado Chávez

Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez

Proyecto: Edificio bomberil de dos niveles para el casco urbano



No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
<b>9</b>	<b>Instalación eléctrica</b>	<b>1.00</b>	<b>global</b>	<b>20094.81</b>	<b>Q20,094.81</b>
Materiales y herramienta					
	Caja rectangular	21.00	u	4.00	Q84.00
	Caja octogonal	19.00	u	4.00	Q76.00
	Cable calibre 10	30.00	ml	3.15	Q94.50
	Cable calibre 12	100.00	ml	1.95	Q195.00
	Cable calibre 14	70.00	ml	1.50	Q105.00
	Cinta de aislar	2.00	u	21.00	Q42.00
	Contador general	1.00	u	555.00	Q555.00
	Codos de 3/4" gris	15.00	u	1.35	Q20.25
	Interruptor doble con placa Bticino	3.00	u	35.00	Q105.00
	Interruptor simple con placa Bticino	2.00	u	37.00	Q74.00
	Interruptor triple con placa Bticino	2.00	u	39.00	Q78.00
	Tomacorrientes 220 V Bticino	14.00	u	18.25	Q255.50
	Lampara en cielo	19.00	u	345.00	Q6,555.00
	Tabero de circuitos de 12 polos	1.00	u	400.00	Q400.00
	Flipon de 1x20	5.00	u	26.4	Q132.00
	Flipon de 2x30	2.00	u	68.96	Q137.92
	Tubo eléctrico de 3/4"	30.00	u	8.94	Q268.20
	Calentador eléctrico TITAN	1.00	u	2100.00	Q2,100.00
Sub total					Q11,277.37
Mano de obra					
	Instalación eléctrica	1.00	global	4300.00	Q4,300.00
Sub total					Q4,300.00
Gastos Indirectos					
	Fianzas	2.00	%	15577.37	Q311.55
	Gastos administrativos	2.00	%	15577.37	Q311.55
	Supervisión	10.00	%	15577.37	Q1,557.74
	Utilidades	10.00	%	15577.37	Q1,557.74
	Imprevistos	5.00	%	15577.37	Q778.87
Sub total					Q4,517.44
Total gastos directos					Q15,577.37
Total gastos indirectos					Q4,517.44
Costo total del renglón					Q20,094.81

Precios unitarios

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

EPS Ingeniería Civil

Epesista: Elvis Giovanni Corado Chávez

Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez

Proyecto: Edificio bomberil de dos niveles para el casco urbano



No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
<b>10</b>	<b>Instalación hidráulica</b>	<b>1.00</b>	<b>global</b>	<b>13982.17</b>	<b>Q13,982.17</b>
Materiales y herramienta					
	Adaptador macho CPVC de 1/2"	3.00	u	5.42	Q16.26
	Adaptador macho Hg de 1/2"	3.00	u	1.75	Q5.25
	Adaptador macho PVC de 1/2"	3.00	u	2.50	Q7.50
	Caja de concreto prefabricada para contador	1.00	u	255.13	Q255.13
	Chorro HG	1.00	u	22.50	Q22.50
	Codo CPVC de 1/2" a 90°	4.00	u	3.92	Q15.68
	Codo CPVC de 3/4" a 90°	12.00	u	9.79	Q117.48
	Codo HG de 1/2" a 90°	3.00	u	5.60	Q16.80
	Codo PVC de 1/2" a 90°	7.00	u	1.33	Q9.31
	Codo PVC de 3/4" a 90°	21.00	u	6.25	Q131.25
	Contador de agua de 3/4"	1.00	u	32.00	Q32.00
	Ducha (con juego de grifería) marca Price Pfister	3.00	u	375.00	Q1,125.00
	Inodoros marca Briggs	3.00	u	643.00	Q1,929.00
	Lavamanos (con mezcladora) marca Briggs	2.00	u	454.00	Q908.00
	Lavaplatos (con mezcladora) marca Teka	1.00	u	624.00	Q624.00
	Llave de compuerta de 3/4"	1.00	u	32.00	Q32.00
	Llave de paso de 3/4"	1.00	u	32.00	Q32.00
	Niple Hg de 1 metro de largo	3.00	u	66.81	Q200.43
	Pegamento para CPVC	0.25	galones	500.00	Q125.00
	Pegamento Tangit para PVC	1.00	galones	350.00	Q350.00
	Reducidor CPVC de 3/4" a 1/2"	6.00	u	1.50	Q9.00
	Reducidor PVC de 3/4" a 1/2"	10.00	u	1.88	Q18.80



Continuación.

	Tee CPVC de 3/4"	7.00	u	10.77	Q75.39
	Tee PVC de 3/4"	14.00	u	6.25	Q87.50
	Tubería de CPVC para agua caliente 1/2"	2.00	tubo	69.15	Q138.30
	Tubería de CPVC para agua caliente 3/4"	5.00	tubo	86.44	Q432.20
	Tubería de PVC para agua fría 1/2"	3.00	tubo	20.33	Q60.99
	Tubería de PVC para agua fría 3/4"	12.00	tubo	32.26	Q387.12
Sub total					Q7,163.89
Mano de obra					
	Instalación sanitaria	1.00	global	2100.00	Q2,100.00
	Instalación de artefactos sanitarios	9.00	u	175.00	Q1,575.00
Sub total					Q3,675.00
Gastos Indirectos					
	Fianzas	2.00	%	10838.89	Q216.78
	Gastos administrativos	2.00	%	10838.89	Q216.78
	Supervisión	10.00	%	10838.89	Q1,083.89
	Utilidades	10.00	%	10838.89	Q1,083.89
	Imprevistos	5.00	%	10838.89	Q541.94
Sub total					Q3,143.28
Total gastos directos					Q10,838.89
Total gastos indirectos					Q3,143.28
Costo total del renglón					Q13,982.17

Precios unitarios

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

EPS Ingeniería Civil

Epesista: Elvis Giovanni Corado Chávez

Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez

Proyecto: Edificio bomberil de dos niveles para el casco urbano



No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
<b>11</b>	<b>Drenajes</b>	<b>1.00</b>	<b>global</b>	<b>4832.87</b>	<b>Q4,832.87</b>
Materiales y herramienta					
	Caja tipo reposadera de 2"	3.00	u	50.00	Q150.00
	Caja tipo reposadera de 3"	2.00	u	50.00	Q100.00
	Codos PVC de 2" a 45°	2.00	u	11.32	Q22.64
	Codos PVC de 2" a 90°	12.00	u	9.30	Q111.60
	Codos PVC de 4" a 90°	2.00	u	19.32	Q38.64
	Hierro 1/4"	13.00	u	9.00	Q117.00
	Ladrillo tayuyo de .06x.11x.23	144.00	u	2.29	Q329.76
	Pegamento Tangit para PVC	0.50	galones	231.00	Q115.50
	Reductor PVC de 2" a 4"	4.00	u	11.97	Q47.88
	Tee PVC de 2"	3.00	u	26.00	Q78.00
	Tee PVC de 4"	6.00	u	40.00	Q240.00
	Tubería PVC BAN de 2"	3.00	u	45.71	Q137.13
	Tubería PVC BAN de 4"	5.00	tubo	131.91	Q659.55
	Tubería PVC BAN de 5"	1.00	tubo	164.89	Q164.89
	Tubería PVC BAP de 4"	2.00	tubo	131.91	Q263.82
Sub total					Q2,576.41
Mano de obra					
	Instalación de drenajes	1.00	global	1170.00	Q1,170.00
Sub total					Q1,170.00
Gastos Indirectos					
	Fianzas	2.00	%	3746.41	Q74.93
	Gastos administrativos	2.00	%	3746.41	Q74.93
	Supervisión	10.00	%	3746.41	Q374.64
	Utilidades	10.00	%	3746.41	Q374.64
	Imprevistos	5.00	%	3746.41	Q187.32
Sub total					Q1,086.46
Total gastos directos					Q3,746.41
Total gastos indirectos					Q1,086.46
Costo total del renglón					Q4,832.87

## 2.1.5.4 Cronograma de avance físico y financiero

**Presupuesto integrado**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Facultad de Ingeniería  
 EPS Ingeniería Civil  
 Epesista: Elvis Giovanni Corado Chávez  
 Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez  
 Proyecto: Edificio bomberil de dos niveles para el casco urbano



No.	Descripción	1o. Mes				2o. Mes				3o. Mes				4o. Mes				5o. Mes			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Trabajos preliminares																				
2	Cimentación																				
3	Columnas primer nivel																				
4	Vigas de primer nivel																				
5	Módulo de gradas																				
6	Torta de concreto/instalaciones varias																				
7	Losa de entripiso/instalaciones varias																				
8	Columnas segundo nivel																				
9	Muros de segundo nivel																				
10	Vigas de segundo nivel																				
11	Losa de techo/instalaciones varias																				
12	Instalación eléctrica																				
13	Acabados																				
14	Puertas y ventanas																				

Avance físico	
Porcentaje mensual	15.00%
Porcentaje mensual acumulado	15.00%

	19.50%	23.00%	23.00%	19.50%	19.50%
	34.50%	57.50%	80.50%	100.00%	100.00%

Avance financiero					
Inversión mensual	Q52,342.10	Q151,516.60	Q143,252.06	Q129,477.82	Q74,380.87
Inversión mensual acumulada	Q52,342.10	Q203,858.69	Q347,110.75	Q476,588.57	Q550,969.44

## **2.2 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Jardines de San Lucas “A” del casco urbano de San Lucas Sacatepéquez**

### **2.2.1 Descripción del proyecto**

Este proyecto comprende el diseño del alcantarillado sanitario del municipio de San Lucas, en el departamento de Sacatepéquez. Para su realización se hizo, en primer lugar, un estudio poblacional y un levantamiento topográfico, en lo que se refiere a altimetría y planimetría.

La red tiene una línea principal con longitud de 1,449.32 metros, en los cuales se diseñaron 19 pozos de visita, los que se construirán según especificaciones del INFOM (Instituto de Fomento Municipal), como alturas mínimas, cotas invert, etc. La tubería a utilizar será de PVC y tendrán diámetros de 6, 8 y 10 pulgadas. Las pendientes en la tubería se tomaron de acuerdo a la pendiente del terreno, siempre y cuando ésta no provoque que la velocidad y caudales dentro de las alcantarillas estén fuera de especificaciones.

Su desfogue será en una planta de tratamiento que la municipalidad de San Lucas Sacatepéquez contratará y la cual se encuentra en construcción.

### **2.2.2 Aspectos preliminares**

Se realizó un recorrido para conocer las condiciones en que se encuentra la población, las condiciones del terreno donde pasará la línea central así como recabar la información necesaria para el diseño del alcantarillado.

### 2.2.3 Levantamiento topográfico

En la realización del levantamiento topográfico del área a drenar, no sólo se tomó en cuenta el área edificada en la actualidad, sino también las que en un futuro puedan contribuir al sistema, incluyendo la localización exacta de todas las calles y zonas con o sin edificación; edificios; alineación municipal; carreteras; todos los pavimentos, anotando su clase y estado; parques públicos; campos de deporte y todas aquellas estructuras naturales y artificiales que guarden relación con el problema a resolver e influyan en los diseños.

La topografía tiene por objeto medir las extensiones de terreno, determinar la posición y elevación de puntos situados sobre y bajo la superficie. Para el sistema de alcantarillado sanitario se tomó en cuenta el levantamiento para ambos lados de la calle principal, identificando las edificaciones existentes y las entradas a calles; así mismo el área de terreno para diseñar el tratamiento de las aguas servidas considerando las quebradas, elevaciones y depresiones que éstas presentan.

La topografía se puede dividir en dos grandes ramas que son:

- Altimetría
- Planimetría

Existen también tres formas de realizar la planimetría y altimetría, ésta depende del tipo de instrumento que se utiliza, y se divide en tres tipos de orden.

- a. Primer orden: para planimetría se utiliza teodolito y altimetría nivel de precisión.

- b. Segundo orden: para planimetría se utiliza teodolito y altimetría el método taquimétrico.
- c. Tercer orden: para planimetría se utiliza brújula o cinta métrica y para altimetría nivel de mano.

En la realización de este proyecto se ejecutó una topografía de segundo orden. Las notas realizadas en la libreta de campo deben ser lo más claras posibles, especificando los problemas que se puedan suscitar en el trayecto de la tubería. Es necesario realizar inspecciones preliminares para formarse un criterio sobre los elementos que serán determinantes en el diseño del sistema.

### **2.2.3.1 Levantamiento planimétrico**

El levantamiento planimétrico es el estudio de los procedimientos para la representación de una superficie terrestre en un plano horizontal, es usado para localizar cambio de dirección en donde la tubería interconecta los pozos de visita y cajas de registro.

El levantamiento planimétrico se ejecutó como una poligonal abierta, utilizando para ello el método de conservación de azimut y se utilizaron radiaciones, para poder obtener el ancho de la calle.

Las distancias horizontales (DH) se calcularon, según la siguiente fórmula:

$$DH = H \cdot 2h \cdot \text{sen}^2$$

Donde:

- DH = Distancia horizontal.  
 H = Diferencia de hilos (superior – medio).  
 2h = 2 veces la constante de lectura horizontal del aparato.  
 = Ángulo vertical.

### 2.2.3.2 Levantamiento altimétrico

Es la medición de la altura de una superficie de la tierra, con el fin de representarla gráficamente, para que juntamente con la planimetría, se defina la superficie en estudio, representada en tres dimensiones.

Las diferencias de nivel entre puntos de las líneas, se calcularon mediante la siguiente expresión:

$$\text{CPO} = \text{CEA} + \text{AI} - \text{HM} + \text{DH} * (\tan(90 - \quad))$$

Donde:

- CPO = Cota del punto observado.  
 CEA = Cota de la estación anterior.  
 AI = Altura de instrumento.  
 HM = Lectura del hilo medio.  
 DH = Distancia horizontal.  
 = Ángulo vertical.

## **2.2.4 Diseño del sistema**

### **2.2.4.1 Descripción del sistema a utilizar**

En función de su finalidad, existen 3 tipos básicos de alcantarillado; la selección o adopción de cada uno de estos sistemas dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos como funcionales, pero quizá el más importante es el económico.

- a) Alcantarillado sanitario: recoge las aguas servidas domiciliarias, baños, cocinas y servicios; residuos comerciales como restaurantes y garages; aguas negras producidas por industrias e infiltración.
  
- b) Alcantarillado pluvial: recoge únicamente las aguas de lluvia o que concurren al sistema.
  
- c) Alcantarillado combinado: recoge tanto las aguas servidas domiciliarias, baños, cocinas y servicios; residuos comerciales como restaurantes y garages; aguas negras producidas por industrias e infiltración como las aguas de lluvia o que concurren al sistema.

Para el efecto, la comunidad en estudio no cuenta con sistema de alcantarillado. Las calles no son pavimentadas, por lo que se decidió realizar un alcantarillado sanitario, del cual están excluidos los caudales de agua de lluvia provenientes de la calle, techos y otras superficies.



## **2.2.4.2 Diseño hidráulico**

### **2.2.4.2.1 Período de diseño**

Es el período de funcionamiento eficiente del sistema. Pasado este período, es necesario rehabilitar el sistema. Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para cumplir adecuadamente su función durante un período de 30 a 40 años a partir de la fecha de construcción.

Para seleccionar el período de diseño de una obra de ingeniería, deben considerarse factores como la vida útil de las estructuras y el equipo competente, tomando en cuenta el desgaste natural que sufren los materiales, así como la facilidad para hacer ampliaciones a las obras planeadas. También, la relación anticipada del crecimiento de la población, incluyendo en lo posible el desarrollo urbanístico, comercial o industrial de las áreas adyacentes. El período de diseño adoptado para este proyecto es de 20 años, tal y como lo recomienda el Instituto Nacional de Fomento Municipal.

En ciertas situaciones se considera incluir, dentro del período de diseño, un tiempo de dos años adicionales, debido a gestiones que conlleva un proyecto para su respectiva autorización y desembolso económico, si éste aún no se encuentra programado en la etapa de preinversión en la respectiva municipalidad. Para este proyecto se consideró un año adicional.

### **2.2.4.2.2 Población de diseño**

Para estimar la población de diseño se utilizó el método geométrico, involucrando en forma directa a la población actual que tributará al sistema de drenaje y la tasa de crecimiento del lugar.

Para el diseño del sistema se tiene una población actual de 330 habitantes.

### **Método de incremento geométrico**

Con este método se obtiene un incremento que se comporta más acorde al crecimiento real de la población. Gráficamente su comportamiento es una curva exponencial. Tiene la ventaja de que no necesita muchos datos y su desventaja es que se puede sobre estimar la población.

Con los datos obtenidos en el Instituto Nacional de Estadística (INE) se puede calcular la población futura del área y se necesita tener además el conocimiento de la tasa de crecimiento del municipio, la que debe estar bajo una base historial de mucha información y confiabilidad de censos del lugar; por tanto, la proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística, es la recomendada. Sin embargo, esta información es del año 2,002, por lo que según el centro de salud del municipio, la tasa es del 5.8%, tomando ésta para el diseño, ya que dicho centro maneja información actualizada

Entonces aplicando la siguiente fórmula, se obtiene:

$$P_n = P_o (1 + r)^n = 330 * (1 + 0.058)^{21} = 1,078 \text{ hab.}$$

Donde:

P<sub>n</sub>= Población

P<sub>o</sub>= Población del último censo

r= Tasa de crecimiento

n= Período de diseño

### 2.2.4.2.3 Dotación

La dotación proporcionada por la municipalidad es de 100 L/hab./día (15 m<sup>3</sup>/vivienda/mes). El caudal doméstico debe ser afectado por el factor de retorno al ser calculado.

### 2.2.4.2.4 Factor de retorno

Se sabe que no todo el 100% de agua potable que ingresa a cada vivienda regresará a las alcantarillas, por razones de uso en riego de terrenos agrícolas y patios, considerando perderse un 25% hacia infiltración y evaporización. El área de influencia del proyecto cuenta con viviendas que en su mayoría poseen patios de tierra, por lo que se consideró un factor de retorno al sistema del 75%.

### 2.2.4.2.5 Factor de flujo instantáneo

Es un factor que está en función del número de habitantes, localizados en el área de influencia. Regula un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico, para las horas pico. Se expresa por medio de la fórmula de Hardmon, en la cual su valor disminuye si la población aumenta, y aumenta si la población analizada disminuye. Su fórmula es:

$$FH = (18 + (P/1000)^{(1/2)}) / (4 + (P/1000)^{(1/2)}) \quad P = \text{Número de habitantes.}$$

$$FH_{\text{actual}} = (18 + (330/1000)^{(1/2)}) / (4 + (330/1000)^{(1/2)}) = 4.038$$

$$FH_{\text{futuro}} = (18 + (1078/1000)^{(1/2)}) / (4 + (1078/1000)^{(1/2)}) = 3.79$$

## 2.2.4.2.6 Caudal sanitario

### 2.2.4.2.6.1 Caudal domiciliar

Es el agua que, una vez ha sido usada por los humanos para limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida hacia la red de alcantarillado. El agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación del suministro del agua potable, menos una porción que no será vertida al drenaje de aguas negras. Para tal efecto, la dotación de agua potable es afectada por el factor de retorno al sistema. De esta forma el caudal domiciliar o doméstico queda integrado así:

$$q_{\text{dom}} = (\text{Dotación} * \text{No. de Hab.} * \text{Factor retorno}) / 86400$$

$$q_{\text{dom}_{\text{actual}}} = (100 \text{ L/hab./día} * 330 \text{ hab.} * 0.75) / 86400 = 0.28 \text{ L/seg.}$$

$$q_{\text{dom}_{\text{futuro}}} = (100 \text{ L/hab./día} * 1,078 \text{ hab.} * 0.75) / 86400 = 0.94 \text{ L/seg.}$$

### 2.2.4.2.6.2 Caudal de infiltración

No existe un caudal de infiltración ya que la tubería a emplear es pvc.

### 2.2.4.2.6.3 Caudal por conexiones ilícitas

Este es un caudal producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario. Para efecto de diseño se puede estimar que un porcentaje de las viviendas de una localidad pueden hacer conexiones ilícitas, lo que es susceptible de variar de 0.5 a 2.5%.

Como el cómputo de caudal de conexiones ilícitas va directamente relacionado con el caudal producido por las lluvias, una de las formas para

calcularlo es el Método Racional, el cual fue el que se aplicó en este estudio.

$$q \text{ Conex. Ilícitas} = C i A / 360 = C i (A * \%) / 360$$

Donde:

q = caudal (m<sup>3</sup> / seg.)

C= coeficiente de escorrentía

i= intensidad de lluvia (mm / hora)

A= Área que es factible conectar ilícitamente al sistema (Ha)

La intensidad de lluvia está dada por la fórmula:

$$I = 9510 / (t + 30)^{1.15} = 129 \text{ mm / hora} \quad \text{Donde } t = 12 \text{ minutos}$$

Para el área de techos al final del período de diseño, se considera que las casas tendrán también en promedio 35 m<sup>2</sup> de superficie y que habrá un incremento de 66 casas actuales a 330 posibles futuras casas. Considerando un coeficiente de escorrentía de techos y patios promedio de C= 0.65 y un 1.5% máximo en conexiones ilícitas, se tiene:

$$\text{Área techos}_{\text{actual}} = (35 \text{ m}^2) (66 \text{ casas}) * (1 \text{ Ha} / 10000 \text{ m}^2) = 0.231 \text{ Ha}$$

$$\text{Área techos}_{\text{futuro}} = (35 \text{ m}^2) (330 \text{ casas}) * (1 \text{ Ha} / 10000 \text{ m}^2) = 1.155 \text{ Ha}$$

$$q \text{ Conex. Ilícitas}_{\text{actual}} = ((0.65 * 129 \text{ mm/hrs} * 0.231 \text{ Ha} * 0.015) / 360) * 1000$$

$$q \text{ Conex. Ilícitas}_{\text{actual}} = 0.81 \text{ L/ seg.}$$

$$q \text{ Conex. Ilícitas}_{\text{futuro}} = 4.035 \text{ L/ seg.}$$

#### **2.2.4.2.6.4 Caudal comercial e industrial**

En el Reglamento de Construcción de la Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez, artículo 68, se establece que si se construye una edificación industrial, ésta deberá conducir las aguas residuales hacia su propia planta de tratamiento y no unirse al colector general municipal. Razón por la cual no se consideró el caudal comercial e industrial para este diseño.

#### **2.2.4.2.7 Factor de caudal medio**

Este es un factor que regula la aportación de caudal en la tubería. Se considera que es el caudal con que contribuye un habitante debido a sus actividades, sumando los caudales doméstico, de infiltración, por conexiones ilícitas, caudal comercial e industrial, entre la población total. Este factor debe estar dentro del rango de 0.002 a 0.005. Si da un valor menor se tomará 0.002, y si fuera mayor se tomará 0.005 considerando siempre que este factor no esté demasiado distante del rango máximo y mínimo establecido, ya que se podría caer en un sobrediseño o en subdiseño, según sea el caso.

El factor de caudal medio se calculó de la forma siguiente:

$$\mathbf{F_{qm} = q \text{ medio} / \text{No. de habitantes futuro}}$$

Donde:

$$q \text{ medio} = q \text{ doméstico} + q \text{ infiltración} + q \text{ conexiones ilícitas} + q \text{ comercial}$$

$$q \text{ domiciliar} = 0.94 \text{ L/seg.}$$

$$q \text{ infiltración} = 0.00 \text{ L/seg.}$$

$$q \text{ conexiones ilícitas} = 4.04 \text{ L/seg.}$$

$$\mathbf{q \text{ medio} = 4.98 \text{ L/seg.}}$$

$$F_{qm} = 4.98 \text{ L/seg.} / 1,078 \text{ hab.} = 0.005$$

#### 2.2.4.2.8 Caudal de diseño

Es el caudal con que se diseñará cada tramo del sistema de alcantarillado sanitario, de acuerdo a los datos obtenidos o investigados y aplicados en un período de diseño.

El caudal de diseño de cada tramo será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Hardmon y el número de habitantes a servir, que en este caso se compara el diseño para la población actual y futura con las siguientes expresiones:

**q Diseño Actual = (F<sub>qm</sub>) (FH actual) (No. de habitantes actual)**

$$q \text{ Diseño Actual} = 0.005 * 4.06 * 330 = 1.65 \text{ L/seg.}$$

**q Diseño Futuro = (F<sub>qm</sub>) (FH futuro) (No. de habitantes futuro)**

$$q \text{ Dis Futuro} = 0.005 * 3.79 * 1078 = 5.39 \text{ L/seg.}$$

Es de notable importancia mencionar que el flujo que se encauzará y circulará dentro de las tuberías al construirse el sistema con la población actual, será menor al que existirá en el sistema cuando a éste se le incorporen futuras conexiones domiciliarias y otros caudales ilícitos , infiltración, etc.

En este estudio de drenajes, el caudal de diseño actual será el caudal de diseño crítico para evitar taponamientos por pequeños flujos, y se realizó un chequeo para el caso contrario, el cual se estima sucederá al final del período del diseño, con la velocidad y el tirante de agua, para cada tramo (esto garantiza que un ramal con poco caudal posea al menos una pendiente definida, que garantice que  $v > 0.40 \text{ m/seg.}$  y  $0.10 < d/D < 0.75$  como cuando

sucede teniendo terrenos muy planos y siendo ramales iniciales).

#### **2.2.4.2.9 Diseño de secciones y pendientes**

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendientes se hará aplicando la fórmula de Manning, transformada al sistema métrico para secciones circulares, así:

$$V = \frac{0.03429 * D^{(2/3)} * S^{(1/2)}}{n}$$

Donde:

v = velocidad del flujo a sección llena (m/seg.)

D = diámetro de la sección circular (pulgadas)

S = pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n = coeficiente de rugosidad de Manning

0.010 para tubería de PVC

#### **2.2.4.2.10 Velocidades máximas y mínimas**

La velocidad máxima será de 4.00 m/seg., y la velocidad mínima será de 0.40 m/seg. En casos críticos con terrenos muy planos y ramales iniciales con pequeño flujo, se acepta una velocidad de 0.30 m/seg.

#### **2.2.4.2.11 Cotas invert**

Es la distancia entre el nivel de la razante del suelo y el nivel del diámetro interno de la parte inferior de la tubería, tomando en cuenta que la cota invert sea, al menos, igual al recubrimiento mínimo necesario de la tubería.



La diferencia de cotas invert entre las tuberías que entran y salen de un pozo de visita será como mínimo de 0.03 metros.

Cuando el diámetro interior de la tubería que entra a un pozo de visita, sea menor que el diámetro interior de la que sale, la diferencia de cotas invert será, como mínimo, la diferencia de dichos diámetros.

Cuando la diferencia de cotas invert entre la tubería que entra y la que sale en un pozo de visita, sea mayor de 0.70 m, deberá diseñarse un accesorio especial que encauce el caudal con un mínimo de turbulencia.

#### **2.2.4.2.12 Diámetro de tuberías**

El diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios, según Las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del INFOM, será de 6" para tubos de PVC y 8" para tubos de concreto, el cual podrá aumentar cuando, a criterio del diseñador, sea necesario. Este cambio puede ser por influencia de la pendiente, del caudal o de la velocidad.

#### **2.2.4.2.13 Profundidad de tuberías**

La profundidad mínima de coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1.20 metros, más el diámetro interior y el espesor del tubo.

#### **2.2.4.2.14 Pozos de visita**

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y son empleadas como medio de inspección y limpieza. Según las normas para construcción de alcantarillados.

Se diseñarán pozos de visita para localizarlos en los siguientes casos:

- a) Cambio de diámetro
- b) Cambio de pendiente
- c) Cambios de dirección horizontal, para diámetros menores de 24"
- d) Las intersecciones de dos o más tuberías
- e) Los extremos superiores de ramales iniciales
- f) A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24"
- g) A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24"

En este proyecto los pozos de visita serán de sección circular y con un diámetro de 1.00 m para profundidades menores a 1.80 m y para profundidades mayores a 1.80 m serán de 1.20 m; las paredes serán de ladrillo tayuyo y su colocación será en punta y en el fondo se hará una losa de concreto armado. La parte superior tendrá forma de cono truncado y llevará una tapadera de forma circular de concreto armado. Se podrá penetrar en él cuando sea necesario efectuar una limpieza. Se colocarán escalones en forma de zig-zag.

#### **2.2.4.2.15 Conexiones domiciliarias**

Una conexión domiciliar es un tubo que lleva las aguas servidas desde una vivienda o edificio a una alcantarilla común o a un punto de desagüe.

Ordinariamente al construir un sistema de alcantarillado, se acostumbra establecer y dejar prevista una conexión en Y o en T en cada lote edificado o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico. Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces.

Es conveniente que el empotramiento del colector principal se haga en la parte superior para impedir que las aguas negras retornen por la conexión doméstica cuando el colector esté funcionando a toda su capacidad.

Éstas deberán ser construidas de acuerdo con las especificaciones técnicas y planos del proyecto, las cuales generalmente constan de dos partes: caja de registro y tubería de empotramiento.

- a. **Caja de registro o candela:** la conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor será de 45 centímetros. Y si fuese circular, tendrá un diámetro no menor a 12 pulgadas; en ambos casos deben estar impermeabilizadas por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

El fondo tiene que ser fundido de concreto, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria, hasta llegar al alcantarillado central.

La altura mínima de la candela será de un metro. Debe tenerse el cuidado necesario en la colocación de la caja de registro, dándoles a éstas la profundidad requerida para permitir hasta donde sea posible que la conexión domiciliar sea por gravedad.

- b. **Tubería de empotramiento:** la conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería de empotramiento, la cual tendrá un diámetro mínimo de 6 pulgadas, en tubería de concreto y de cuatro pulgadas en tubería de PVC. Debe tener una pendiente mínima de 2%.

Al realizar el diseño del alcantarillado deben considerarse las alturas en las cuales se encuentran las viviendas, con relación a la alcantarilla central, y con esto no profundizar demasiado a la conexión domiciliar; aunque en algunos casos resulta imposible por la topografía del terreno, debiendo considerarse otras formas de realizar dicha conexión.

No se permitirá a ningún usuario conectar sus aguas negras y servidas al sistema de alcantarillado sin previo permiso municipal local o del comité encargado, quien solicitará asesoría técnica para efectuar una inspección a los trabajos de conexión domiciliar antes de proceder al relleno respectivo.

## **Diseño de la red de alcantarillado sanitario**

### **DATOS GENERALES**

Población actual= 330 hab.

Población futura= 1078 hab.

PV= pozo de visita

Cota inicio de terreno PV-1=103.20

Cota final de terreno PV-2=102.76

Distancia horizontal=59.20

Período de diseño= 21 años

Coefficiente de rugosidad= 0.010

S= pendiente del terreno (%)

Fqm= 0.005

S= (104.40-105.56)/59.20\*100= -1.96%

Stubería=0.74%

No. de casas del tramo=3

$FH_a = (18 + (15/1000)^{1/2}) / (4 + (15/1000)^{1/2}) = 4.40$

$FH_f = (18 + (49/1000)^{1/2}) / (4 + (49/1000)^{1/2}) = 4.31$

Caudal de diseño actual  $q_{actual} = 15 * 0.05 * 4.31 = 0.32$  L/s → usar  $q_{min} = 0.40$  L/s

Caudal de diseño futuro  $q_{futuro} = 49 * 0.05 * 4.40 = 1.06$  L/s

$V = (0.03429 * 6^{2/3} * (0.74/100)^{1/2}) / 0.010 = 0.97$  m/s

$Q = 3.14159 * (0.1524)^{1/2} / 4 * 0.97 * 1000 = 17.69$  L/s

Utilizando las tablas de relaciones para el diseño de alcantarillado sanitario, se obtiene una velocidad actual=0.40 m/s, chequeando que está dentro del rango permitido de velocidades para tubería pvc.

La profundidad de pozo será de 1.20 m.

Cotas invert de salida= cota inicial de terreno-profundidad de pozo

$$= 104.40 - 1.20 = 103.20 \text{ m}$$

Cota invert de entrada = cota invert de salida- (Stubería\*Distancia horizontal)

$$= 103.20 - (0.74 * 59.20) / 100 = 102.76 \text{ m}$$

Profundidad de pozo inicial = 104.40-103.20= 1.20 m

Profundidad de pozo final = 105.56-102.76= 2.80 m

#### **2.2.4.2.16 Plan de operación y mantenimiento del sistema**

A medida que se produce el envejecimiento de los sistemas de alcantarillado, el riesgo de deterioro, obstrucciones y derrumbes se convierte en una consideración muy importante. Por esta razón la limpieza y la inspección de los colectores de agua residual son fundamentales para el mantenimiento y funcionamiento correcto del sistema, y además extienden la inversión de la comunidad en su infraestructura de alcantarillado.

Técnicas de inspección: Se requieren programas de inspección para determinar la condición actual del alcantarillado y para ayudar a la planificación de una estrategia de mantenimiento. Idealmente las inspecciones del alcantarillado deben realizarse en condiciones de bajo caudal. De presentarse condiciones de flujo que pudieran alterar las inspecciones, estas deben llevarse a cabo durante los periodos de menor caudal entre la medianoche y las cinco de la mañana, o se puede hacer un taponamiento temporal del colector para reducir el caudal.

Las conexiones domiciliarias presentan generalmente problemas de tubería obstruida (parcial o total) y conexión de aguas pluviales, por lo que habrá que verificar las condiciones de la candela y su tapadera, y en caso de ser necesario repararlas o cambiarlas y evitar que se introduzca tierra o basura y provoque algún taponamiento. Si existiera conexión de aguas pluviales, ésta se debe cancelar y así evitar que la tubería se sature, ya que no fue diseñada para conducir aguas pluviales.

La línea o colector principal presenta también problemas de obstrucción por lo que se puede proceder de las siguientes formas: Debe bajar por lo menos una persona a cada pozo de visita entre el tramo a evaluar y colocar una

linterna en un alumbrando hacia la tubería y la otra persona percibirá clara o parcialmente el reflejo indicando si existe algún taponamiento en el tramo. Otra forma de proceder consiste en verter una cantidad determinada de agua en el pozo de visita y chequear el corrimiento del agua hacia el siguiente pozo, esperando que éste sea normal. Si es muy lento existe algún taponamiento y si no sale agua en el pozo existe una obstrucción total, por lo que se introducirá una guía para localizarla y si es necesario se excavará hasta descubrir la tubería para retirar los residuos acumulados.

Los pozos de visita deberán revisarse periódicamente y en caso de necesitarlo, se hará una limpieza de los residuos y lodos que se acumulan y evitan el paso de las aguas residuales.

#### **2.2.4.2.17 Elementos de un alcantarillado sanitario**

Los elementos de un sistema de alcantarillado sanitario se dividen en Obras Básicas y Obra Complementarias.

Dentro de las Obras Básicas están los colectores (tubería por la que se conduce el agua residual), pozos de visita y conexiones domiciliarias; y dentro de las Obra Complementarias se encuentran los pozos de luz, tanques de lavado, derivadores de caudal, disipadores de energía, tuberías de ventilación y sifones.

#### **2.2.4.2.18 Características del agua residual**

El 99.9 % de su composición es agua y el 0.01 % son sólidos, de los cuales el 70% son sólidos orgánicos y el 30% son inorgánicos (arenas, sales y metales).

Estos sólidos pueden ir en suspensión y el tamaño de las partículas es de una micra o más y se decantan por sedimentación; los sólidos coloidales, partículas entre 1 micra y 0.001 micras, se eliminan por procesos de coagulación y floculación. Los sólidos disueltos, tamaño menor a una milésima de micra, se eliminan por procesos de oxidación biológica o por oxidación física.

#### **2.2.4.2.19 Características de los residuos**

Los residuos estarán formados principalmente por aguas negras y sólidos orgánicos como residuos de alimentos, grasas, desechos fecales; y en casos extremos, material no biodegradable (botellas plásticas, bolsas, etc.).

#### **2.2.4.2.20 Cantidad de sólidos de las aguas negras**

Las aguas residuales normalmente contienen microorganismos patógenos. Las cantidades de microorganismos van de 10,000 a 100,000 coliformes totales y 1,000 a 10,000 coliformes fecales por cada 100 ml de agua, como también se aíslan algunos virus y huevos de parásitos.

#### **2.2.4.2.21 Modo de descomposición**

La mayoría de la materia orgánica que contamina el agua procede de desechos de alimentos y es descompuesta por bacterias, protozoarios y diversos organismos mayores. Ese proceso de descomposición ocurre tanto en el agua como en la tierra y se lleva a cabo mediante reacciones químicas que requieren oxígeno para transformar sustancias ricas en energía en sustancias pobres en energía.



#### **2.2.4.2.22 Propuesta de tratamiento**

Toda agua servida o residual debe ser tratada tanto para proteger la salud pública como para preservar el medio ambiente y prevenir la contaminación de los cuerpos receptores. Antes de tratar cualquier agua servida debemos conocer su composición, conocer qué elementos químicos y biológicos están presentes y conocer toda la información necesaria para que los ingenieros expertos en tratamiento de aguas puedan diseñar una planta apropiada al agua servida que se está produciendo.

El sistema de alcantarillado sanitario de la colonia Jardines de San Lucas "A" se conectará a una planta de tratamiento secundario, la cual actualmente está en construcción.

El efluente recibido en la planta de tratamiento pasa primero un pre-tratamiento, a través de una serie de rejillas de barras, con el objetivo de reducir o remover la materia suspendida o materias sólidas de gran tamaño. Este tipo de basura se elimina porque esto puede dañar equipos sensibles en la planta de tratamiento de aguas residuales, además los tratamientos biológicos no están diseñados para tratar sólidos.

Seguidamente se da la sedimentación por gravedad de las partículas sólidas y contaminantes adheridos. Esta etapa incluye un canal de arena donde las aguas residuales viajan, permitiendo que la mayoría de la arena y las piedras se queden en el canal y el resto del agua residual fluya. Este canal es llamado colector de arena.

Luego, el efluente llega a la etapa de sedimentación, donde el agua residual se pasa a través de un tanque circular. El tanque es lo suficientemente

grande, de manera que los sólidos fecales pueden situarse y el material flotante como la grasa y plásticos pueden levantarse hacia la superficie y desnatarse. Así finaliza la etapa primaria, donde el propósito principal es producir un líquido homogéneo.

Este efluente llega al tratamiento secundario, a un tanque de sedimentación secundaria, en donde se retienen el fluido por alrededor de 1 ½ a 2 horas para decantar el lodo. El efluente de este tanque está completamente tratado, y después de la floración es descargado sin peligro al río Las Vigas.

#### **2.2.4.3 Elaboración de planos**

Después de realizar los procedimientos descritos en las secciones anteriores, es necesario plasmar los resultados en planos. Estos son las representaciones gráficas que detallan y especifican todas las partes y los trabajos a realizar en el proyecto, y que sirven para presupuestar, contratar y construir los diferentes trabajos del mismo.

Los planos para el sistema de alcantarillado sanitario comprende: Dirección del flujo hacia el lugar de descarga, planta y perfil, detalle de pozos de visita y detalle de conexión domiciliar. Ver apéndice.

## 2.2.4.4 Presupuesto del proyecto

### 2.2.4.4.1 Costo del proyecto

El costo total del proyecto va a ser de Q 622,615.15 (seiscientos veintidós mil seiscientos quince quetzales con quince centavos).

El metro lineal de drenaje sanitario tendrá un costo de Q 415.08 (cuatrocientos quince quetzales con ocho centavos).

### 2.2.4.4.2 Presupuesto integrado

Presupuesto integrado  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
EPS Ingeniería Civil  
Epesista: Elvis Giovanni Corado Chávez  
Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez  
Proyecto: Alcantarillado sanitario para la colonia Jardines de San Lucas "A"



No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
1	Trazo y replanteo	1450.00	ml	Q3.35	Q4,854.53
2	Excavación de Tierra	1450.00	ml	Q12.00	Q17,395.65
3	Relleno y compactación	1450.00	ml	Q21.57	Q31,269.60
4	Retiro de material sobrante	28.35	m3	Q74.41	Q2,109.41
5	Pozos de visita	19.00	u	Q5,285.81	Q100,430.37
6	Línea de conducción	1450.00	ml	Q285.99	Q414,679.53
7	Conexión domiciliar	66.00	casas	Q786.00	Q51,876.06
Costo total del proyecto					Q622,615.15

## 2.2.4.4 Precios unitarios

Precios unitarios

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

EPS Ingeniería Civil

Epesista: Elvis Giovanni Corado Chávez

Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez

Proyecto: Alcantarillado sanitario para la colonia Jardines de San Lucas "A"



No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
<b>1</b>	<b>Trazo y replanteo</b>	<b>1450.00</b>	<b>ml</b>	<b>Q3.35</b>	<b>Q4,854.53</b>
Materiales y herramienta					
	Hilo plástico	5.00	rollos	Q14.00	Q70.00
	Cal de 25 kg	7.00	bolsa	Q27.10	Q189.70
	Cinta métrica de 50 m	2.00	unidad	Q200.00	Q400.00
	Metro de mano de 5 m	2.00	unidad	Q30.00	Q60.00
	Reglas de 2" x 3" x 10'	7.00	unidad	Q38.00	Q266.00
	Clavo de 3"	3.00	lb	Q5.00	Q15.00
	Nivel de mano	2.00	unidad	Q35.00	Q70.00
Sub total					Q1,070.70
Transporte y combustible					
	Viajes	3.00	viaje	Q100.00	Q300.00
Sub total					Q300.00
Mano de obra					
	Mano de obra calificada	1450.00	ml	Q1.20	Q1,740.00
	Mano de obra no calificada	1450.00	ml	Q0.45	Q652.50
Sub total					Q2,392.50
Gastos Indirectos					
	Fianzas	2.00	%	Q3,763.20	Q75.26
	Gastos administrativos	2.00	%	Q3,763.20	Q75.26
	Supervisión	10.00	%	Q3,763.20	Q376.32
	Utilidades	10.00	%	Q3,763.20	Q376.32
	Imprevistos	5.00	%	Q3,763.20	Q188.16
Sub total					Q1,091.33
Total gastos directos					Q3,763.20
Total gastos indirectos					Q1,091.33
Costo total del renglón					Q4,854.53

Precios unitarios

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

EPS Ingeniería Civil

Epesista: Elvis Giovanni Corado Chávez

Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez

Proyecto: Alcantarillado sanitario para la colonia Jardines de San Lucas "A"



No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
<b>2</b>	<b>Excavación de Tierra</b>	<b>1450.00</b>	<b>ml</b>	<b>Q12.00</b>	<b>Q17,395.65</b>
Materiales y herramienta					
	Azadones	5.00	unidad	Q35.00	Q175.00
	Palas	12.00	unidad	Q40.00	Q480.00
	Piochas	12.00	unidad	Q70.00	Q840.00
	Carretillas de mano	10.00	unidad	Q250.00	Q2,500.00
	Mallas de seguridad	3.00	rollos	Q680.00	Q2,040.00
Sub total					Q6,035.00
Transporte y combustible					
	Viajes	2.00	viaje	Q100.00	Q200.00
Sub total					Q200.00
Mano de obra					
	Mano de obra no calificada	1450.00	ml	Q5.00	Q7,250.00
Sub total					Q7,250.00
Gastos Indirectos					
	Fianzas	2.00	%	Q13,485.00	Q269.70
	Gastos administrativos	2.00	%	Q13,485.00	Q269.70
	Supervisión	10.00	%	Q13,485.00	Q1,348.50
	Utilidades	10.00	%	Q13,485.00	Q1,348.50
	Imprevistos	5.00	%	Q13,485.00	Q674.25
Sub total					Q3,910.65
Total gastos directos					Q13,485.00
Total gastos indirectos					Q3,910.65
Costo total del renglón					Q17,395.65

Precios unitarios

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

EPS Ingeniería Civil

Epesista: Elvis Giovanni Corado Chávez

Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez

Proyecto: Alcantarillado sanitario para la colonia Jardines de San Lucas "A"



No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
<b>3</b>	<b>Relleno y compactación</b>	<b>1450.00</b>	<b>ml</b>	<b>Q21.57</b>	<b>Q31,269.60</b>
Materiales y herramienta					
	Azadones	6.00	unidad	Q35.00	Q210.00
	Palas	12.00	unidad	Q40.00	Q480.00
	Carretillas de mano	6.00	unidad	Q250.00	Q1,500.00
Sub total					Q2,190.00
Transporte y combustible					
	Viajes	3.00	viaje	Q100.00	Q300.00
Sub total					Q300.00
Mano de obra					
	Mano de obra no calificada	1450.00	ml	Q15.00	Q21,750.00
Sub total					Q21,750.00
Gastos Indirectos					
	Fianzas	2.00	%	Q24,240.00	Q484.80
	Gastos administrativos	2.00	%	Q24,240.00	Q484.80
	Supervisión	10.00	%	Q24,240.00	Q2,424.00
	Utilidades	10.00	%	Q24,240.00	Q2,424.00
	Imprevistos	5.00	%	Q24,240.00	Q1,212.00
Sub total					Q7,029.60
Total gastos directos					Q24,240.00
Total gastos indirectos					Q7,029.60
Costo total del renglón					Q31,269.60

Precios unitarios

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

EPS Ingeniería Civil

Epesista: Elvis Giovanni Corado Chávez

Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez

Proyecto: Alcantarillado sanitario para la colonia Jardines de San Lucas "A"



No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
<b>4</b>	<b>Retiro de material sobrante</b>	<b>28.35</b>	<b>m3</b>	<b>Q74.41</b>	<b>Q2,109.41</b>
Materiales y herramienta					
	Azadones	5.00	unidad	Q35.00	Q175.00
	Palas	8.00	unidad	Q40.00	Q320.00
Sub total					Q495.00
Transporte y combustible					
	Viajes	8.00	viaje	Q100.00	Q800.00
Sub total					Q800.00
Mano de obra					
	Mano de obra no calificada	28.35	m <sup>3</sup>	Q12.00	Q340.20
Sub total					Q340.20
Gastos Indirectos					
	Fianzas	2.00	%	Q1,635.20	Q32.70
	Gastos administrativos	2.00	%	Q1,635.20	Q32.70
	Supervisión	10.00	%	Q1,635.20	Q163.52
	Utilidades	10.00	%	Q1,635.20	Q163.52
	Imprevistos	5.00	%	Q1,635.20	Q81.76
Sub total					Q474.21
Total gastos directos					Q1,635.20
Total gastos indirectos					Q474.21
Costo total del renglón					Q2,109.41

Precios unitarios  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Facultad de Ingeniería  
 EPS Ingeniería Civil  
 Epesista: Elvis Giovanni Corado Chávez  
 Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez  
 Proyecto: Alcantarillado sanitario para la colonia Jardines de San Lucas "A"



No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
<b>5</b>	<b>Pozos de visita</b>	<b>19.00</b>	<b>u</b>	<b>Q5,285.81</b>	<b>Q100,430.37</b>
Materiales y herramienta					
	Ladrillo tayuyo de 11x6,5x23	20958.00	unidad	Q1.00	Q20,958.00
	Cemento	313.00	sacos	Q57.00	Q17,841.00
	Arena	70.00	m3	Q105.00	Q7,350.00
	Piedrín	42.00	m3	Q220.00	Q9,240.00
	Hierro 3/8	17.00	qq	Q265.00	Q4,505.00
	Hierro 1/4	3.00	qq	Q275.00	Q825.00
	Alambre de amarre	84.00	libras	Q6.00	Q504.00
	Herramienta menor	1.00	global	Q2,000.00	Q2,000.00
Sub total					Q63,223.00
Transporte y combustible					
					Q0.00
Sub total					Q0.00
Mano de obra					
	Mano de obra calificada	19.00	unidad	Q600.00	Q11,400.00
	Mano de obra no calificada	19.00	unidad	Q170.00	Q3,230.00
Sub total					Q14,630.00
Gastos Indirectos					
	Fianzas	2.00	%	Q77,853.00	Q1,557.06
	Gastos administrativos	2.00	%	Q77,853.00	Q1,557.06
	Supervisión	10.00	%	Q77,853.00	Q7,785.30
	Utilidades	10.00	%	Q77,853.00	Q7,785.30
	Imprevistos	5.00	%	Q77,853.00	Q3,892.65
Sub total					Q22,577.37
Total gastos directos					Q77,853.00
Total gastos indirectos					Q22,577.37
Costo total del renglón					Q100,430.37



Precios unitarios

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

EPS Ingeniería Civil

Epesista: Elvis Giovanni Corado Chávez

Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez

Proyecto: Alcantarillado sanitario para la colonia Jardines de San Lucas "A"



No	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
<b>6</b>	<b>Línea de conducción</b>	<b>1450.00</b>	<b>ML</b>	<b>Q285.99</b>	<b>Q414,679.53</b>
Materiales y herramienta					
	Tubería PVC de 6" Norma 30-34	117.00	u	Q401.00	Q46,917.00
	Tubería PVC de 8" Norma 30-34	20.00	u	Q493.00	Q9,860.00
	Tubería PVC de 10" Norma 30-34	68.00	u	Q585.00	Q39,780.00
	Pegamento PVC Tangit	10.00	galón	Q540.00	Q5,400.00
	Herramienta menor	1.00	global	Q2,000.00	Q2,000.00
Sub total					Q103,957.00
Transporte y combustible					
					Q0.00
Sub total					Q0.00
Mano de obra					
	Mano de obra calificada	1450.00	ml	Q125.00	Q181,250.00
	Mano de obra no calificada	1450.00	ml	Q25.00	Q36,250.00
Sub total					Q217,500.00
Gastos Indirectos					
	Fianzas	2.00	%	Q321,457.00	Q6,429.14
	Gastos administrativos	2.00	%	Q321,457.00	Q6,429.14
	Supervisión	10.00	%	Q321,457.00	Q32,145.70
	Utilidades	10.00	%	Q321,457.00	Q32,145.70
	Imprevistos	5.00	%	Q321,457.00	Q16,072.85
Sub total					Q93,222.53
Total gastos directos					Q321,457.00
Total gastos indirectos					Q93,222.53
Costo total del renglón					Q414,679.53

Precios unitarios

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

EPS Ingeniería Civil

Epesista: Elvis Giovanni Corado Chávez

Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez

Proyecto: Alcantarillado sanitario para la colonia Jardines de San Lucas "A"



No	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
<b>7</b>	<b>Conexión domiciliar</b>	<b>66.00</b>	<b>casas</b>	<b>Q786.00</b>	<b>Q51,876.06</b>
Materiales y herramienta					
	Tubería PVC 4"	44.00	u	Q 140.00	Q6,160.00
	Tubos de cemento 12"	66.00	u	Q 100.00	Q6,600.00
	Silleta PVC Yee SxGxG 6"x4"	50.00	u	Q 243.00	Q12,150.00
	Silleta PVC Yee SxGxG 8"x4"	6.00	u	Q 349.00	Q2,094.00
	Silleta PVC Yee SxGxG 10"x4"	10.00	u	Q 455.00	Q4,550.00
	Pegamento Tangit	5.00	galón	Q540.00	Q2,700.00
	Herramienta menor	1.00	global	Q2,000.00	Q2,000.00
Sub total					Q36,254.00
Transporte y combustible					
					Q0.00
Sub total					Q0.00
Mano de obra					
	Mano de obra calificada	66.00	unidad	Q50.00	Q3,300.00
	Mano de obra no calificada	66.00	unidad	Q10.00	Q660.00
Sub total					Q3,960.00
Gastos Indirectos					
	Fianzas	2.00	%	Q40,214.00	Q804.28
	Gastos administrativos	2.00	%	Q40,214.00	Q804.28
	Supervisión	10.00	%	Q40,214.00	Q4,021.40
	Utilidades	10.00	%	Q40,214.00	Q4,021.40
	Imprevistos	5.00	%	Q40,214.00	Q2,010.70
Sub total					Q11,662.06
Total gastos directos					Q40,214.00
Total gastos indirectos					Q11,662.06
Costo total del renglón					Q51,876.06

## 2.2.4.5 Cronograma de avance físico y financiero



**Presupuesto integrado**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Facultad de Ingeniería  
 EPS Ingeniería Civil  
 Epesista: Elvis Giovanni Corado Chávez  
 Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez  
 Proyecto: Alcantarillado sanitario para la colonia Jardines de San Lucas "A"

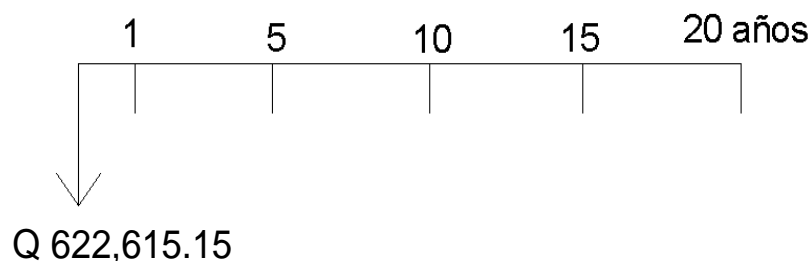
No.	Descripción	1o. Mes				2o. Mes			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	Trazo y replanteo								
2	Excavación de Tierra								
3	Relleno y compactación								
4	Retiro de material sobrante								
5	Pozos de visita								
6	Línea de conducción								
7	Conexión domiciliar								
<b>Avance físico</b>									
Porcentaje mensual		4%	9%	14%	14%	23%	18%	14%	4%
Porcentaje mensual acumulado		4%	13%	27%	41%	64%	82%	96%	100%
<b>Avance financiero</b>									
Inversión mensual		Q2,179.15	Q6,848.77	Q132,305.72	Q132,305.72	Q161,381.85	Q156,649.97	Q30,010.05	Q933.92
Inversión mensual acumulada		Q2,179.15	Q9,027.92	Q141,333.64	Q273,639.36	Q435,021.20	Q591,671.17	Q621,681.22	Q622,615.15

## 2.2.4.6 Evaluación socio-económica

### 2.2.4.6.1 Valor Presente Neto (VPN)

El método del Valor Presente Neto es muy utilizado por dos razones: la primera porque es de muy fácil aplicación y la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman al presente y así puede verse fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos. Cuando el VPN es menor que cero implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés o por el contrario si el VPN es mayor que cero se presenta una ganancia.

**Figura 35. Esquema de ingresos y egresos económicos para el proyecto**



$$\text{VPN} = \text{Ingresos} - \text{Egresos}$$

$$\text{VPN} = 0 - 622,615.15$$

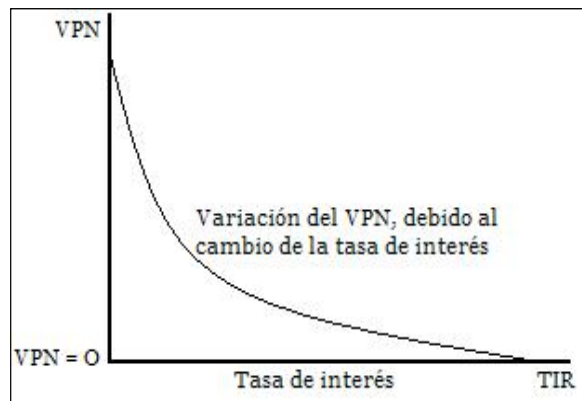
$$\text{VPN} = - 622,615.15$$

Como el VPN es menor que cero, nos indica que el proyecto no es rentable. Esto es debido a que, por ser un proyecto de carácter social, no se estipulan ingresos.

### 2.2.4.6.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno, como su nombre lo indica es el interés que hace que los ingresos y los egresos tengan el mismo valor, cuando se analiza una alternativa de inversión.

**Figura 36. Variación del VPN debido a la TIR**



La tasa interna de retorno puede calcularse mediante las ecuaciones siguientes:

$$(P-L) * (R/P, i\%, n) + L*i + D = I$$

Donde: P = Inversión inicial

L = Valor de rescate

D = Serie uniforme de todos los costos

I = Ingresos anuales

Valor Presente de Costos = Valor Presente de Ingresos

Costo anual = Ingreso anual

En las tres formas, el objetivo es satisfacer la ecuación, a través de la variación de la tasa de interés; la tasa de interés que cumpla con la igualdad, es la tasa interna de retorno del proyecto que se está analizando.

Como puede observarse en las tres fórmulas mencionadas anteriormente, todas ellas requieren de un valor de ingreso, y para este proyecto, por ser de carácter social, no se prevén ningún tipo de ingreso, por lo que no se puede hacer el cálculo de la TIR mediante el uso de estas fórmulas. Lo que procede para este caso, es tomar el valor de la TIR igual a 4.5%, la cual representa el costo que el Estado debe desembolsar para la ejecución de dicho proyecto.

Esta tasa fue calculada tomando en cuenta la tasa libre de riesgo de Guatemala que es la inversión en títulos públicos que actualmente pagan esa cantidad y es lo que le cuesta al Estado captar esos fondos para invertirlos en obra pública.

#### **2.2.4.7 Estudio de Impacto Ambiental**

Es el análisis, previo a su ejecución, de las posibles consecuencias de un proyecto sobre la salud ambiental, la integridad de los ecosistemas y la calidad de los servicios ambientales que estos están en condiciones de proporcionar.

Actualmente se han visto afectados los ríos que rodean a la comunidad, ya que la población dirige sus aguas residuales a zanjones que van a dar al río; por lo que la población está teniendo una participación negativa para el ambiente.

Este proyecto no tendrá impacto ambiental negativo permanente, ya que solo sucederá durante la época de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación y este a su vez provocará polvo en ocasiones, debido a las condiciones del clima, como el viento, etc.

Como impacto ambiental positivo se podría mencionar la eliminación de aguas servidas que fluyen sobre la superficie del suelo del lugar y la eliminación de fuentes de proliferación de mosquitos y zancudos, y la disminución de enfermedades que estos puedan transmitir a los habitantes del lugar.

## CONCLUSIONES

1. Las estructuras tienen diferentes niveles de importancia según la ocupación que a estos se les dé. Las estaciones de bomberos se colocan después de los hospitales, según los niveles de importancia, razón por la cual se diseñó utilizando marcos dúctiles espaciales resistentes a momentos.
2. A pesar de los costos de este tipo de estructura, comparados con una estructura de mampostería, pueden ser más altos, se debe construir de esta manera para asegurar que en casos de emergencia, por ejemplo sismos, la estación pueda prestar sus servicios sin anomalías.
3. Para el diseño de cualquier tipo de estructura es importante tomar en cuenta que se debe proporcionar a los usuarios el máximo beneficio en cuanto a la distribución de ambientes, espacios adecuados, ventilación e iluminación se refiere; no olvidando que debe cumplirse con criterios de funcionalidad, seguridad, economía y comodidad.
4. Al construir el sistema de alcantarillado sanitario de la colonia Jardines de San Lucas "A" se mejorará la calidad sanitaria del sector y se disminuirá considerablemente el riesgo de contraer enfermedades, evitando el riesgo de la propagación de vectores.
5. El alcantarillado sanitario beneficiará actualmente a 66 hogares, y por ser una colonia en crecimiento los futuros habitantes no tendrán que preocuparse por las condiciones sanitarias de la colonia.





## RECOMENDACIONES

1. Los materiales a utilizar en la construcción de ambos proyectos deberán ser de la resistencia y calidad descrita en este documento, para asegurar que las construcciones sean seguras, duraderas y trabajen como se calculó. De preferencia estos materiales deberán ser sometidos a pruebas de laboratorio,
2. La supervisión técnica de la obra deberá ser realizada por profesionales de la Ingeniería Civil, quienes garanticen cumplir con lo establecido en los planos.
3. El sistema de alcantarillado sanitario debe ser monitoreado y debe contar con un mantenimiento adecuado para evitar anomalías, por ejemplo las provenientes de conexión ilícita.
4. Se recomienda fomentar la educación sanitaria a los pobladores de la colonia Jardines de San Lucas "A" para que no hagan mal uso del sistema de alcantarillado sanitario y este tenga una larga vida útil.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Cabrera Riepele, Ricardo Antonio. Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2. Tesis Ing. Civil. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989. 133pp.
2. Das, Braja M. Principios de ingeniería de cimentaciones. Editorial Thomson 2001. 862pp.
3. INFOM. Normas generales para diseños de alcantarillados. Guatemala 2001. 30pp.
4. McCormac, Jack C. Diseño de concreto reforzado. Editorial Alfaomega, 2002. 784pp.
5. Nilson, Arthur H. Diseño de estructuras de concreto. Editorial McGraw-Hill, 1999. 722pp.
6. Reglamento para las construcciones de concreto estructural y Comentarios. American Concrete Institute, ACI 318S-05.
7. Reglamento para las construcciones de concreto estructural y Comentarios. Uniform Building Code, UBC 1997.



## APÉNDICE

1. Ensayo de laboratorio de suelos
2. Tabla 16-K UBC-97
3. Tabla 16-Q UBC-97
4. Tabla 16-R UBC-97
5. Tabla 16-S UBC-97
6. Tabla 16-T UBC-97
7. Coeficientes para momentos negativos en losas
8. Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas
9. Coeficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas
10. Cálculos hidráulicos del drenaje sanitario
11. Planos

# 1. Ensayo Triaxial



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

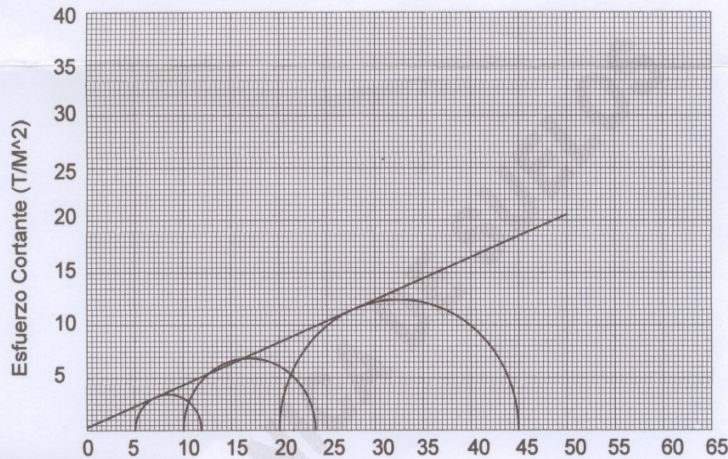


Nº 002165

## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 0433 S.S. O.T.: 24,138

INTERESADO: Elvis Giovanni Corado Chávez  
PROYECTO: Trabajo de Graduación - EPS  
UBICACIÓN: Aldea la Embaulada, San Lucas, Sacatepequez  
pozo: 1 Profundidad: 1.50 m Muestra: 1  
Fecha: 06 de noviembre de 2008



### PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCION INTERNA :  $\phi = 22.07^\circ$  COHESIÓN:  $C_u = 0.30 \text{ T/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.  
DESCRIPCION DEL SUELO: Arcilla limo arenosa con materia orgánica color café  
DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"  
OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m <sup>2</sup> )	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m <sup>2</sup> )	6.89	13.77	24.94
PRESION INTERSTICIAL u(T/m <sup>2</sup> )	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	3.0	5.5	9.5
DENSIDAD SECA (T/m <sup>3</sup> )	0.94	0.94	0.94
DENSIDAD HUMEDA (T/m <sup>3</sup> )	1.33	1.33	1.33
HUMEDAD (%H)	38.5	38.5	38.5



Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez  
DIRECTOR, CII/USAC

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

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

## 2. Tabla 16-K UBC-97

TABLE 16-K—OCCUPANCY CATEGORY

OCCUPANCY CATEGORY	OCCUPANCY OR FUNCTIONS OF STRUCTURE	SEISMIC IMPORTANCE FACTOR, $I$	SEISMIC IMPORTANCE <sup>1</sup> FACTOR, $I_p$	WIND IMPORTANCE FACTOR, $I_w$
1. Essential facilities <sup>2</sup>	Group I, Division 1 Occupancies having surgery and emergency treatment areas Fire and police stations Garages and shelters for emergency vehicles and emergency aircraft Structures and shelters in emergency-preparedness centers Aviation control towers Structures and equipment in government communication centers and other facilities required for emergency response Standby power-generating equipment for Category 1 facilities Tanks or other structures containing housing or supporting water or other fire-suppression material or equipment required for the protection of Category 1, 2 or 3 structures	1.25	1.50	1.15
2. Hazardous facilities	Group H, Divisions 1, 2, 6 and 7 Occupancies and structures therein housing or supporting toxic or explosive chemicals or substances Nonbuilding structures housing, supporting or containing quantities of toxic or explosive substances that, if contained within a building, would cause that building to be classified as a Group H, Division 1, 2 or 7 Occupancy	1.25	1.50	1.15
3. Special occupancy structures <sup>3</sup>	Group A, Divisions 1, 2 and 2.1 Occupancies Buildings housing Group E, Divisions 1 and 3 Occupancies with a capacity greater than 300 students Buildings housing Group B Occupancies used for college or adult education with a capacity greater than 500 students Group I, Divisions 1 and 2 Occupancies with 50 or more resident incapacitated patients, but not included in Category 1 Group I, Division 3 Occupancies All structures with an occupancy greater than 5,000 persons Structures and equipment in power-generating stations, and other public utility facilities not included in Category 1 or Category 2 above, and required for continued operation	1.00	1.00	1.00
4. Standard occupancy structures <sup>3</sup>	All structures housing occupancies or having functions not listed in Category 1, 2 or 3 and Group U Occupancy towers	1.00	1.00	1.00
5. Miscellaneous structures	Group U Occupancies except for towers	1.00	1.00	1.00

<sup>1</sup>The limitation of  $I_p$  for panel connections in Section 1633.2.4 shall be 1.0 for the entire connector.

<sup>2</sup>Structural observation requirements are given in Section 1702.

<sup>3</sup>For anchorage of machinery and equipment required for life-safety systems, the value of  $I_p$  shall be taken as 1.5.

## 3. Tabla 16-Q UBC-97

TABLE 16-Q—SEISMIC COEFFICIENT  $C_a$

SOIL PROFILE TYPE	SEISMIC ZONE FACTOR, $Z$				
	$Z = 0.075$	$Z = 0.15$	$Z = 0.2$	$Z = 0.3$	$Z = 0.4$
$S_A$	0.06	0.12	0.16	0.24	$0.32N_a$
$S_B$	0.08	0.15	0.20	0.30	$0.40N_a$
$S_C$	0.09	0.18	0.24	0.33	$0.40N_a$
$S_D$	0.12	0.22	0.28	0.36	$0.44N_a$
$S_E$	0.19	0.30	0.34	0.36	$0.36N_a$
$S_F$	See Footnote 1				

<sup>1</sup>Site-specific geotechnical investigation and dynamic site response analysis shall be performed to determine seismic coefficients for Soil Profile Type  $S_F$ .



#### 4. Tabla 16-R UBC-97

TABLE 16-R—SEISMIC COEFFICIENT  $C_v$

SOIL PROFILE TYPE	SEISMIC ZONE FACTOR, Z				
	Z = 0.075	Z = 0.15	Z = 0.2	Z = 0.3	Z = 0.4
$S_A$	0.06	0.12	0.16	0.24	$0.32N_v$
$S_B$	0.08	0.15	0.20	0.30	$0.40N_v$
$S_C$	0.13	0.25	0.32	0.45	$0.56N_v$
$S_D$	0.18	0.32	0.40	0.54	$0.64N_v$
$S_E$	0.26	0.50	0.64	0.84	$0.96N_v$
$S_F$	See Footnote 1				

<sup>1</sup>Site-specific geotechnical investigation and dynamic site response analysis shall be performed to determine seismic coefficients for Soil Profile Type  $S_F$ .

#### 5. Tabla 16-S UBC-97

TABLE 16-S—NEAR-SOURCE FACTOR  $N_a$ <sup>1</sup>

SEISMIC SOURCE TYPE	CLOSEST DISTANCE TO KNOWN SEISMIC SOURCE <sup>2,3</sup>		
	≤ 2 km	5 km	≥ 10 km
A	1.5	1.2	1.0
B	1.3	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0

<sup>1</sup>The Near-Source Factor may be based on the linear interpolation of values for distances other than those shown in the table.

<sup>2</sup>The location and type of seismic sources to be used for design shall be established based on approved geotechnical data (e.g., most recent mapping of active faults by the United States Geological Survey or the California Division of Mines and Geology).

<sup>3</sup>The closest distance to seismic source shall be taken as the minimum distance between the site and the area described by the vertical projection of the source on the surface (i.e., surface projection of fault plane). The surface projection need not include portions of the source at depths of 10 km or greater. The largest value of the Near-Source Factor considering all sources shall be used for design.

#### 6. Tabla 16-T UBC-97

TABLE 16-T—NEAR-SOURCE FACTOR  $N_a$ <sup>1</sup>

SEISMIC SOURCE TYPE	CLOSEST DISTANCE TO KNOWN SEISMIC SOURCE <sup>2,3</sup>			
	≤ 2 km	5 km	10 km	≥ 15 km
A	2.0	1.6	1.2	1.0
B	1.6	1.2	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0	1.0

<sup>1</sup>The Near-Source Factor may be based on the linear interpolation of values for distances other than those shown in the table.

<sup>2</sup>The location and type of seismic sources to be used for design shall be established based on approved geotechnical data (e.g., most recent mapping of active faults by the United States Geological Survey or the California Division of Mines and Geology).

<sup>3</sup>The closest distance to seismic source shall be taken as the minimum distance between the site and the area described by the vertical projection of the source on the surface (i.e., surface projection of fault plane). The surface projection need not include portions of the source at depths of 10 km or greater. The largest value of the Near-Source Factor considering all sources shall be used for design.

## 7. Coeficientes para momentos negativos en losas

**TABLA 12.3**  
**Coeficientes para momentos negativos en losas<sup>a</sup>**

$$M_{a,neg} = C_{a,neg} w l_a^2 \quad \text{donde } w = \text{carga muerta más viva uniforme total}$$

$$M_{b,neg} = C_{b,neg} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.045 0.045	0.076	0.050 0.050	0.075	0.071	0.071	0.033 0.061	0.061 0.033
0.95	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.050 0.041	0.072	0.055 0.045	0.079	0.075	0.067	0.038 0.056	0.065 0.029
0.90	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.055 0.037	0.070	0.060 0.040	0.080	0.079	0.062	0.043 0.052	0.068 0.025
0.85	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.060 0.031	0.065	0.066 0.034	0.082	0.083	0.057	0.049 0.046	0.072 0.021
0.80	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.065 0.027	0.061	0.071 0.029	0.083	0.086	0.051	0.055 0.041	0.075 0.017
0.75	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.069 0.022	0.056	0.076 0.024	0.085	0.088	0.044	0.061 0.036	0.078 0.014
0.70	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.074 0.017	0.050	0.081 0.019	0.086	0.091	0.038	0.068 0.029	0.081 0.011
0.65	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.077 0.014	0.043	0.085 0.015	0.087	0.093	0.031	0.074 0.024	0.083 0.008
0.60	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.081 0.010	0.035	0.089 0.011	0.088	0.095	0.024	0.080 0.018	0.085 0.006
0.55	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.084 0.007	0.028	0.092 0.008	0.089	0.096	0.019	0.085 0.014	0.086 0.005
0.50	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.086 0.006	0.022	0.094 0.006	0.090	0.097	0.014	0.089 0.010	0.088 0.003

<sup>a</sup> Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: Arthur H. Nilson. Diseño de estructuras de concreto, pág. 378

## 8. Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas

**TABLA 12.4**  
**Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas\***

$$M_{a, pos, dl} = C_{a, dl} w l_a^2 \quad \text{donde } w = \text{carga muerta uniforme total}$$

$$M_{b, pos, dl} = C_{b, dl} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	$C_{a, dl}$ 0.036	0.018	0.018	0.027	0.027	0.033	0.027	0.020	0.023
	$C_{b, dl}$ 0.036	0.018	0.027	0.027	0.018	0.027	0.033	0.023	0.020
0.95	$C_{a, dl}$ 0.040	0.020	0.021	0.030	0.028	0.036	0.031	0.022	0.024
	$C_{b, dl}$ 0.033	0.016	0.025	0.024	0.015	0.024	0.031	0.021	0.017
0.90	$C_{a, dl}$ 0.045	0.022	0.025	0.033	0.029	0.039	0.035	0.025	0.026
	$C_{b, dl}$ 0.029	0.014	0.024	0.022	0.013	0.021	0.028	0.019	0.015
0.85	$C_{a, dl}$ 0.050	0.024	0.029	0.036	0.031	0.042	0.040	0.029	0.028
	$C_{b, dl}$ 0.026	0.012	0.022	0.019	0.011	0.017	0.025	0.017	0.013
0.80	$C_{a, dl}$ 0.056	0.026	0.034	0.039	0.032	0.045	0.045	0.032	0.029
	$C_{b, dl}$ 0.023	0.011	0.020	0.016	0.009	0.015	0.022	0.015	0.010
0.75	$C_{a, dl}$ 0.061	0.028	0.040	0.043	0.033	0.048	0.051	0.036	0.031
	$C_{b, dl}$ 0.019	0.009	0.018	0.013	0.007	0.012	0.020	0.013	0.007
0.70	$C_{a, dl}$ 0.068	0.030	0.046	0.046	0.035	0.051	0.058	0.040	0.033
	$C_{b, dl}$ 0.016	0.007	0.016	0.011	0.005	0.009	0.017	0.011	0.006
0.65	$C_{a, dl}$ 0.074	0.032	0.054	0.050	0.036	0.054	0.065	0.044	0.034
	$C_{b, dl}$ 0.013	0.006	0.014	0.009	0.004	0.007	0.014	0.009	0.005
0.60	$C_{a, dl}$ 0.081	0.034	0.062	0.053	0.037	0.056	0.073	0.048	0.036
	$C_{b, dl}$ 0.010	0.004	0.011	0.007	0.003	0.006	0.012	0.007	0.004
0.55	$C_{a, dl}$ 0.088	0.035	0.071	0.056	0.038	0.058	0.081	0.052	0.037
	$C_{b, dl}$ 0.008	0.003	0.009	0.005	0.002	0.004	0.009	0.005	0.003
0.50	$C_{a, dl}$ 0.095	0.037	0.080	0.059	0.039	0.061	0.089	0.056	0.038
	$C_{b, dl}$ 0.006	0.002	0.007	0.004	0.001	0.003	0.007	0.004	0.002

\* Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: Arthur H. Nilson. Diseño de estructuras de concreto, pág. 379

## 9. Coeficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas

**TABLA 12.5**  
**Coeficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas<sup>a</sup>**

$$M_{a, pos, II} = C_{a, II} w l_a^2 \quad \text{donde } w = \text{carga viva uniforme total}$$

$$M_{b, pos, II} = C_{b, II} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	$C_{a, II}$ 0.036	$C_{a, II}$ 0.027	$C_{a, II}$ 0.027	$C_{a, II}$ 0.032	$C_{a, II}$ 0.032	$C_{a, II}$ 0.035	$C_{a, II}$ 0.032	$C_{a, II}$ 0.028	$C_{a, II}$ 0.030
	$C_{b, II}$ 0.036	$C_{b, II}$ 0.027	$C_{b, II}$ 0.032	$C_{b, II}$ 0.032	$C_{b, II}$ 0.027	$C_{b, II}$ 0.032	$C_{b, II}$ 0.035	$C_{b, II}$ 0.030	$C_{b, II}$ 0.028
0.95	$C_{a, II}$ 0.040	$C_{a, II}$ 0.030	$C_{a, II}$ 0.031	$C_{a, II}$ 0.035	$C_{a, II}$ 0.034	$C_{a, II}$ 0.038	$C_{a, II}$ 0.036	$C_{a, II}$ 0.031	$C_{a, II}$ 0.032
	$C_{b, II}$ 0.033	$C_{b, II}$ 0.025	$C_{b, II}$ 0.029	$C_{b, II}$ 0.029	$C_{b, II}$ 0.024	$C_{b, II}$ 0.029	$C_{b, II}$ 0.032	$C_{b, II}$ 0.027	$C_{b, II}$ 0.025
0.90	$C_{a, II}$ 0.045	$C_{a, II}$ 0.034	$C_{a, II}$ 0.035	$C_{a, II}$ 0.039	$C_{a, II}$ 0.037	$C_{a, II}$ 0.042	$C_{a, II}$ 0.040	$C_{a, II}$ 0.035	$C_{a, II}$ 0.036
	$C_{b, II}$ 0.029	$C_{b, II}$ 0.022	$C_{b, II}$ 0.027	$C_{b, II}$ 0.026	$C_{b, II}$ 0.021	$C_{b, II}$ 0.025	$C_{b, II}$ 0.029	$C_{b, II}$ 0.024	$C_{b, II}$ 0.022
0.85	$C_{a, II}$ 0.050	$C_{a, II}$ 0.037	$C_{a, II}$ 0.040	$C_{a, II}$ 0.043	$C_{a, II}$ 0.041	$C_{a, II}$ 0.046	$C_{a, II}$ 0.045	$C_{a, II}$ 0.040	$C_{a, II}$ 0.039
	$C_{b, II}$ 0.026	$C_{b, II}$ 0.019	$C_{b, II}$ 0.024	$C_{b, II}$ 0.023	$C_{b, II}$ 0.019	$C_{b, II}$ 0.022	$C_{b, II}$ 0.026	$C_{b, II}$ 0.022	$C_{b, II}$ 0.020
0.80	$C_{a, II}$ 0.056	$C_{a, II}$ 0.041	$C_{a, II}$ 0.045	$C_{a, II}$ 0.048	$C_{a, II}$ 0.044	$C_{a, II}$ 0.051	$C_{a, II}$ 0.051	$C_{a, II}$ 0.044	$C_{a, II}$ 0.042
	$C_{b, II}$ 0.023	$C_{b, II}$ 0.017	$C_{b, II}$ 0.022	$C_{b, II}$ 0.020	$C_{b, II}$ 0.016	$C_{b, II}$ 0.019	$C_{b, II}$ 0.023	$C_{b, II}$ 0.019	$C_{b, II}$ 0.017
0.75	$C_{a, II}$ 0.061	$C_{a, II}$ 0.045	$C_{a, II}$ 0.051	$C_{a, II}$ 0.052	$C_{a, II}$ 0.047	$C_{a, II}$ 0.055	$C_{a, II}$ 0.056	$C_{a, II}$ 0.049	$C_{a, II}$ 0.046
	$C_{b, II}$ 0.019	$C_{b, II}$ 0.014	$C_{b, II}$ 0.019	$C_{b, II}$ 0.016	$C_{b, II}$ 0.013	$C_{b, II}$ 0.016	$C_{b, II}$ 0.020	$C_{b, II}$ 0.016	$C_{b, II}$ 0.013
0.70	$C_{a, II}$ 0.068	$C_{a, II}$ 0.049	$C_{a, II}$ 0.057	$C_{a, II}$ 0.057	$C_{a, II}$ 0.051	$C_{a, II}$ 0.060	$C_{a, II}$ 0.063	$C_{a, II}$ 0.054	$C_{a, II}$ 0.050
	$C_{b, II}$ 0.016	$C_{b, II}$ 0.012	$C_{b, II}$ 0.016	$C_{b, II}$ 0.014	$C_{b, II}$ 0.011	$C_{b, II}$ 0.013	$C_{b, II}$ 0.017	$C_{b, II}$ 0.014	$C_{b, II}$ 0.011
0.65	$C_{a, II}$ 0.074	$C_{a, II}$ 0.053	$C_{a, II}$ 0.064	$C_{a, II}$ 0.062	$C_{a, II}$ 0.055	$C_{a, II}$ 0.064	$C_{a, II}$ 0.070	$C_{a, II}$ 0.059	$C_{a, II}$ 0.054
	$C_{b, II}$ 0.013	$C_{b, II}$ 0.010	$C_{b, II}$ 0.014	$C_{b, II}$ 0.011	$C_{b, II}$ 0.009	$C_{b, II}$ 0.010	$C_{b, II}$ 0.014	$C_{b, II}$ 0.011	$C_{b, II}$ 0.009
0.60	$C_{a, II}$ 0.081	$C_{a, II}$ 0.058	$C_{a, II}$ 0.071	$C_{a, II}$ 0.067	$C_{a, II}$ 0.059	$C_{a, II}$ 0.068	$C_{a, II}$ 0.077	$C_{a, II}$ 0.065	$C_{a, II}$ 0.059
	$C_{b, II}$ 0.010	$C_{b, II}$ 0.007	$C_{b, II}$ 0.011	$C_{b, II}$ 0.009	$C_{b, II}$ 0.007	$C_{b, II}$ 0.008	$C_{b, II}$ 0.011	$C_{b, II}$ 0.009	$C_{b, II}$ 0.007
0.55	$C_{a, II}$ 0.088	$C_{a, II}$ 0.062	$C_{a, II}$ 0.080	$C_{a, II}$ 0.072	$C_{a, II}$ 0.063	$C_{a, II}$ 0.073	$C_{a, II}$ 0.085	$C_{a, II}$ 0.070	$C_{a, II}$ 0.063
	$C_{b, II}$ 0.008	$C_{b, II}$ 0.006	$C_{b, II}$ 0.009	$C_{b, II}$ 0.007	$C_{b, II}$ 0.005	$C_{b, II}$ 0.006	$C_{b, II}$ 0.009	$C_{b, II}$ 0.007	$C_{b, II}$ 0.006
0.50	$C_{a, II}$ 0.095	$C_{a, II}$ 0.066	$C_{a, II}$ 0.088	$C_{a, II}$ 0.077	$C_{a, II}$ 0.067	$C_{a, II}$ 0.078	$C_{a, II}$ 0.092	$C_{a, II}$ 0.076	$C_{a, II}$ 0.067
	$C_{b, II}$ 0.006	$C_{b, II}$ 0.004	$C_{b, II}$ 0.007	$C_{b, II}$ 0.005	$C_{b, II}$ 0.004	$C_{b, II}$ 0.005	$C_{b, II}$ 0.007	$C_{b, II}$ 0.005	$C_{b, II}$ 0.004

<sup>a</sup> Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: Arthur H. Nilson. Diseño de estructuras de concreto, pág. 380

## 10. Cálculos hidráulicos del drenaje sanitario

De PV	A PV	Cota terreno (m)		Diferencia alturas (m)	Distancia horizontal (m)	Longitud acumulada (m)	Pendiente terreno (s%)
		Inicial	Final				
1	2	104.40	105.56	-1.16	59.20	59.20	-1.96
2	3	105.56	106.31	-0.75	59.20	118.40	-1.27
3	4	106.31	103.16	3.15	77.40	195.80	4.07
4	5	103.16	101.61	1.55	77.40	273.20	2.00
5	6	101.61	100.63	0.98	77.40	350.60	1.27
7	6	99.35	100.63	-1.28	79.50	79.50	-1.61
8	6	99.25	100.63	-1.38	86.00	86.00	-1.60
6	9	100.63	101.35	-0.72	108.00	624.10	-0.67
3	10	106.31	105.80	0.51	54.10	54.10	0.94
10	11	105.80	105.23	0.57	54.10	108.20	1.05
11	12	105.23	103.05	2.18	72.00	180.20	3.03
12	13	103.05	102.03	1.02	72.00	252.20	1.42
13	9	102.03	101.35	0.68	72.00	324.20	0.94
14	15	102.71	102.00	0.71	62.80	62.80	1.13
15	9	102.00	101.35	0.65	62.80	125.60	1.04
9	16	101.35	100.35	1.00	117.00	1190.90	0.85
16	17	100.35	98.67	1.68	100.00	1290.90	1.68
17	18	98.67	98.17	0.50	100.00	1390.90	0.50
18	19	98.17	99.39	-1.22	58.42	1449.32	-2.09

Viviendas		Habitantes		Factor de flujo		FQM Lt/seg/hab	q Diseño (Lt/seg)	
Local	Acumulada	Actual	Acumulada	Actual	Futuro		Actual	Futuro
3	3	15	49	4.40	4.32	0.005	0.40	1.06
3	6	30	98	4.35	4.25	0.005	0.65	2.08
2	8	40	131	4.33	4.21	0.005	0.87	2.76
6	14	70	229	4.28	4.13	0.005	1.50	4.72
4	18	90	294	4.26	4.08	0.005	1.92	6.00
5	5	25	82	4.37	4.27	0.005	0.55	1.75
7	7	35	114	4.34	4.23	0.005	0.76	2.41
6	36	180	588	4.16	3.94	0.005	3.75	11.57
2	2	10	33	4.41	4.35	0.005	0.22	0.72
2	4	20	65	4.38	4.29	0.005	0.44	1.39
2	6	30	98	4.35	4.25	0.005	0.65	2.08
5	11	55	180	4.31	4.16	0.005	1.18	3.75
3	14	70	229	4.28	4.13	0.005	1.50	4.72
3	3	15	49	4.40	4.32	0.005	0.40	1.06
3	6	30	98	4.35	4.25	0.005	0.65	2.08
4	60	300	980	4.08	3.81	0.005	6.12	18.65
2	62	310	1013	4.07	3.80	0.005	6.31	19.23
2	64	320	1046	4.07	3.79	0.005	6.51	19.81
2	66	330	1078	4.06	3.78	0.005	6.70	20.37

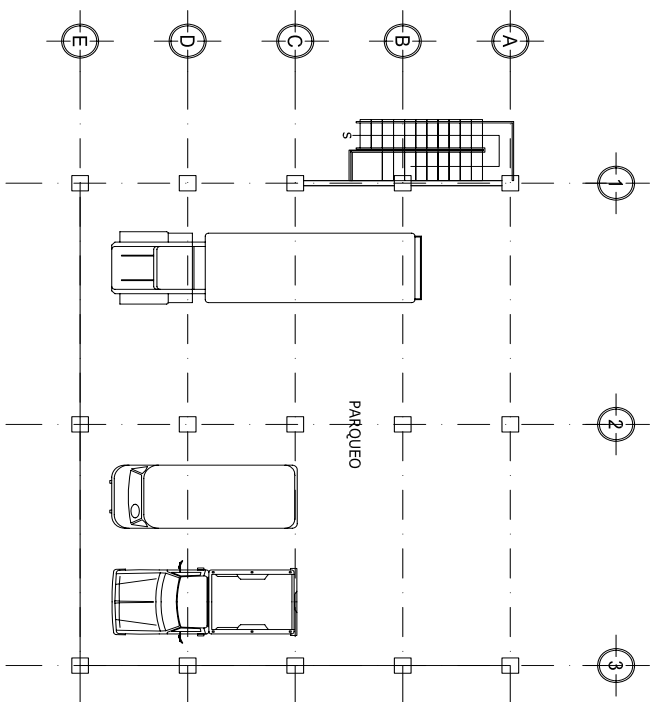
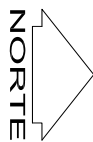
DE PV	A PV	Pendiente terreno	q Diseño (Lt/seg)		Pendiente Tubería	Tubería sección llena		
		(S%)	Actual	Futuro	(S%)	Ø"	V (m/seg)	Q (lt/seg)
1	2	-1.9595	0.4000	1.0575	0.74	6	0.9740	17.7666
2	3	-1.2669	0.6532	2.0805	0.50	6	0.8006	14.6041
3	4	4.0698	0.8667	2.7573	0.58	6	0.8623	15.7290
4	5	2.0026	1.4990	4.7243	1.96	6	1.5851	28.9145
5	6	1.2661	1.9151	6.0008	2.60	6	1.8257	33.3024
7	6	-1.6101	0.5459	1.7491	0.57	6	0.8548	15.5929
8	6	-1.6047	0.7601	2.4097	0.43	6	0.7425	13.5432
6	9	-0.6667	3.7479	11.5747	0.13	8	0.4945	16.0373
3	10	0.9427	0.2207	0.7174	1.27	6	1.2760	23.2750
10	11	1.0536	0.4380	1.3943	0.71	6	0.9540	17.4027
11	12	3.0278	0.6532	2.0805	2.15	6	1.6602	30.2836
12	13	1.4167	1.1842	3.7479	1.38	6	1.3301	24.2621
13	9	0.9444	1.4990	4.7243	3.70	6	2.1779	39.7273
14	15	1.1306	0.4000	1.0575	3.15	6	2.0095	36.6559
15	9	1.0350	0.6532	2.0805	2.19	6	1.6755	30.5640
9	16	0.8547	6.1177	18.6476	0.10	10	0.5033	25.5026
16	17	1.6800	6.3121	19.2286	0.19	10	0.6938	35.1530
17	18	0.5000	6.5062	19.8077	0.10	10	0.5033	25.5026
18	19	-2.0883	6.6998	20.3674	0.10	10	0.5033	25.5026

Velocidad diseño (m/seg)		Tirantes		Chequeo de velocidades		Chequeo de tirantes	
v Actual	v Futura	d Actual	d Futuro	v Actual	v Futuro	d actual	d Futuro
0.401	0.536	0.104	0.166	Si cumple	Si cumple	Si cumple	Si cumple
0.405	0.569	0.145	0.256	Si cumple	Si cumple	Si cumple	Si cumple
0.464	0.649	0.160	0.284	Si cumple	Si cumple	Si cumple	Si cumple
0.836	1.170	0.155	0.274	Si cumple	Si cumple	Si cumple	Si cumple
0.993	1.385	0.163	0.288	Si cumple	Si cumple	Si cumple	Si cumple
0.402	0.567	0.129	0.227	Si cumple	Si cumple	Si cumple	Si cumple
0.401	0.561	0.161	0.286	Si cumple	Si cumple	Si cumple	Si cumple
0.403	0.539	0.329	0.630	Si cumple	Si cumple	Si cumple	Si cumple
0.404	0.577	0.069	0.121	Si cumple	Si cumple	Si Cumple	Si cumple
0.406	0.573	0.110	0.192	Si cumple	Si cumple	Si cumple	Si cumple
0.674	0.952	0.102	0.178	Si cumple	Si cumple	Si cumple	Si cumple
0.690	0.965	0.151	0.266	Si cumple	Si cumple	Si cumple	Si cumple
1.045	1.465	0.133	0.233	Si cumple	Si cumple	Si cumple	Si cumple
0.665	0.890	0.074	0.117	Si cumple	Si cumple	Si Cumple	Si cumple
0.681	0.958	0.102	0.177	Si cumple	Si cumple	Si cumple	Si cumple
0.414	0.550	0.334	0.635	Si cumple	Si cumple	Si cumple	Si cumple
0.525	0.710	0.287	0.528	Si cumple	Si cumple	Si cumple	Si cumple
0.421	0.556	0.345	0.663	Si cumple	Si cumple	Si cumple	Si cumple
0.424	0.559	0.350	0.676	Si cumple	Si cumple	Si cumple	Si cumple

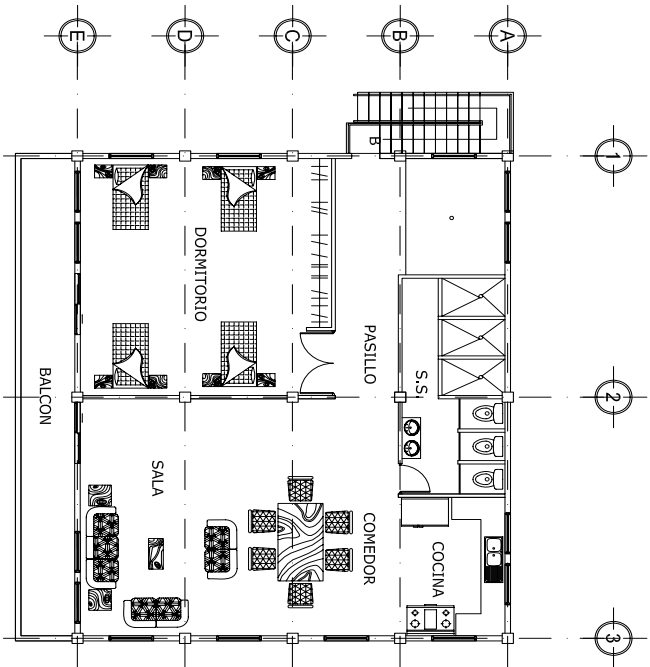


De PV	A PV	Cota de terreno		Distancia horizontal (m)	Ø" Tubería	Pendiente de tubería (S%)
		Inicial	Final			
1	2	104.40	105.56	59.20	6	0.74
2	3	105.56	106.31	59.20	6	0.50
3	4	106.31	103.16	77.40	6	0.58
4	5	103.16	101.61	77.40	6	1.96
5	6	101.61	100.63	77.40	6	2.60
7	6	99.35	100.63	79.50	6	0.57
8	6	99.25	100.63	86.00	6	0.43
6	9	100.63	101.35	108.00	8	0.13
3	10	106.31	105.80	54.10	6	1.27
10	11	105.80	105.23	54.10	6	0.71
11	12	105.23	103.05	72.00	6	2.15
12	13	103.05	102.03	72.00	6	1.38
13	9	102.03	101.35	72.00	6	3.70
14	15	102.71	102.00	62.80	6	3.15
15	9	102.00	101.35	62.80	6	2.19
9	16	101.35	100.35	117.00	10	0.10
16	17	100.35	98.67	100.00	10	0.19
17	18	98.67	98.17	100.00	10	0.10
18	19	98.17	99.39	55.64	10	0.10

Cota invert		Altura de Pozos (m)		Excavación (mts <sup>3</sup> )
Salida	Entrada	Inicial	Final	
103.20	102.76	1.20	2.80	115.94
102.73	102.44	2.83	3.87	194.36
102.41	101.96	3.90	1.20	194.58
101.93	100.41	1.23	1.20	92.70
100.38	98.37	1.23	2.26	133.06
98.15	97.70	1.20	2.93	161.81
98.05	97.68	1.20	2.95	175.95
97.63	97.49	3.00	3.86	366.32
105.11	104.42	1.20	1.38	68.16
104.39	104.01	1.41	1.22	69.52
103.40	101.85	1.83	1.20	107.27
101.82	100.83	1.23	1.20	86.09
100.80	98.13	1.23	3.22	157.51
101.51	99.53	1.20	2.47	112.98
99.50	98.13	2.50	3.22	176.23
97.44	97.32	3.91	3.03	401.68
97.29	97.10	3.06	1.57	228.45
97.07	96.97	1.60	1.20	138.04
96.94	96.89	1.23	2.50	101.53



PLANTA  
PRIMER NIVEL AMUEBLADO



PLANTA  
SEGUNDO NIVEL AMUEBLADO



MUNICIPIO DE AMATEZ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
MANIFIESTO DE SAN LUCAS DEPUES DE SU SANCION

ESTACION DE BOMBEROS

DISEÑO:  
ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ  
CALCULO:  
ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ

CASO: TIRABANCO  
SAN LUCAS  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESTADIA INDIVIDUA  
HOJA  
01 / 16

ASISTENTE:  
ALEXANDER 2008

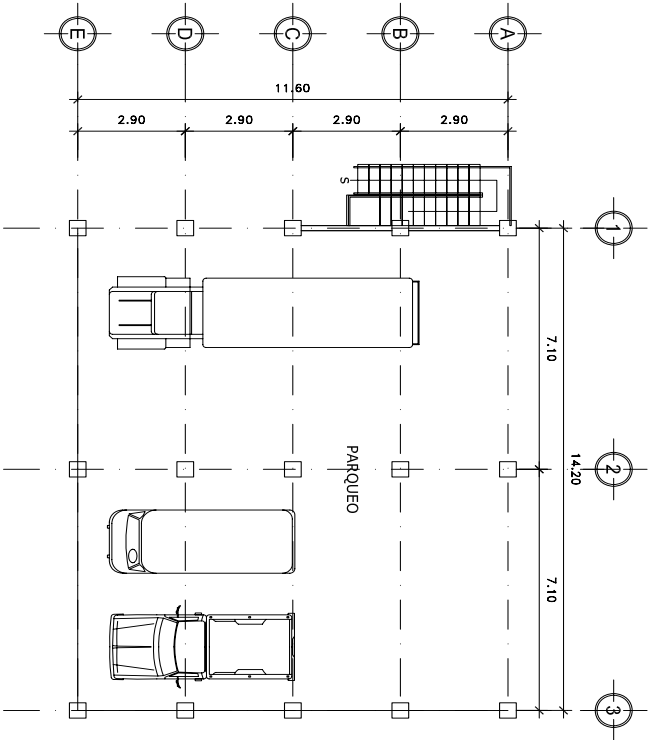
ASISTENTE:  
CHRISTINA CLASSON DE PINO

PROYECTO:  
PROYECTO DE AMUEBLADO DE LA ESTACION DE BOMBEROS

PROYECTO:  
PROYECTO DE AMUEBLADO DE LA ESTACION DE BOMBEROS

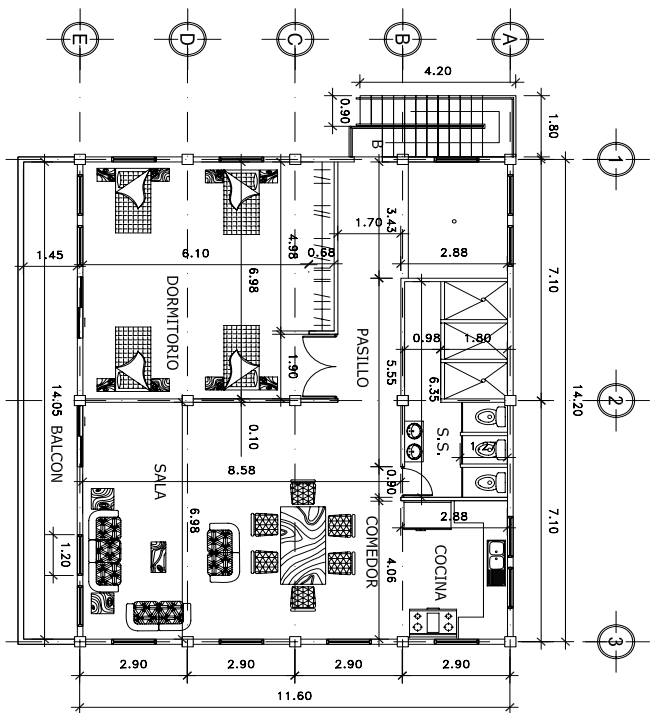
PROYECTO:  
PROYECTO DE AMUEBLADO DE LA ESTACION DE BOMBEROS

PROYECTO:  
PROYECTO DE AMUEBLADO DE LA ESTACION DE BOMBEROS





PLANTA  
ACOTADA PRIMER NIVEL

ESCALA 1:75



PLANTA  
ACOTADA SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1:75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

**FACULTAD DE INGENIERIA**

MANIFIESTO DE SAN LUCAS DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

ESTACION DE BOMBEROS

DISEÑO:  
ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ  
CALCULO:  
ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ

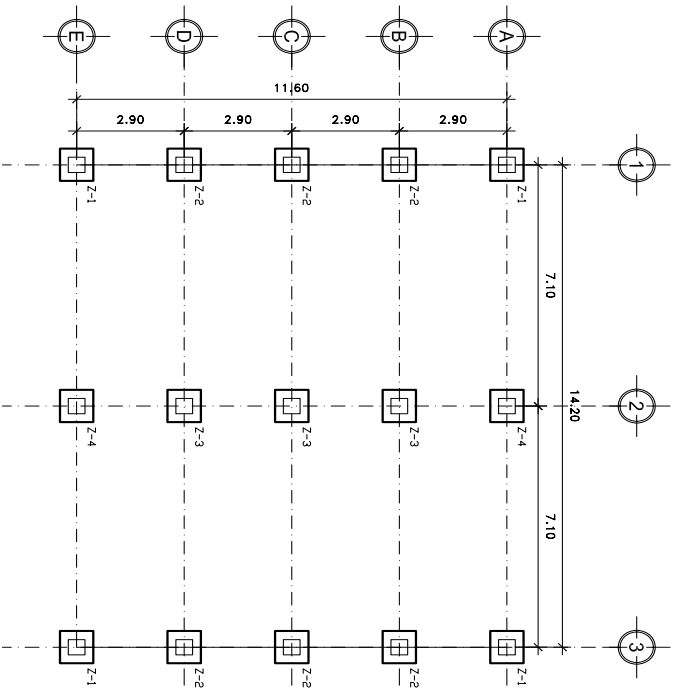
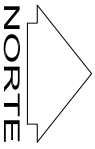
CASO: TIRABAND  
SAN LUCAS  
FACTIBILIDAD

ESCALA INDICADA: HOJA  
02 / 16

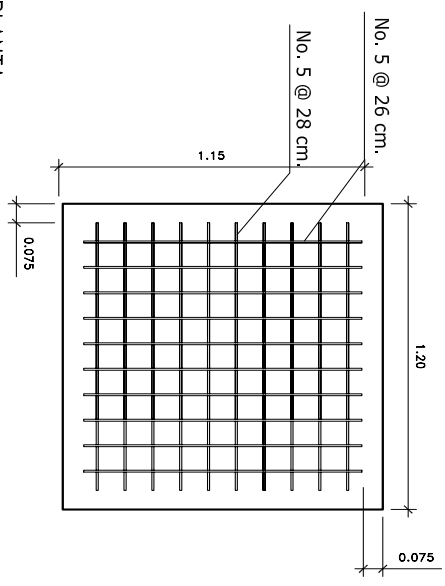
ASesor: SUSSENYSE  
ING. CHRISTA CLASSON DE PINO

ING. CIBELIA CASSON DE RIVERO  
Rector Superior del P. de I. de I.

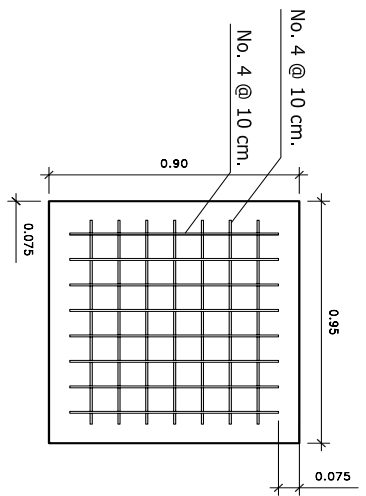
ING. ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ  
Rector Superior del P. de I. de I.



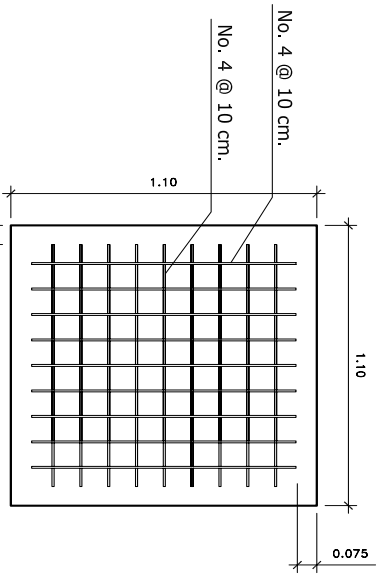
PLANTA  
UBICACION DE ZAPATAS  
ESCALA 1:75



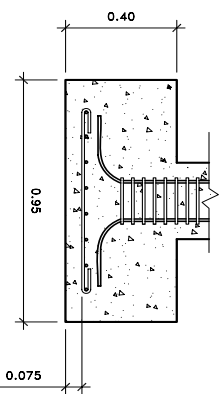
PLANTA  
ZAPATA Z-3  
ESCALA 1:10



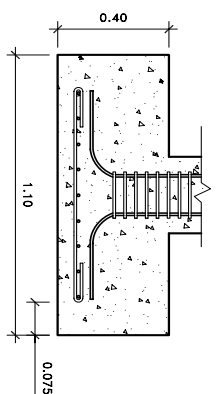
PLANTA  
ZAPATA Z-1 Y Z-2  
ESCALA 1:10



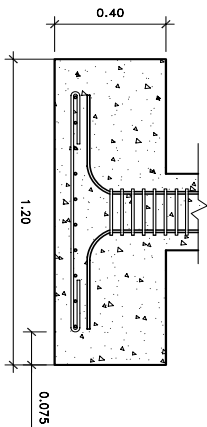
PLANTA  
ZAPATA Z-4  
ESCALA 1:10



SECCION  
ZAPATA Z-1 Y Z-2  
ESCALA 1:10



SECCION  
ZAPATA Z-4  
ESCALA 1:10



SECCION  
ZAPATA Z-3  
ESCALA 1:10

NOTA:  
1. El acero debe ser grado 60.  
2. La resistencia a compresión del concreto debe ser de 1750 PSI.

MUNICIPIO DE  
SAN CARLOS,  
GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
MUNICIPIO DE SAN CARLOS DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ

ESTACION DE BOMBEROS

DISEÑO:  
ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ  
CALCULO:  
ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ

PLANTA ZAPATAS

PROYECTO:  
S.M. LUCAS  
FACULTAD DE INGENIERIA

ESTADIA INDICADA: 03  
HOJA: 16

CASO: TIRABANCO  
S.M. LUCAS  
FACULTAD DE INGENIERIA

ESTADIA INDICADA: 03  
HOJA: 16

PROYECTO:  
S.M. LUCAS  
FACULTAD DE INGENIERIA

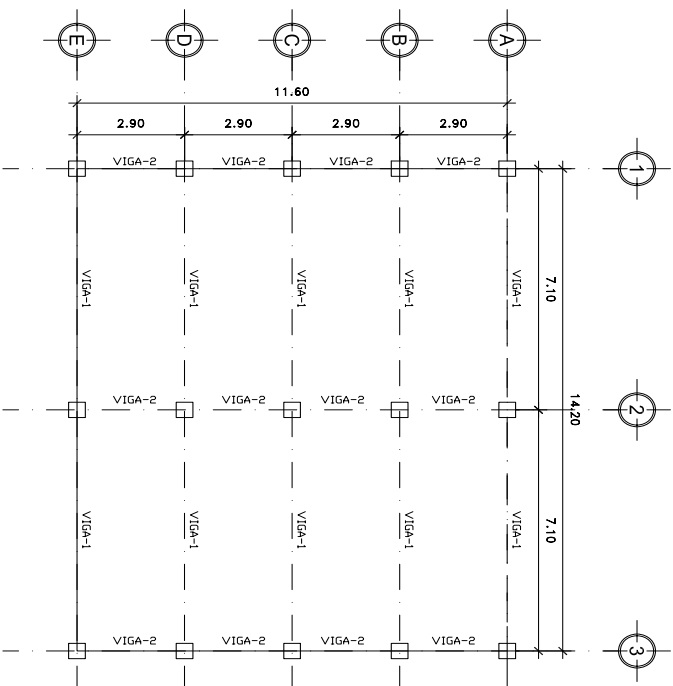
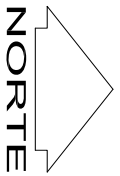
ESTADIA INDICADA: 03  
HOJA: 16

PROYECTO:  
S.M. LUCAS  
FACULTAD DE INGENIERIA

ESTADIA INDICADA: 03  
HOJA: 16

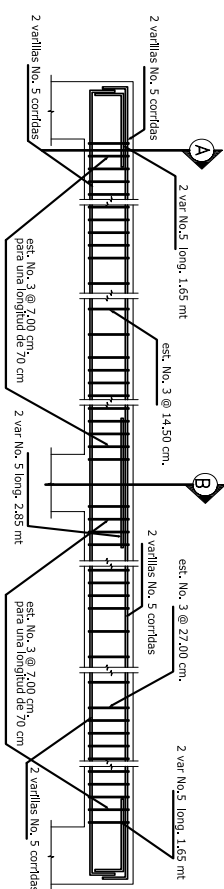
PROYECTO:  
S.M. LUCAS  
FACULTAD DE INGENIERIA

ESTADIA INDICADA: 03  
HOJA: 16

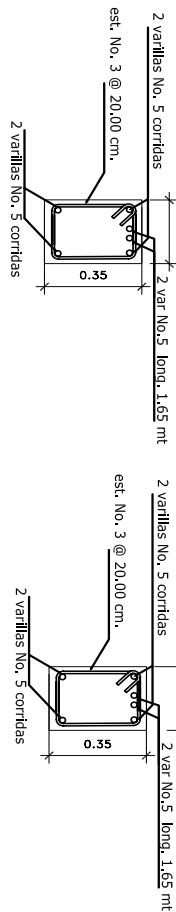


PLANTA VIGAS CONECTORAS ESCALA 1:75

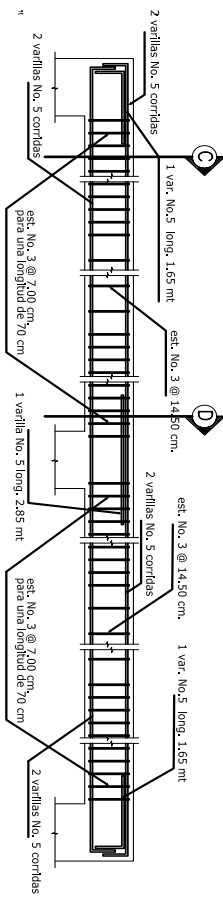
- NOTA:
1. El acero a utilizar es de grado No. 60.
  2. El primer estribo esta ubicado a 3 cm del rostro de la columna.
  3. El recubrimiento es de 4 cm.
  4. La resistencia del concreto debe ser de 4,000 psi.



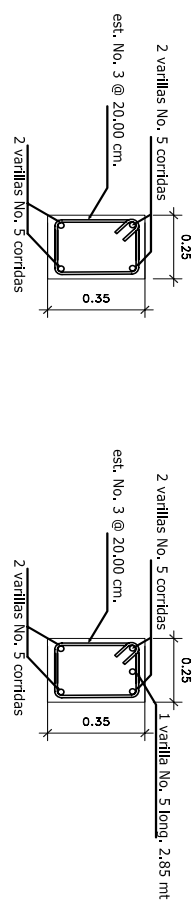
ELEVACION VIGA TIPO 1 ESCALA 1:20



ELEVACION VIGA TIPO 2 ESCALA 1:20



SECCION VIGA TIPO 1 ESCALA 1:10



SECCION VIGA TIPO 2 ESCALA 1:10

MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Municipio de San Carlos, Departamento de Escuintla

ESTACION DE BOMBEROS

DISEÑO: ELVIS GIOVANNI CORADO CHAVEZ  
CALCULO: ELVIS GIOVANNI CORADO CHAVEZ

CASO: TIRABANCO SAN LUCAS  
FACTIBILIDAD

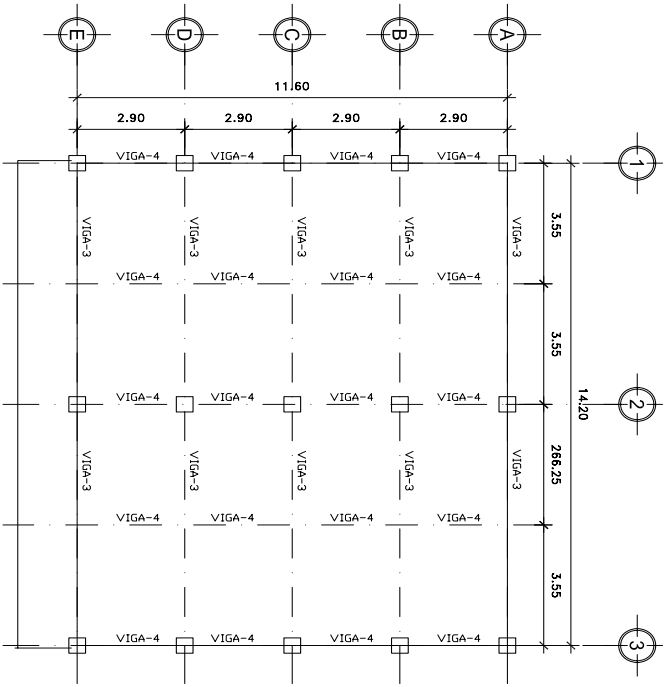
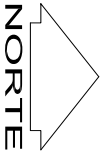
ESTRUCTURA: PLANTA UBICACION DE VIGAS

FECHA: 16/04/2020  
ASISTENTE: CHRISTY CLASSON DE PINO

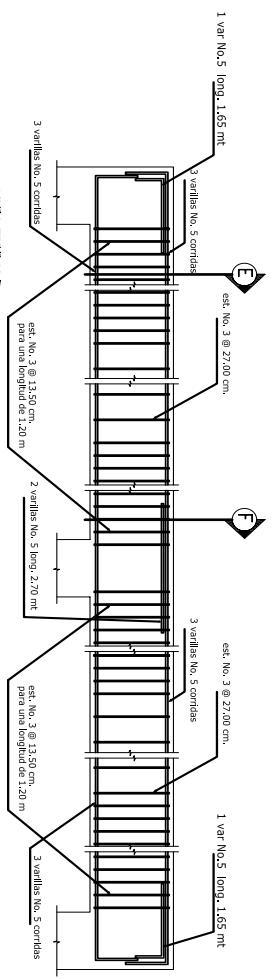
HOJA 04 DE 16

INGENIERO EN CAROLINA CHAVEZ  
Asesor Supervisor

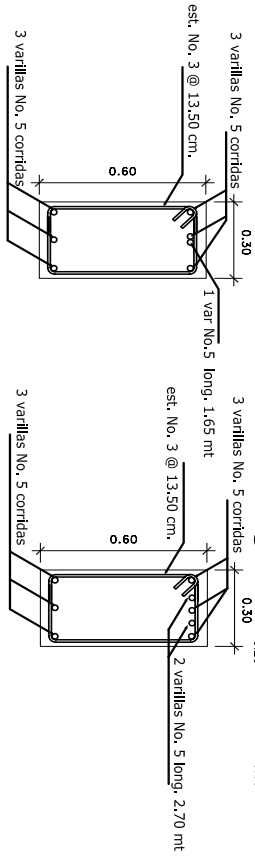
INGENIERO EN CAROLINA CHAVEZ  
Asesor Supervisor



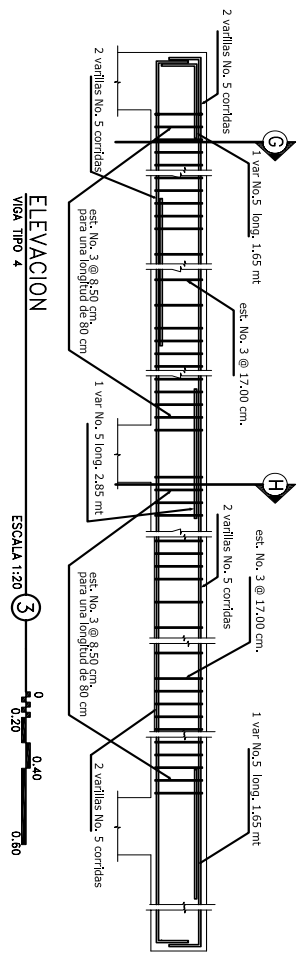
PLANTA  
VIGAS NIVEL UNO  
ESCALA 1:75



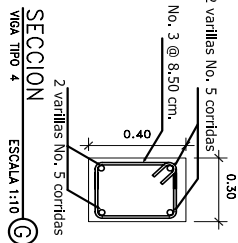
ELEVACION  
VIGA TIPO 3  
ESCALA 1:20



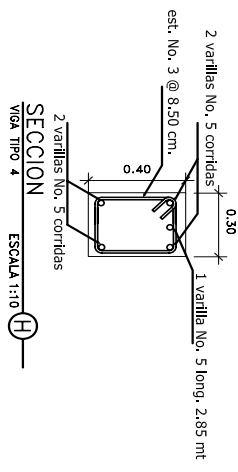
ELEVACION  
VIGA TIPO 4  
ESCALA 1:10



ELEVACION  
VIGA TIPO 5  
ESCALA 1:20



SECCION  
VIGA TIPO 3  
ESCALA 1:10



SECCION  
VIGA TIPO 4  
ESCALA 1:10

MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS

ESTACION DE BOMBEROS

DISEÑO: ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ  
CALCULO: ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ

CASO: TIRABANDI SAN LUCAS  
FACTIBILIDAD

ESTADIA MEDICINA  
SANTA LUCAS

ESTACION DE BOMBEROS  
SAN CARLOS

PLANTA VIGAS NIVEL 1

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
MANEJO DE SAN LUCAS PARA EL DESARROLLO

ASISTENTE: MRS. CHRISTA CLASSON DE PINTO

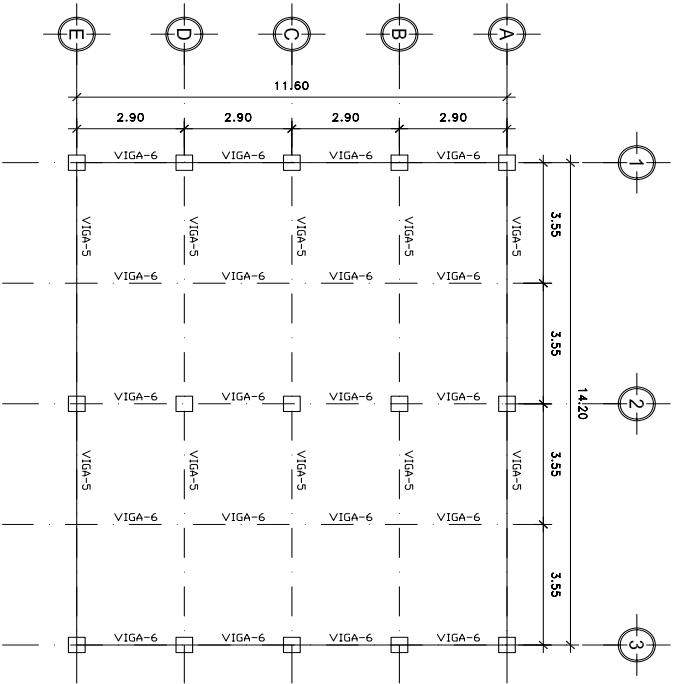
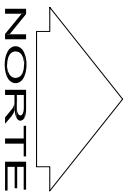
PROFESOR: SUSSENYER

FECHA: 05/16

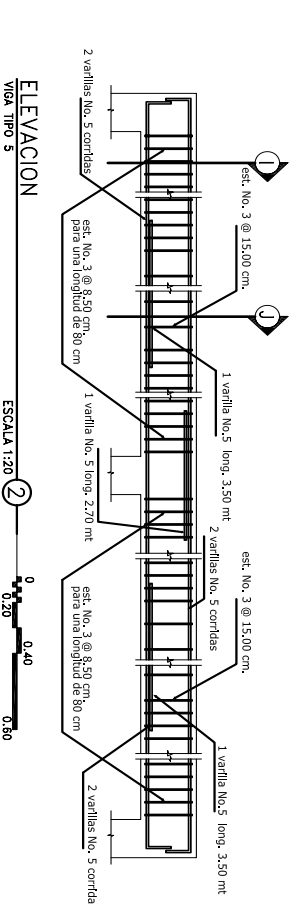
NOVA CERTELLO ASSONTE  
Asesor Supervisor del Proyecto

INGENIERO EN CIVIL  
Jorge Escobar

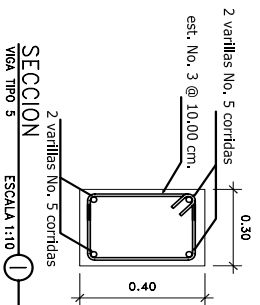
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA



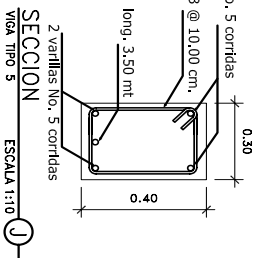
PLANTA  
VIGAS NIVEL DOS  
ESCALA 1:75



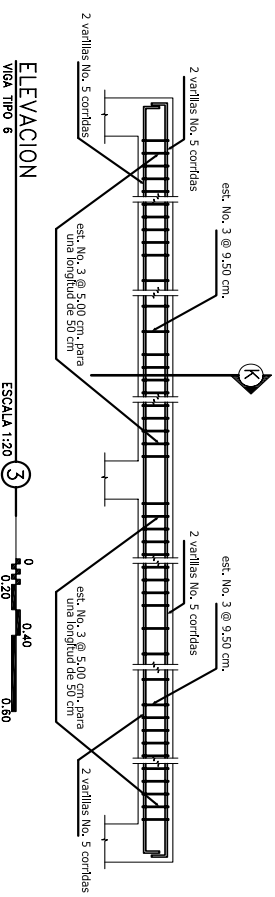
ELEVACION  
VIGA TIPO 5  
ESCALA 1:20



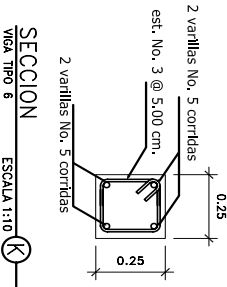
SECCION  
VIGA TIPO 5  
ESCALA 1:10



SECCION  
VIGA TIPO 5  
ESCALA 1:10



ELEVACION  
VIGA TIPO 6  
ESCALA 1:20



SECCION  
VIGA TIPO 6  
ESCALA 1:10

MUNICIPIO DE SAN LUCAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Municipio de San Lucas para el desarrollo

ESTACION DE BOMBEROS

DISEÑO:  
ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ  
CALCULO:  
ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ

PLANTA VIGAS NIVEL 2

HOJA  
06 / 16

CASO: TIRABANCO SAN LUCAS

PROYECTO: FACILITACION

FECHA: ABRIL 2008

ASISTENTE: SUSSENYE

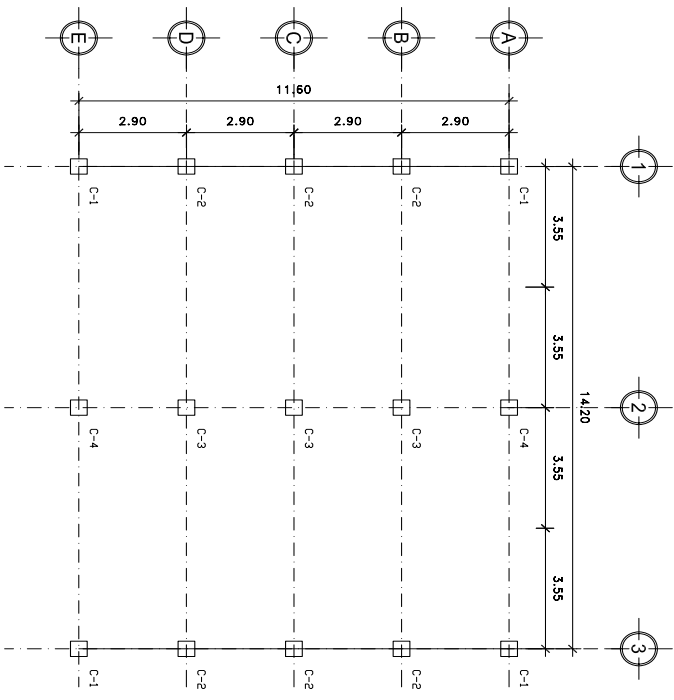
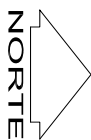
ING. CHRISTY CLASSON DE RINCO

PROYECTO: ESTACION DE BOMBEROS

PROYECTISTA: ADRIAN BLANCA

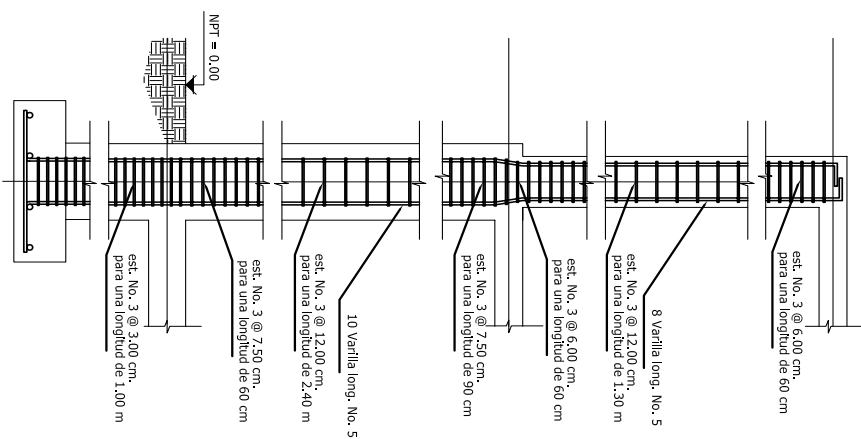
ING. ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ





PLANTA  
VIGAS NIVEL CERVO

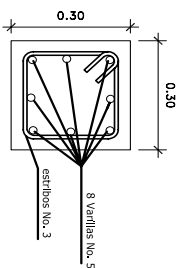
ESCALA 1:75



ELEVACION  
COLUMNA TIPO 1

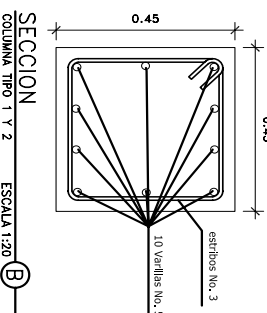
ESCALA 1:15

- NOTA:
1. El acero a utilizar debe ser grado 60.
  2. La resistencia a compresión del concreto debe ser de 4,000 psi.
  3. El recubrimiento debe ser de 4 cm.



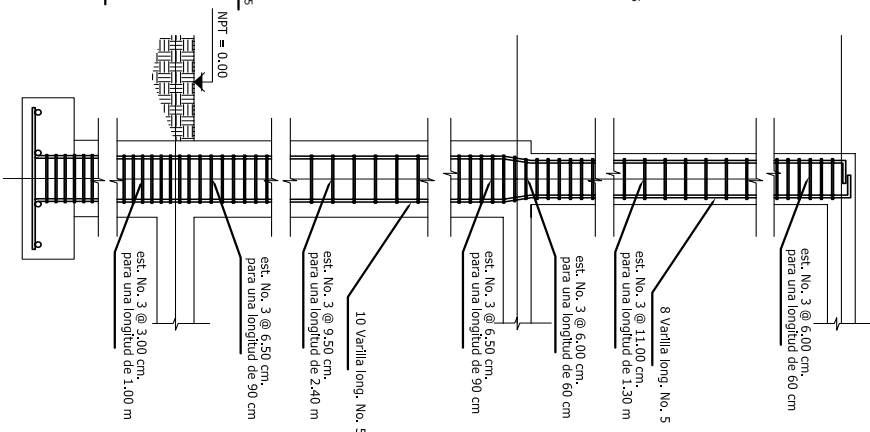
SECCION  
COLUMNA TIPO 1 Y 2

ESCALA 1:20



SECCION  
COLUMNA TIPO 1 Y 2

ESCALA 1:20



ELEVACION  
COLUMNA TIPO 2

ESCALA 1:15

MUNICIPALIDAD  
SAN LUCAS  
GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
MANIFIESTO DE SAN LUCAS DEPO. DE SACATEPEQUEZ

ESTACION DE BOMBEROS

DISEÑO:  
ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ  
CALCULO:  
ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ

PLANTA COLUMNAS

ESTRUK INDICADA  
S.M.LUCAS  
FACULTAD DE INGENIERIA

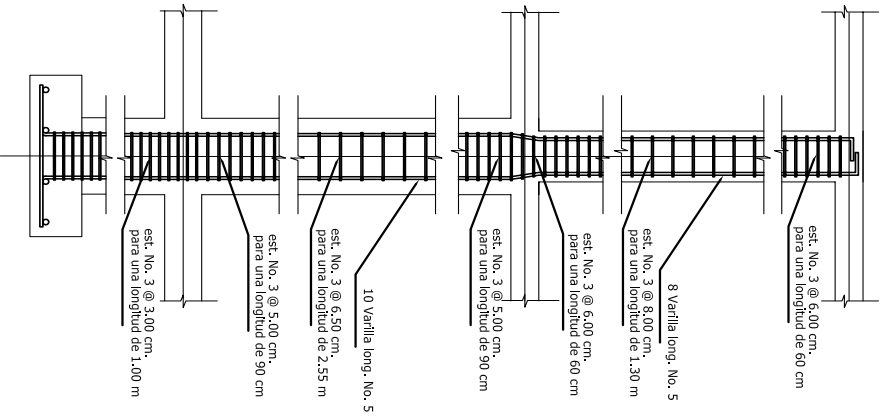
ESCALA:  
ACTUACION 2008

ASESOR:  
MAYOR CHRISTIAN CLASSON DE PINO

HOJA  
07  
16

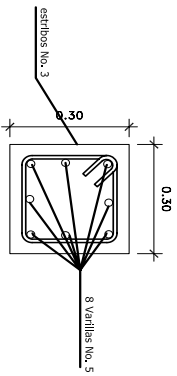
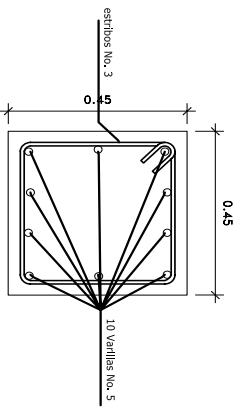
ING. CIBELIA CASSON DE PINO  
Autor de Proyecto

ING. ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ  
Autor de Proyecto

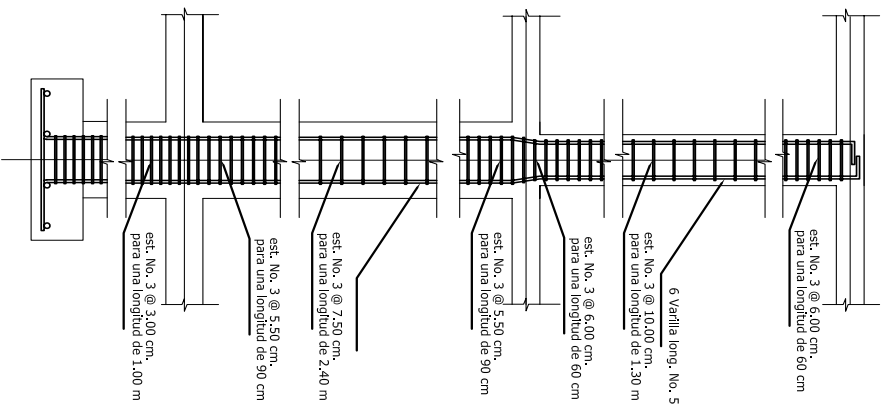


ELEVACION  
COLUMNA TIPO 3 ESCALA 1:15 (3)

SECCION  
COLUMNA TIPO 3 ESCALA 1:7.5 (B)

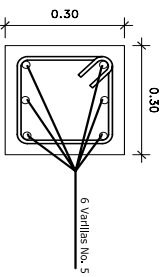
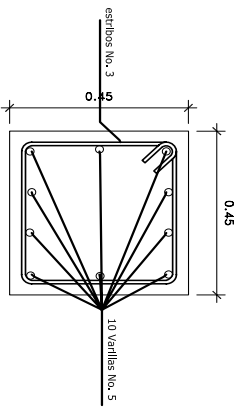


SECCION  
COLUMNA TIPO 3 ESCALA 1:7.5 (A)




ELEVACION  
COLUMNA TIPO 4 ESCALA 1:15 (4)


SECCION  
COLUMNA TIPO 4 ESCALA 1:7.5 (D)



SECCION  
COLUMNA TIPO 4 ESCALA 1:7.5 (C)



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Municipio de San Lucas, Depto. de Sacatepéquez



MUNICIPALIDAD  
ESTACION DE BOMBEROS

DESENIO:  
ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ  
CALCULO:  
ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ

DETALLE COLUMNAS

CASOS/TIRANOS  
S.M. LUCAS  
FACTITIVO/QUEZ

ESTRUC. INDICADA  
HOLA

ESCALA:  
Estructuras: 2000

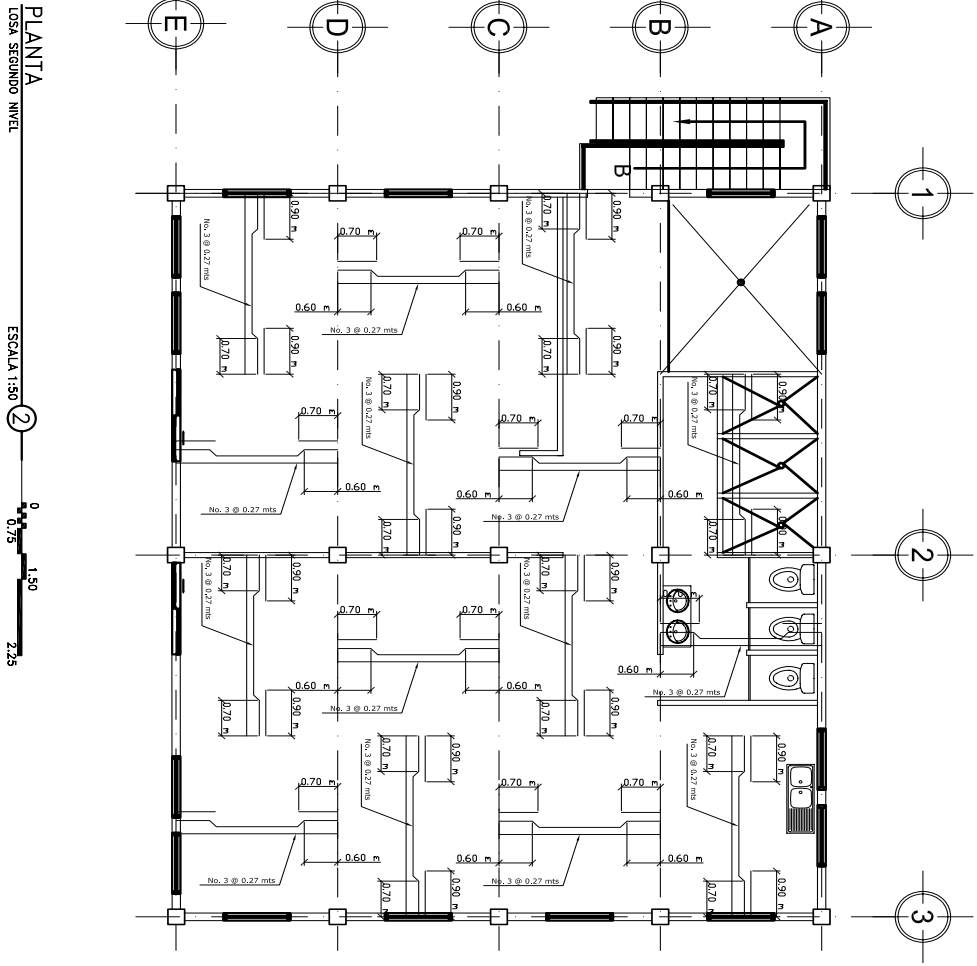
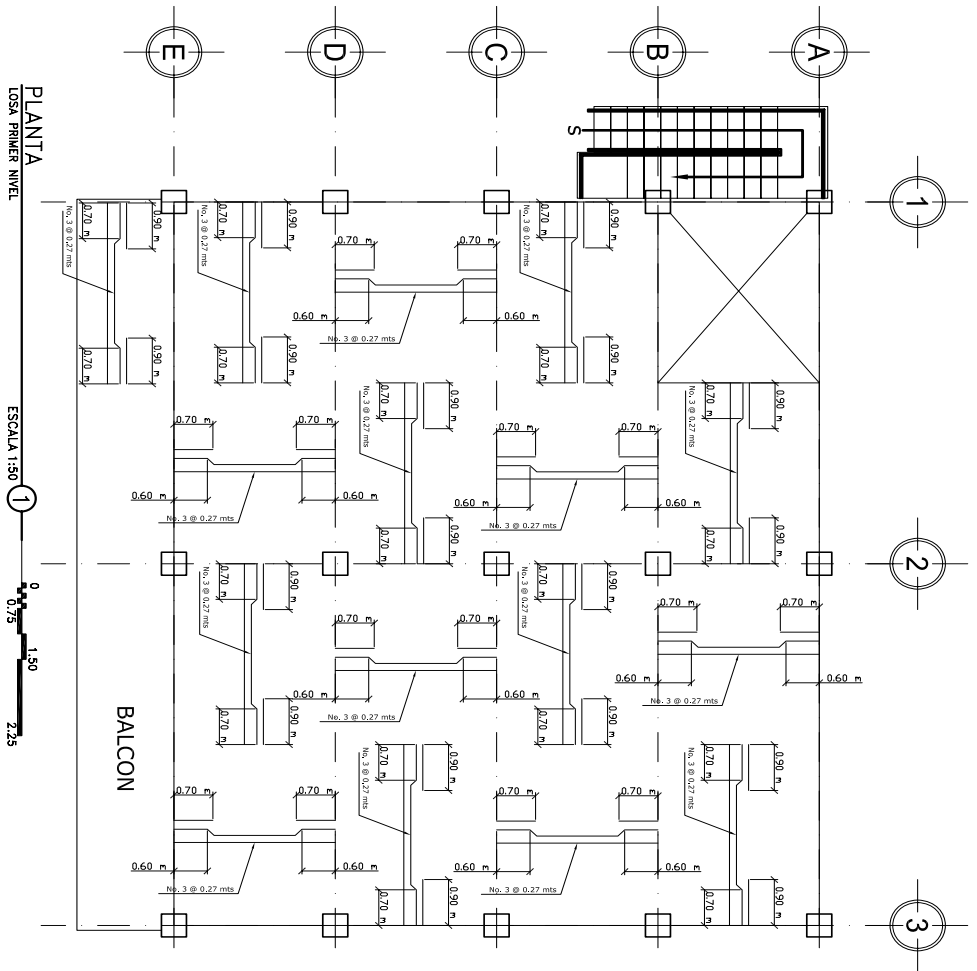
ASOS/ SUSPENSIÓN  
MAYOR CHRISTA CLASSON DE PINTO

PROYECTO N.º 47  
Asesor: Samuel Pérez Paz-Díaz


FECHA: 08/16  
ESTRUC. INDICADA

NOVA CONSULTORIA S.A.S.  
Proyecto: Estación de Bomberos P-2016


ESTRUC. INDICADA  
Asesor: Samuel Pérez Paz-Díaz



- NOTA:**
1. El espesor de las losas será 10 cm.
  2. La resistencia a compresión del concreto shall ser de 4,000 psi.
  3. El recubrimiento de las losas shall ser de 2 cm.
  4. El espesor de las losas shall ser de 9 cm.



MUNICIPALIDAD  
SAN LUCAS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
Municipio de San Lucas, Depto. de Suchitepéquez

ESTACION DE BOMBEROS

DISEÑO:  
ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ  
CALCULO:  
ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ

PLANTA DE ARMADO DE LOSA

CASO: TIRABANCO  
S.M. LUCAS  
FACULTAD DE INGENIERIA

ESTADIA INDICADA: HOJA: 09 / 16

FECHA: ABRIL 2008  
ASESOR: SUSSENYSE  
M.D. CRISTINA CLASSON DE PIRO

ING. CERRITO CASSEY DE MERO  
Pasador Supervisor EPS P.04

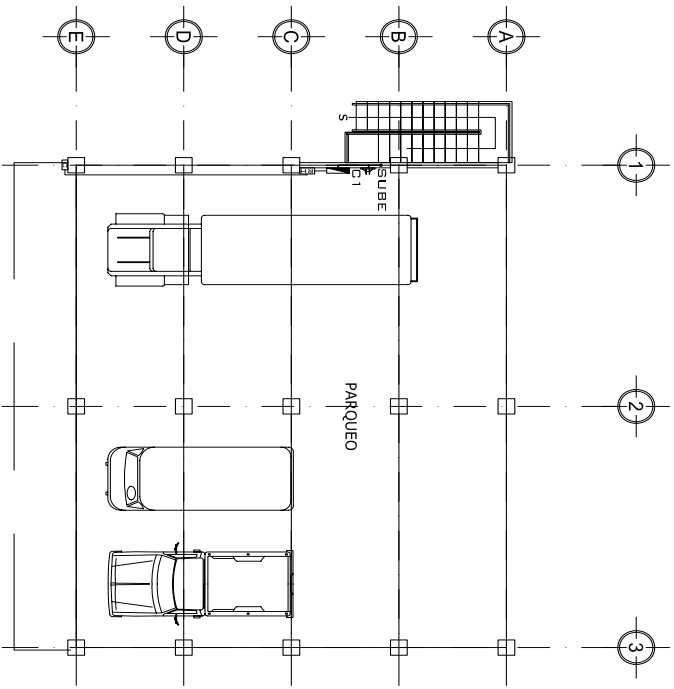
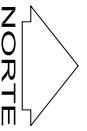
FIRMADO EN: [Signature]  
Jefe de Unidad

LUIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ  
EPS P.04









PLANTA  
PRIMER NIVEL FUERZA  
ESCALA 1:75

PLANTA  
SEGUNDO NIVEL FUERZA  
ESCALA 1:75

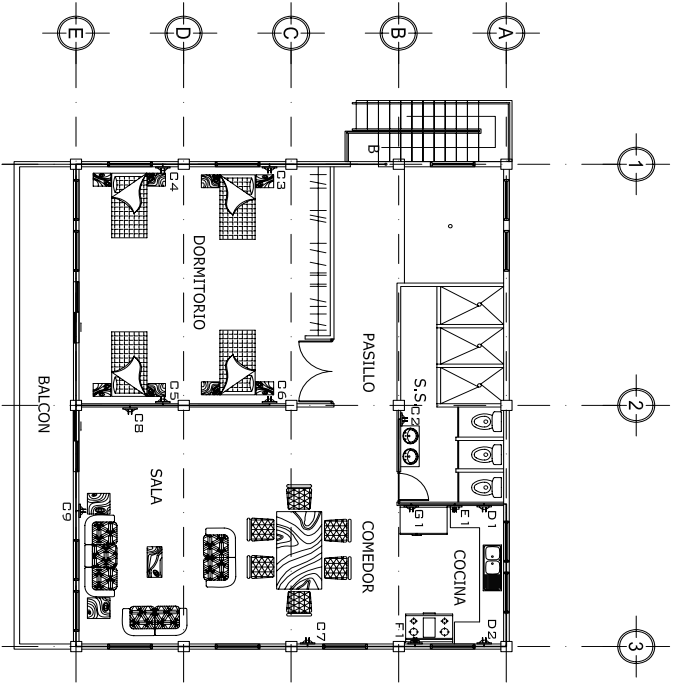


TABLA CIRCUITOS DE APARTAMENTOS

CIRCUITO	VOLTAJE	WATTS	FUPONES	UNIDADES	CABLE	TUBERIA	FUERZA
A	110	880	1X20	08	2#14	3/4	LUMINACION
B	110	1210	1X20	11	2#12	3/4	LUMINACION
C	110	990	1X20	09	2#12	3/4	FUERZA
D	110	330	1X20	03	2#14	3/4	FUERZA
E	220	3800	2X30	01	3#10	3/4	GALENTADOR
F	220	4200	2X30	01	3#10	3/4	ESTUFA
G	110	560	1X20	01	2#10	3/4	REFRI.

TABLA  
INFORMACION DE CIRCUITOS

DIAGRAMA  
DISTRIBUCION PARA TABLERO PRINCIPAL

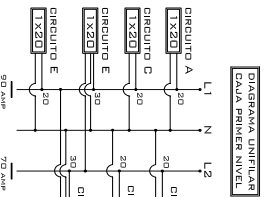


TABLA DE SIMBOLOGIA

SIMBOLO	DESCRIPCION
⚡	TOMA DOBLE DE 110 W.
⚡	TOMA DE 220 W.
⚡	CAJA DE FUPONES
⚡	CAJA RH
⚡	CONTADOR

MUNICIPALIDAD DE SAN LUCAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
MUNICIPIO DE SAN LUCAS DEPUERTO DE SACATEPEQUEZ

ESTACION DE BOMBEROS

DISEÑO:  
ELVIS GIOVANNI CORADO CHAVEZ  
CALCULO:  
ELVIS GIOVANNI CORADO CHAVEZ

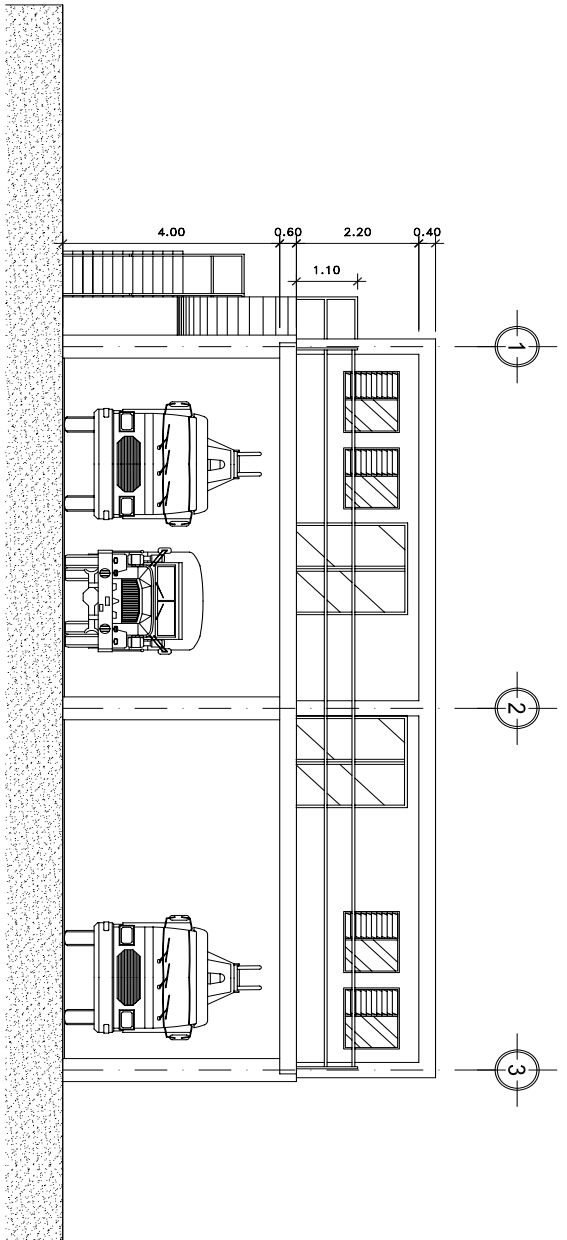
PLANTAS DE FUERZA

CASO: TIRABANDE  
SMT LUCAS  
FACTO: FERREZ  
ESCALA: 1:75  
FECHA: 2008

ASISTENTE: SUSSEYPER  
DISEÑO: CHRISTA CLASSON DE FINO

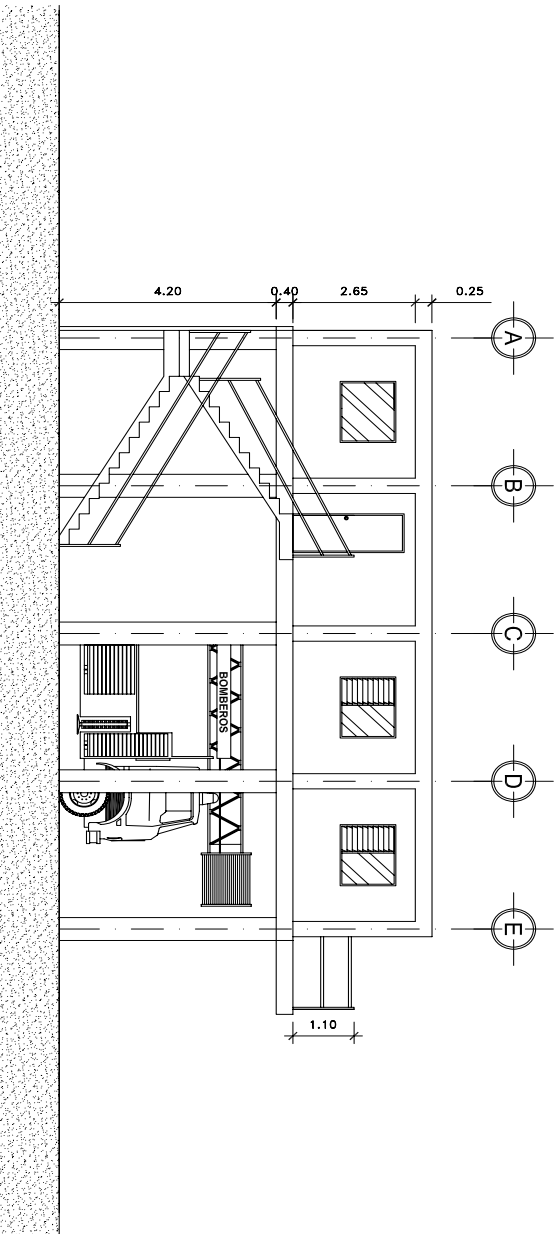
PROYECTO EN: 13/16

ELVIS GIOVANNI CORADO CHAVEZ  
Ingeniero San Carlos de Guatemala



ELEVACION  
NOROCCIDENTE

ESCALA 1:50



ELEVACION  
ORIENTE

ESCALA 1:50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
MUNICIPIO DE SAN CARLOS DEPARTAMENTO DE SAN CARLOS

ESTACION DE BOMBEROS

DISEÑO:  
ELVIS GIOVANNI CORRAJO CHAVEZ  
CALCULO:  
ELVIS GIOVANNI CORRAJO CHAVEZ

CASO: TIRABAND

ESTADIA INDICADA

HOJA

14 / 16

FACULTAD DE INGENIERIA

ASIGNATURA: SISTEMAS DE BOMBEROS

FECHA: 2008

ING. CRISTINA CLAYSON DE PINO

ING. CRISTINA CLAYSON DE PINO

PROFESORA

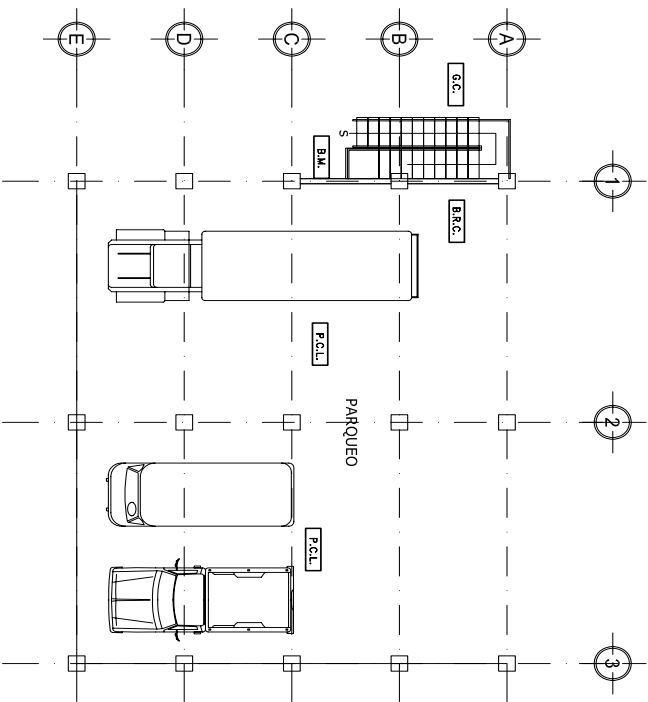
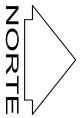
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INGENIERIA

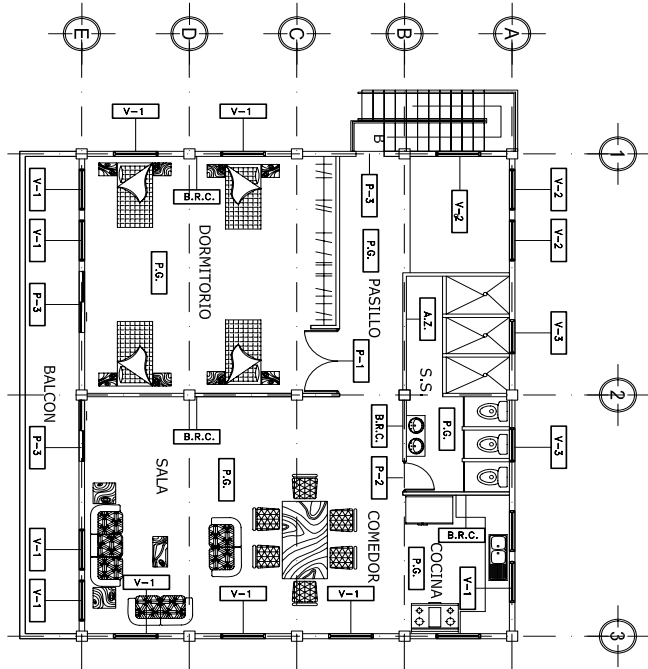
2008







PLANTA  
PRIMER NIVEL ACABADOS  
ESCALA 1:75



PLANTA  
SEGUNDO NIVEL ACABADOS  
ESCALA 1:75

NOMENCLATURA

P-X	PUERTA TIPO
B.R.C.	BLOCK + REPELLO + GRANIDO
P.C.L.	PISO CONCRETO LIQUIDO
P.G.	PISO GRANITO
A.Z.	AZULEJO 0.15m. X 0.15m.
V-X	VENTANA TIPO

CIELO

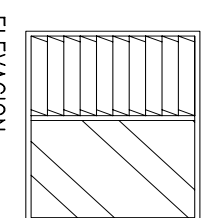
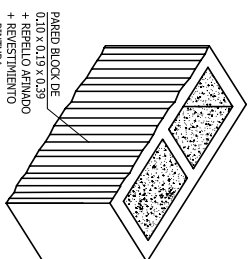
El acabado en el cielo de todas las habitaciones de la estación será liso.

PUERTAS

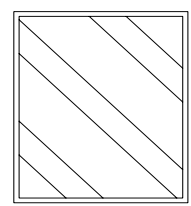
P-1	PUERTA TIPO 1 madera 2.1m. x 2m.
P-2	PUERTA TIPO 2 madera 0.90 x 2.1m.
P-3	PUERTA TIPO 3 madera 0.90 x 2.1m.

VENTANAS

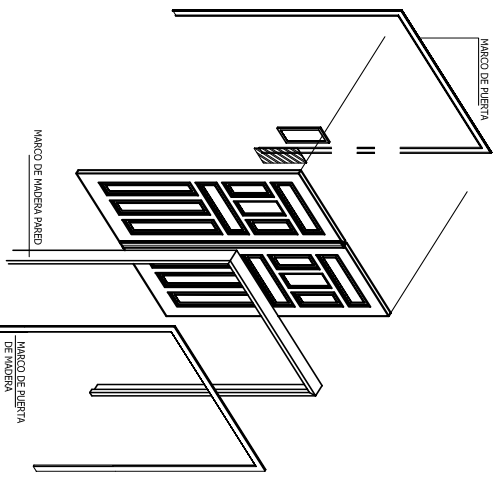
V-1	marco aluminio anodizado negro 1.20m x 1.00m. con celosia.
V-2	marco aluminio anodizado negro 1.20m x 1.00m. sin celosia.
V-3	marco aluminio anodizado negro 1.00m x 0.50m. con celosia (baños)



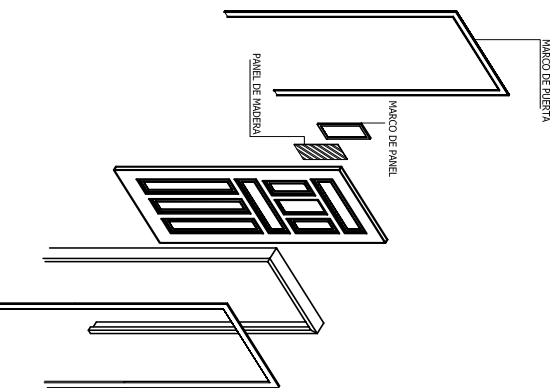
ELEVACION  
VENTANA TIPO 1



ELEVACION  
VENTANA TIPO 2



ISOMETRICO  
PUERTA TIPO 1



ISOMETRICO  
PUERTA TIPO 2

ISOMETRICO  
BLOCC TIPO CON ACABADOS

C



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Municipio de San Carlos, Depto. de Sacatepéquez

PLANTA ACABADOS

ESTACION DE BOMBEROS	DISEÑO: ELVIS GIOVANNI CORADO CHAVEZ CALCULO: ELVIS GIOVANNI CORADO CHAVEZ
CASO/TIRABO SANTI LUCAS	PROYECTO: FACILITACION
ASISTENTE 2008	FECHA: AGOSTO 2008
LEONARDO INDIANA	HOJA: 16
ASISTENTE SUPERVISOR	HOJA: 16
ING. CHRISTA CLASSEN DE PINO	



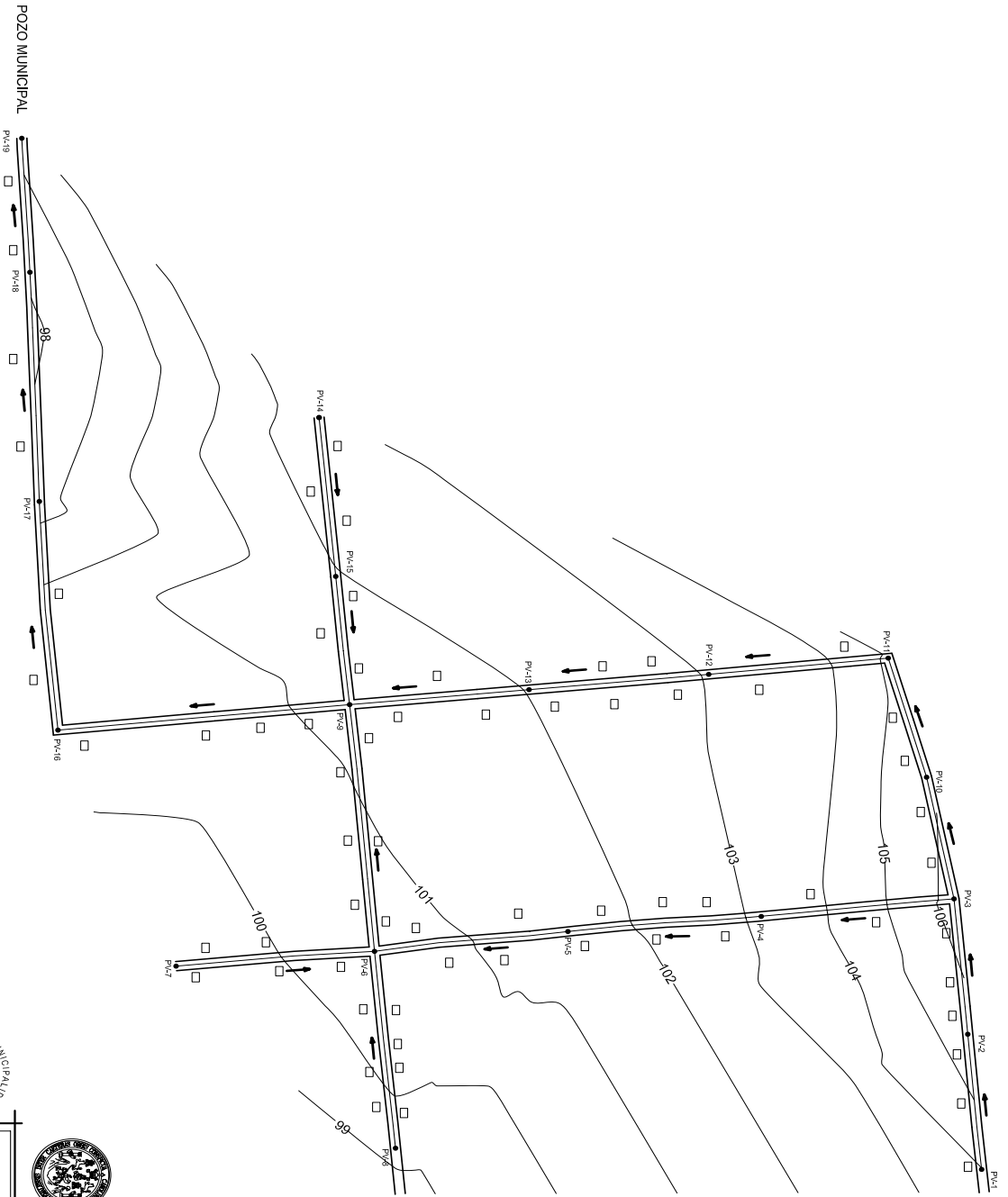
ING. CRISTINA CLASSEN DE PINO  
Municipio de San Carlos, Depto. de Sacatepéquez

INGENIERO EN  
ARQUITECTURA

ING. CRISTINA CLASSEN DE PINO



INICIA PROYECTO



NOMENCLATURA	
P4-10	POZO DE VISITA
→	DIRECCION DEL FLUJO
□	CASAS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
Municipio de San Lucas Serra, de Sacatepéquez

DRENAJE SANITARIO

DISEÑO:  
ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ  
CALCULO:  
ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ

DIRECCION DE FLUJO HACIA DESCARGA

ESCALA: 1:1000

Hoja

01

06

CASOS/ITERANDOS  
SAN LUCAS  
FACTIBILIDAD

FECHA:  
Enero del 2008

ASESOR SUPERVISOR  
ING. CRISTINA CLASION DE PIÑO



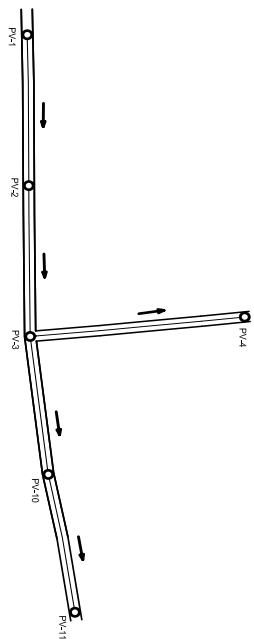
MUNICIPIO DE SAN LUCAS SERRA

ING. CRISTINA CLASION DE PIÑO

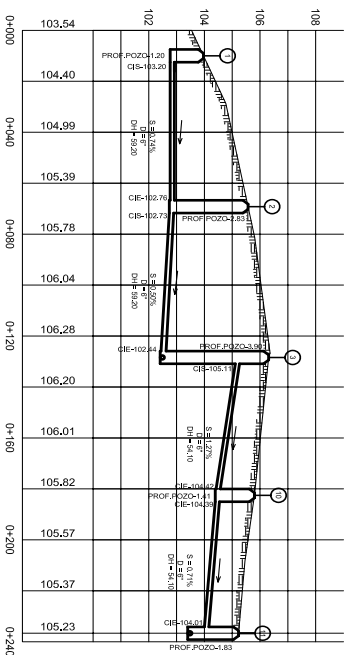
INGENIERA EN

ADMINISTRACION

EN EL AVANCE DEL PROYECTO

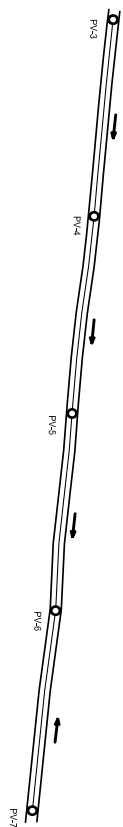


PLANTA PV-1 a PV-11

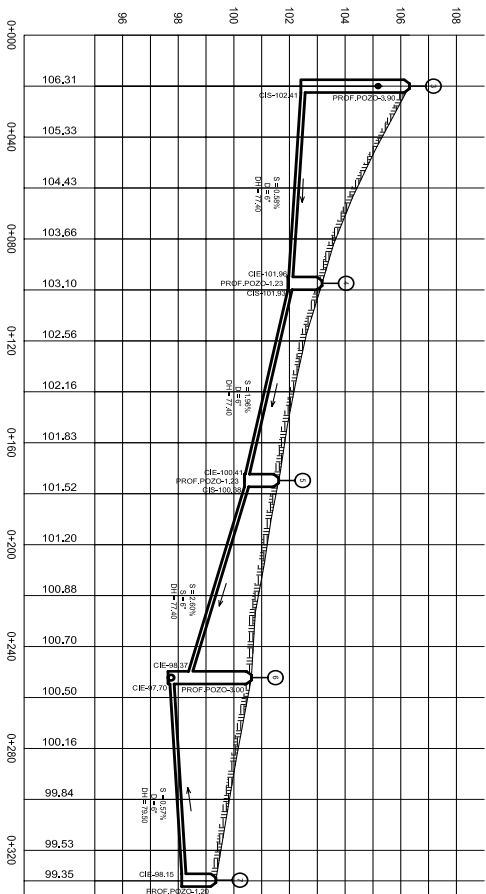


PERFIL PV-1 a PV-11

ESC V-1: 100  
H-1:1000





PLANTA PV-3 a PV-7



PERFIL PV-3 a PV-7

ESC V-1: 100  
H-1:1000

NOMENCLATURA	
⊙	Estacion de pozo de visita
S	Pendiente
D	Diámetro de tubería (pulgadas)
DH	Distancia horizontal (m)
PROF. POZO	Profundidad de pozo de visita (m)
DE	Cota Invert de Salida
DE	Cota Invert de Entrada
→	Dirección del flujo
—	Tubería PVC diámetro indicado
—	Mano de obra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

MUNICIPIO DE SAN LUCAS DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ

**DRENAJE SANITARIO**

DISEÑO: ELVIS GIOVANNI CORADO CHAVEZ

CALCULO: ELVIS GIOVANNI CORADO CHAVEZ

**PLANTA-PERFIL POZOS: 1-11, 3-7**

ESCALA: INDICADA

FECHA: 2008

ASIGNADO: SUSSENYER

PROYECTADO: CRISTINA CLASSON DE PIÑO

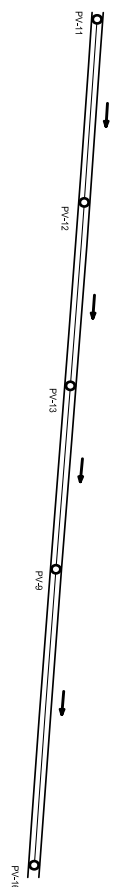
HOJA: 02 / 06

ING. CARMELITA ASSONTE PARRA  
Rector, Universidad de San Carlos de Guatemala

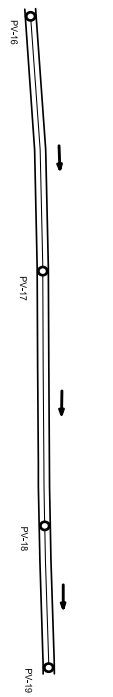
INGENIERO EN  
ALBA BARRAL

LIC. EDUARDO CORADO CHAVEZ  
Especialista en  
Ingeniería Civil

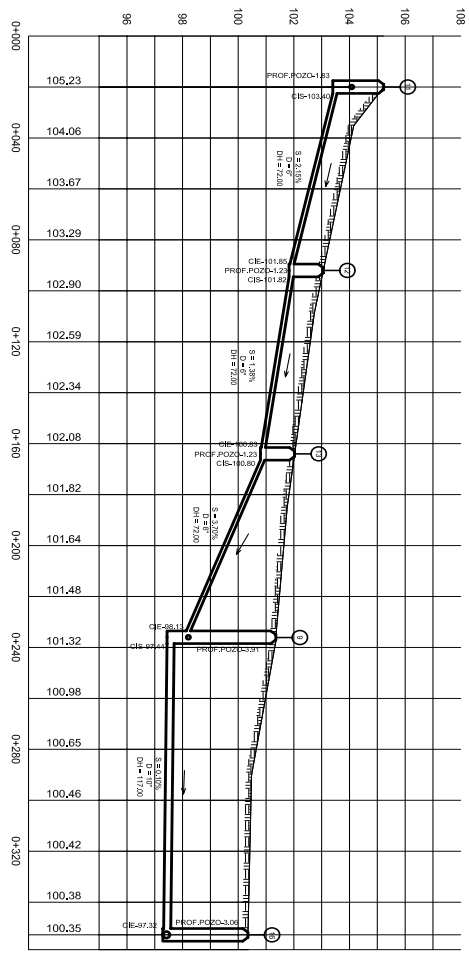




PLANTA PV-11 a PV-16

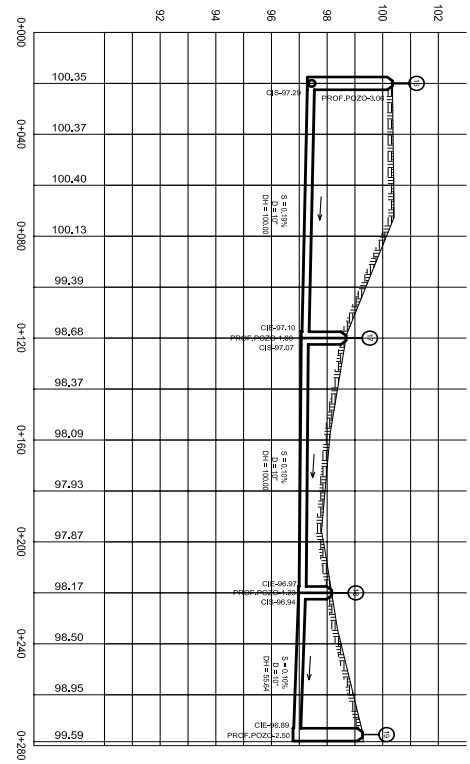


PLANTA PV-16 a PV-19



PERFIL PV-11 a PV-16

ESC V-1: 100  
H-1:1000



PERFIL PV-16 a PV-19

ESC V-1: 100  
H-1:1000

NOMENCLATURA	
⊙	Estación de pozo de visita
S	Pendiente
D	Diámetro de tubería (pulgadas)
DH	Distancia horizontal (m)
PR	Profundidad de pozo de visita (m)
PROF. POZO	Cota invert de Salida
CS	Cota Invert de Entrada
CE	Dirección del flujo
→	Tubería PVC Adharente indicado
—	Asentamiento

MUNICIPIO DE SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

MANIFIESTO DE SAN CARLOS DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

**DRENAJE SANITARIO**

DISEÑO:  
ELVIS GIOVANNI CORADO CHAVEZ  
CALCULO:  
ELVIS GIOVANNI CORADO CHAVEZ

**PLANTA-PERFIL POZOS: 1-16, 16-19**

ELABORACION:  
FACULTAD DE INGENIERIA

REVISOR:  
ASISTENTE DE ENFERMERIA

PROFESOR ASISTENTE:  
ING. CHRISTIAN CLAYTON DE FINO

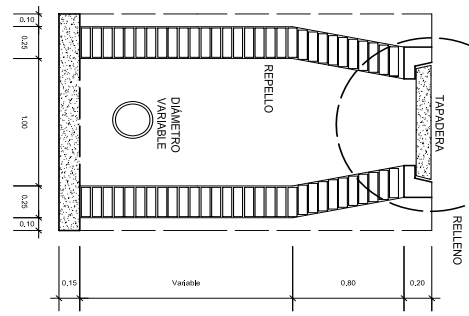
ING. CARMELITA ESCOBAR RIVERA  
Asesor Supervisor ERS No. 014

INGENIERO EN  
MATERIA DE  
LÍNEA DE MANEJO DE  
ESTRUCTURAS

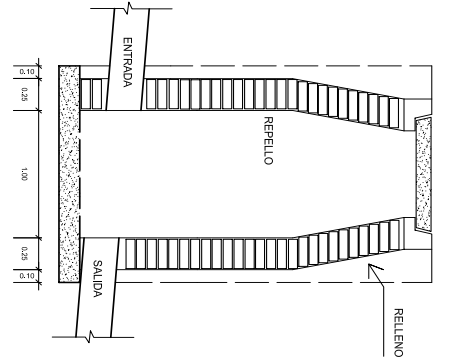
04 / 16

VER DETALLE DE BROCAL

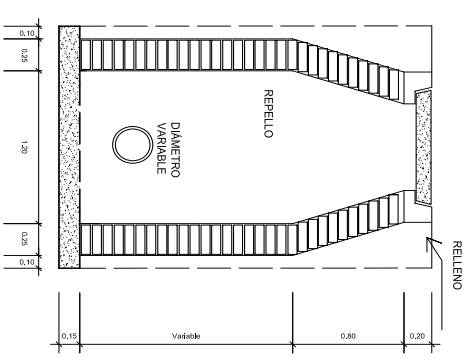
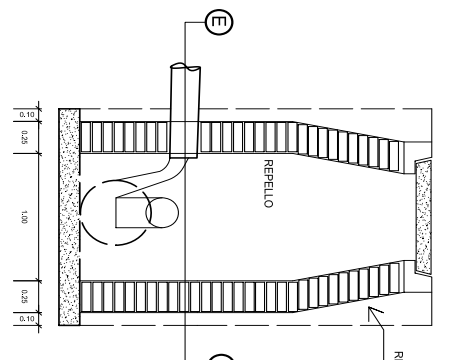
**POZO DE VISITA TÍPICO**  
Para profundidades hasta 1.80 m Esc. 1:20



**DETALLE POZO DE VISITA**  
De dos entradas Esc. 1:20



**POZO DE VISITA TÍPICO**  
Para profundidades mayores a 1.80 m Esc. 1:20



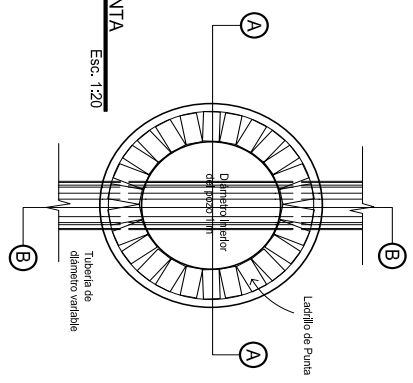
**CORTE A-A** Esc. 1:20

**CORTE B-B** Esc. 1:20

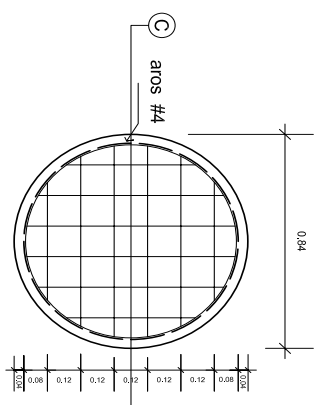
**CORTE D-D'** Esc. 1:20

**CORTE E-E'** Esc. 1:20

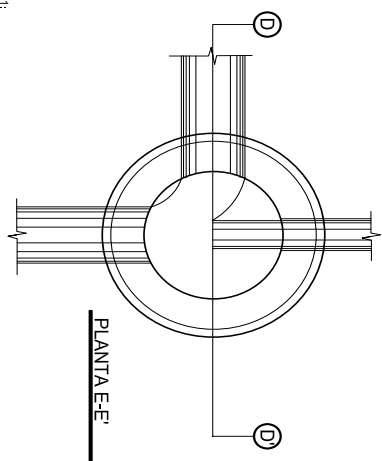
**PLANTA** Esc. 1:20



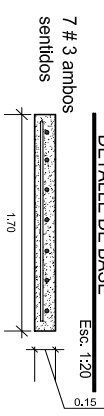
**PLANTA TAPADERA** Esc. 1:10



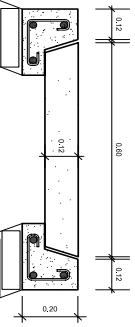
**PLANTA E-E'** Esc. 1:10



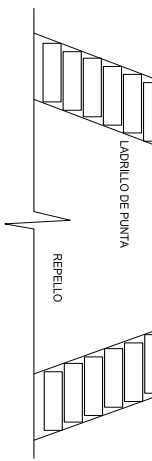
**DETALLE DE BASE** Esc. 1:20



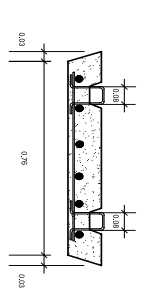
3 aros #4 + est#2 @ 0.15



**DETALLE BROCAL** Esc. 1:10



**CORTE C-C'** Esc. 1:10



- NOTA 1:  
EL CONCRETO SERÁ CON LA PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE 1:2:2. CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRIN DE 1/2".  
PARA 10 SACOS DE CEMENTO SE NECESITAN 7 CARRETELILLAS DE ARENA Y 7 CARRETELILLAS DE PIEDRIN.
- NOTA 2:  
PARA EL AISLADO DE UTILIZARA UNA MEZCLA CON PROPORCIONES PARA ESTO QUEDARE DENTRO QUE SE UTILIZARA UN SACO DE CEMENTO Y 2 CARRETELILLAS DE ARENA, CERENIDA O BIEN POR CADA BOTE DE CEMENTO DOS BOTES DE ARENA CERENIDA.
- NOTA 3:  
EL ACERO DE REFUERZO DEBE SER GRADO 40.

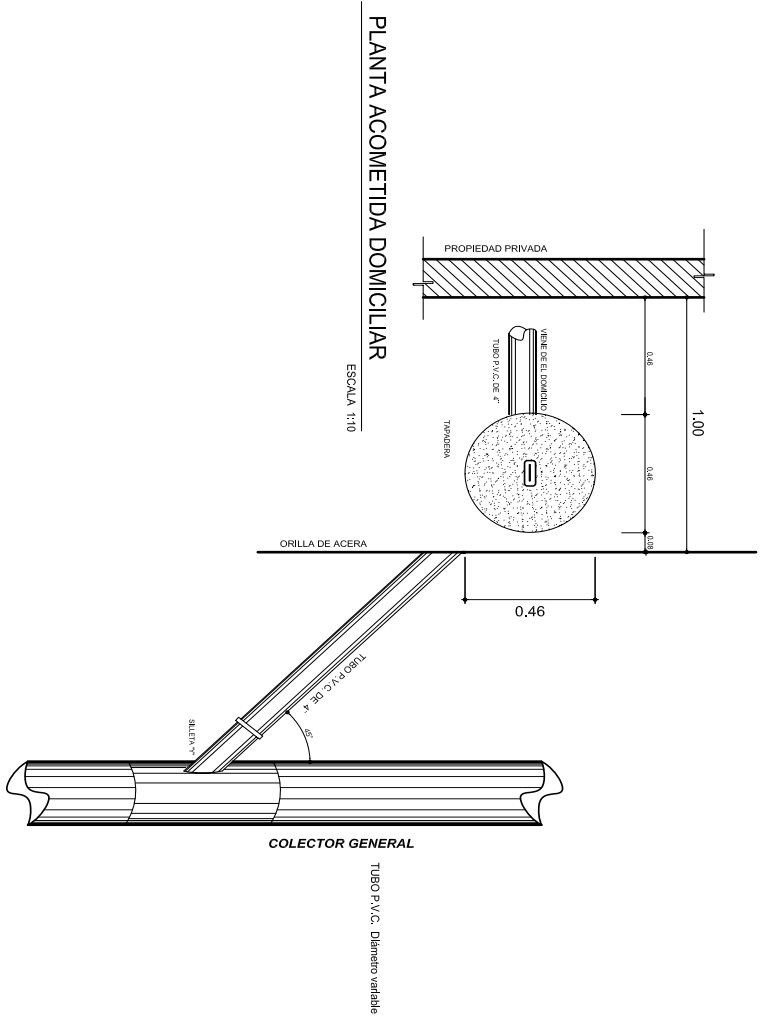


MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS  
DRENAJE SANITARIO  
DISEÑO:  
ELVIS GIOVANNI CORADO CHAVEZ  
CALCULO:  
ELVIS GIOVANNI CORADO CHAVEZ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
MANIFIESTO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

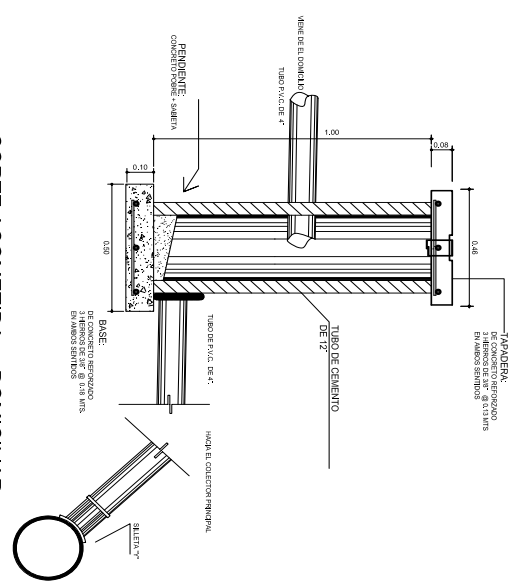
CASO: TIRABANCO SAN LUCAS  
FACTIBILIDAD  
ESTADO: INICIADA  
FECHA: ABRIL 2008  
ASISTENTE: SUSSENYER  
ING. CHRISTIAN CLASSON DE PINO

DETALLES DE POZOS DE VISITA  
HOJA  
05 / 06



PLANTA ACOMETIDA DOMICILIAR  
ESCALA 1:10

COLECTOR GENERAL  
TUBO P.V.C. Diámetro variable



CORTE ACOMETIDA DOMICILIAR  
ESCALA 1:10

MUNICIPIO DE SAN CARLOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
MANIFIESTO DE SAN LUCAS DEPO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

<p>DRENAJE SANITARIO</p> <p>DISEÑO: ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ CALCULO: ELVIS GIOVANNI CORRAO CHAVEZ</p>	<p>CASO: TIRABO SAN LUCAS FACTIBILIDAD</p> <p>ESCALA: INDICADA</p> <p>FECHA: 2008</p>	<p>DETALLES: CONEXIONES DOMICILIARES</p> <p>HOJA 06 / 06</p>
--	---	--

ING. CARRERA CLASION DE RENO  
Kaiser Siemens 5783 No. 014

INGENIERO EN  
MATEMATICA

ENFERMERA  
LINA OLIVIERA CHAVEZ