



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

**DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES Y
ÁREA PARA BODEGA EN EL MUNICIPIO LA ESPERANZA,
QUETZALTENANGO**

José Pablo Ixtabalán Morataya

Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, Julio de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



**DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES Y
ÁREA PARA BODEGA EN EL MUNICIPIO LA ESPERANZA,
QUETZALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JOSÉ PABLO IXTABALÁN MORATAYA
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS.

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE 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. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Dilma Yanet Mejicanos Jol
EXAMINADOR	Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
EXAMINADOR	Ing. Jeovanny Rudamán Miranda Castañón
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 de edificio de dos niveles para oficinas municipales y área para bodega en el municipio La Esperanza, Quetzaltenango

tema que me fuera aprobado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 31 de octubre de 2006.

José Pablo Ixtabalán Morataya.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Ing. Ángel Roberto Sic García
Director. Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Guatemala, 18 de abril de 2007
Ref. EPS. C. 237.04.07

Estimado Ingeniero Sic García.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor – Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **JOSÉ PABLO IXTABALÁN MORATAYA**, procedí a revisar el informe final de la práctica de EPS, cuyo título es **“DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES Y ÁREA PARA BODEGA EN EL MUNICIPIO LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO”**.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el área rural del país, beneficiando así a los pobladores del municipio de **La Esperanza**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Se y Enseñad a Todos”

Ing. Juan Merck Cos
Asesor – Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



JMC/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 18 de abril de 2007
Ref. EPS. C. 237.04.07

Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

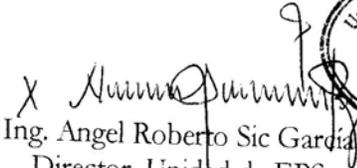
Estimado Ingeniero Boiton Velásquez.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES Y ÁREA PARA BODEGA EN EL MUNICIPIO LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **JOSÉ PABLO IXTABALÁN MORATAYA**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"D y Enseñad a Todos"

X 
Ing. Angel Roberto Sic Garcia
Director. Unidad de EPS



ARSG/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

Guatemala,
23 de mayo de 2007

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES Y BODEGA PARA MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN PARA EL MUNICIPIO LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Pablo Ixtabalán Morataya, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y del Coordinador de E.P.S., Ing. Ángel Roberto Sic García, al trabajo de graduación del estudiante José Pablo Ixtabalán Morataya, titulado DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES Y ÁREA PARA BODEGA EN EL MUNICIPIO LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.



Fernando Amílcar Bolton Velásquez
Ing. Fernando Amílcar Bolton Velásquez

Guatemala, julio 2007.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.225.07

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES Y ÁREA PARA BODEGA EN EL MUNICIPIO LA ESPERANZA, QUETZALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario **José Pablo Ixtabalán Morataya**, procede a la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A large, handwritten signature in black ink, appearing to be 'Murphy Olympo Paiz Recinos', written over a large, empty oval shape.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, junio de 2007

/cc

AGRADECIMIENTOS A

- Dios** Por brindarme un desarrollo humano y una superación personal, además de sabiduría e inteligencia para valorar lo que tengo.
- Mi Padre** Carlos Ixtabalán, por haberme ayudado tanto económica como moralmente, por su comprensión y amistad, y por compartir sus sabios consejos conmigo.
- Mi Madre** Leticia Morataya, por haberme dado la vida y encaminarme en mis primeros años, brindándome cariño y afecto.
- Mi Abuela** Alicia Navas, por haber contado siempre con su apoyo incondicional, y sus sabios consejos.
- Mis hermanos** Que me brindaron su apoyo, en especial a Karla María, por toda su comprensión.
- Mis amistades** Que influyeron en mi formación tanto profesional como personal, y sobre todo que me brindaron su amistad.

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Como el único dador de sabiduría e inteligencia.
- Mi padre** Por brindarme cariño y comprensión durante toda mi vida, fomentando principios morales que me han ayudado siempre.
- A mi madre** Allá en la gloria, por todo su amor incondicional y los consejos recibidos, así como su gran humanidad.

INDICE GENERAL

INDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Investigación diagnóstica	1
1.1.1 Descripción de las necesidades	1
1.1.2 Análisis de la información	2
1.1.3 Priorización de las necesidades	3
2. FASE DE SERVICIO PRÁCTICO PROFESIONAL	5
2.1 Diseño de edificación de dos niveles	5
2.1.1 Descripción del proyecto	5
2.1.2 Descripción del área disponible	6
2.1.3 Evaluación de la calidad de suelos	6
2.1.3.1 Determinación del valor soporte de suelo	7
2.1.4 Normas para el diseño de edificios para oficinas	9
2.1.4.1 Criterios Generales	10
2.1.4.2 Criterios de conjunto	10

2.1.4.3	Criterios de iluminación	11
2.1.4.4	Otros criterios	13
2.1.5	Diseño arquitectónico	14
2.1.5.1	Ubicación del edificio en el terreno	14
2.1.5.2	Distribución de ambientes	15
2.1.5.3	Alturas del edificio	15
2.1.6	Selección del sistema estructural a usar	16
2.1.6.1	Predimensionamiento de elementos	
	Estructurales	16
2.1.6.2	Cargas de diseño	20
2.1.6.2.1	Cargas verticales en marcos dúctiles	
	con nudos rígidos	20
2.1.6.2.2	Cargas horizontales en marcos	
	dúctiles con nudos rígidos	25
2.1.6.3	Fuerzas sísmicas	25
2.1.6.4	Modelos matemáticos para marcos dúctiles	
	con nudos rígidos	44
2.1.6.5	Análisis de marcos dúctiles por un	
	método de análisis estructural	44
2.1.6.6	Envolvente de momentos	50
2.1.6.7	Diagrama de corte y momento	51
2.1.6.8	Diseño de losas	55

2.1.6.9	Diseño de vigas	57
2.1.6.10	Diseño de columnas	64
2.1.6.11	Diseño de cimientos	76
2.1.6.12	Diseño de escaleras	83
2.1.7	Instalaciones	87
2.1.7.1	Agua potable	87
2.1.7.2	Drenajes	87
2.1.7.3	Electricidad	87
2.1.9	Presupuesto	88
2.1.9.1	Materiales	88
2.1.9.2	Mano de obra	88
2.1.9.3	Costo del proyecto	89
CONCLUSIONES		93
RECOMENDACIONES		95
BIBLIOGRAFÍA		97
APÉNDICE		99

INDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Integración de cargas en marco 3	22
2. Cargas calculadas para marco 3	24
3. Distribución de paneles para cálculo de centro de masa	35
4. Fuerzas verticales y horizontales en marco 3	43
5. Fuerzas verticales y horizontales en marco B	43
6. Resultados del análisis estructural para el marco típico eje x	45
7. Resultados del análisis estructural para el marco típico eje y	48
8. Diagramas de momento y corte por envolvente para el marco 3	51
9. Diagramas de momento y corte por envolvente para el marco B	53
10. Detalle de vigueta vista en perfil	56
11. Detalle de vigueta y bovedilla	57
12. Diagrama de momentos y cortes últimos para la viga tipo 1	58
13. Detalle de viga tipo 1	61
14. Perfil y planta de un nudo	64
15. Detalle de columnas, niveles 1 y 2	74
16. Corte simple en zapata	78
17. Corte punzonante en zapata	79
18. Detalle de zapata tipo 1	82

19. Dimensiones de escalera	84
20. Distribución de carga y momento en escaleras	84
21. Detalle de armado de gradas	86

TABLAS

I. Cálculo del centro de rigidez, 1er nivel en Y	32
II. Cálculo del centro de rigidez, 2do nivel en y	33
III. Cálculo del centro de rigidez, 1er nivel en x	33
IV. Cálculo del centro de rigidez, 2do nivel en x	34
V. Cálculo de centro de masa, 1er nivel en Y	36
VI. Cálculo de centro de masa, 1er nivel en X	37
VII. Distribución de fuerzas en marcos, primer nivel sentido y	39
VIII. Distribución de fuerzas en marcos, segundo nivel sentido y	40
IX. Distribución de fuerzas en marcos, primer nivel sentido x	41
X. Distribución de fuerzas en marcos, segundo nivel sentido x	42
XI. Cálculo del área de acero para viga tipo 1	59
XII. Resultados del cálculo de vigas, edificio municipal	62
XIII. Cálculo de columnas, edificio municipal	75
XIV. Presupuesto para el edificio municipal	

GLOSARIO

Altimetría	Parte de la topografía que mide la altura en una extensión territorial.
Deflexión	Desplazamiento vertical que sufre miembro estructural sometido a flexión.
Esfuerzo	Fuerza aplicada por unidad de área, que soporta un material.
Especificaciones	Normas generales y técnicas de construcción contenidas en un proyecto, disposiciones especiales o cualquier otro documento que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.
Estructuras	Construcciones artificiales, en las cuales todos sus elementos están en equilibrio y reposo, los unos con relación a los otros.
Momento	Define acciones de fuerza paralelas de direcciones opuestas y separadas a una distancia cualquiera.
Planimetría	Parte de la topografía que enseña a medir las proyecciones horizontales de una superficie.

Topografía

Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima de la superficie terrestre, sobre dicha superficie y debajo de la misma.

RESUMEN

En este trabajo de graduación, se da una descripción de las necesidades del municipio La Esperanza, Quetzaltenango las cuales se definirán a través de una investigación diagnóstica realizada con la participación tanto de las autoridades de los comités de las diferentes aldeas del municipio.

El proyecto seleccionado, fue el diseño de un edificio municipal para oficinas, el cual contará con un área para bodega, el sistema estructural es a base de marcos dúctiles unidos con nudos rígidos, de concreto reforzado, tabiques de mampostería de block y losa tipo vigueta y bovedilla, prefabricada.

El área para la edificación es de 937.40m² de los cuales se usarán 564.75m² para el edificio municipal, teniéndose que demoler la edificación existente. Los ambientes en el primer nivel consistirán en un salón municipal, áreas para bodega y guardianía, un archivo municipal, oficinas para las dependencias de registro, recepción e información, receptoría, tesorería, juzgado de aguas, juzgado de asuntos municipales, servicios sanitarios para damas y caballeros, y una sala de espera; y para el segundo nivel un salón de recepciones, oficinas para despacho del alcalde, secretaría municipal, proyectos, arquitectura, E.P.S., asuntos varios, derechos de la mujer, síndicos, concejales, un salón para sesiones, cocina y servicios sanitarios para damas y caballeros.

Al final se presentan los planos y presupuesto correspondientes.

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar el edificio de dos niveles para oficinas municipales, que cumpla con los requisitos para el buen funcionamiento administrativo de la municipalidad de La Esperanza, Quetzaltenango, así como un área adecuada para almacenamiento de materiales de construcción.

ESPECÍFICOS

1. Realizar un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura, del área rural del municipio La Esperanza, Quetzaltenango.
2. Realizar de común acuerdo con las autoridades municipales, el diseño arquitectónico de un edificio municipal que cumpla con los requisitos, para un buen funcionamiento.
3. Realizar el diseño estructural que cumpla con las normas correspondientes en el diseño de edificios para oficinas.
4. Elaborar todos los planos correspondientes que permitan con detalle la ejecución del edificio municipal de La Esperanza, Quetzaltenango.

5. Capacitar a los trabajadores de la oficina municipal de planificación, en el dibujo e interpretación de planos usando el programa AUTOCAD 2004.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional es un factor importante en la problemática de un país, ya que crea demandas de energía, servicios básicos, alimentación, trabajo, recreación y por sobre todo espacio para vivienda. Este fenómeno existe actualmente en la ciudad de Quetzaltenango, en donde la misma se ha ido expandiendo en los últimos años en dirección oeste, lo que ha provocado que en municipios aledaños, también se de este crecimiento demográfico; este es el caso del municipio de La Esperanza, Quetzaltenango en donde dicho crecimiento ha creado la demanda de instalaciones adecuadas, para atender la gran cantidad de habitantes, y los asuntos afines al municipio, instalaciones que ofrezcan mayor cantidad de ambientes, así como espacio suficiente para mobiliario y equipo.

En vista de lo anterior y en mutuo acuerdo con las autoridades correspondientes del municipio La Esperanza, se convino planificar el trabajo; dicho proyecto abarca desde la arquitectura y distribución de ambientes, hasta el diseño de miembros estructurales y de instalaciones tanto hidráulicas como eléctricas.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones correspondientes, así como los planos presupuesto del proyecto.

1 FASE DE INVESTIGACIÓN

La fase de investigación se realizó por medio de entrevistas con personas afectadas por los potenciales proyectos, entrevistas con autoridades municipales, y una investigación documental de anteriores proyectos de Ejercicio Profesional Supervisado en el lugar.

1.1 Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del área rural del municipio La Esperanza, Quetzaltenango.

1.1.1 Descripción de las necesidades

Las necesidades que se presentan en el municipio La Esperanza, Quetzaltenango son de orden social, ya que en los últimos años, este municipio a tenido un crecimiento poblacional, producto del crecimiento de la ciudad de Quetzaltenango hacia el oeste, lo que a se a traducido en un crecimiento, también cultural y de necesidad de educación, en lo referente a escuelas, institutos e instituciones culturales.

De lo anterior se deriva la necesidad de un nuevo edificio municipal, ya que por la gran extensión que su territorio y la gran cantidad de su población, el edificio municipal de la Esperanza de mas de 50 años de antigüedad , ya no es suficiente para satisfacer la demanda de atención y administración para sus habitantes.

Desde el punto de vista de la educación, existe la necesidad de construir el segundo nivel de la actual biblioteca “Casa de la cultura”, ya que la misma no es suficiente para albergar a todos los estudiantes que requieren sus servicios, estudiantes de diferentes aldeas y cantones como San José Pachimachó, Chuisuc, Santa Rita, cantón Villa Hermosa, entre otros, así como para implementar otros servicios.

En lo referente a lo cultural y según lo expresado por las autoridades municipales, y pobladores del lugar, existe la necesidad de ampliar el salón comunal de la aldea Santa Rita, por las diferentes festividades y reuniones que allí se desarrollan.

1.1.2 Análisis de la información

De acuerdo a opiniones externadas por la población y autoridades municipales, así como un análisis minucioso, se toman en cuenta los siguientes factores.

Unas adecuadas instalaciones para el edificio municipal, juegan un papel importante para la buena administración del municipio, así como para su inevitable crecimiento.

Con un nuevo edificio municipal para el municipio se podrán implementar, servicios como capacitaciones en el manejo de sistemas de servicio de drenajes y agua potable, para comunidades que así lo requieren.

En el actual edificio municipal, no existe un área adecuada para bodega, lo que ha traído como consecuencia, el deterioro de equipo para el mantenimiento del municipio y el deterioro de materiales de construcción por guardarse en lugares inadecuados.

La ampliación de la biblioteca y del salón comunal de la aldea Santa Rita, son proyectos necesarios, pero no indispensables para el buen funcionamiento del municipio, caso contrario con el edificio municipal.

1.1.3 Priorización de las necesidades

Tomando en cuenta las necesidades expuestas por los vecinos del lugar, como de la expuesto por los funcionarios de la administración municipal y de los recursos disponibles, la Priorización se hace de la siguiente manera:

- 1 La construcción de un nuevo edificio municipal, constituye la principal necesidad del municipio, por la importancia que tiene para un buen funcionamiento del mismo.
- 2 La construcción del segundo nivel de la biblioteca “Casa de la cultura”, por la importancia que esta tiene para la educación en el municipio.
- 3 La ampliación del salón comunal de la aldea Santa Rita, con lo cual se estarían mejorando y fomentando las actividades culturales del lugar.

2 FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño de edificación de dos niveles

2.1.1 Descripción del Proyecto

El proyecto a diseñar consiste en un edificio municipal de dos niveles para oficinas, siendo la distribución de ambientes como se describe a continuación:

Primer nivel. Estará compuesto por un salón municipal con capacidad para cien personas, un archivo municipal, una bodega, un área para guardianía, oficinas para las dependencias de registro, recepción e información, receptoría, tesorería, juzgado de aguas, juzgado de asuntos municipales, servicios sanitarios para damas y caballeros y una sala de espera.

Segundo nivel. Estará compuesto por un salón para recepciones y capacitaciones, oficinas para despacho del alcalde, secretaría municipal, proyectos, arquitectura, E.P.S., asuntos varios, derechos de la mujer, síndicos, concejales, un salón de sesiones, una cocina y servicios sanitarios para damas y caballeros.

La estructura del nuevo edificio municipal será a base de marcos dúctiles y nudos rígidos con losas de concreto armado, los muros serán de block pómez y tabiques, ventanas, piso cerámico y puertas de madera.

2.1.2 Descripción del área disponible.

2.1.2.1 Localización del terreno

El terreno se localiza en la 5ta calle 4-30 zona 1 del municipio La Esperanza y es donde actualmente se encuentra el edificio municipal.

2.1.2.2 Topografía del terreno

Por la forma del terreno no hubo necesidad de realizar un levantamiento planimétrico ni altimétrico, ya que dicho terreno es de una superficie plana. La medición se realizó con cinta, y tiene un área de 937.40m²

2.1.3 Evaluación de la calidad de suelos.

El suelo en general contiene una amplia variedad de materiales tales como: Grava, arena, mezclas arcillosas y limos. En este caso particular, el suelo en el terreno del edificio, se define como una ARENA LIMOSA CON PRESENCIA DE MATERIA ORGÁNICA Y GRAVA COLOR CAFÉ OSCURO.

El ensayo efectuado fue el denominado TRIAXIAL efectuado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, y se hizo mediante una muestra inalterada extraída en el lugar del proyecto a una profundidad de 2.00m, que fue cubierta con parafina para lograr dicho estado de inalterada.

2.1.3.1 Determinación del valor soporte.

2.1.3.1.1 Valor soporte de suelo.

También se le llama capacidad de carga del suelo y es una característica de cada sistema de suelo-cimentación, y no sólo una cualidad intrínseca del suelo.

Los distintos tipos de suelo difieren en su valor soporte, pero también ocurre que para un mismo suelo, dicho valor varía con la forma, tipo, tamaño y profundidad del elemento de cimentación que aplica la presión.

Es importante mencionar que la resistencia de los suelos a la deformación, depende preponderantemente de su resistencia a la fuerza cortante, la cual es el resultado de la superposición de los efectos de fricción y cohesión de dicho suelo.

A continuación se presentan los datos del ensayo triaxial, efectuado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Tipo de ensayo:	No consolidado y no drenado.
Descripción del suelo:	Arena limosa con presencia de materia orgánica y grava color café oscuro.
Dimensión y tipo de la probeta :	2.5"X5"
Densidad seca:	1.38T/m ³
Humedad:	26.4%

Resultados

$$\text{Coeficiente de cohesión} = 1.4\text{T/m}^2$$

$$\text{Ángulo de fricción interna} = 27.91^\circ$$

Cálculo del valor soporte de suelo.

$$\text{Coeficiente de cohesión} = 1.4\text{T/m}^2$$

$$\text{Ángulo de fricción interna} = 27.91^\circ$$

$$\text{Base} = 2.00\text{m}$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1.38\text{T/m}^3$$

$$\text{Desplante} = 1.50\text{m}$$

$$\text{Factor de seguridad} = 3$$

$$\Phi_{\text{rad}} = 27.91 \cdot \pi / 180$$

$$= 0.487\text{rad}$$

$$\begin{aligned} \text{Factor de flujo de carga } N_q &= \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - \varphi_{\text{rad}}\right) \tan \varphi}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right)} = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - 0.487\right) \tan 0.487}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{0.487}{2}\right)} \\ &= 50.47 \end{aligned}$$

Factor de flujo de carga última

$$N_c = \cot \varphi \cdot (N_q - 1) = \cot 0.487 (50.47 - 1)$$

$$N_c = 93.42$$

Factor de flujo de γ

$$N_{\gamma} = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi$$

$$N_{\gamma} = 2 \cdot (50.47 + 1) \cdot \tan 0.487$$

$$N_{\gamma} = 54.51$$

Capacidad portante última

$$q_o = 0.4 \cdot \gamma_s \cdot B \cdot N_{\gamma} + 1.3 \cdot C \cdot N_c + \gamma_s \cdot D \cdot N_q$$

$$q_o = 0.4 \cdot 1.38 \cdot 2 \cdot 54.51 + 1.3 \cdot 1.4 \cdot 93.42 + 1.38 \cdot 1.5 \cdot 50.47$$

$$q_o = 334.67$$

Capacidad portante neta última

$$q_{on} = q_o - \gamma_s \cdot D_q$$

$$q_{on} = 334.67 - 1.38 \cdot 1.5$$

$$q_{on} = 113.33$$

$$V_s = q_{on} / F.S. = 37.78 \text{ T/m}^2$$

Por lo tanto el valor soporte de suelo V_s calculado es 37.78 T/m^2

2.1.4 Normas para el diseño de edificios para oficinas.

Para la distribución y disposición de áreas, aspectos arquitectónicos y de funcionamiento, se aplican las normas contenidas en el “reglamento de construcciones de edificios para oficinas”, conjugándolas con criterios personales. Las normas aplicadas en este trabajo se describen a continuación.

2.1.4.1 Criterios generales.

Una adecuada distribución de los ambientes, contribuirá a un eficiente funcionamiento del edificio, así las oficinas de atención al público, oficinas administrativas y ambientes destinados al aprendizaje, quedarán agrupados según su función; sin descuidar también la eficiente ubicación de las áreas de circulación y el módulo de gradas que debe estar ubicado en un punto de común y fácil acceso para todos los ambientes.

2.1.4.2 Criterios de conjunto

- a) Conjunto Arquitectónico: se toman como base los requisitos que debe de cumplir el edificio municipal para atender a las personas que se espera recibir, y se debe de diseñar con respecto a su funcionalidad incluyendo todas las áreas a utilizar.
- b) Emplazamiento: un correcto emplazamiento del conjunto arquitectónico en el terreno se logra cuando el área construida en planta baja no excede el 40% del área total del terreno.
- c) Orientación del edificio: Una correcta orientación proporciona una óptima iluminación, ventilación y asoleamiento de todos los ambientes del edificio. La orientación ideal es de norte a sur, de preferencia abriendo las ventanas hacia el norte; sin embargo, la orientación será definida en el terreno, tomando en cuenta que el sentido del viento dominante es el ideal para abrir ventanas bajas.

- d) Superficie y altura del edificio: La superficie varía en función de las necesidades que se tengan que satisfacer, tanto en capacidad como en tipo de atención al público; y la altura no debe exceder de tres niveles, tratando de ubicar las oficinas de atención al público en el primer nivel.

Para el edificio municipal, se tomó en cuenta lo descrito anteriormente, debido a que es una ampliación, el área de construcción del edificio municipal y el área para bodega, ocupará el 70% del terreno; el edificio esta orientado de norte a sur, lo cual se garantiza una correcta iluminación y ventilación; el edificio es de dos niveles, con altura de ambientes de 3.00m con lo que se cumple el inciso d).

2.1.4.3 Criterios de iluminación

- a) Generalidades de iluminación en el edificio: La iluminación debe de ser abundante y uniforme, evitando la proyección de sombras y contrastes muy marcados. Para lograr lo anterior, deben tomarse en cuenta los siguientes criterios.

- Es importante el número, tamaño y ubicación de las ventanas y/o lámparas.
- Un local pequeño recibe mejor la iluminación que uno grande, pero sus dimensiones dependen de los requerimientos de espacio.
- Los acabados mas brillantes permiten mayor reflexión de la luz y como resultado una mejor iluminación.

b) Tipos de iluminación: por su procedencia, la iluminación se divide en natural y artificial. La iluminación natural, por la ubicación de las ventanas, se divide en unilateral, bilateral y cenital. Estos cuatro tipos de iluminación, aceptados para los edificios de oficinas, se describen a continuación:

- Iluminación natural unilateral: este caso se da cuando sólo un lado del ambiente tiene ventanas; las ventanas deben tener un área de 25 a 30% del área total de piso; el techo y el muro opuesto a la ventana deben ser claros; y el muro opuesto a la ventana estará a una distancia no mayor de 2.5 veces la altura del muro de ventana.
- Iluminación natural bilateral: este caso se da cuando existen ventanas en las paredes laterales al ambiente; las ventanas deben tener un área de iluminación entre 25 y 30%.
- Iluminación natural cenital: en este caso, la iluminación es por medio de ventanas colocadas en el techo del ambiente, para esta iluminación se toma como área de ventanas del 15 al 20% del área total de piso.
- Iluminación artificial: este caso se acepta únicamente cuando sea muy justificado; debe ser difuso, para evitar molestias en la vista; también debe ser lo mas parecido a la iluminación natural.

Para la iluminación del edificio municipal, se tomo el concepto de iluminación natural bilateral donde fue posible, ya que el edificio está orientado de norte a sur, teniendo un área de iluminación del 25%. Para la iluminación artificial, se colocaron lámparas de 2*40W.

2.1.4.4 Otros criterios.

- a) Ventilación: la cantidad disponible de aire en el ambiente, tiene gran importancia en el desarrollo de las actividades administrativas.

- b) Criterios de color: desde el punto de vista físico, el color de los ambientes, optimiza la iluminación de los mismos; desde el punto de vista psicológico, los colores influyen en el estado de ánimo del usuario.

- c) Confort acústico: es importante que en un edificio de oficinas exista confort acústico, ya que éste influye grandemente en el estado anímico y el grado de concentración en las actividades administrativas. Para el confort acústico es necesario que no exista ninguna interferencia sonora entre los ambientes, ni ruidos que sobrepasen los límites aceptables de tolerancia.

Para el edificio municipal, la ubicación del mismo facilitó la ventilación debido a que el viento va de norte a sur. El lugar en donde se localiza el edificio, el transito es escaso por lo cual el ruido vehicular no afecta.

2.1.5 Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico se refiere a darle forma adecuada y distribuir en conjunto los diferentes ambientes que componen el edificio. Esto se hace para tener un lugar cómodo y funcional para su uso. Para lograrlo, se deben tomar en cuenta los diferentes criterios arquitectónicos, principalmente para este caso.

Los edificios, se deben diseñar de acuerdo con las necesidades que se tengan; estarán limitados por el espacio disponible, los recursos materiales y las normas de diseño que existan. La tipología arquitectónica se elegirá basándose en el criterio del diseñador. Para este caso el edificio necesita un salón municipal, un salón para reuniones, un salón para recepciones, una sala de archivo, oficinas para registro, juzgado de asuntos municipales, juzgado de aguas, tesorería, receptoría, recepción e información, de asuntos varios y derechos de la mujer, para concejales, síndicos, arquitectura y proyectos, para despacho del alcalde, para secretaría municipal, para planificación, una cocina, un dormitorio para guardianía, bodega para conserjería, una sala de espera y servicios sanitarios para damas y caballeros.

2.1.5.1 Ubicación del edificio en el terreno

El predio o terreno donde se ubicará el edificio está localizado en la parte central del municipio, el área con la que se cuenta es de 937.4m², la edificación ocupará un área de 564.75m². El edificio estará ubicado en la parte frontal del terreno.

2.1.5.2 Distribución de ambientes

La forma de los ambientes y su distribución dentro del edificio se hizo de forma que queden ubicados conforme su función y la relación existente entre ellos, es decir área de atención al público, área administrativa, área técnica y área de servicio, cumpliendo así con el criterio de funcionalidad del edificio, y aprovechando al máximo el espacio disponible.

2.1.5.2.1 Ambientes en el primer nivel.

En el primer nivel del edificio estarán ubicados los ambientes para salón municipal, archivo, registro, bodega, guardianía, recepción e información, receptoría, tesorería, juzgado de aguas, juzgado de asuntos municipales, sala de espera y servicios sanitarios para damas y caballeros.

2.1.5.2.2 Ambientes en el segundo nivel.

En el segundo nivel estarán ubicados, el despacho del alcalde, la secretaría municipal, oficinas para proyectos, arquitectura, planificación, un salón para recepciones y capacitaciones, una cocina, oficina para asuntos municipales y derechos de la mujer, oficinas para concejales, síndicos, un salón para reuniones de trabajo y servicios sanitarios para damas y caballeros.

2.1.5.3 Alturas del edificio

Se elige un edificio de dos niveles por razón de espacio disponible. La altura será de 3.00 m de piso a cielo en todos los ambientes, se dejará con esas medidas para dar confort, tanto a los ambientes como a los espacios de circulación.

2.1.6 Selección del sistema estructural a usar

Teniendo en cuenta el área del terreno y las necesidades de espacios por ambiente, se hace necesario el diseño de un edificio de dos niveles, para lo cual se eligió el sistema estructural de marcos dúctiles unidos con nudos rígidos de concreto reforzado, tabiques de mampostería y losas tipo vigueta y bovedilla de concreto reforzado.

2.1.6.1 Predimensionamiento de elementos estructurales

2.1.6.1.1 Predimensionamiento de columnas

El método utilizado para predimensionar columnas, consiste en calcular la sección con base a la carga aplicada. Interesa en este caso que las dimensiones de la columna sean simétricas, por lo tanto se usarán columnas cuadradas cuyas medidas serán las mismas que las de la columna mas crítica.

Ecuación:

$$P = 0.8(0.2225F'cAg + FyAs)$$

Cuantía de acero en columnas

$$1\%Ag < As < 8\%Ag$$

Se usará 2%Ag

$$F'c = 281\text{kg/cm}^2$$

$$Fy = 2810\text{kg/cm}^2$$

Solución

$$P = 57,428.8\text{kg} \text{ (calculado con base a áreas tributarias)}$$

$$P = 0.8(0.2225F'cAg + FyAs)$$

$$57428.8\text{kg} = 0.8(0.225*280Ag + 2810*0.02*Ag)$$

$$Ag = 602.23\text{cm}^2$$

Proponiendo una columna cuadrada de 35cm * 35cm se observa que

$$35\text{cm}*35\text{cm} = 1225\text{cm}^2 > 602.23\text{cm}^2$$

2.1.6.1.2 Predimensionamiento de 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 viga; la base de la viga se diseñará en base a los siguientes criterios. $b/d > 0.3$, $b < 3/4d$. En este caso, solo se calculará la viga crítica, esto es la de mayor longitud, y las otras quedan con igual sección.

$$h = 0.08L$$

donde h = altura de la viga

L = máxima luz a cubrir.

$$h = 0.08(6.00\text{m})$$

$$h = 48\text{cm} = 45\text{cm}$$

Chequeo de altura mínima de la viga, para el control de flechas.

$h_{min} = L / 18.5$ para vigas con un extremo continuo.

$$h_{min} = 6.00 / 18.5 = 0.3243$$

Como $f_y = 40000\text{psi}$

$$h_{min} = 0.3243\text{m} * (0.4 + f_y/100,000)$$

$$h_{min} = 0.3243\text{m} * (0.4 + f_y/100,000)$$

$$h_{min} = 25.94\text{cm}$$

$$\mathbf{45\text{cm} > 25.94\text{cm}}$$

Se propone una base de la viga de 25cm

$$b/d > 0.3$$

$$25/45 = \mathbf{0.56 > 0.3}$$

$$b < 3/4d$$

$$25 < \frac{3}{4}(45)$$

$$\mathbf{25 < 33.75}$$

Por lo tanto las dimensiones de la sección de la viga = 25cm*45cm

2.1.6.1.3 Predimensionamiento de losas

Losas: el método usa como variable el perímetro de la losa y el tipo de apoyos que tiene. En este caso, todas las losas están apoyadas en los cuatro lados, aunque se tiene varias medidas de losa, por tanto se toma la crítica y el peralte resultante se usa en ambas.

t Losa = (perímetro de losa) / 180

t Losa = $(6.00*2 + 5.37*2) / 180 = \mathbf{0.126\text{m} > 0.12\text{m}}$, por tanto para evitar chequeo de deflexiones como establece el ACI, se construirá una losa con el sistema de Losas Prefabricadas de vigueta y bovedilla.

Se selecciona un espesor tentativo de losa de 25cm, para las dos plantas, con loseta de compresión de 5 cm, viguetas de 10cm de espesor y bovedillas de 40cm*20cm, de 20 cm de altura, lo que es tradicional en nuestro medio.

Peso de losa

$$\text{Peso de loseta de compresión} = 1\text{m} \cdot 1\text{m} \cdot 0.05\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 = 120\text{kg/m}^2$$

$$\text{Peso de viguetas} = 4 \cdot 0.10\text{m} \cdot 0.20\text{m} \cdot 1\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 = 192\text{kg/m}^2$$

$$\text{Bovedillas} = 8\text{unidades/m}^2 \cdot 12\text{kg/unidad} = 96\text{kg/m}^2$$

$$\text{Enlucido y masillado} = 1\text{m} \cdot 1\text{m} \cdot 0.04\text{m} \cdot 2200\text{kg/m}^3 = 88\text{kg/m}^2$$

$$\text{Recubrimiento de piso} = 1\text{m} \cdot 1\text{m} \cdot 0.02\text{m} \cdot 2200\text{kg/m}^3 = 44\text{kg/m}^2$$

$$\text{Peso total de la losa} = \mathbf{540\text{kg/m}^2}$$

Predimensionamiento de zapatas

$$P_u = 74.186\text{Ton}$$

$$F_{cu} = 1.48$$

$$V_s = \text{Valor soporte del suelo} = 37.78 \text{ Ton/m}^2$$

Cálculo de la carga de trabajo:

$$P'_t = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{74.186}{1.48} = 50.12 \text{ Ton}$$

Predimensionamiento del área de la zapata:

$$A_z = \frac{1.5P'_t}{V_s} = \frac{1.5 \cdot 50.12}{37.78} = 2.00 \text{ m}^2. \text{ Se propone usar dimensiones aproximadas}$$

$$A_z = 1.75 \cdot 1.75 = 3.06 \text{ m}^2. > 2.00\text{m}^2$$

Se propone un espesor de zapata de 50 cm

2.1.6.2 Cargas de diseño.

2.1.6.2.1 Cargas verticales en marcos dúctiles.

Las estructuras están sometidas a cargas de diferente índole, para clasificarlas existen varios métodos, aquí se hace distinción de acuerdo con la dirección de su aplicación.

Carga muerta (CM)

Concreto = 2,400 Kg/m³

Acabados = 60 Kg/m²

Muros = 150 Kg/m²

Piso = 144 Kg/m²

Sobre carga = 90 Kg/m²

Carga viva (CV)

En techo = 100 Kg/m²

En pasillos = 500 Kg/m²

En oficinas = 250 Kg/m²

Fuente

AGIES 2000 NR-2 cap. 8

Pag. 28

a. Segundo nivel

Carga muerta

Wlosa = 498.21m²(540 Kg/m²) = 276954.21kg

Wviga = 268m*0.25m*0.45m*2400kg/m³ = 72360.00Kg

Wcolumnas = (0.30m*0.30m*3.20m*2,400 Kg./m³ *32) = 22118.40Kg.

Wmuros = 621.64m²*150kg/m² = 93245.62kg

Wsobrecarga = 498.21m²(90kg/m²) = 43775.91kg

Total de la carga muerta = **509517.27kg**

Carga viva

$$CV = 507.21\text{m}^2 \cdot 100 \text{ Kg./m}^2 = 50,721.00 \text{ Kg.}$$

Peso del segundo nivel

$$W = CM + 0.25CV$$

$$W = 509517.27\text{kg.} + 0.25(50,721.00 \text{ Kg.}) = 522197.52\text{Kg.}$$

b. Primer nivel

Carga muerta

$$W_{\text{losa}} = 486.40\text{m}^2(540 \text{ Kg./m}^2) \text{ m}^2 = 270575,46\text{kg}$$

$$W_{\text{viga}} = 268\text{m} \cdot 0.25\text{m} \cdot 0.45\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 = 72360.00\text{Kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = (0.30\text{m} \cdot 0.30\text{m} \cdot 3.20\text{m} \cdot 2,400 \text{ Kg./m}^3 \cdot 32) = 22118.40\text{Kg.}$$

$$W_{\text{muros}} = 621.64\text{m}^2 \cdot 150\text{kg/m}^2 = 93245.62\text{kg}$$

$$W_{\text{sobrecarga}} = 498.21\text{m}^2(90\text{kg/m}^2) = 43775.91\text{kg}$$

$$\text{Total de la carga muerta} = 502075.40\text{kg}$$

Carga viva

$$CV = 276.48\text{m}^2 \cdot 500 \text{ Kg./m}^2 + 230,73\text{m}^2 \cdot 250\text{kg/m}^2 = 195922.5 \text{ Kg.}$$

Peso del segundo nivel

$$W = CM + 0.25CV$$

$$W = 502075.40\text{kg.} + 0.25(195922.5\text{Kg.}) = 551056.02\text{Kg.}$$

Peso total de la estructura = W total

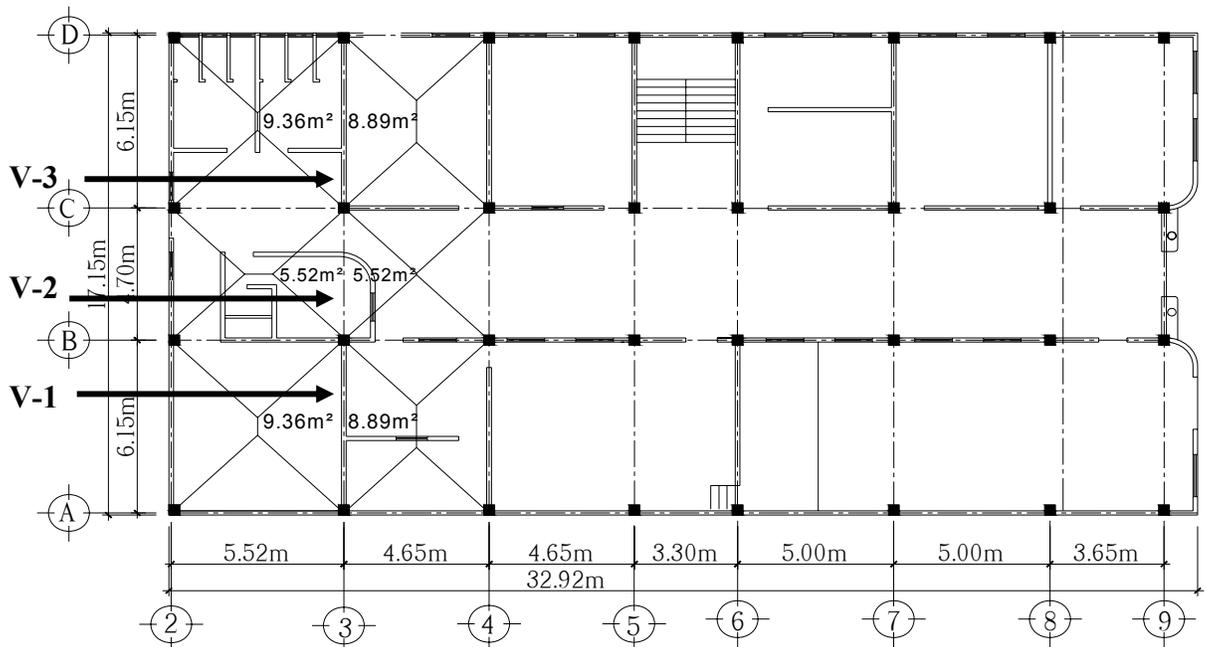
$W_{total} = W_{1nivel} + W_{2nivel}$

$W_{total} = 551056.02\text{Kg.} + 522197.52\text{Kg.}$

$W_{total} = 1073253.54 \text{ kg}$

- Losa = 540kg/m^2
- Muros divisorios = 150kg/m^2
- Peso propio de vigas = 270kg/m
- Peso propio de losa = 540kg/m^2
- Carga viva = 100kg/m^2 en techos
= 250kg/m^2 en oficinas
= 500kg en pasillos

Figura 1. Integración de cargas en el marco 3.



Integración de cargas en marco 3.

Primer nivel

Viga 1

$$CM = (8.89+9.36)*540/6.15 + 0.25*0.45*2400 + (8.89+9.36)*90/6.15$$

$$CM = 2139.51\text{kg/m}$$

$$CV = 8.89*500/6.15+9.36*500/6.15$$

$$CV = 1483.74\text{kg/m}$$

Viga 2

$$CM = (5.52+5.52)*540/4.70 + 0.25*0.45*2400+150*3 + (5.52+5.52)*90/4.70$$

$$CM = 2199.83\text{kg/m}$$

$$CV = 5.52*500/4.7+5.52*500/4.70$$

$$CV = 1174.47\text{kg/m}$$

Viga 3

$$CM = (8.89+9.36)*540/6.15 + 0.25*0.45*2400 + 150*3 + (8.89+9.36)*90/6.15$$

$$CM = 2589.51\text{kg/m}$$

$$CV = 8.89*250/6.15 + 9.36*500/6.15$$

$$CV = 1122.36$$

Segundo nivel

Viga 1

$$CM = (8.89+9.36)*540/6.15 + 0.25*0.45*2400 + (8.89+9.36)*90/6.15$$

$$CM = 2139.51\text{kg/m}$$

$$CV = 8.89*100/6.15 + 9.36*100/6.15$$

$$CV = 296.75\text{kg/m}$$

Viga 2

$$CM = (5.52+5.52)*540/4.70 + 0.25*0.45*2400 + (5.52+5.52)*90/4.70$$

$$CM = 1749.83\text{kg/m}$$

$$CV = 5.52*100/4.70 + 5.52*100/4.7$$

$$CV = 234.89\text{kg/m}$$

Viga 3

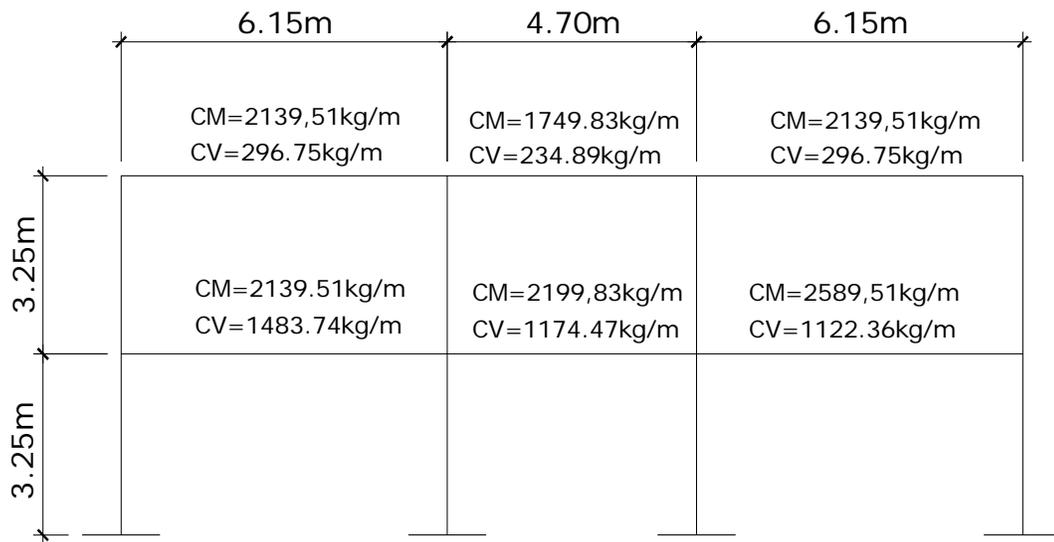
$$CM = (8.89+9.36)*540/6.15 + 0.25*0.45*2400+(8.89+9.36)*90/6.15$$

$$CM = 2139.51\text{kg/m}$$

$$CV = 8.89*100/6.15 + 9.36*100/6.15$$

$$CV = 296.75\text{kg/m}$$

Figura 2. Cargas calculadas para marco 3.



MARCO 3

2.1.6.2.2 Cargas horizontales en marcos dúctiles unidos con nudos rígidos

Existen dos fuerzas horizontales, viento y sismo, a las que está expuesto comúnmente un edificio. Regularmente, se considera en el análisis estructural únicamente una de las dos, ya que los fenómenos naturales que las provocan no se presentan simultáneamente.

2.1.6.3 Fuerzas sísmicas.

Guatemala es un país con riesgo sísmico, por tal razón se diseñan los edificios tomando en cuenta este fenómeno. Para encontrar las fuerzas sísmicas en el edificio municipal, se aplicó el método SEAOC, el cual se describe a continuación.

Método SEAOC –edificio municipal-

Corte Basal V: es la fuerza sísmica que el suelo transmite al edificio en la base. El corte basal está dado por la ecuación siguiente:

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

Donde:

- Z** coeficiente que depende de la zona, Región 4.2
- I** coeficiente de importancia de la obra después de que actúa el sismo y debe estar entre el rango de $1.10 < I < 1.50$, para que funcione correctamente.
- K** coeficiente dependiente del sistema estructural usado
- C** coeficiente que depende del periodo natural de vibración
- S** coeficiente de depende del tipo de suelo
- W** peso propio de la estructura más el 25% de las cargas vivas.

Nota

El sismo no actúa en una dirección determinada con respecto al edificio. Por tal razón se necesita evaluar el corte Basal en las direcciones X y Y (transversal y longitudinal respectivamente), y con los valores resultantes se puede diseñar el edificio contra un sismo en cualquier dirección.

Para este caso particular, los valores correspondientes para el sentido x, se describen a continuación:

Z = 1 por ser una zona sísmica

I = 1.30 para edificios públicos.

K = 0.67 para marco dúctiles

Los valores Z, I y K para el sentido y son los mismos que para X, por lo que las posibles variaciones radican en los valores de C y S.

El factor C depende del período natural fundamental de vibración de la estructura T y está dado por $C = \frac{1}{1.5\sqrt{T}}$; El valor C debe ser menor que 0.12, y si resulta mayor que 0.12 se debe usar 0.12. De igual manera el producto de C*S no debe ser mayor que 0.14 o de lo contrario se usará este último.

El valor de C, así como el producto de C*S se determina, en el sentido X y en el sentido Y, de la manera siguiente:

$$T_x = (0.0906*6.4)/(17.15)^{0.5} = 0.140$$

$$0.178$$

$$C_x = 1 / (15*(0.14)^{0.5}) =$$

$$T_y = (0.0906*6.4)/(33.00)^{0.5} = 0.101$$

$$0.178$$

$$C_y = 1 / (15*(0.14)^{0.5}) =$$

$$C_x*S = 0.12*1.5 = 0.18 \quad \text{por tanto usar}$$

$$C_x*S = 0.14$$

$$C_y*S = 0.12*1.5 = 0.18 \quad \text{por tanto usar}$$

$$C_y*S = 0.14$$

Por lo que el corte basal en los sentidos X y Y se muestra a continuación.

$$V_x = 1*1.3*0.67*0.14*1,073,253.54 \text{ kg} = 130872,54 \text{ kg}$$

$$V_y = 1*1.3*0.67*0.14*1,073,253.54 \text{ kg} = 130872,54 \text{ kg}$$

Fuerza por nivel

La fuerza total lateral V puede ser distribuida en toda la altura de la estructura de acuerdo a la fórmula dada a continuación:

Donde

V = corte basal

F_t = fuerza en la cúspide

F_i = fuerza por nivel

La fuerza concentrada en la cúspide se determina como se verá a continuación y debe cumplir con las siguientes condiciones dadas en el código SEAOC:

Si $T < 0.25$ segundos; $F_t = 0$

Si $T > 0.25$ segundos; $F_t = 0.07 TV$

Donde

T = período fundamental de la estructura

Por lo tanto, el valor de la fuerza, es decir del corte basal V , puede ser distribuida en los niveles de la estructura, según la fórmula:

$$F_i = \frac{(V - F_t) * W_i H_i}{\sum W_i H_i}$$

Donde:

W_i = peso de cada nivel

H_i = altura de cada nivel

Fuerza en la cúspide F_t es igual a 0 en los dos sentidos ya que T_x y $T_y < 0.25$

Fuerza por nivel

Sentido X

$$F1 = \frac{(130872.54 - 0)(551056.02 * 3.2)}{551056.02 * 3.2 + 522197.52 * 6.4} = 45,202.33 \text{ Kg.}$$

$$F2 = \frac{(130872.54 - 0)(522197.52 * 6.4)}{551056.02 * 3.2 + 522197.52 * 6.4} = 85,670.21 \text{ Kg.}$$

Sentido Y

$$F1 = 45,202.33 \text{ Kg}$$

$$F2 = 85,670.21 \text{ Kg.}$$

A manera de aprobación: $V = Ft + F2 + F1 = 130,872.54\text{kg}$

Fuerza por marco

En las estructuras se calculará dividiendo la fuerza por piso entre el número de marcos paralelos a esta fuerza, Si los marcos espaciados están simétricamente colocados. Si los marcos espaciados son asimétricos se tendrá que dividir la fuerza de piso F_i proporcional a la rigidez de los marcos.

Rigidez por marco

La rigidez por marco se calcula sumando las rigidezes de todas las columnas, que se encuentren en la dirección del marco calculado, y la rigidez por cada columna se calcula mediante las siguientes ecuaciones:

Para columnas que se encuentren en el primer nivel

$$\text{Rigidez } K = 1/((ph^3/12EI) + (1,2ph/AG))$$

Para columnas que se encuentren en el segundo nivel.

$$\text{Rigidez } K = 1/((ph^3/3EI) + (1,2ph/AG))$$

Y con los siguientes datos se calcula la rigidez de las columnas para el primer nivel.

$$\begin{aligned} \text{Sección 1} &= 0,35 \text{ m} \\ \text{Sección 2} &= 0,35 \text{ m} \\ h &= 3,25 \text{ m} \\ E_c &= 252671,328 \text{ Kg/cm}^2 \\ I &= 0,00125052 \text{ m}^4 \\ G &= 101068,531 \text{ Kg/cm}^2 \\ P &= 10000 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$K1 = 1/((10000 * 3.25^3) / (12 * 252671,328 * 0,00125052) + (1.2 * 10000 * 3.25 / (0.1225 * 101068.53)))$$

$$K1 = 0,01067394$$

La rigidez para columnas del segundo nivel calculada con su ecuación correspondiente:

$$K2 = 0,00273752$$

Cálculo de las rigideces por marco

Las rigideces por marco se calcularán sumando las rigideces de las columnas que se encuentren en la dirección del marco.

Sentido x

Primer nivel

$$\text{Rigidez por marco} = 4 \cdot 0,01067394 = 0,04269575$$

Segundo nivel

$$\text{Rigidez por marco} = 4 \cdot 0,00273752 = 0,01095007$$

Sentido y

Primer nivel

$$\text{Rigidez por marco} = 8 \cdot 0,01067394 = 0,08539149$$

Segundo nivel

$$\text{Rigidez por marco} = 8 \cdot 0,00273752 = 0,02190014$$

Cálculo del centro de rigidez.

El centro de rigidez, tanto en la dirección x como en la y, se calculan por medio de la siguiente ecuación.

$$\text{C.R.} = \frac{\sum K_i \cdot d_i}{K_i}$$

En donde:

$\sum Ki \cdot di$ = es la sumatoria del producto de la rigidez de cada marco por la distancia hacia el centro del marco 9 en el caso de la dirección Y, y el marco A en la dirección X.

$\sum Ki$ = es la sumatoria de todos los marcos en la dirección perpendicular, a la dirección en donde se quiere hallar el C.R.

Para el cálculo de los centros de rigidez, en las direcciones X y Y se usaron las siguientes tablas las cuales se muestran a continuación:

Tabla I. Cálculo del centro de rigidez, 1er nivel en y

Marco	Ki	di	ki*di
9	0,0427	0	0
8	0,0427	3,65	0,15583947
7	0,0427	8,65	0,36931821
6	0,0427	13,65	0,58279694
5	0,0427	16,95	0,7236929
4	0,0427	21,6	0,92222812
3	0,0427	26,25	1,12076334
2	0,0427	31,77	1,35644386
suma	0,34157	suma	5,23108283

$$\text{C.R.} = 5,2310/0,3415$$

$$\text{C.R.} = 15,315\text{m}$$

Tabla II. Cálculo del centro de rigidez, 2do nivel en y

Marco	Ki	di	ki*di
9	0,01095	0	0
8	0,01095	3,65	0,03996775
7	0,01095	8,65	0,09471808
6	0,01095	13,65	0,14946842
5	0,01095	16,95	0,18560365
4	0,01095	21,6	0,23652146
3	0,01095	26,25	0,28743927
2	0,01095	31,77	0,34788365
suma	0,0876	suma	1,34160228

$$\text{C.R.} = 1,3416/0,0876$$

$$\text{C.R.} = 15,315\text{m}$$

Tabla III. Cálculo del centro de rigidez, 1er nivel en x

Marco	ki	di	ki*di
A	0,08539149	0	0
B	0,08539149	6,15	0,52515768
C	0,08539149	10,85	0,92649769
D	0,08539149	17	1,45165537
Suma	0,34156597	suma	2,90331075

$$\text{C.R.} = 2,9033/0,3415$$

$$\text{C.R.} = 8,5\text{m}$$

Tabla IV. **Cálculo del centro de rigidez, 2do nivel, en x**

Marco	ki	di	ki*di
A	0,02190014	0	0
B	0,02190014	6,15	0,13468583
C	0,02190014	10,85	0,23761647
D	0,02190014	17	0,3723023
suma	0,08760054	suma	0,7446046

$$C.R. = 0,7446/0,0876$$

$$C.R. = 8,5m$$

Cálculo del centro de masa

Para el cálculo de los centros de masa, en las direcciones X y Y se usó la siguiente ecuación cuyos resultados se muestran en las tablas.

$$C.M. = \frac{\sum h_i \cdot A}{\sum A}$$

Donde:

h_i = distancia del centroide del panel analizado al eje 8', en el caso del sentido Y y al eje A en el caso del sentido X.

A = área del panel analizado.

Figura 3. Distribución de paneles para cálculo de centro de masa.

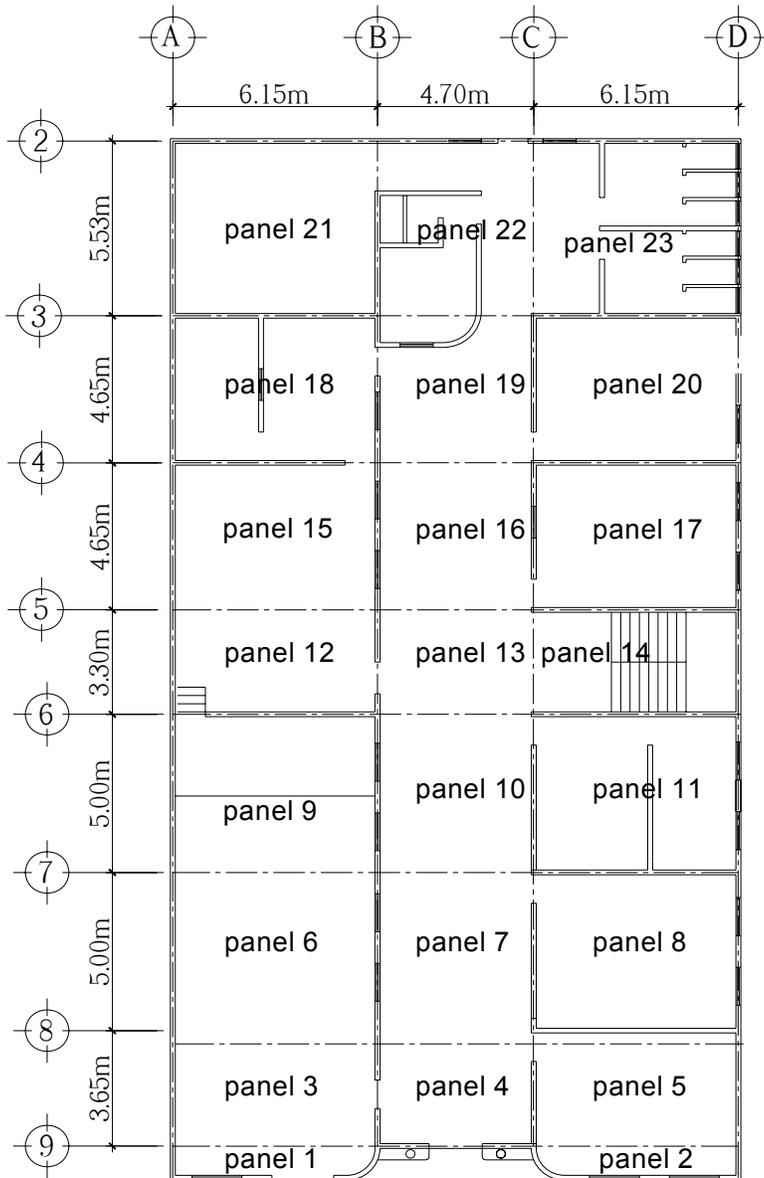


Tabla V. **Cálculo de centro de masa, 1er nivel en Y**

PANEL	hi	Area	hi*A
1	-0,5	6	-3
2	-0,5	6	-3
3	1,82	21,9	39,858
4	1,82	20,48	37,2736
5	1,82	21,9	39,858
6	6,15	29,1	178,965
7	6,15	22,07	135,7305
8	6,15	29,1	178,965
9	11,15	29,1	324,465
10	11,15	11,4	127,11
11	11,15	29,1	324,465
12	15,3	18,9	289,17
13	15,3	14,33	219,249
14	15,3	7,09	108,477
15	19,28	27	520,56
16	19,28	10,58	203,9824
17	19,28	27	520,56
18	23,925	27	645,975
19	23,925	20,48	489,984
20	23,925	27	645,975
21	29,01	32,28	936,4428
22	29,01	24,48	710,1648
23	29,01	32,28	936,4428
		Σ494,57	Σ 7607,6729

C.M. = $7607.67/494.57 = 15.38m$

Tabla VI. **Cálculo del centro de masa, 1er nivel en X**

Panel	hi	Area	hi*A
1	3,075	6	18,45
3	3,075	21,9	67,3425
6	3,075	29,1	89,4825
9	3,075	29,1	89,4825
12	3,075	18,9	58,1175
15	3,075	27	83,025
18	3,075	27	83,025
21	3,075	32,28	99,261
4	8,5	20,48	174,08
7	8,5	22,07	187,595
10	9,675	11,4	110,295
13	8,5	14,33	121,805
16	9,675	10,58	102,3615
19	8,5	20,48	174,08
22	8,5	24,48	208,08
2	13,925	6	83,55
5	13,925	21,9	304,9575
8	13,925	29,1	405,2175
11	13,925	29,1	405,2175
14	11,975	7,09	84,90275
17	13,925	27	375,975
20	13,925	27	375,975
23	13,925	32,28	449,499
	Σ 494,57	Σ 4151,77	

C.M. = $4151.78/494.57 = 8.39m$

Y de la misma manera se calcula el centro de masa en las direcciones X y Y para el segundo nivel.

$$C.M.x. = 8.55m$$

$$C.M.y = 15.48m$$

Por tanto la diferencia entre los centros de rigidez y gravedad es como sigue:

Primer nivel

$$e_x = |CR_x - CM_x| = |8,5m - 8.39m| = 0.11m$$

$$e_y = |CR_y - CM_y| = |15,315m - 15.48m| = 0.17m$$

Segundo nivel

$$e_x = |CR_x - CM_x| = |8,5m - 8.55m| = 0.05m$$

$$e_y = |CR_y - CM_y| = |15..32m - 15.48| = 0.16m$$

Por tanto como existe excentricidad en los dos sentidos X y Y, las fuerzas por marco se distribuirán en función del porcentaje de rigidez que represente cada marco con respecto al piso, y la fuerza aplicada por el momento torsor que origina dicha excentricidad.

Las ecuaciones a usar son las siguientes:

$$Ei = \frac{\sum K * (d')^2}{K * d'}$$

$$Fmr = \frac{K * Fp}{Kp}$$

$$Fmt = \frac{e * Fp}{Ei}$$

Donde:

Ei = Factor de proporcionalidad en función de la rigidez del marco.

Fmr = Fuerza del marco en función de su rigidez.

Fmt = Momento torsor.

d = Distancia del marco en analizado al marco de referencia.

d ' = Distancia del marco analizado al centro de rigidez.

Fm = Fuerza por marco

K = Rigidez del marco

e = excentricidad.

Fp = Fuerza de piso

Tabla VII. **Distribución de fuerzas en marcos, primer nivel sentido y**

MARCO	K/marco	d	d'	k*d	k*d'	e
A	0,085	0,000	-8,500	0,000	-0,726	-0,105
B	0,085	6,150	-2,350	0,525	-0,201	-0,105
C	0,085	10,850	2,350	0,926	0,201	-0,105
D	0,085	17,000	8,500	1,452	0,726	-0,105
Σ	0,342					

$(d')^2$	$k*(d')^2$	Ei	Fmr	Fmt	fm
72,250	6,170	-18,299	11300,582	260,057	11560,639
5,523	0,472	-66,189	11300,582	71,898	11372,480
5,523	0,472	66,189	11300,582	-71,898	11300,582
72,250	6,170	18,299	11300,582	-260,057	11300,582

Σ 13,282

Tabla VIII. Distribución de fuerzas en marcos, segundo nivel sentido y

MARCO	k/marco	d	d'	k*d	k*d'	e
A	0,022	0,000	-8,500	0,000	-0,186	0,049
B	0,022	6,150	-2,350	0,135	-0,051	0,049
C	0,022	10,850	2,350	0,238	0,051	0,049
D	0,022	17,000	8,500	0,372	0,186	0,049

Σ 0,088

$(d')^2$	$k*(d')^2$	Ei	Fmr	Fmt	fm
72,250	1,582	-18,299	21417,553	-228,242	21417,553
5,523	0,121	-66,189	21417,553	-63,102	21417,553
5,523	0,121	66,189	21417,553	63,102	21480,655
72,250	1,582	18,299	21417,553	228,242	21645,795

Σ 3,406

Tabla IX. **Distribución de fuerzas en marcos, primer nivel sentido x**

MARCO	K/marco	d	d'	k*d	k*d'	e
2	0,043	0,000	-15,315	0,000	-0,654	0,067
3	0,043	3,650	-11,665	0,156	-0,498	0,067
4	0,043	8,650	-6,665	0,369	-0,285	0,067
5	0,043	13,650	-1,665	0,583	-0,071	0,067
6	0,043	16,950	1,635	0,724	0,070	0,067
7	0,043	21,600	6,285	0,922	0,268	0,067
8	0,043	26,250	10,935	1,121	0,467	0,067
9	0,043	31,770	16,455	1,356	0,703	0,067

Σ 0,342

(d') ²	k*(d') ²	Ei	Fmr	Fmt	fm
234,549	10,014	-55,523	5650,291	-54,871	5650,291
136,072	5,810	-72,896	5650,291	-41,793	5650,291
44,422	1,897	-127,582	5650,291	-23,879	5650,291
2,772	0,118	-510,710	5650,291	-5,965	5650,291
2,673	0,114	520,080	5650,291	5,858	5656,149
39,501	1,687	135,295	5650,291	22,518	5672,809
119,574	5,105	77,762	5650,291	39,178	5689,469
270,767	11,561	51,676	5650,291	58,955	5709,246

Σ 36,306

Tabla X. **Distribución de fuerzas en marcos, segundo nivel sentido x**

MARCO	K/marco	d	d'	k*d	k*d'	e
2	0,011	0,000	-15,315	0,000	-0,168	0,161
3	0,011	3,650	-11,665	0,040	-0,128	0,161
4	0,011	8,650	-6,665	0,095	-0,073	0,161
5	0,011	13,650	-1,665	0,149	-0,018	0,161
6	0,011	16,950	1,635	0,186	0,018	0,161
7	0,011	21,600	6,285	0,237	0,069	0,161
8	0,011	26,250	10,935	0,287	0,120	0,161
9	0,011	31,770	16,455	0,348	0,180	0,161

Σ 0,088

(d') ²	k*(d') ²	Ei	Fmr	Fmt	fm
234,549	2,568	-55,523	10708,776	-248,122	10708,776
136,072	1,490	-72,896	10708,776	-188,987	10708,776
44,422	0,486	-127,582	10708,776	-107,981	10708,776
2,772	0,030	-510,710	10708,776	-26,975	10708,776
2,673	0,029	520,080	10708,776	26,489	10735,265
39,501	0,433	135,295	10708,776	101,825	10810,601
119,574	1,309	77,762	10708,776	177,160	10885,937
270,767	2,965	51,676	10708,776	266,591	10975,368

Σ 9,311

Figura 4. Fuerzas verticales y horizontales en marco 3

Las fuerzas verticales y horizontales en el marco 3 se muestran en la siguiente figura.

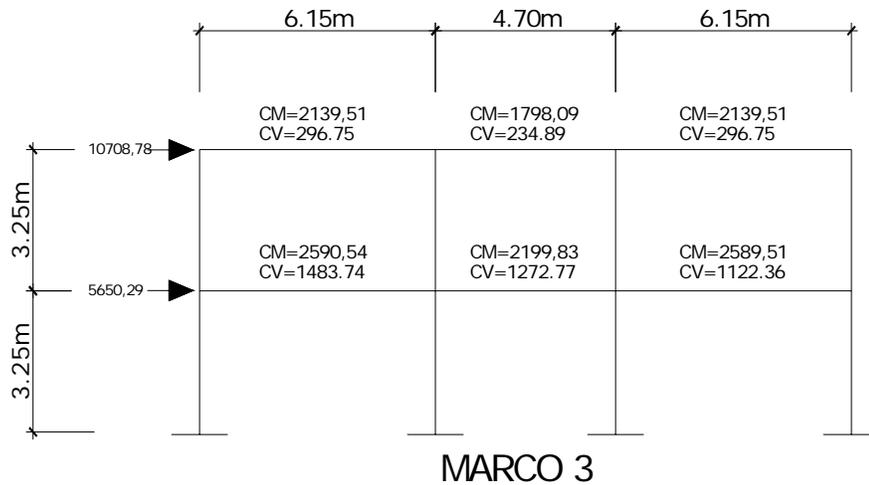
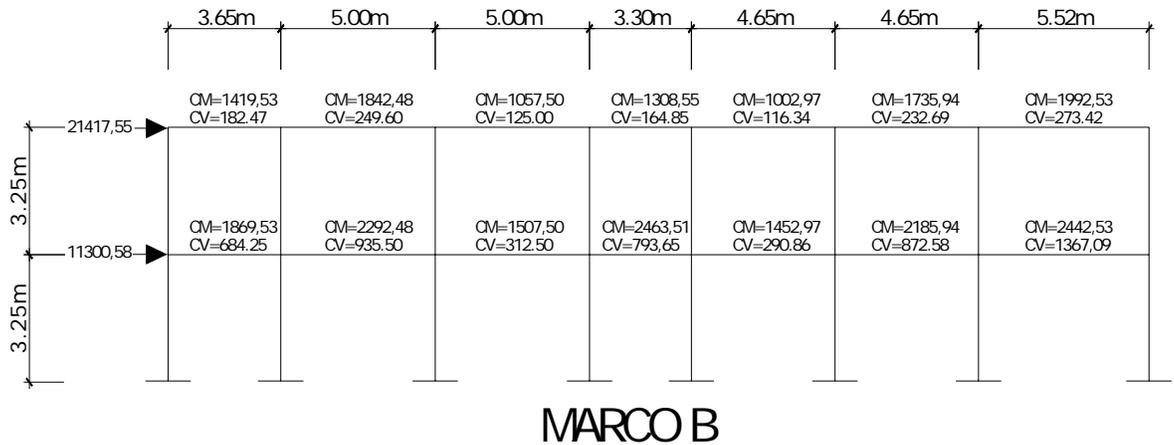


Figura 5. Fuerzas Verticales y horizontales en marco B

Las fuerzas verticales y horizontales en el marco B se muestran en la siguiente figura.



Calculado de la misma forma que para el marco 3.

2.1.6.4 Modelos matemáticos para marcos dúctiles unidos con nudos rígidos

Representan la forma de cómo las cargas que soporta el marco, sirven para hacer al análisis estructural. Por la similitud de los marcos en geometría y de las cargas aplicadas, se analizan únicamente los críticos.

2.1.6.5 Análisis de marcos dúctiles por un método de análisis estructural

El análisis de marcos dúctiles con nudos rígidos resistentes a momentos, se realizó por medio del software SAP2000, y se analizó también uno de los marcos con el método de *Kanni*; llegándose a la conclusión de que los resultados con ambos métodos variaron en un margen menor al 2%. Para ambos métodos se tomaron en cuenta los datos siguientes.

Código tomado en cuenta para el diseño en concreto: ACI 318-95

Vigas:

$$F'c = 281\text{kg/cm}^2$$

$$Fy = 2810\text{kg/cm}^2$$

$$b = 25\text{cm}$$

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

Columnas:

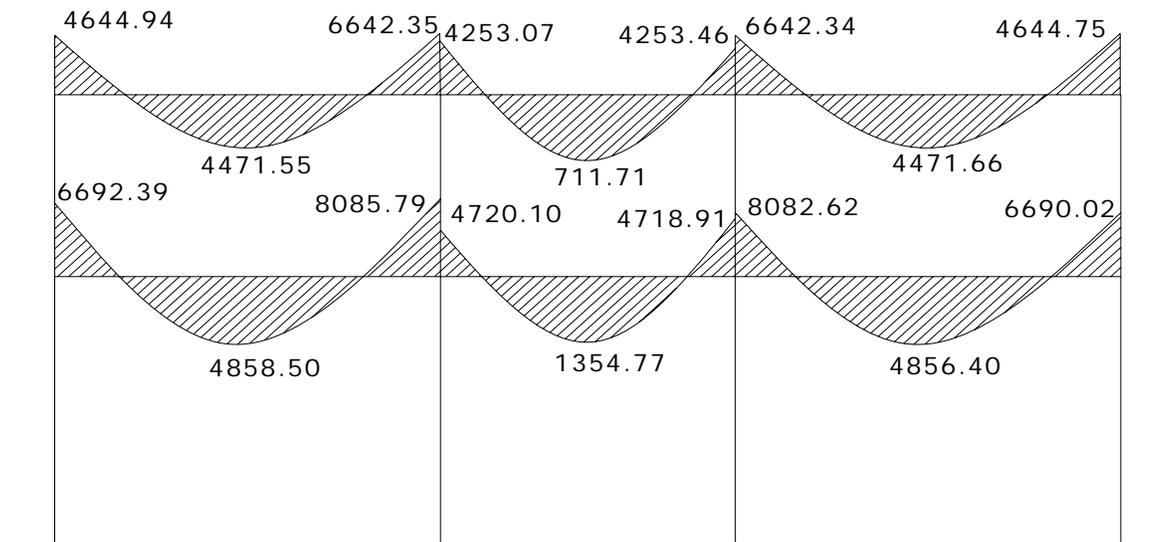
$F'c = 281\text{kg/cm}^2$

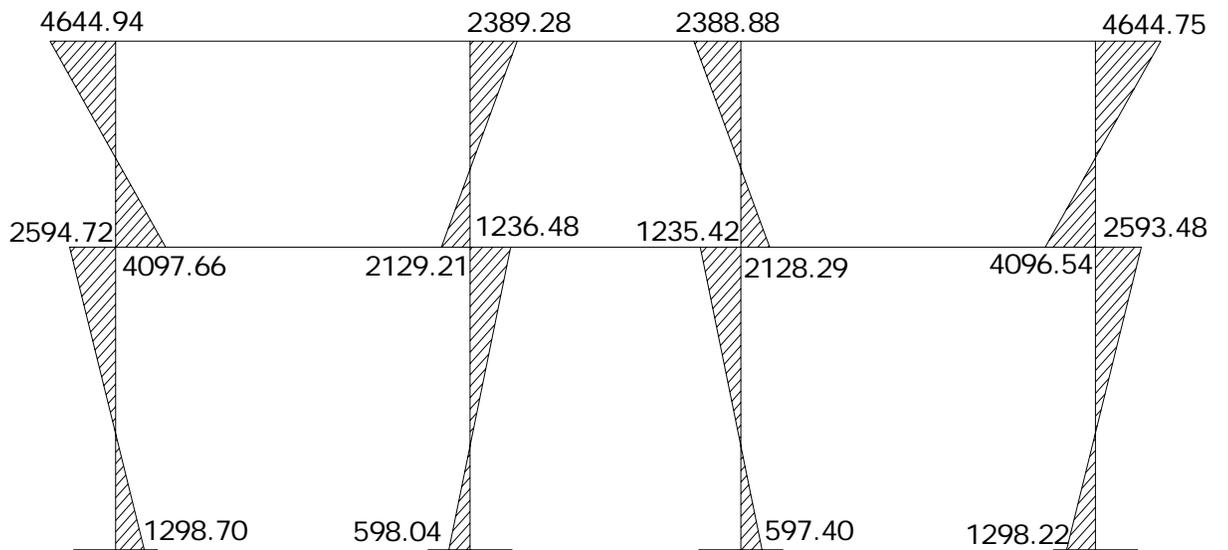
$Fy = 2810\text{kg/cm}^2$

Sección: $35\text{cm} \times 35\text{cm}$

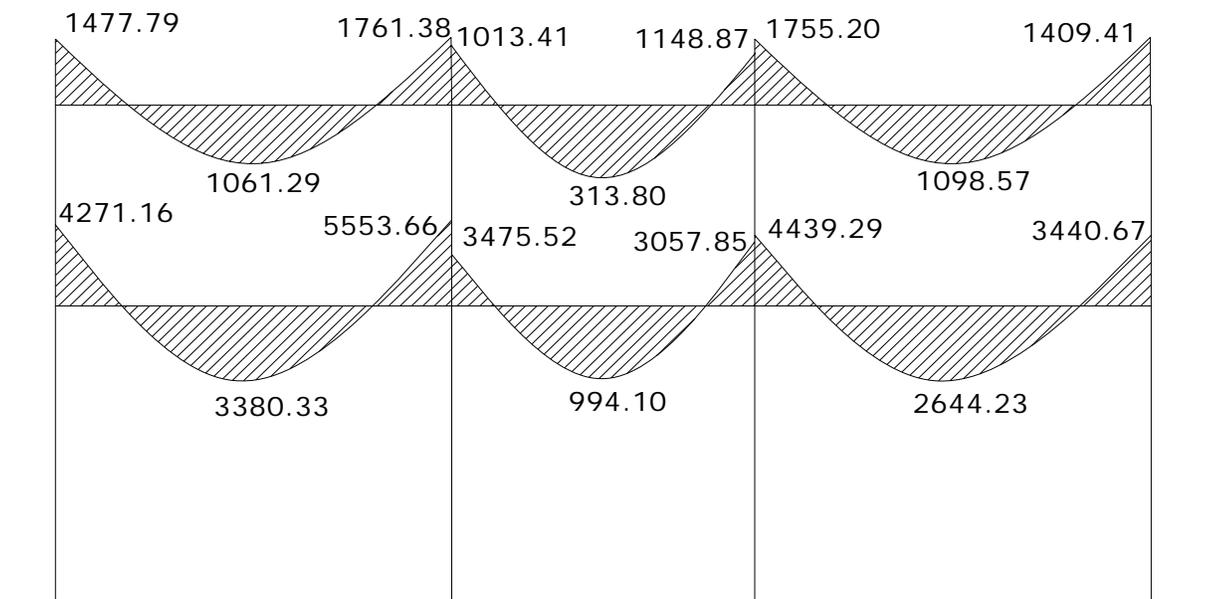
Figura 6. Resultados del análisis estructural (en kg-m), marco típico eje X.

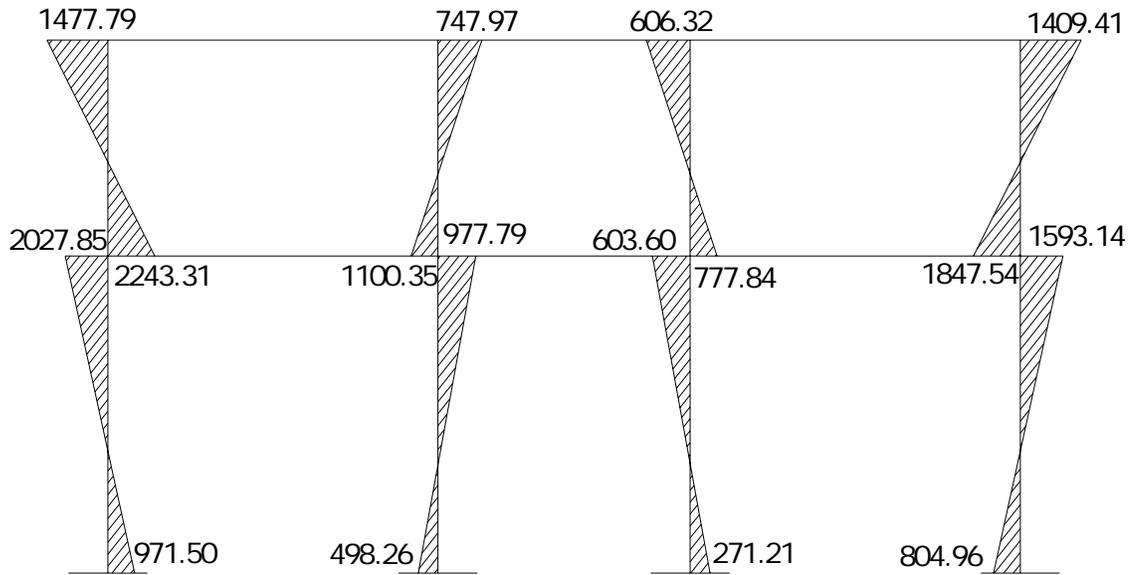
Momentos producidos por carga muerta



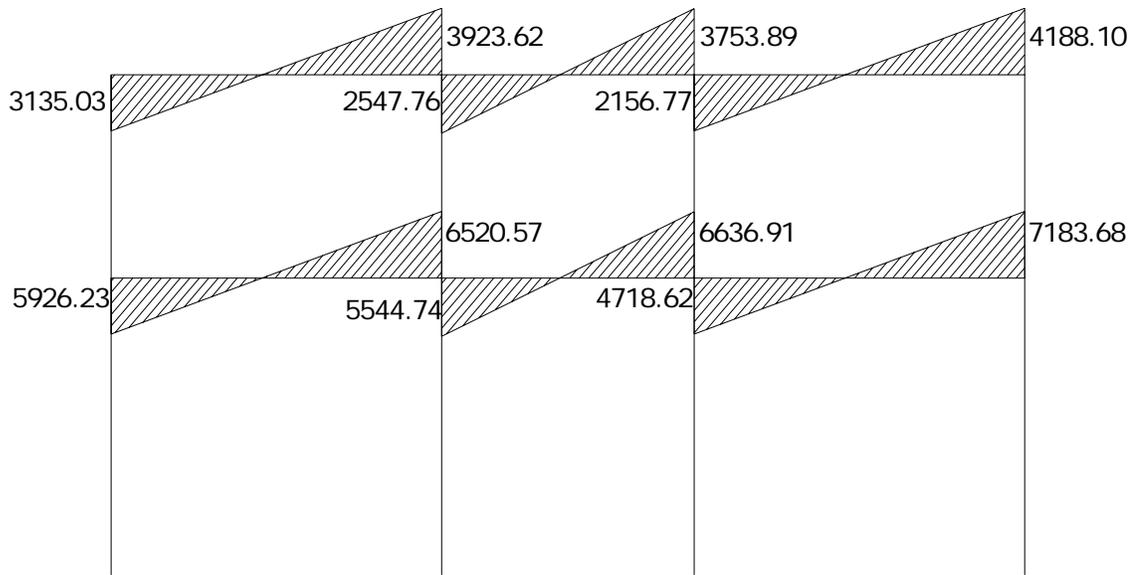


Momentos producidos por carga viva.





Momentos producidos por sismo.



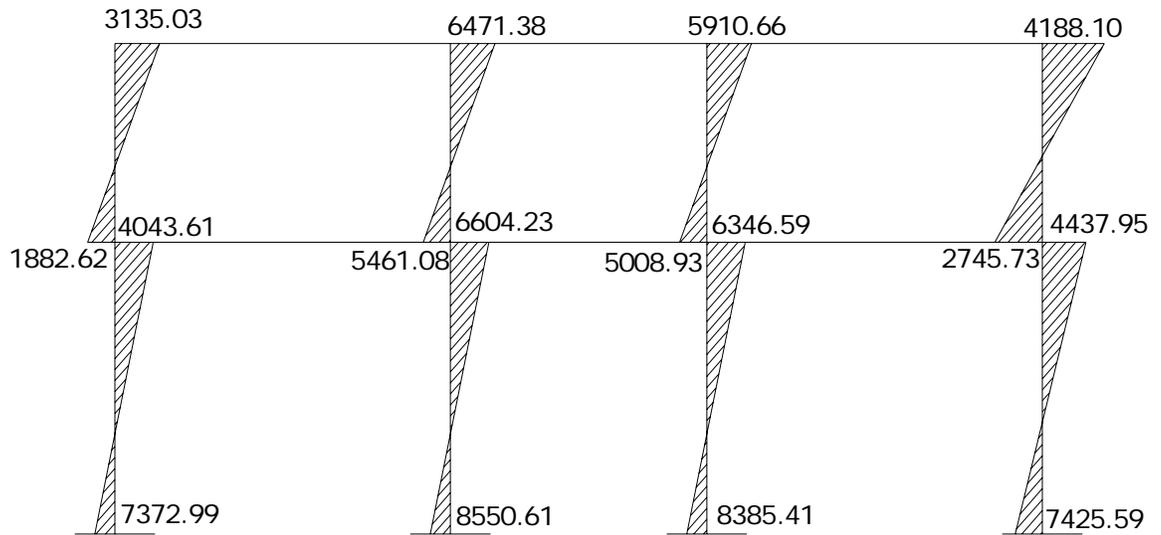
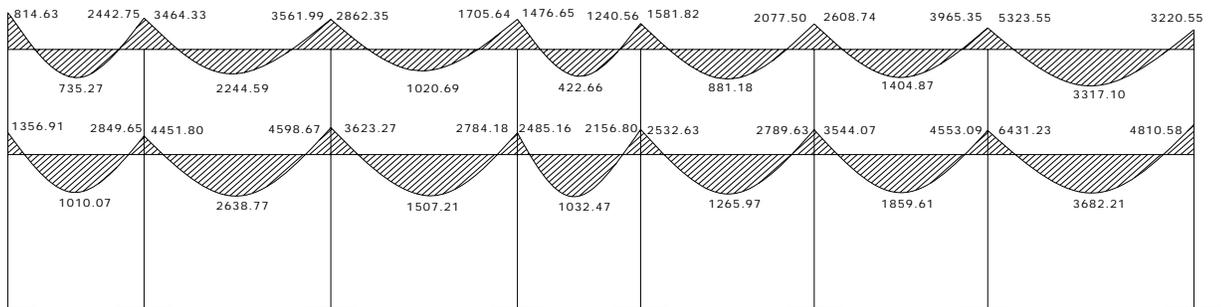
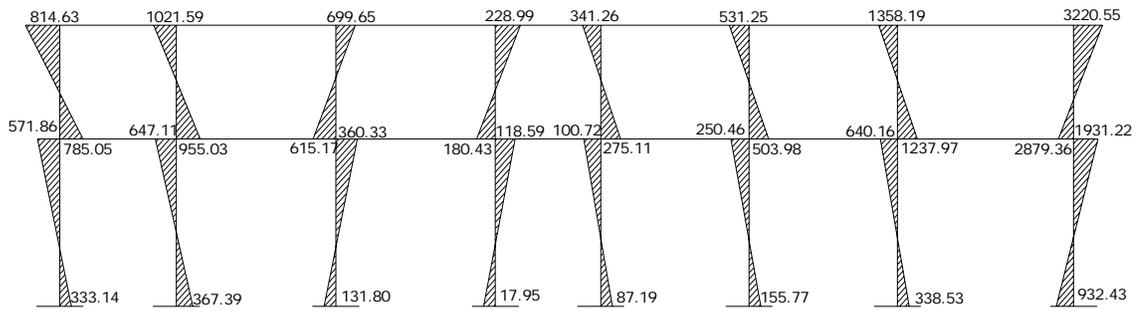


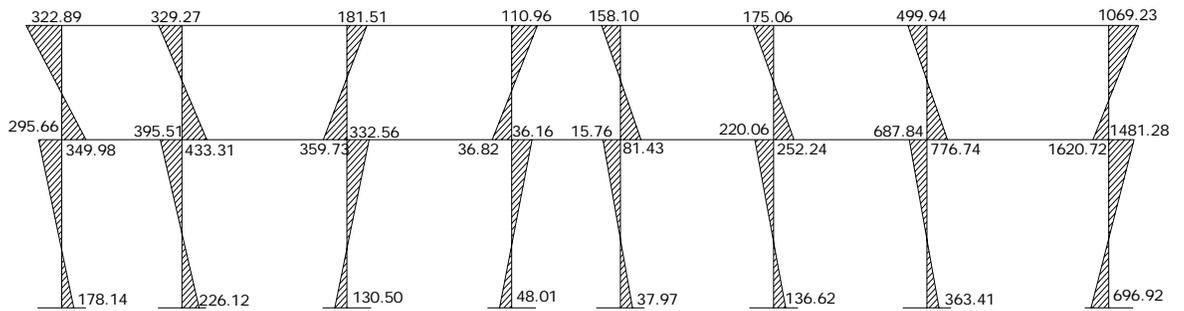
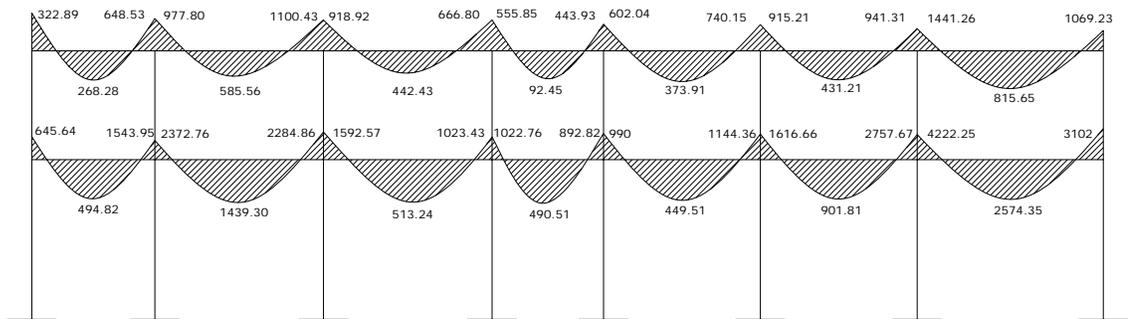
Figura 7. Resultados del análisis estructural (en kg-m) para el marco típico eje y

Momentos producidos por carga muerta.

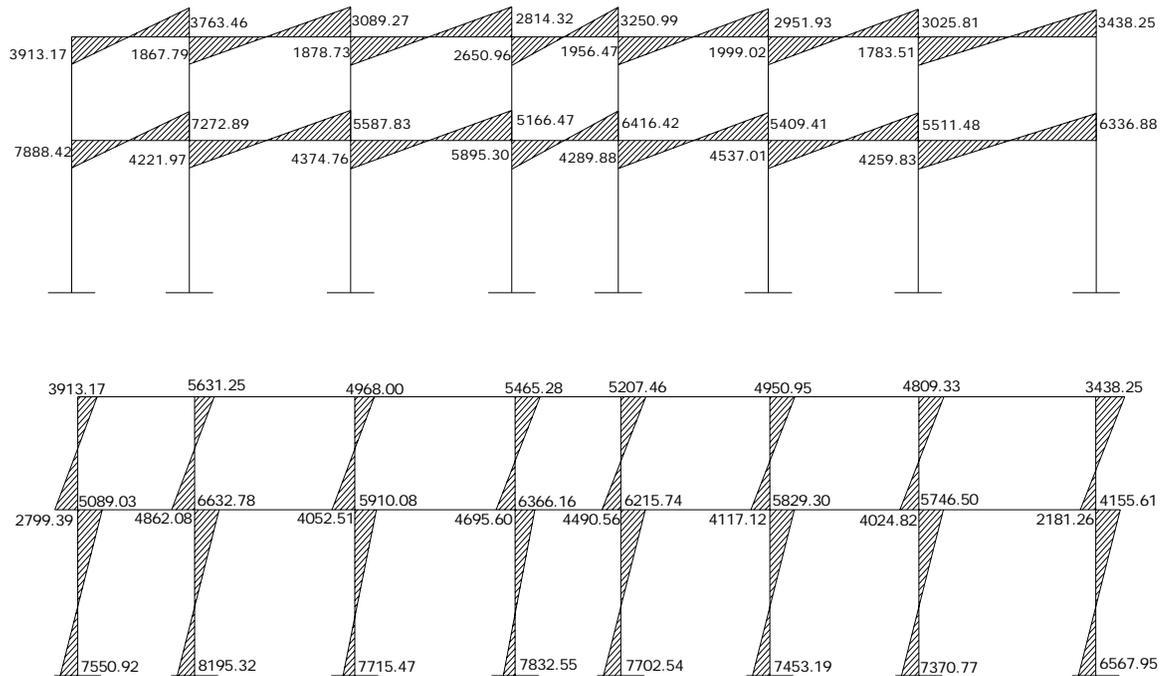




Momentos producidos por carga viva.



Momentos producidos por sismo.



2.1.6.6 Envoltura de momentos

La envoltura de momentos es la representación de los esfuerzos máximos, que pueden ocurrir al superponer los efectos de carga muerta, carga viva y carga de sismo tanto en vigas como en columnas.

El código ACI 318-95 usado en el software SAP2000 propone las siguientes combinaciones para considerar la superposición de los efectos.

$$M = 1.4MCM$$

$$M = 1.4MCM + 1.7MCV$$

$$M = 0.75 (1.4 MCM + 1.7 MCV + 1.87 MS)$$

$$M = 0.75 (1.4 MCM + 1.7 MCV - 1.87 MS)$$

$$M = 0.9MCM + 1.43MS$$

$$M = 0.9MCM - 1.43MS$$

2.1.6.7 Diagrama de corte y momento

Los resultados de los momentos por envolvente usando el software SAP2000 se muestran en los siguientes diagramas.

Figura 8. **Diagrama de momentos por envolvente, en vigas para el marco 3.**

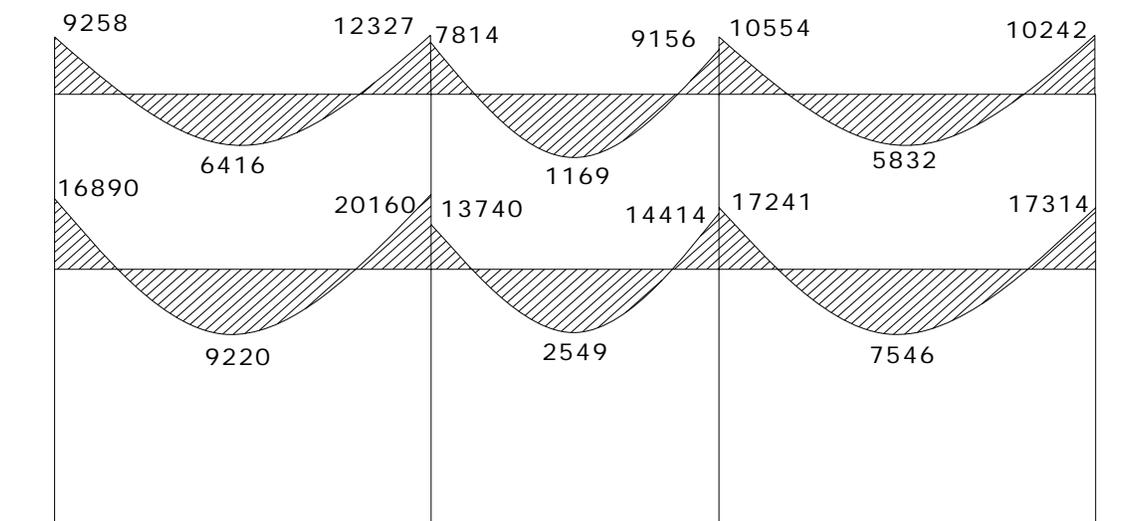


Diagrama de momentos por envolvente, en columnas para el marco 3

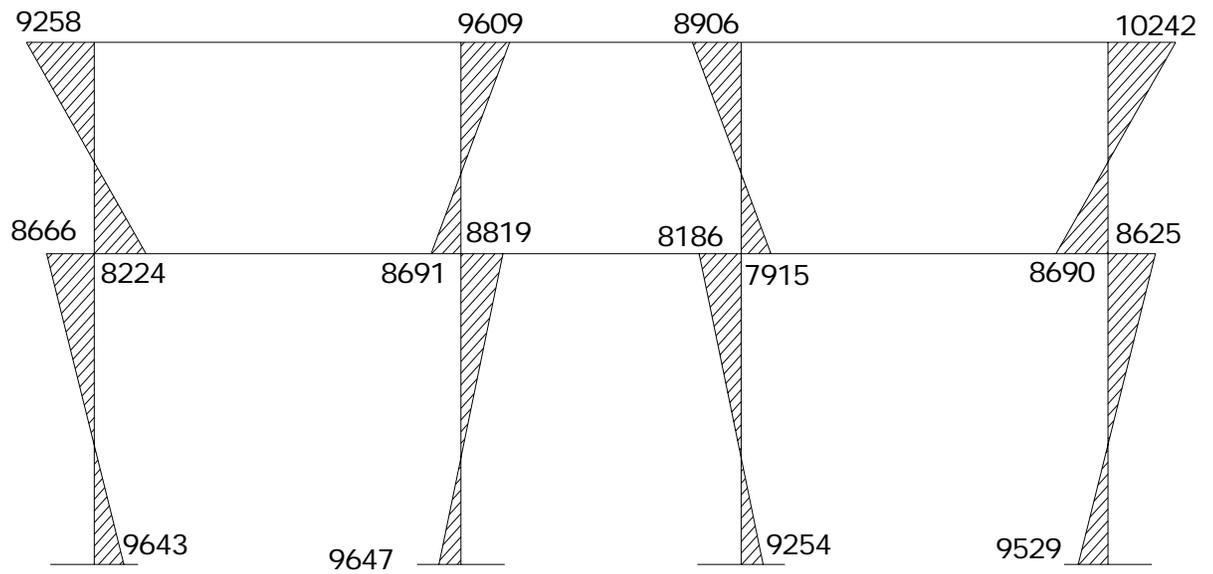


Diagrama de corte por envolvente, en vigas para el marco 3

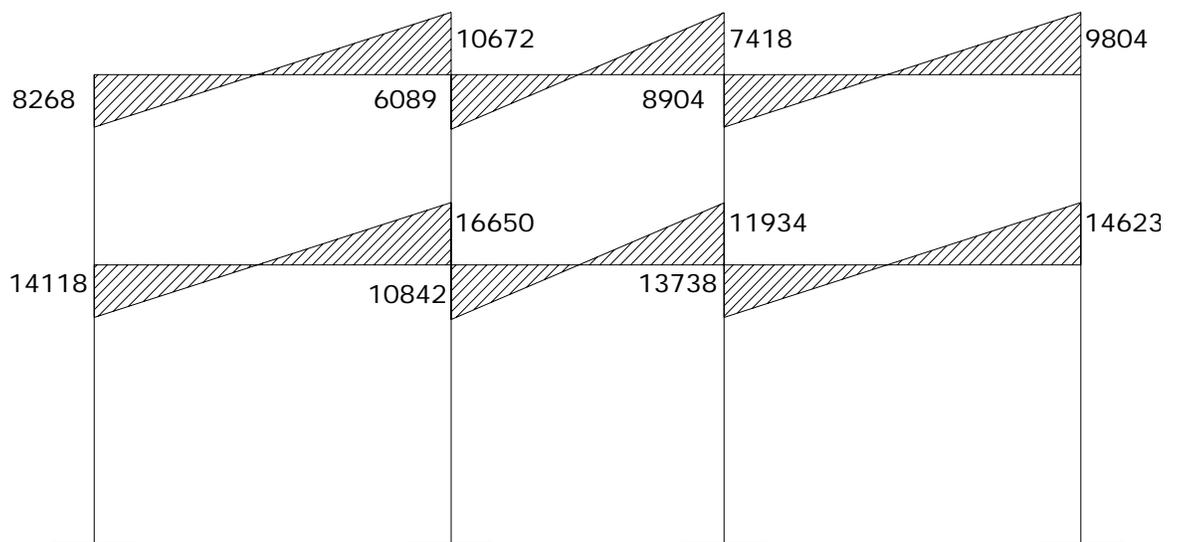


Diagrama de corte por envolvente, en columnas para el marco 3.

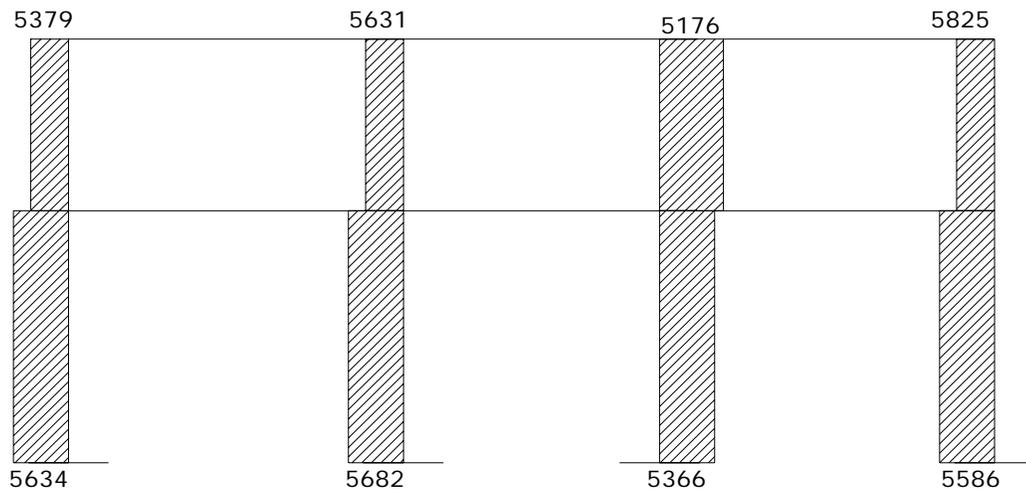


Figura 9. Diagrama de momentos por envolvente para vigas, marco B.

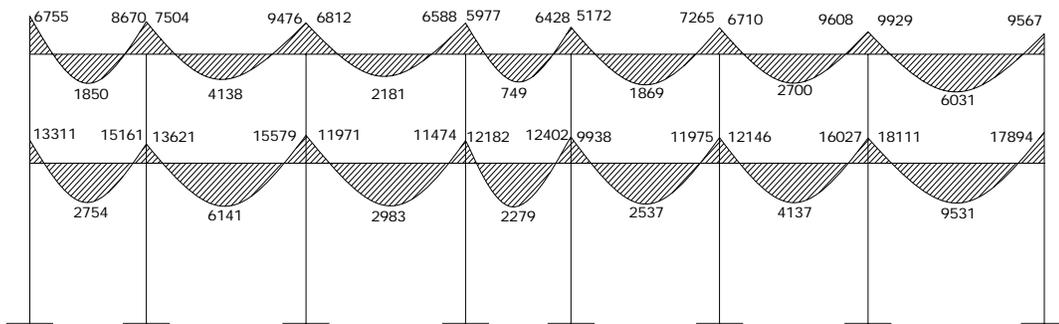


Diagrama de momentos por envolvente para columnas, marco B.

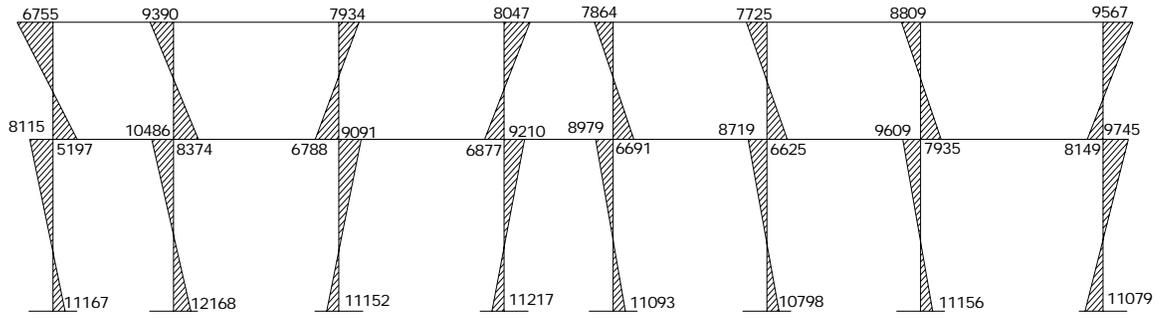


Diagrama de corte por envolvente para vigas, marco B.

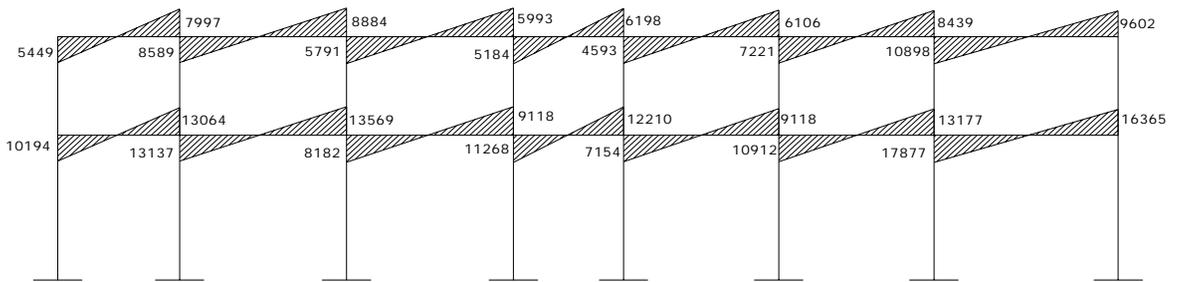
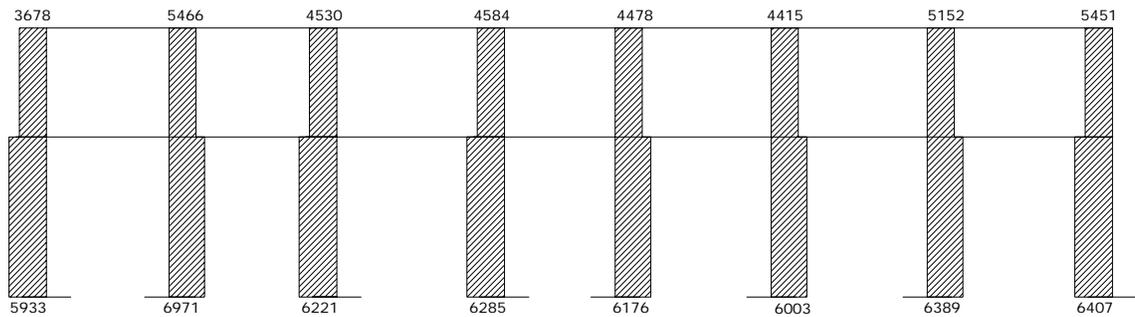


Diagrama de corte por envolvente para columnas, marco B



2.1.6.8 Diseño de losas.

En esta sección se detallan las características de la losa prefabricada de vigueta y bovedilla, calculadas en base a tablas ya existentes, y se indican las características de cada uno de sus componentes.

Primer nivel

En este caso, se diseñará en base al panel de losa para entrepiso más crítico.

Datos:

Luz libre = 4.85m

Carga viva promedio = 375kg/m²

Viguetas

El patín de la vigueta será de 12*5cm, la altura total de 15cm y el armado por un joist de 3 varillas longitudinales corridas de ϕ 6.2mm y configuración en zigzag con varillas de ϕ 4.5mm.

Bovedillas

Las bovedillas serán de 48cm*20cm*15cm y serán de block pómez.

Rigidizantes.

Tendrán una separación máxima de 1.5m y se harán por medio de dos varillas longitudinales de ϕ 6.2mm y eslabones de ϕ 4.5mm a cada 0.30m.

Loseta de compresión.

Será de 5cm de espesor con electromalla 6/6 x 9/9 para controlar efectos de temperatura, con traslape entre cada una de 15cm.

Bastones.

Serán de ϕ 6.2mm con una longitud de $L/4$, donde L es la longitud de la vigueta, y su separación será de 7cm en las regiones con continuidad, y de 45cm en las regiones sin continuidad.

Figura 10. **Detalle de vigueta vista en perfil.**

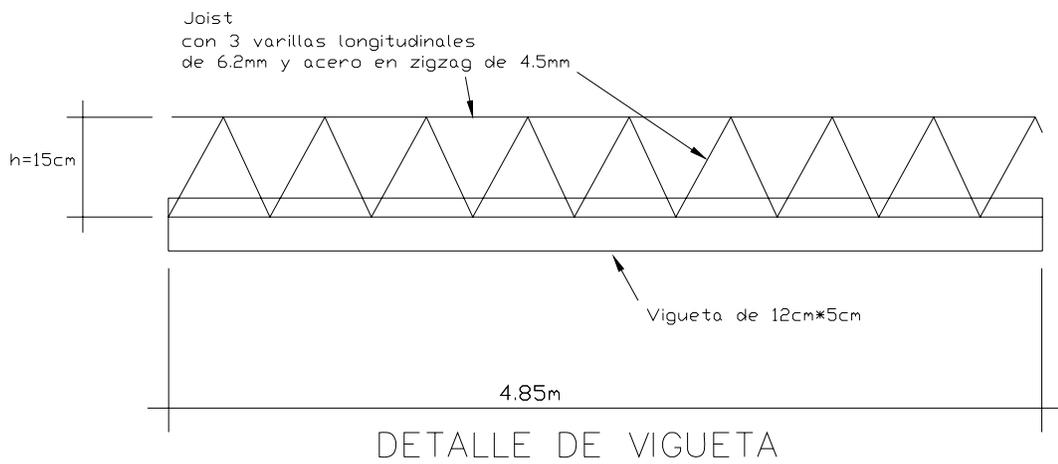
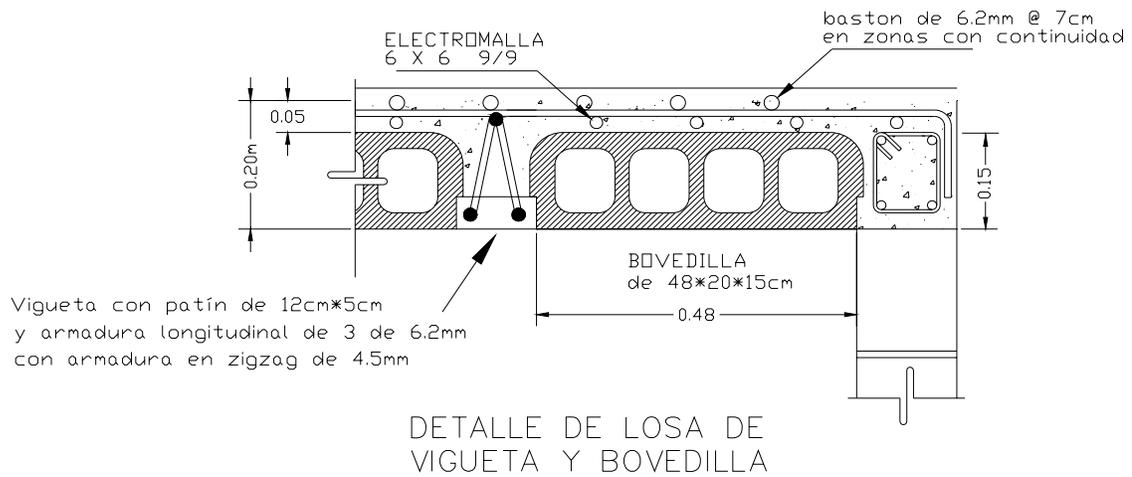


Figura 11. Detalle de vigueta y bovedilla



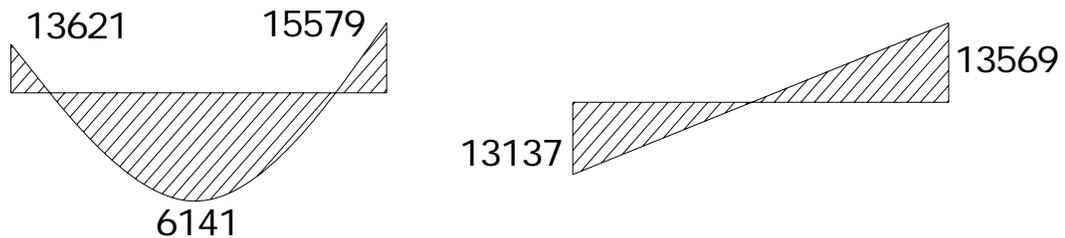
2.1.6.9 Diseño de vigas.

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

El procedimiento seguido para diseñar las vigas, se describe a continuación, aplicado a la viga tipo 1.

Datos: esta viga se ubica en el marco típico B, nivel 1. Los datos tomados del análisis estructural, se muestran en la figura 12.

Figura 12. Diagrama de momentos y cortes últimos de la viga tipo 1



Límites de acero: antes de diseñar el acero longitudinal en la viga, se calculan los límites dentro de los cuales debe estar éste, según los criterios siguientes:

Sección = 0.35 m * 0.45 m; peralte efectivo 0.41 m

Fórmulas: $A_s \text{ min} = \frac{14.1}{F_y} b * d$ $A_s \text{ max} = 0.50 * 0.04926 * b * d$

$$A_s \text{ min} = \frac{14.1}{2810} * 25.00 * 41.00 = 5.14 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ max} = 0.50 * 0.04926 * 25.00 * 41.00 = 25.25 \text{ cm}^2$$

Acero longitudinal: por medio de los momentos dados se procede a calcular las áreas de acero por la fórmula

$$A_s = (b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M * b}{0.003825 * f'c}}) \left(\frac{0.85 * f'c}{F_y} \right)$$

Los resultados se observan en la tabla VI.

Tabla XI. Cálculo del área de acero para viga tipo 1

Momento	As cm ² calculado	No. Varillas (Diámetros)	Área cubierta
13621 Kg-m	14.31	2 No. 8 y 3 No. 6	18.69 cm ²
6141 Kg-m	6.14	2 No. 8	10.14 cm ²
15579 Kg-m	16.61	2 No. 8 y 3 No. 6	18.69 cm ²

Luego de calcular el As, se propone el armado de tal forma que el área de ésta cubra lo solicitado en los cálculos de As; esto se hace tomando en cuenta los siguientes requisitos sísmicos:

Cama superior al centro: se deben colocar, como mínimo, dos varillas o más de acero corridas tomando el mayor de los siguientes valores: A_{smin} o el 33% As calculado para momento negativo mayor.

Cama inferior en apoyos: Se deben colocar, como mínimo, dos varillas o más de acero corridas, tomando el mayor de los valores: A_{smin} , 50% del As de M (+) ó el 50% As del M (-).

Acero transversal (estribos) el objetivo de colocar acero transversal es: por armado, para mantener el refuerzo longitudinal en la posición deseada, y para contrarrestar los esfuerzos de corte; esto último en caso de que la sección de concreto no fuera suficiente para cumplir esta función: El procedimiento a seguir es el siguiente:

Cálculo de corte resistente:

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d = 0.85 * 0.53 \sqrt{210} * 25 * 41 = 7726.8 \text{Kg}$$

Comparar corte resistente con corte último:

Si $V_r > V_u$ la viga necesita estribos solo por armado, a $S_{\text{max}} = d/2$.

Si $V_r < V_u$ se diseñan estribos por corte, por medio de las expresiones

$$\gamma_u = \frac{V_u}{bd} \quad S = \frac{2A_v * F_y}{\gamma_u * b}$$

$S_{\text{máx}} = d/2$ usar mínimo acero No. 3

En este caso, $V_u = 14356 \text{Kg} > V_r = 7726.8 \text{Kg}$, entonces, se utilizan las ecuaciones anteriores:

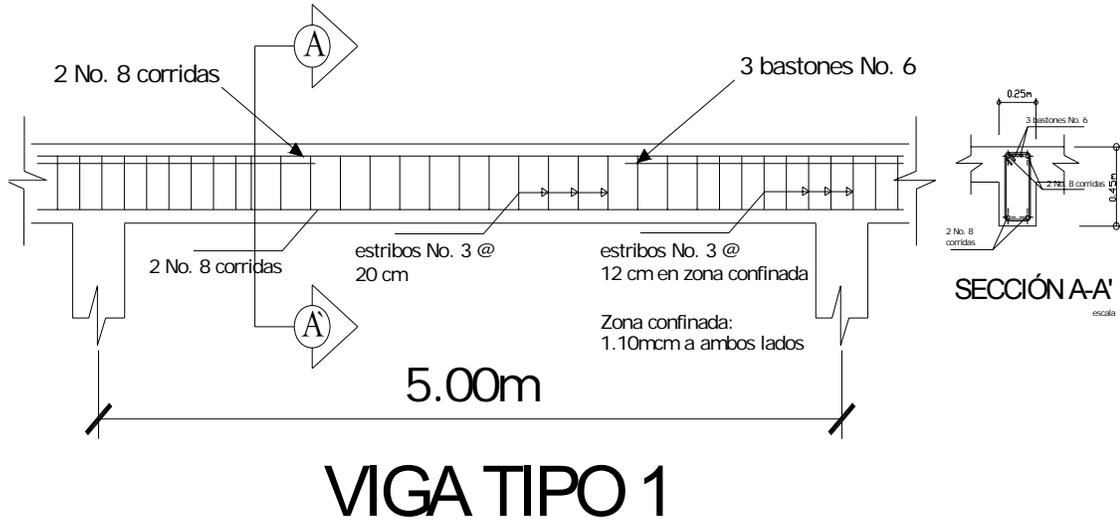
$$\gamma_u = \frac{13569}{25 * 41} = 13.238 \text{Kg} / \text{cm}^2$$

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} = 0.85 * 0.53 \sqrt{280} = 7.54 \text{Kg} / \text{cm}^2$$

$$S = \frac{2 * 0.71 * 2810}{(13.238) * 25} = 12.06 \text{cm} \text{ por tanto usar } 12 \text{cm}$$

Se colocan No.3 @ 12cm en zona confinada y No. 3 @ 20cm en zona no confinada.

Figura 13. Detalle de viga tipo 1



Vigas tipo 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 se sigue el procedimiento descrito anteriormente para la viga 1, los resultados se observan en la tabla siguiente.

Tabla XII. Resultados del cálculo de vigas, edificio municipal

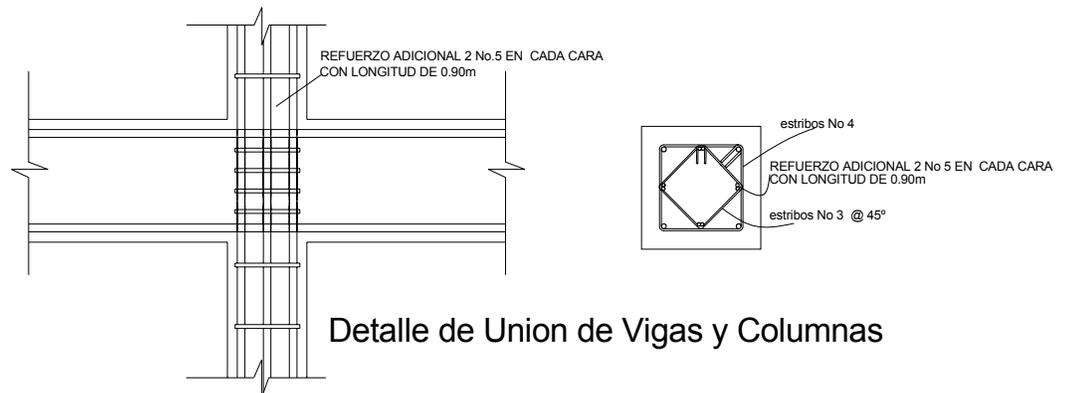
VIGA	Cama sup.	Bastones	Cama inferior	Tensiones	Estribos
1	2 # 8 corridas	3 # 6	2 # 8 corridas	No necesita	Estribos # 3 @ 12cm en 1,10m a ambos lados
2	2 # 8 corridas	3 # 6	2 # 8 corridas	No necesita	Estribos # 3 @ 12cm en 1,10m a ambos lados
3	2 # 8 corridas	3 # 5	2 # 8 corridas	No necesita	Estribos # 3 @ 12cm en 0,90m a ambos lados
4	2 # 8 corridas	1 # 6	2 # 8 corridas	No necesita	Estribos # 3 @ 12cm en 0,70m a ambos lados
5	2 # 8 corridas	2 # 8	2 # 8 corridas	No necesita	Estribos # 3 @ 8cm en 1,70 a ambos lados
6	2 # 8 corridas	2 # 6	4 # 6 corridas	No necesita	Estribos # 3 @ 12cm en 0,90m a ambos lados
7	2 # 8 corridas	2 # 8 + 1 # 6	4 # 6 corridas	No necesita	Estribos # 3 @ 8cm en 1,80m a ambos lados
8	2 # 6 corridas	2 # 5	2 # 6 corridas	No necesita	Estribos # 3 @ 20cm en toda la viga
9	2 # 6 corridas	1 # 3	2 # 6 corridas	No necesita	Estribos # 3 @ 20cm en toda la viga
10	2 # 6 corridas	2 # 5	2 # 6 corridas	No necesita	Estribos # 3 @ 18cm en 0,40m a ambos lados

Continúa

11	2 # 6 corridas	2 # 6	2 # 6 corridas	No necesita	Estribos # 3 @ 18cm en 0,30m a ambos lados
12	2 # 6 corridas	2 # 6	2 # 6 corridas	1 # 3	Estribos # 3 @ 15cm en 0,90m a ambos lados
13	2 # 6 corridas	2 # 5	2 # 6 + 1 # 4 corridas	No necesita	Estribos # 3 @ 20cm en toda la viga
14	2 # 6 corridas	3 # 6	2 # 6 + 1 # 4 corridas	No necesita	Estribos # 3 @ 15cm en 1,00m a ambos lados

Esquema de nudos: en la unión de cada viga y columna o sea en los nudos se colocó una cierta cantidad de acero longitudinal, equivalente al 1% del área de la sección mínima, distribuido en las cuatro caras de la columna y la longitud como mínimo dos veces el peralte de la viga más grande, según la sección 21.4.3.1 de A.C.I.

Figura 14. Perfil y planta de un nudo



2.1.6.10 Diseño de columnas.

Las columnas son elementos estructurales que están sometidas 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 el área tributaria. Los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural. Para diseñar la columna, se toma el mayor de los dos momentos actuantes en extremos de ésta.

Para este caso, se diseñan por cada nivel únicamente las columnas críticas, es decir, las que están sometidas a mayores esfuerzos. El diseño resultante para cada columna es aplicado a todas las columnas del nivel respectivo. En esta sección se describe el procedimiento que se sigue para diseñar las columnas típicas del edificio municipal, y, se aplican en la columna del nivel 2.

Columna típica nivel 2

Dimensiones:

Sección de columna = 35*35

Longitud de columna = 3.00 m

Sección de viga 1 = 25*45

Longitud de vigas = 10.51 m

Sección de viga 2 = 25*45

Mx = 10242 Kg-m

Espesor de losa = 0.20m

My = 9567 Kg-m

Área tributaria = 27.59m²

Vx = 5825 Kg

Vy = 5466 Kg

Carga axial : CU = 1.4 CM + 1.7 CV

$$CU = 1.4 (540) + 1.7 (100) = 926 \text{Kg/m}^2$$

Cálculo del factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{CU}{CM + CV} = \frac{926}{540 + 100} = 1.45$$

Cálculo de la carga axial: Pu = (Alosa * CU) + (Pvigas * Fcu) =

$$Pu = (27.59 * 926) + (0.25 * 0.45 * 2,400 * 10.51) * 1.45$$

$$Pu = 29654 \text{ Kg.}$$

Clasificar las columnas por su esbeltez (E): por la relación de esbeltez las columnas se clasifican en cortas ($E < 22$), intermedias ($22 > E > 100$) y largas ($E > 100$). El objetivo de clasificar las columnas es ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del diseño estructural, si son intermedias se deben de magnificar los momentos actuantes, y, si son largas no se construyen.

Cálculo de coeficiente que miden el grado de empotramiento a la rotación en las columnas (Ψ):

$$\text{Extremo superior: } \Psi = \sum K_{\text{col}} / \sum K_{\text{vigas}}$$

$$I_{\text{col}} = 0.35 \cdot 0.35^3 / 12 = 0.00125$$

$$I_{\text{vig}} = 0.25 \cdot 0.45^3 / 12 = 0.0019$$

$$K_{\text{col}} = 0.00125 / 3 = 0.000417$$

$$K_{\text{vig izquierda}} = 0.0019 / 6.00 = 0.000316$$

$$K_{\text{vig derecha}} = 0.0019 / 4.55 = 0.00042$$

$$\Psi_a = 0.000417 / (0.000316 + 0.00042) \text{ (extremo superior)}$$

$$\Psi_a = 0.568$$

$$\Psi_b = (0.000417 + 0.000417) / (0.000316 + 0.00042) \text{ (extremo inferior)}$$

$$\Psi_b = 1.136$$

$$\Psi_p = (0.568 + 1.136) / 2$$

$$\Psi_p = 0.852$$

Cálculo de K (factor de longitud efectiva)

$$k = (20 - \Psi_p) / 20 \cdot (1 + \Psi_p)^{0.5} \quad \text{si } \Psi_p < 2$$

$$K = 0.90 \cdot (1 + \Psi_p)^{0.5} \quad \text{si } \Psi_p > 2$$

$$K = (20 - 0.852) / 20 \cdot (1 + 0.852)^{0.5} = 1.30$$

Cálculo de la esbeltez E

$E = k \cdot Lu / \sigma$ donde $\sigma = 0,3 \cdot \text{lado menor para columnas rectangulares}$)

$$E = 1.30 \cdot 3 / (0.30 \cdot 0.35)$$

$E = 37.23$ Por lo tanto es una columna intermedia

Para $\varphi_p > 2$

El cálculo de la esbeltez de esta columna, en el sentido Y, se resume a continuación:

$$\Psi_a = 0.538$$

$$K = 1.29$$

$$\Psi_B = 1.075$$

$$\Psi_p = 0.806$$

$$E = 36.85 > 22$$

Por los valores obtenidos de E, tanto en el sentido X como en el Y, la columna se clasifica dentro de las intermedias, por lo tanto, se deben magnificar los momentos actuantes.

Magnificación de momentos

Cuando se hace un análisis estructural de segundo orden, en el cual se toman en cuenta las rigideces reales, los efectos de las deflexiones, los efectos de la duración de la carga y cuyo factor principal a incluir es el momento debido a las deflexiones laterales de los miembros, se pueden diseñar las columnas utilizando directamente los momentos calculados. Por otro lado, si se hace un análisis estructural convencional de primer orden, como en este caso, en el cual se usan las rigideces relativas aproximadas y se ignora el efecto de desplazamientos lateral de los miembros, es necesario modificar los valores calculados con el objetivo de obtener valores que tomen en cuenta los efectos de desplazamiento. Para este caso, esa modificación se logra utilizando el Método ACI de magnificación de momentos.

Sentido X

Cálculo del factor de flujo plástico del concreto:

$$\beta_d = \frac{CM_u}{CU} = \frac{1.4 * 540}{926} = 0.816$$

Cálculo del EI total del material

$$E_c = 15,100\sqrt{f'_c} \qquad I_g = \frac{1}{12} * bh^3$$

$$EI = \frac{E_c * I_g}{1 + \beta_d} = \frac{15,100\sqrt{281} * 35^4}{12 * 2.5 * (1 + 0.816)} = 6.958 * 10^9 \text{ Kg-cm}^2 = 695.81 \text{ T- m}^2$$

Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2} = \frac{\pi^2 * 695.81}{(1.30 * 3.00)^2} = 449.439 \text{ Ton.}$$

Cálculo del magnificador de momentos

$\delta > 1$ y $\phi = 0.70$ si se usan estribos

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{Pu}{\phi P_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{29.654}{0.70 * 449.439}} = 1.104$$

Cálculo de momentos de diseño:

$$M_{dx} = \delta * M_u = 1.104 * 10242 = 11342.96 \text{ Kg-m}$$

Sentido Y

$\beta d = 0.816$

$EI = 695.81 \text{T-m}^2$

$P_{cr} = 458.656 \text{m Ton}$

$\delta = 1.102$

$M_{dy} = 10572.56 \text{ kg-m}$

Cálculo del acero longitudinal por el Método BRESLER

Este método consiste en una aproximación del perfil de la superficie de la falla, además, es uno de los métodos más utilizados porque su procedimiento es tan sencillo y produce resultados satisfactorios.

La idea fundamental del método Bresler es aproximar el valor $1/P'u$. Este valor se aproxima por un punto del plano determinado por los tres valores: carga axial pura ($P'o$), carga de falla para una excentricidad e_x ($P'x_o$) y carga de falla para una excentricidad e_y ($P'oy$).

El procedimiento a seguir es el siguiente:

Cálculo de límites de acero: según ACI, el área de acero en una columna debe estar dentro de los siguientes límites $1\% A_g < A_s < 6\% A_g$

$$A_{s\text{mín}} = 0.01 (35 \times 35) = 12.25 \text{ cm}^2 \qquad A_{s\text{máx}} = 0.06 (35 \times 35) = 73.50 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado, se aconseja iniciar con un valor cerca de $A_{s\text{mín}}$.

$$\text{Armado propuesto } 4 \text{ No. } 8 + 4 \text{ No. } 6 = 4 (5.07) + 4(2.85) = 31.72 \text{ cm}^2$$

Para este método se usan los diagramas de interacción para diseño de columnas (ver Apéndice). Los valores a utilizar en los diagramas son:

$$\text{Valor de la gráfica} \qquad Y = X = d/h = (35 - 2(3))/35 = 0.82 = 0.80$$

$$\text{Valores de la curva:} \qquad P_{tu} = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c A_g} = \frac{31.72 * 2,810}{0.85 * 281 * 1225} = 0.30$$

$$\text{Excentricidades:} \qquad e_x = M_{dx}/P_u = 11342.96/29654 = 0.3715$$

$$e_y = M_{dy}/P_u = 10572.56/29654 = 0.3462$$

Al conocer las excentricidades se calcula el valor de las diagonales

$$e_x/h_x = 0.3715/0.35 = 1.061 \qquad e_y/h_y = 0.3462/0.35 = 0.989$$

Con los valores obtenidos en los últimos cuatro pasos, se buscan los valores de los coeficientes K_x y K_y , entonces son: $K_x = 0.17$ y $K_y = 0.17$

Cálculo de cargas

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_x :

$$P'_{ux} = K_x * f'_c * b * h = (0.17)(281)(35 * 35) = 58518.25 \text{ Kg.}$$

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_y :

$$P'_{uy} = K_y * f'_c * b * h = (0.17)(281)(35 * 35) = 58518.25 \text{ Kg.}$$

Carga axial de resistencia de la columna

$$P'_o = \phi(0.85 * f'_c(A_g - A_s) + A_s * F_y) = 0.70 \\ = (0.85 * 281(1225 - 31.68) + 31.68 * 2,810)$$

$$P'_o = 261831.7 \text{ Kg.}$$

Carga de la resistencia de la columna:

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{ux}} + \frac{1}{P'_{uy}} - \frac{1}{P'_o}} = \frac{1}{\frac{1}{58518.25} + \frac{1}{58518.25} - \frac{1}{261831.7}} = 32940.11 \text{ Kg} \\ > 29654 \text{ Kg.}$$

Como $P'_u > P_u$ el armado propuesto sí resiste las fuerzas aplicadas, si esto no fuera así se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla.

Cálculo del acero transversal (Estribos)

Además de diseñar las columnas para resistir flexocompresión, es necesario dotarlas con suficiente ductibilidad, con el objetivo de que absorban parte de la energía del sismo, esto se logra mediante un mayor confinamiento en los extremos. Se ha determinado que si las columnas se confinan su capacidad de carga es mucho mayor y mejora notablemente la ductilidad de la columna.

El procedimiento para proveer refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

Se calcula el corte resistente

$$V_r = 0.85 * 0.53 \sqrt{f'_c} * b * d = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 35 * 32 = 8457.97 \text{ Kg.}$$

$$V_u = 5825 \text{ kg}$$

Por lo tanto colocar estribos a $d/2$.

Comparar V_r con V_u con los siguientes criterios:

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

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

Para ambas opciones debe considerarse que la varilla utilizada en este diseño será la No. 4.

En este caso $V_r > V_u$, se colocan estribos a $S = d / 2 = 35 / 2 = 17 \text{ cm.}$

Refuerzo por confinamiento

La longitud de confinamiento se escoge entre la mayor de las siguientes opciones.

$$L_o \left\{ \begin{array}{l} L_u / 6 = 3.00 / 6 = 0.50 \text{ m} \\ \text{Lado mayor de la columna} = 0.35 \text{ m} \\ 0.45\text{m} \end{array} \right.$$

Cálculo de la relación volumétrica.

$$\rho_s = 0.45((A_g / A_{ch}) - 1)(0.85 * f'_c / F_y)$$

$$\rho_s = 0.45((35^2 / 29^2) - 1)(0.85 * 281 / 2,810) = 0.017$$

Y por último, utilizando varillas No. 4 para los estribos, el espaciamiento en la zona confinada es:

$$S_1 = \frac{2A_v}{\rho_s L_n} = \frac{2 * 1.27}{0.017 * 29} = 5.15 \text{ cm.} = 5 \text{ cm}$$

Los resultados del diseño de la columna típica, ubicada en el nivel 1, se encuentra en la tabla VIII. El procedimiento que se debe seguir es el descrito anteriormente, teniendo en cuenta que la carga axial utilizada se calcula de la manera, que se explica a continuación.

Carga axial = (área tributaria)(CU) + (carga de la columna del nivel superior) + (peso de vigas)(FCU) + (peso propio de la columna del nivel superior)(FCU).

Figura 15. **Detalle de columnas, niveles 1 y 2**

Col 1, 1er Nivel

Col 2, 2do Nivel

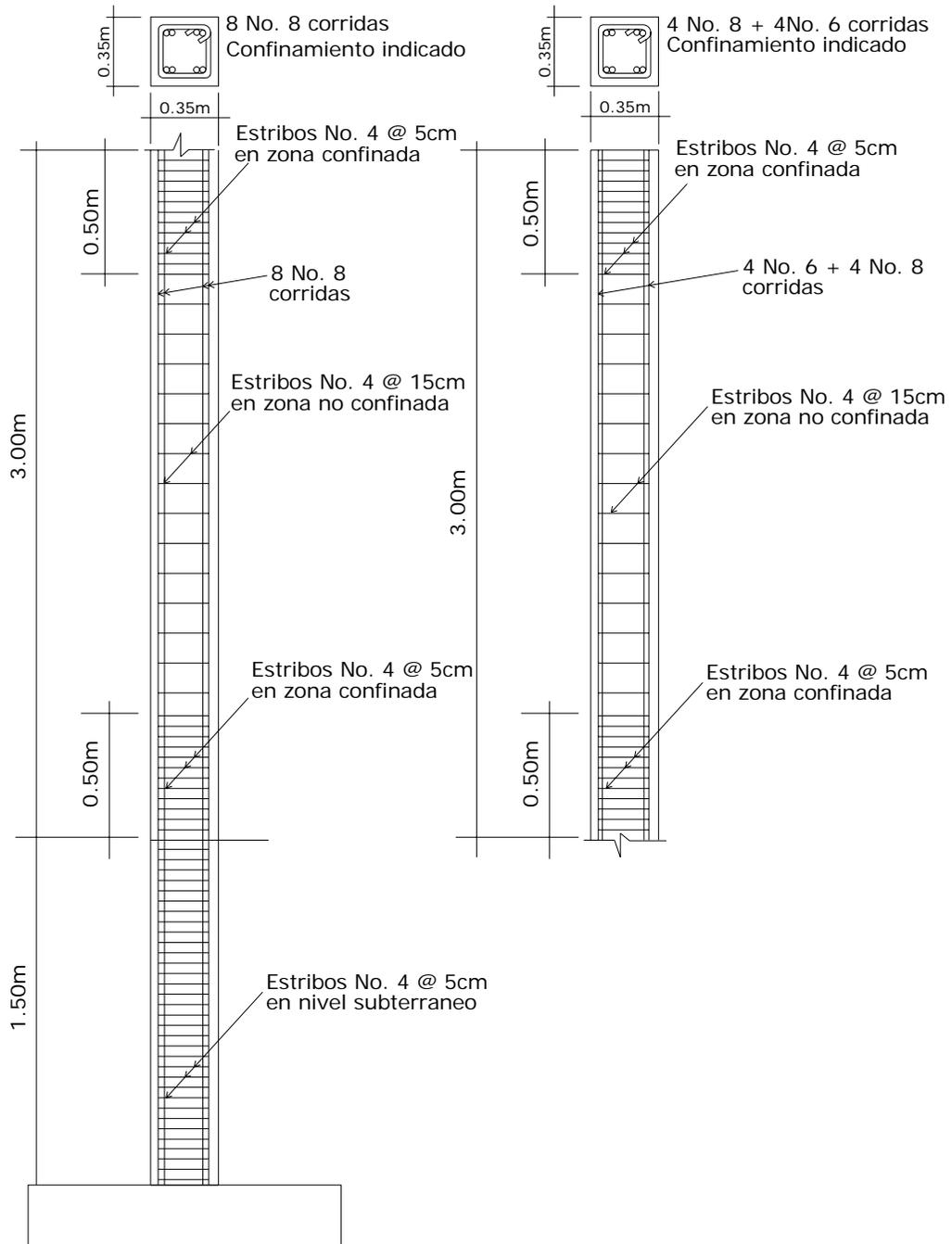


Tabla XIII. **Cálculo de columnas, edificio municipal**

Columna	Refuerzo longitudinal		Refuerzo transversal		
	Cargas	Refuer	Cortes	Confinar	Refuerzo
1 - Nivel 1 Sección = 0.35 x 0.35 Lu = 3.00	Mx = 9647 My = 12168 Pu = 74186,48 Mdx = 11687.73 Mdy = 14691.00 P'u = 94031.29	8 No. 8 Corridas	Vux = 5682 Vuy = 6971 Vr = 8457,97	Lo = 0.50m S1 = 5cm	Estribos No. 4 @ 5cm Hasta 0.50 en extremos resto No. 4@ 0.15m
2 - Nivel 2 Sección = 0.35 x 0.35 Lu = 3.00	Mx = 10242 My = 9567 Pu = 30536 Mdx = 11342.96 Mdy = 10572.56 P'u = 32940.11	4 No. 8 + 4No. 6 corridas	Vux = 5825 Vuy = 5466 Vr = 8457,96	Lo = 0.50m S1 = 5cm	Estribos No. 4 @ 5cm Hasta 0.50 en extremos resto No. 4 @ 0.15m

2.1.6.11 Diseño de cimientos.

Diseño de zapatas.

$$M_x = 9.647 \text{ Ton-m}$$

$$M_y = 12.168 \text{ Ton-m}$$

$$P_u = 74.186 \text{ Ton}$$

$$V_s = \text{Valor soporte del suelo} = 37.78 \text{ Ton/m}^2$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1.38 \text{ Ton/m}^3$$

$$P_{\text{concreto}} = 2.40 \text{ Ton/m}^3$$

$$F_{cu} = 1.48$$

$$f'_c = 281 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Desplante } D_f = 1.50\text{m}$$

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

Datos 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 dicha losa; los cálculos a efectuar son:

Cálculo de las cargas de trabajo:

$$P'_t = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{74.186}{1.48} = 50.12 \text{ Ton}$$

$$M_{tx} = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{9.647}{1.48} = 6.52 \text{ Ton-m}$$

$$M_{ty} = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{12.168}{1.48} = 8.22 \text{ Ton-m}$$

Predimensionamiento del área de la zapata:

$$A_z = \frac{1.5P'_t}{V_s} = \frac{1.5 * 50.12}{37.78} = 2.00 \text{ m}^2. \text{ Se propone usar dimensiones aproximadas}$$

$$A_z = 1.75 * 1.75 = 3.06 \text{ m}^2. > 3.06\text{m}^2$$

Revisión 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, ejerce una presión cuyo valor se define por la fórmula:

$$q = \frac{P}{Az} \pm \frac{Mtx}{Sx} \pm \frac{Mty}{Sy} \qquad S = \frac{bh^2}{6}$$

Además, se debe tomar en cuenta que q no debe ser negativo, ni mayor que el valor soporte (V_s), para la zapata se tiene:

$$S_x = S_y = \frac{1.75 * 1.75^2}{6} = 0.89 \text{ m}^3$$

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

$$P = 48.96 + (0.35 * 0.35 * 7.9 * 2.4) + (4 * 1.50 * 1.38) + (4 * 0.50 * 2.40) = 64.36 \text{ Kg.}$$

$$q = P/Az \pm Mtx/Sx \pm Mty/Sy$$

$$q = \frac{64.36}{4} \pm \frac{6.52}{0.89} \pm \frac{8.22}{0.89}$$

$q_{\text{máx}} = 36.51 \text{ Ton/m}^2$ cumple, no excede el V_s

$q_{\text{mín}} = 3.514 \text{ Ton/m}^2$ cumple, sólo compresiones

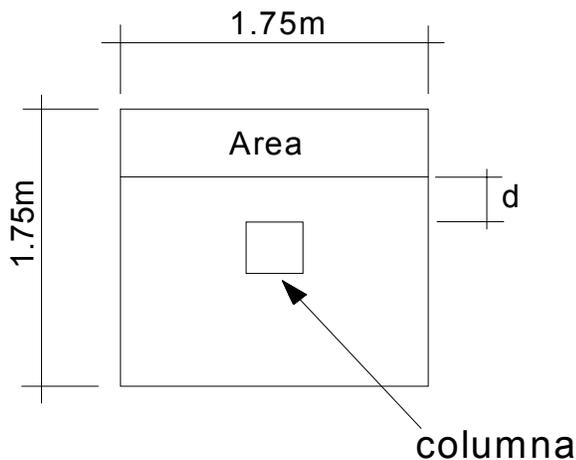
Presión última: como se observa en los cálculos anteriores, la presión está distribuida en forma variable, pero para efectos de diseño estructural se toma una presión última usando el criterio:

$$q_u = q_{\text{máx}} * F_{cu} = 36.517 * 1.48 = 54.05 \text{ Ton/m}^2$$

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 de 0.075 m, y que el peralte efectivo sea mayor de 0.15 m mas el recubrimiento y el diámetro de la varilla a utilizar. Dicho espesor debe ser tal que resista los esfuerzos de corte y para este caso será de 45cm.

Chequeo por corte simple: la falla de las zapatas por esfuerzo cortante, ocurre a una distancia igual a **d** (peralte efectivo) del borde de la columna, por tal razón se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante, esto se hace de la forma indicada a continuación:

Figura 16. Corte simple en zapata



$$t \text{ propuesto} = 0.45\text{m}$$

$$d = t - \text{recubrimiento} - \phi / 2 = 45 - 7.5 - 1.90 / 2 = 37.02 \text{ cm. Usando var \# 6}$$

$$d1 = L_{\text{zapata}}/2 - L_{\text{col}}/2 - d$$

$$d1 = 1.75/2 - 0.35/2 - 0.3702 = 0.3297\text{m} = 32.97\text{cm}$$

$$V_{act} = \text{área} \cdot q_u = 1.75 \cdot 32.97 \cdot 54.05 = 31.19 \text{ Ton.}$$

$$V_r = 0.85 \cdot 0.53 \cdot (f_c)^{0.5} \cdot b \cdot d$$

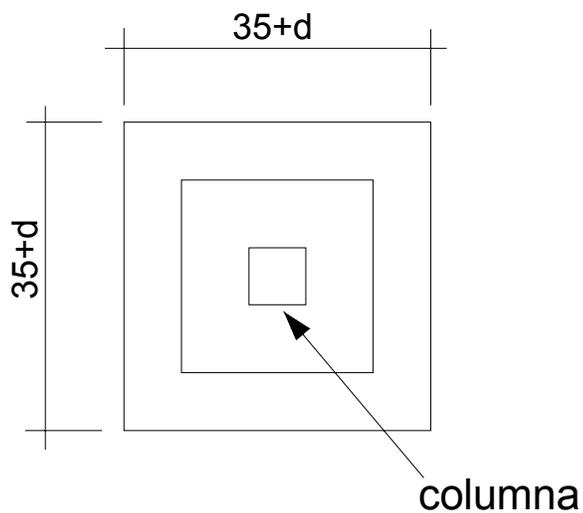
$$V_r = 0.85 \cdot 0.53 \cdot (281)^{0.5} \cdot 175 \cdot 37.02 / 1000$$

$$V_r = 48.93 \text{ Ton}$$

$V_{act} < V_r$ si cumple

Revisión de corte punzonante: la columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en el perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a $d / 2$ del perímetro de la columna. La revisión que se realiza es:

Figura 17. Corte punzonante en zapata.



$$b_o = \text{perímetro de adentro} = d + 35 = 37.02 + 35.00 = 72.02 \text{ cm}$$

$$b_o = 4 * 72.02 = 288.1 \text{ cm}$$

$$V_{act} = A * q_u$$

$$= (1.75 * 1.75 - 0.72 * 0.72) * 54.05$$

$$= 137.48 \text{ Ton.}$$

$$V_r = 0.85 * 1.06 * (f'_c)^{0.5} * b_o * d$$

$$V_r = 0.85 * 1.06 * (281)^{0.5} * 288.1 * 37.02$$

$$V_r = 161.11 \text{ Ton.}$$

$$V_{act} < V_r \text{ OK}$$

Diseño del refuerzo: el empuje hacia arriba del suelo produce momento flector en la zapata, por tal razón, es necesario reforzarla con acero para soportar los esfuerzos inducidos.

Momento último: éste se define tomando la losa en voladizo con la fórmula:

$$M_u = \frac{q_u * L^2}{2} = \frac{54.05 * (1.75 / 2 - 0.35 / 2)^2}{2} = 13.24 \text{ Ton-m, donde L es la distancia}$$

medida del rostro de la columna al final de la zapata.

Área de acero: el área de acero se define por la ecuación:

$$A_s = (b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * 210}}) \frac{0.85 * f'_c}{F_y}$$

$$A_s = (100 * 37.02 - \sqrt{(100 * 37.02)^2 - \frac{13240 * 100}{0.003825 * 281}}) \left(\frac{0.85 * 281}{2810} \right)$$

$$A_s = 14.47 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 14.1 * b * d / f_y = 14.1 * 100 * 37.02 / 2810$$

$$A_{smin} = 18.58 \text{ cm}^2 \text{ Por tanto colocar } A_{smin}.$$

Por ser una masa de concreto grande se distribuirá el acero en dos camas (superior e inferior)

Espaciamiento entre varillas.

Usando var # 5

$$18.58 / 2 \text{ cm}^2 \longrightarrow 100 \text{ cm}$$

$$2.00 \text{ cm}^2 \longrightarrow S$$

$$S = 2.00 * 100 / 9.29$$

$$S = 21.53 \text{ cm}$$

$$S = 20 \text{ cm}$$

Por lo tanto el armado de la zapata será 1 var. No. 5 @ 20 cm en el sentido x

Armado en el sentido Y.

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

$$d_y = 37.02 - 0.95 - 0.95$$

$$d_y = 35.12 \text{ cm}$$

$$M_u = 13240 \text{ kg-m}$$

$$A_{s_y} = 15.30$$

$$A_{smin} = 14.1 * 100 * 35.12 / 2810$$

$$A_{smin} = 17.63 \text{ cm}^2 \text{ Por lo tanto colocar } A_{smin}.$$

Espaciamiento entre varillas.

Usando var # 6

$17.63/2\text{cm}^2 \longrightarrow 100\text{cm}$

$2.85 \text{ cm}^2 \longrightarrow S$

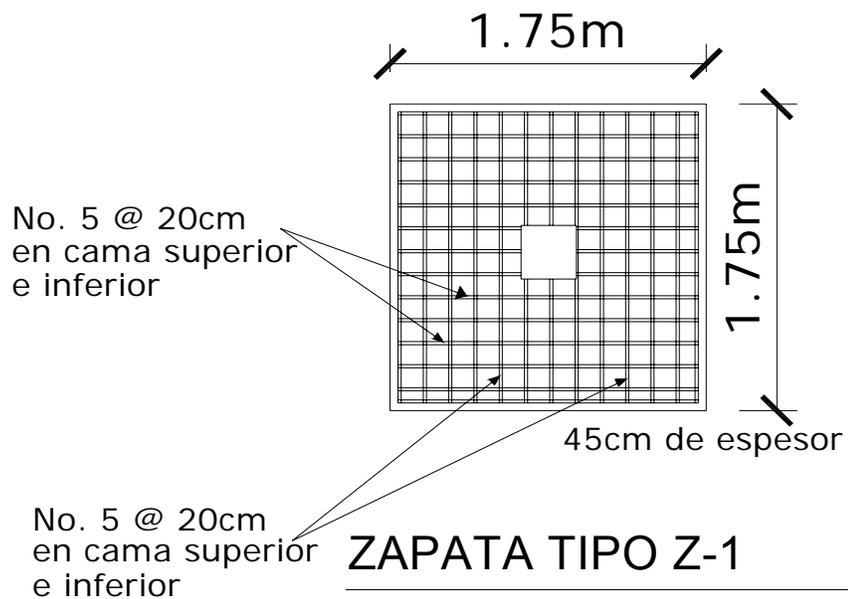
$$S = 2.85 \cdot 100 / 8.815$$

$$S = 22.70\text{cm}$$

$$S = 20.00\text{cm}$$

Por lo tanto el armado de la zapata será 1var. No. 5 @ 20 cm en el sentido y

Figura 18. **Detalle de zapata tipo 1**



Para el diseño de la zapata 2 y 3 se aplicó un procedimiento específico ver en planos los resultados.

2.1.6.12 Diseño de escaleras

Una escalera debe ser cómoda y segura dependiendo de la relación de los peldaños, es decir, la relación de huella y contrahuella y si $C =$ huella y $H =$ contrahuella se deben cumplir los siguientes criterios.

$$c < 20 \text{ cm} \quad H > c \quad 2c + H < 64 \text{ cm (valor cercano)}$$
$$c + H = 45 \text{ a } 48 \text{ cm}; \quad c \times H = 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2 \quad \text{Donde: } c = \text{contrahuella} \quad H = \text{huella}$$

Cargas de diseño para una escalera

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

Número de escalones mínimo

$$h/c_{\max} = 3.2 / 0.18 = 18 \text{ Escalones.}$$

Se tomaran 9 contrahuellas antes del descanso

$$\text{Número de huellas} = 9 - 1 = 8 \text{ huellas.}$$

Chequeo

$$c = 18 \text{ cm} < 20 \text{ cm}; \quad H = 28 \text{ cm}$$

$$2c + H = 2(18) + 28 = 64 \leq 64 \text{ cm}; \quad c + H = 18 + 28 = 46 \text{ cm}$$

$$c \times H = 18 \times 28 = 504$$

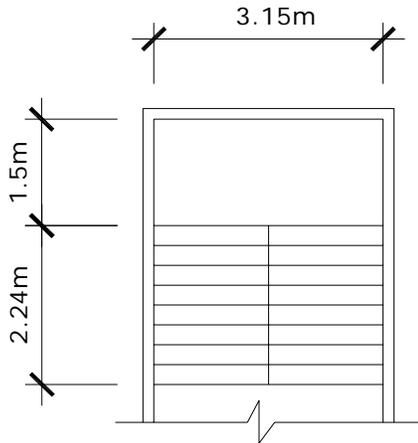
Por lo tanto, se tienen 9 contrahuellas de 18 cm y 8 huellas de 28 cm.

Espesor de la losa

$$t = \text{perímetro} / 180 = (3.15 \times 2 + 1.50 \times 2 + 2.40 \times 4) / 180 = 0.105 \text{ m}$$

$$t = 11 \text{ cm}$$

Figura 19. Dimensiones de escalera



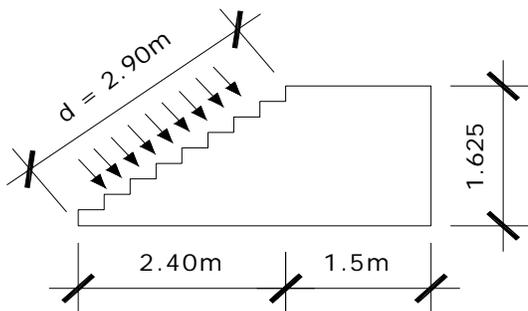
Integración de cargas

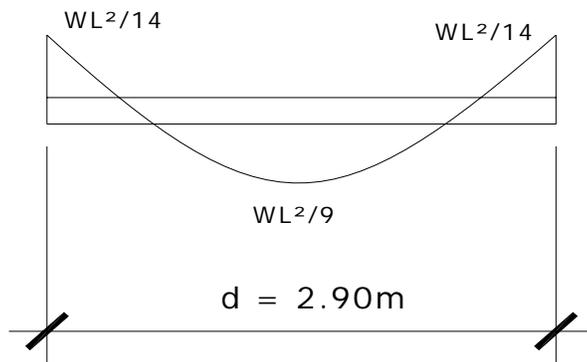
Peso propio de la escalera = $\gamma_c \cdot (t + c/2)$

Peso propio de la escalera	=	2,400 (0.11 + 0.18 / 2)	=	468.00 Kg/m ²
Acabados	=		=	100.00 Kg/m ²
Total	=		=	568.00 Kg/m ²
Carga viva	=		=	500.00 Kg/m ²

$C_u = 1.4CM + 1.7CV = 1.40 (568.00) + 1.70 (500.00) = 1,645.20 \text{ Kg/m}^2$

Figura 20. Distribución de carga y momento





$$d = \sqrt{(2.40)^2 + (1.625)^2} = 2.90 \text{ m}$$

$$M_{(+)} = \frac{1,645.2 * 2.90^2}{9} = 1,535.63 \text{ Kg-m} \quad M_{(-)} = \frac{1,645.20 * 2.90^2}{14} = 987.19 \text{ Kg-m}$$

$$A_s \text{ min} = \frac{14.1}{2810} 100 * 8.500 = 4.27 \text{ cm}^2$$

$$A_{sm} \text{ max} = 0.50 \rho_b b d = 0.50 * 0.0494 * 100 * 8.5 = 21.01 \text{ cm}^2$$

$$A_s = (b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * 210}}) \frac{0.85 * f'c}{F_y}$$

$$A_s(+)= (100 * 8.5 - \sqrt{(100 * 8.5)^2 - \frac{1535.63 * 100}{0.003825 * 281}}) \frac{0.85 * 281}{2810} = 7.54 \text{ cm}^2$$

$$7.54 \text{ cm}^2 \longrightarrow 100 \text{ cm}$$

$$1.27 \text{ cm}^2 \longrightarrow S$$

$$S = 1.27 * 100 / 7.54$$

$$S = 16.84 = 15 \text{ cm}$$

$$M(+)= A_s = 7.54 \text{ cm}^2; \text{ varilla No. 4 @ 0.15 m}$$

$$A_s(-) = (100 * 8.5 - \sqrt{(100 * 8.5)^2 - \frac{987.19 * 100}{0.003825 * 281}}) \frac{0.85 * 281}{2810} = 4.75 \text{ cm}^2$$

$$4.75 \text{ cm}^2 \longrightarrow 100 \text{ cm}$$

$$1.27 \text{ cm}^2 \longrightarrow S$$

$$S = 1.27 * 100 / 4.75$$

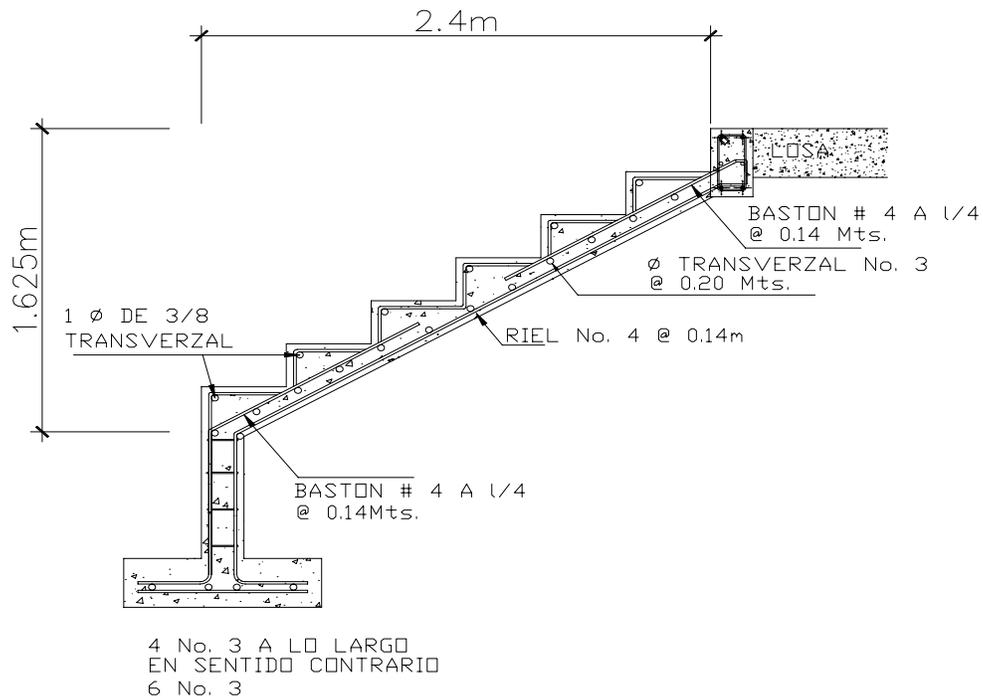
$$S = 26.73 = 25 \text{ cm}$$

$$M(-) = A_s = 4.75 \text{ cm}^2; \text{ varilla No. 4 @ } 0.25 \text{ m}$$

$$\text{Acero por temperatura} = A_s = 0.002 * b * t = 0.002 (100) * (11) = 2.10 \text{ cm}^2$$

$$S_{\text{máx}} = 2 * t = 2 * 11 = 22 \text{ cm}; \text{ Varilla No. 3 @ } 0.20 \text{ m.}$$

Figura 21. **Detalle de armado de gradas.**



2.1.7 Instalaciones

2.1.7.1 Agua potable.

Todo el sistema de agua potable será por medio de circuito cerrado, con tubería PVC ϕ $\frac{3}{4}$ ", y los abastos por medio de tubería PVC ϕ $\frac{1}{2}$ ", además se usará un sistema de bombeo para el agua potable en el segundo nivel.

2.1.7.2 Drenajes.

Todo el sistema de drenajes, será por medio de tubería PVC de ϕ 4" a excepción de la que proveniente de urinales y lavamanos, que será de PVC ϕ 2" hasta el siguiente ramal principal o caja de unión en donde continuará de ϕ 4". El sistema de drenajes para agua pluvial será de tubería PVC ϕ 4", tanto tubería subterránea como en bajadas de agua. Usandose en la azotea un sistema de pañuelos para la recolección del agua pluvial.

2.1.7.3 Electricidad

Electricidad luz

Todo el sistema de iluminación se hará por medio de tableros tipo 102 y 108, con lámparas fluorescentes en cielo de 2*40W con sistema tree way en donde sea necesario, a excepción de los sanitarios privados en donde además habrán lámparas incandescentes en pared de 75W, y en el área de parqueo y fachada principal, en donde habrán reflectores dobles de 100W, todas las instalaciones serán con cable calibre 12 y 14 para interruptores.

Electricidad fuerza

Todo el sistema de electricidad fuerza se hará por medio de tableros tipo 102 y 108, con tomacorrientes dobles de 110v a 30cm de altura, a excepción de la cocina y sanitarios en donde estarán a una altura de 1.2m. Además habrá tomacorrientes simples de 220v en todos los ambientes del edificio, y en el área de bodega.

El cable a utilizar para los tomacorrientes de 110v será de calibre 12 mientras que para los de 220v será de calibre 10, usándose para el entubado en piso poliducto $\phi \frac{1}{2}$ " a excepción de la acometida en donde será de $\phi 1$ "

2.1.9 Presupuesto

2.1.9.1 Materiales

Los precios de los materiales para la elaboración del presupuesto, se obtuvieron, mediante una investigación de los mismos en los centros de distribución de la región. Los materiales como puertas, ventanas y los domos para la azotea, se cotizaron también con fabricantes de la región para lograr una mejor representatividad del precio del proyecto.

2.1.9.2 Mano de obra.

Los precios de la mano de obra para el presente presupuesto, fueron obtenidos mediante una investigación de los mismos con personas afines a la construcción como albañiles, maestros de obra, contratistas etc. Todos oriundos de la región del proyecto.

2.1.9.3 Costo del proyecto.

El presupuesto se elaboró a base de precios unitarios, y se aplicó un 25% de indirectos.

Tabla XIV. Presupuesto para el edificio municipal

No.	Renglon	unidad	cantidad	p.u.	Sub-total
1 TRABAJOS PRELIMINARES					
1.1	LIMPIEZA Y NIVELACIÓN	m ²	937,00	Q 15,42	Q 14.450,79
1.2	TRAZO Y ESTAQUEADO	ml	289,12	Q 37,28	Q 10.779,93
2 CIMENTACIÓN					
2.1	ZAPATA TIPO 1	u	14,00	Q 4.335,40	Q 60.695,56
2.2	ZAPATA TIPO 2	u	16,00	Q 2.538,98	Q 40.623,74
2.3	ZAPATA TIPO 3	u	2,00	Q 4.335,40	Q 8.670,79
2.4	CIMIENTO CORRIDO	ml	289,12	Q 243,07	Q 70.278,41
3 MUROS					
3.1	LEVANTADO DE MUROS 1ER NIVEL	m ²	1190,73	Q 102,13	Q 121.612,92
3.2	SOLERA HIDRÓFUGA	ml	289,12	Q 171,74	Q 49.654,39
3.3	SOLERA INTERMEDIA 1ER NIVEL	ml	289,12	Q 120,59	Q 34.865,58
3.4	LEVANTADO DE MUROS 2DO NIVEL	m ²	711,85	Q 102,13	Q 72.703,19
3.5	SOLERA INTERMEDIA 2DO NIVEL	ml	201,73	Q 120,59	Q 24.326,94
3.6	MURO DE 10cm DE GROSOR	m ²	12,00	Q 100,00	Q 1.200,00
4 ESTRUCTURAS					
4.1	COLUMNAS 1ER NIVEL	ml	152,00	Q 939,59	Q 142.818,10
4.2	COLUMNAS 2DO NIVEL	ml	104,00	Q 1.182,80	Q 123.011,48
4.3	VIGA TIPO 1	ml	40,00	Q 533,66	Q 21.346,57
4.4	VIGA TIPO 2	ml	37,20	Q 538,95	Q 20.049,08
4.5	VIGA TIPO 3	ml	14,60	Q 533,60	Q 7.790,59
4.6	VIGA TIPO 4	ml	13,20	Q 515,35	Q 6.802,61
4.7	VIGA TIPO 5	ml	22,08	Q 538,02	Q 11.879,57
4.8	VIGA TIPO 6	ml	37,60	Q 530,39	Q 19.942,75
4.9	VIGA TIPO 7	ml	98,40	Q 669,31	Q 65.860,12
4.10	VIGA TIPO 8	ml	14,60	Q 530,39	Q 7.743,73
4.11	VIGA TIPO 9	ml	13,20	Q 530,39	Q 7.001,18
4.12	VIGA TIPO 10	ml	40,00	Q 530,39	Q 21.215,69
4.13	VIGA TIPO 11	ml	37,20	Q 530,39	Q 19.730,59
4.14	VIGA TIPO 12	ml	22,08	Q 530,39	Q 11.711,06
4.15	VIGA TIPO 13	ml	37,60	Q 530,39	Q 19.942,75
4.16	VIGA TIPO 14	ml	98,40	Q 530,39	Q 52.190,60

Continúa

5 LOSAS

5.1	LOSA PREFABRICADA 1ER NIVEL	m ²	564,75	Q	150,16	Q	84.802,02
5.2	LOSA PREFABRICADA 2DO NIVEL	m ²	564,75	Q	131,86	Q	74.470,00

6 ACABADOS

6.1	PISO CERÁMICO	m ²	1114,60	Q	90,00	Q	100.314,00
6.2	REPELLO EN MUROS	m ²	4080,68	Q	70,18	Q	286.379,01
6.3	CERNIDO VERTICAL EN MUROS	m ²	4080,68	Q	64,98	Q	265.172,52
6.4	PAVIMENTO EN PARQUEO Y BODEGA	m ²	370,00	Q	164,24	Q	60.767,62
6.5	DOMO TIPO BURBUJA, 4,60*2,70m	u	1,00	Q	9.500,00	Q	9.500,00
6.6	DOMO TIPO BURBUJA, 3.10*5.45m	u	1,00	Q	11.000,00	Q	11.000,00

7 SISTEMA DE DRENAJES

7.1	BAJADAS DE AGUA PLUVIAL	u	14,00	Q	781,61	Q	10.942,60
7.3	TUBERÍA AGUA PLUVIAL	ml	103,80	Q	153,94	Q	15.979,39
7.4	CAJA TIPO 1	u	1,00	Q	569,44	Q	569,44
7.5	CAJA TIPO 2	u	6,00	Q	569,44	Q	3.416,65
7.6	CAJA TIPO 3	u	5,00	Q	569,44	Q	2.847,21
7.7	CAJA TIPO 4	u	19,00	Q	569,44	Q	10.819,39
7.8	TUBERÍA φ 2" PARA DRENAJE	ml	11,50	Q	106,72	Q	1.227,34
7.9	TUBERÍA φ 4" PARA DRENAJE	ml	75,00	Q	146,18	Q	10.963,68

8 SISTEMA DE AGUA POTABLE

8.1	TUBERIA DE φ 3/4"	ml	80,00	Q	9,30	Q	743,83
8.2	TUBERIA DE φ 1/2"	ml	14,00	Q	9,13	Q	127,78
8.3	SISTEMA DE BOMBEO	u	1,00	Q	14.320,00	Q	14.320,00
8.4	TANQUE CISTERNA	u	1,00	Q	9.220,63	Q	9.220,63

9 PUERTAS Y VENTANAS

9.1	PUERTA TIPO 1	u	1,00	Q	8.000,00	Q	8.000,00
9.2	PUERTA TIPO 2	u	1,00	Q	8.500,00	Q	8.500,00
9.3	PUERTA TIPO 3	u	30,00	Q	1.800,00	Q	54.000,00
9.4	PUERTA TIPO 4	u	1,00	Q	1.850,00	Q	1.850,00
9.5	PUERTA TIPO 5	u	1,00	Q	1.000,00	Q	1.000,00
9.6	PUERTA TIPO 6	u	6,00	Q	1.550,00	Q	9.300,00
9.7	PUERTA TIPO 7	u	12,00	Q	950,00	Q	11.400,00
9.8	PUERTA TIPO 8	u	1,00	Q	3.000,00	Q	3.000,00
9.9	PUERTA TIPO 9	u	1,00	Q	15.000,00	Q	15.000,00
9.10	PUERTA TIPO 10	u	1,00	Q	1.683,14	Q	1.683,14
9.11	VENTANA TIPO 1	u	7,00	Q	750,00	Q	5.250,00
9.12	VENTANA TIPO 2	u	39,00	Q	538,00	Q	20.982,00
9.13	VENTANA TIPO 3	u	6,00	Q	420,00	Q	2.520,00
9.14	VENTANA TIPO 4	u	2,00	Q	358,00	Q	716,00
9.15	VENTANA TIPO 5	u	12,00	Q	143,00	Q	1.716,00
9.16	VENTANA TIPO 6	u	3,00	Q	855,00	Q	2.565,00
9.17	VENTANA TIPO 7	u	2,00	Q	620,00	Q	1.240,00
9.18	VENTANA TIPO 8	u	1,00	Q	600,00	Q	600,00
9.19	VENTANA TIPO 9	u	2,00	Q	428,00	Q	856,00

Continúa

10 SISTEMA ELÉCTRICO

10.1	LAMPARAS FLUORESCENTES DE 2 *40waths	u	86,00	Q	380,73	Q	32.743,02
10.2	LAMPARA FLUORESCENTE DE 2*40W 3WAY	u	4,00	Q	281,28	Q	1.125,11
10.3	REFLECTORES DOBLES DE 100Waths	u	9,00	Q	214,37	Q	1.929,31
10.4	TOMACORRIENTES DOBLES DE 110V	u	109,00	Q	101,48	Q	11.061,67
10.5	TOMACORRIENTES SIMPLES DE 220V	u	27,00	Q	124,50	Q	3.361,48
10.6	TABLERO DE 8 FLIPONES TIPO 108	u	2,00	Q	576,24	Q	1.152,48
10.7	TABLERO DE 2 FLIPONES TIPO 102	u	4,00	Q	130,59	Q	522,37
10.8	LAMPARA INCANDESCENTE EN PARED	u	2,00	Q	128,72	Q	257,44
10.9	ENTUBADO GENERAL	u	1,00	Q	5.367,56	Q	5.367,56

**11 INSTALACIÓN DE ARTEFACTOS
SANITARIOS**

11.1	INSTALACIÓN DE RETRETES	u	14,00	Q	917,73	Q	12.848,19
11.2	INSTALACIÓN DE LAVAMANOS	u	10,00	Q	640,51	Q	6.405,06
11.3	INSTALACIÓN DE REGADERAS	u	2,00	Q	774,55	Q	1.549,09
11.4	INSTALCIÓN DE URINALES	u	4,00	Q	754,00	Q	3.016,00
11.5	LAVATRASTOS	u	1,00	Q	721,50	Q	721,50

12 OTROS

12.1	EDIFICACION PARA AREA DE BODEGA	u	1	Q	120.000,00	Q	120.000,00
------	---------------------------------	---	---	---	------------	---	------------

Costo total del ptoyecto

Q2.394.720,21

CONCLUSIONES

1. Dentro de la planificación y diseño de un proyecto de infraestructura, se pueden dar varios factores que pueden variar dependiendo del lugar en donde se desarrolle, por ejemplo el precio de la mano de obra del lugar para elaborar un presupuesto, los materiales existentes, la calidad del suelo que condiciona las dimensiones de algunos miembros estructurales, y otros factores que solo se presentan afrontando problemas reales.
2. El Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) es una experiencia que permite afrontar lo aprendido durante la Formación Académica con la realidad, por cuanto da la oportunidad de aplicar teoría y criterios para darle solución a problemas reales.
3. En el diseño estructural del edificio municipal, se aplicaron diferentes criterios, tanto técnicos, como económicos, en lo particular se le dio más importancia a los que establece el reglamento A.C.I., con el propósito de garantizar una estructura segura, por estar ubicada en una zona sísmica.
4. El presupuesto del proyecto se elaboró por medio de precios unitarios, con el propósito de facilitar la calificación de las empresas que se inviten a cotizar la ejecución de la obra, así también, dentro de éste se consideró la aplicación de criterios, como precio de materiales que se manejan en la región, salarios propios del lugar y transporte de materiales puestos en obra

RECOMENDACIONES

A la corporación municipal de La Esperanza, Quetzaltenango.

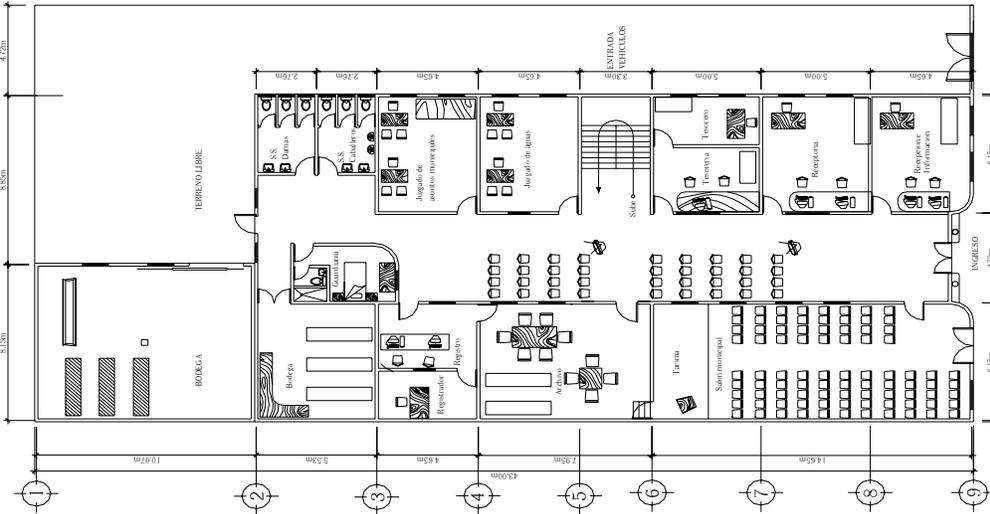
1. Utilizar mano de obra local para la ejecución del proyecto, ya que esto crea fuentes de trabajo en el municipio, así como también la compra de materiales, beneficiando así a distintos sectores del mismo.
2. Contratar a un profesional de la Ingeniería Civil para que, a través de él, se garantice la supervisión técnica y el control de calidad de los materiales, durante la construcción del edificio.
3. Actualizar los presupuestos de los proyectos antes de su cotización o contratación, ya que, tanto materiales como salarios están sujetos a cambios ocasionados por variaciones en la economía.
4. Brindar el apoyo necesario a todos los practicantes de distintas áreas, porque ellos representan un beneficio para el desarrollo del municipio, poniendo sus conocimientos a las ordenes de la comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

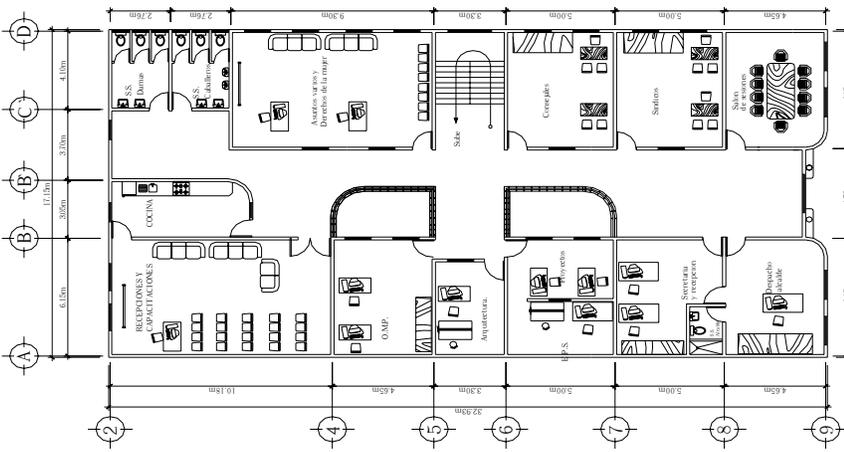
1. Olcot Escalón, Jaime Giovanni. Diseño de la edificación de 3 niveles para oficinas municipales y carretera hacia la zona agrícola El Hato, municipio de Santa María de Jesús, Sacatepequez.
Tesis de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, USAC, Guatemala 2005.
2. Estrada Gonzalez, Luis Arnoldo. Diseño de edificio para oficinas municipales y alcantarillado sanitario de los cantones tercero y cuarto de la cabecera municipal de San Juan Alotenango, Sacatepequez.
Tesis de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, USAC, Guatemala 2004.
3. Sánchez Méndez, José Ramiro. Manual para el diseño simplificado de columnas de concreto reforzado.
Tesis de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, USAC, Guatemala 1976
4. Navarro Godinez, Hendry Alex. Diseño de edificio escolar de dos niveles y red de alcantarillado sanitario, aldea Xetzac, municipio de Cunén, Quiché.
Tesis de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, USAC, Guatemala 2005
5. Schleicher, Ferdinand. Manual del ingeniero constructor, Barcelona, Labor, 1955
6. American Concrete Institute CÓDIGO ACI-99. Edición 1999.
7. Crespo Villalaz, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 4ª ed. México: Ed. Limusa 1999
8. Nilson, Arthur H. Diseño de estructuras de concreto. Colombia Ed. McGRAW-HILL Interamericana, S.A. 2001

APÉNDICE

- Planos constructivos, edificio municipal

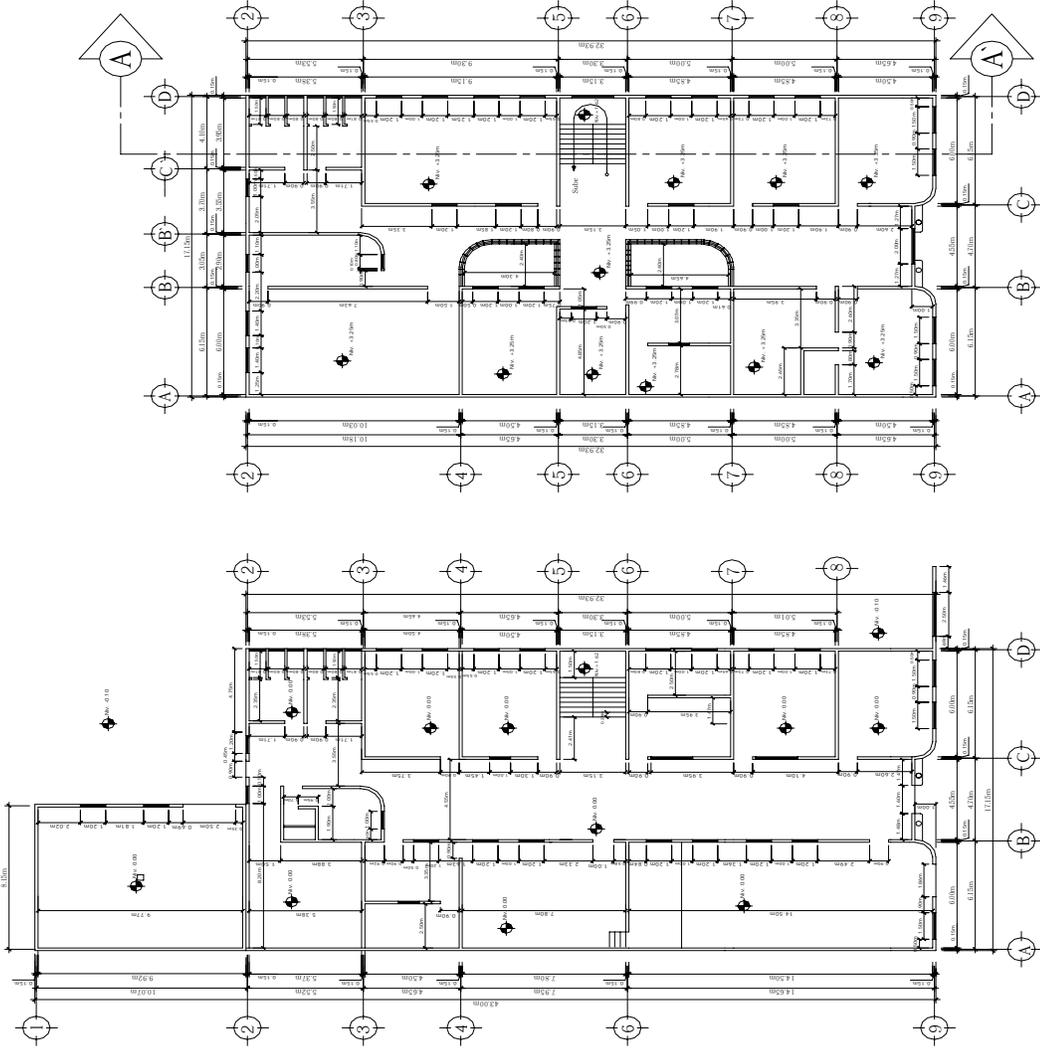


Planta amueblada 1er nivel.
Escala 1/100



Planta amueblada 2do nivel.
Escala 1/100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
UNIDAD DE EPS	
Proyecto	Edificio municipal para el municipio
Ubicación	La Esperanza, Quezaltenango.
Escala	Plantas arquitectónicas, 1ro y 2do Nivel
Elaborado por	Josef Kubicki
Revisado por	Josef Kubicki
Fecha	11/01/2012
Hoja	1
Total	13



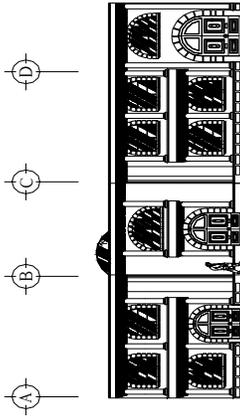
PLANTA ACOTADA 1er NIVEL

Escala 1/100

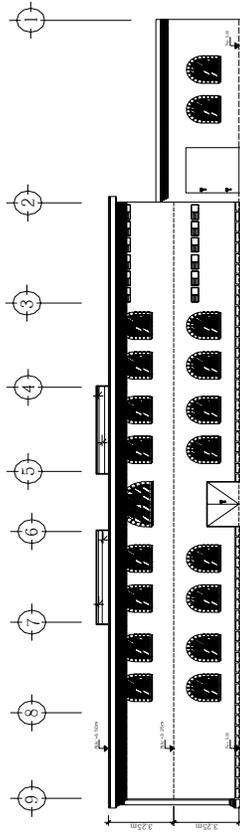
PLANTA ACOTADA 2do NIVEL

Escala 1/100

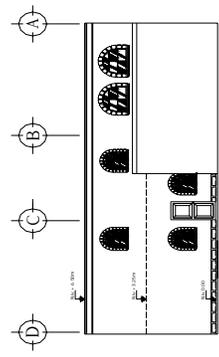
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
UNIDAD DE EPS			
Edificio municipal para el municipio			
La Esperanza, Quetzaltenango.			
Plantas de cotas y niveles.			
Proyecto	Josef Ibrahim		
Diseño	Josef Ibrahim		
Fecha	1/100		
<small>ING. JOSE IBRAHIM GONZALEZ</small> <small>TEL: 504 2411 4444</small> <small>WWW.IBRAHIMGONZALEZ.COM</small>			
<table border="1"> <tr> <td>2</td> <td>13</td> </tr> </table>		2	13
2	13		



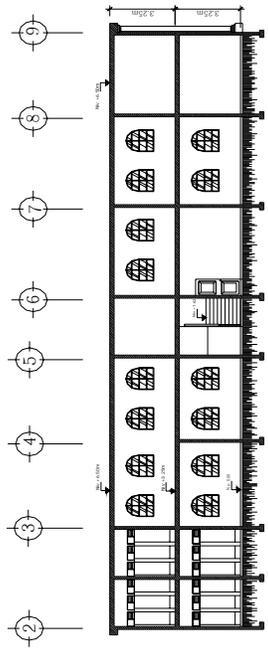
ELEVACION PRINCIPAL
Escala: 1/50



ELEVACION LATERAL
Escala: 1/50

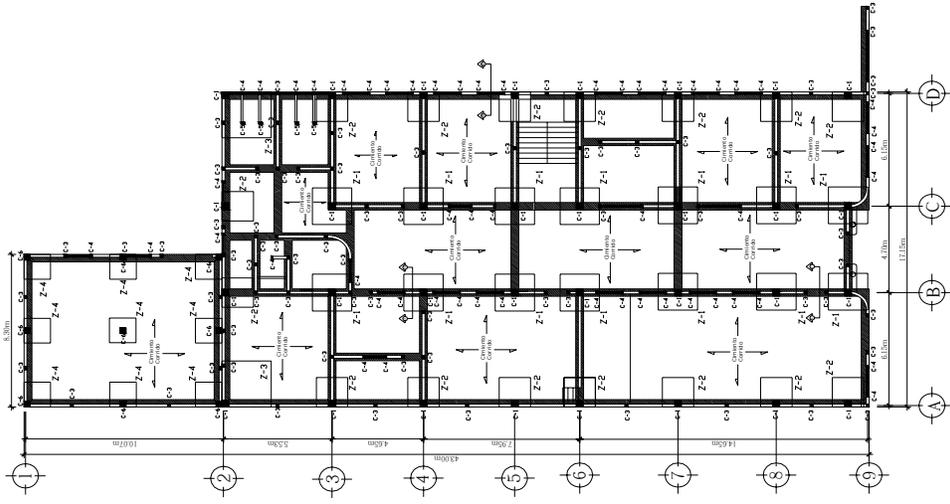


ELEVACION TRASERA
Escala: 1/50

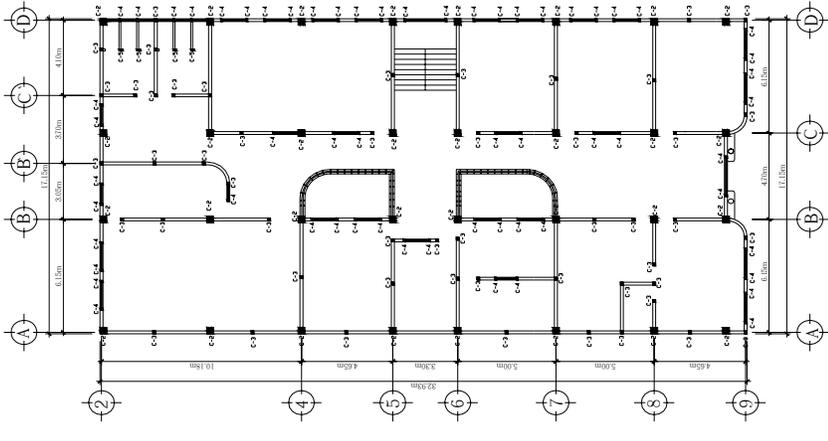


SECCION A-A
Escala: 1/50

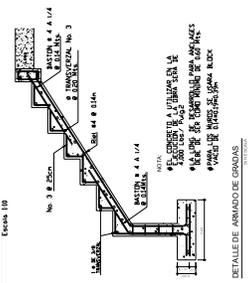
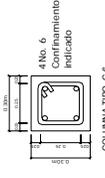
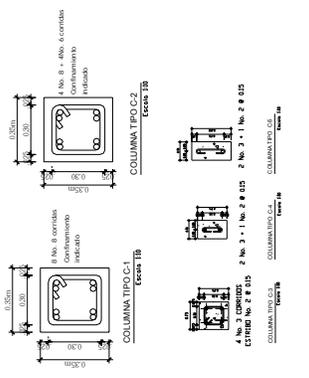
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
UNIDAD DE EPS	
Proyecto	Edificio municipal para el municipio La Esperanza, Quezaltenango.
Curso	Elevaciones y cotes
Nombre	Josef Kutzaban
Fecha	Josef Kutzaban
Escala	1/100
TITULO DE INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL JOSEF KUTZABAN 3/13	



Planta de cimentaciones 1er Nivel.
Escala 1/100

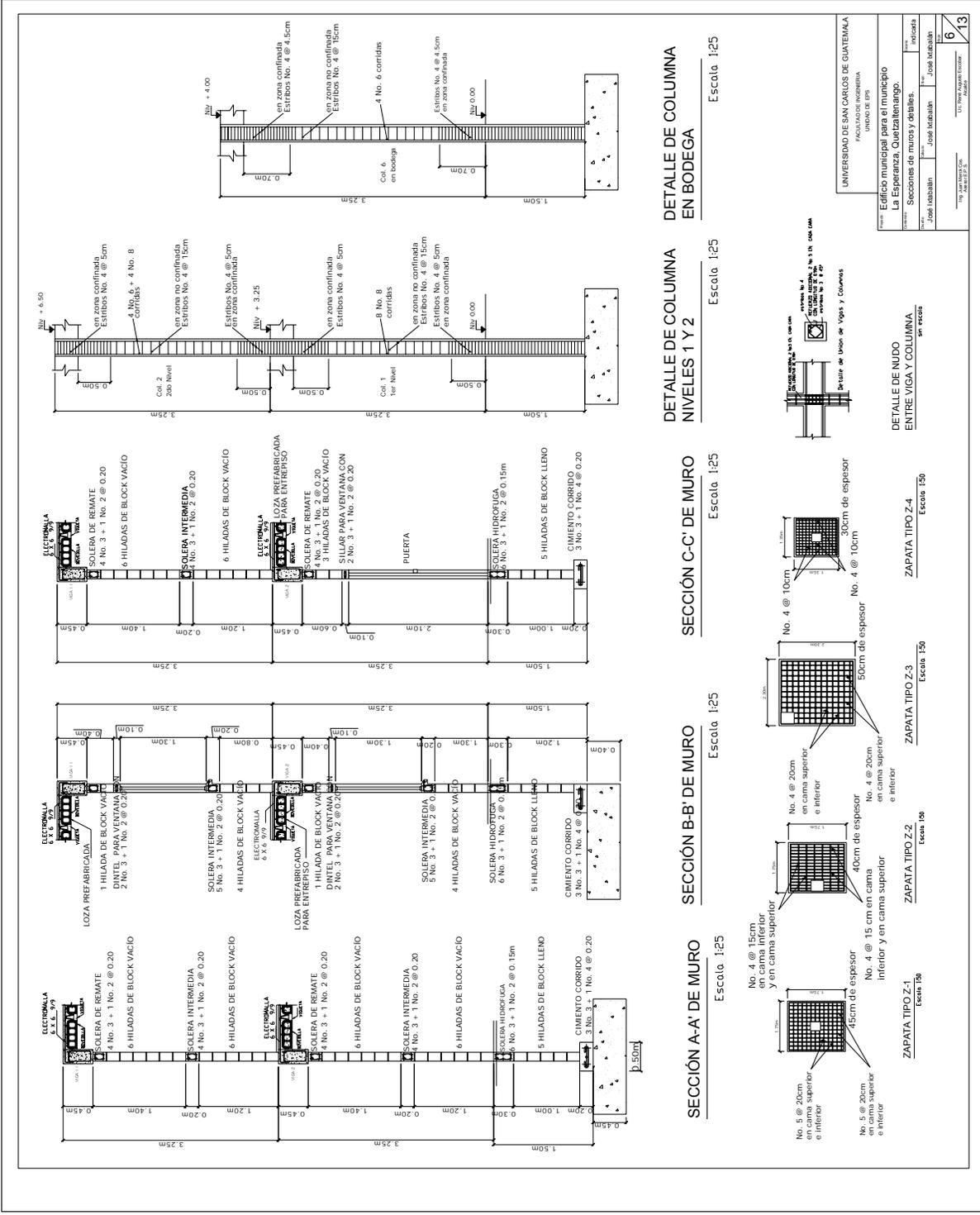


Planta de columnas, 2do Nivel.
Escala 1/100



- EL CONCRETO A UTILIZARSE EN LA EJECUCION DE LA OBRA SERA DE 4,000 LBS. / PULG. 2
- LA LIGA DE REFUERZO PARA ANCHOS DEBE DE SER COMO MINIMO DE 6/8 MTS.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
UNIDAD DE EPS	
Edificio Municipal para el municipio	
La Esperanza, Quezaltenango.	
PROYECTO:	Plantas de cimentaciones y columnas.
FECHA:	10/05/2017
DISEÑADO:	Jose Marabán
REVISADO:	Jose Marabán
Ing. Juan Antonio López Director de EPS	
Hoja 5 de 13	



SECCIÓN A-A DE MURO
Escala 1:25

SECCIÓN B-B' DE MURO
Escala 1:25

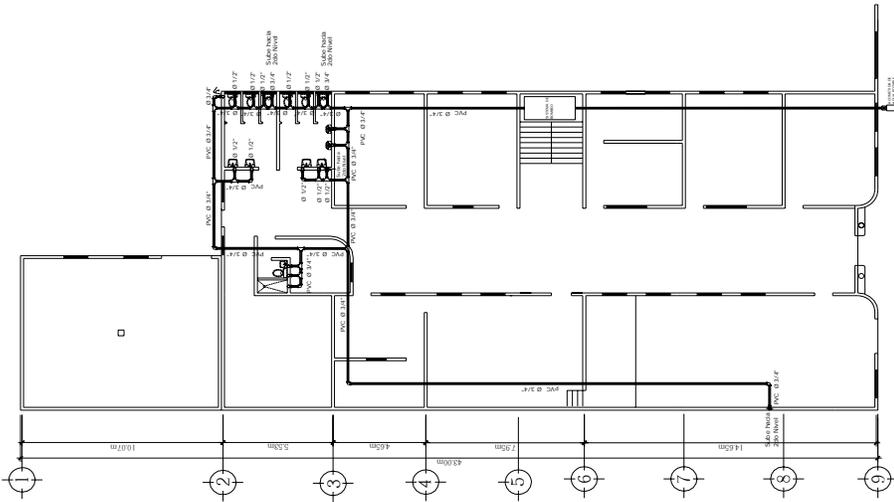
SECCIÓN C-C' DE MURO
Escala 1:25

DETALLE DE COLUMNA EN BODEGA
Escala 1:25

DETALLE DE COLUMNA NIVELES 1 Y 2
Escala 1:25

DETALLE DE NUDO ENTRE VIGA Y COLUMNA
Escala 1:50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
UNIDAD DE EPS	
Edificio municipal para el municipio La Esperanza, Quezaltenango.	
Proyecto	Secciones de muros y detalles.
Diseño	Jose Iván Bahiá
Revisión	Jose Iván Bahiá
Fecha	18/02/2018
No. de plan: 6 Hoja: 13	



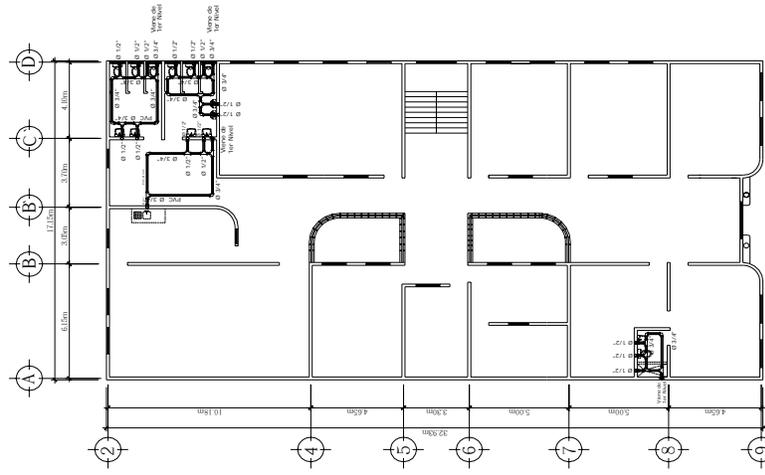
Planta de agua potable, 1er Nivel.

Escala 1/100

NOTA:

- TODOS LOS CIRCUITOS SERAN DE Ø 3/4" P.V.C
- TODOS LOS AVASTOS SERAN DE Ø 1/2" P.V.C

NOMENCLATURA DE AGUA POTABLE	
	EL HORIZONTAL 90°
	CODO VERTICAL 90° HACIA ARRIBA
	CODO VERTICAL 90° HACIA ABAJO
	TUBERIA Ø 3/4" Ø 1/2" AGUA POTABLE P.V.A
	ACOMETIDA DE AGUA POTABLE

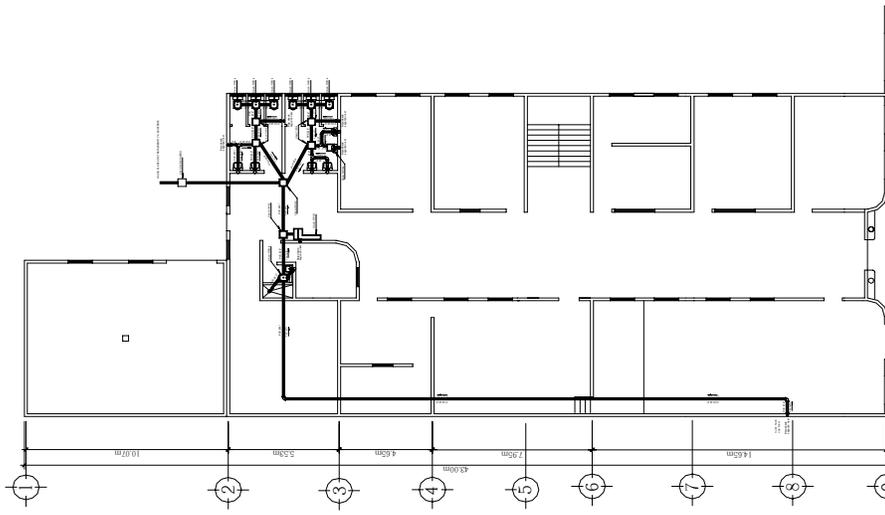


Planta de agua potable, 2do Nivel.

Escala 1/100

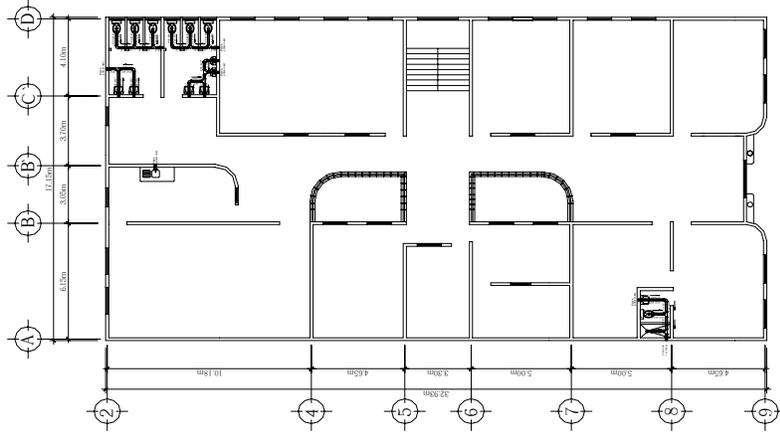
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Proyecto: Edificio municipal para el municipio La Esperanza, Quetzaltenango.	
Asesor: José Hatzebald	Escala: 1/100
Elaboró: José Hatzebald	Fecha: 09/05/2018
Tercer Seminario Técnico 2018	
9 / 13	



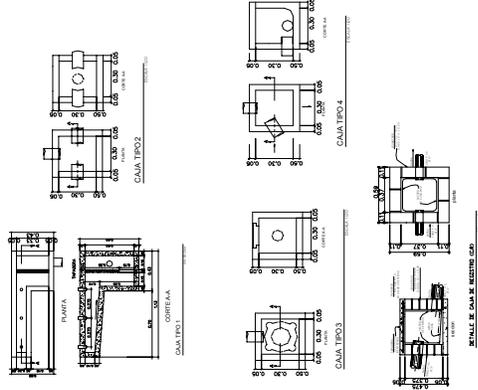
Planta de drenajes, 1er Nivel.

Escala 1/100



Planta de drenajes, 2do Nivel.

Escala 1/100



NOMENCLATURA DE DRENAJE	
1	100x100mm
2	100x100mm
3	100x100mm
4	100x100mm
5	100x100mm
6	100x100mm
7	100x100mm
8	100x100mm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Proyecto: Edificio municipal para el municipio La Esperanza, Quetzaltenango.
Plantas de drenaje sanitario y detalles.

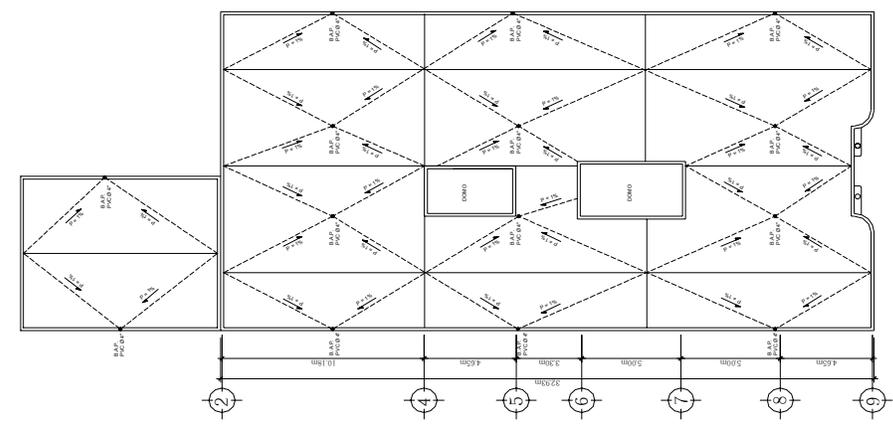
Elaborado por: Jose Melabalan
Revisado por: Jose Melabalan
Ejecutado por: Jose Melabalan

FECHA DE EMISION: 10/03/2010



Planta de agua pluvial, 1er Nivel.

Escala 1/100



Planta de agua pluvial, 2do Nivel.

Escala 1/100

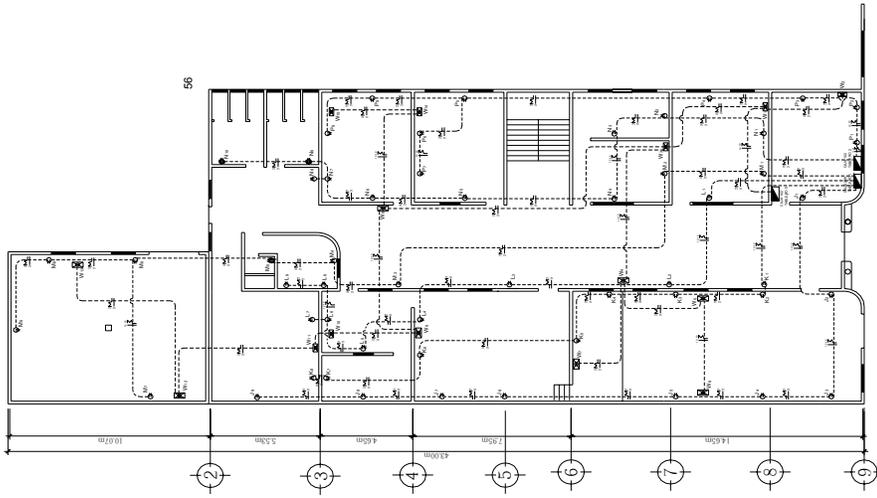
NOMENCLATURA DE DRENAJE	
	T.EE HORIZONTAL
	CAJA PARA DRENAJE PLUVIAL TIPO INDICADO (ver detalles)
	CODO HORIZONTAL 90°
	CODO VERTICAL HACIA ARRIBA
	TUBERIA DRENAJE SANITARIO Ø 2" (indicadas)
	TUBERIA DRENAJE SANITARIO Ø 4" (indicadas)
	B.A.P.
	BAJADA DE AGUA PLUVIAL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 UNIDAD DE EPS

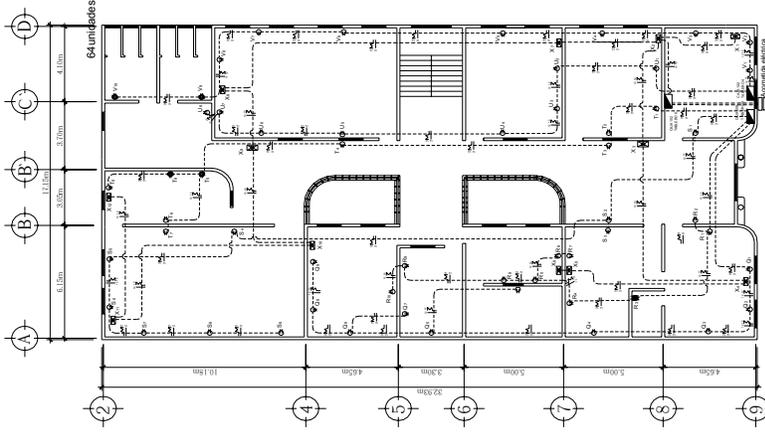
Título: Edificio municipal para el municipio
 La Esperanza, Quetzaltenango.

Asesor: José Meléndez
 Autor: José Meléndez

Escala: 1/100
 Hoja: 11/13



Planta de electricidad fuerza, 1er Nivel
Escala 1/100



Planta de electricidad luz, 2do nivel
Escala 1/100

NOMENCLATURA ELECTRICA	
1	CONDUCTOR GENERAL
2	CONDUCTOR DE ALIMENTACION
3	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
4	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
5	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
6	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
7	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
8	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
9	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
10	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
11	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
12	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
13	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
14	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
15	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
16	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
17	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
18	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
19	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
20	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
21	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
22	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
23	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
24	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
25	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
26	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
27	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
28	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
29	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
30	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
31	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
32	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
33	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
34	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
35	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
36	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
37	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
38	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
39	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
40	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
41	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
42	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
43	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
44	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
45	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
46	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
47	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
48	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
49	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
50	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
51	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
52	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
53	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
54	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
55	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
56	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
57	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
58	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
59	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
60	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
61	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
62	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
63	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
64	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
65	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
66	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
67	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
68	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
69	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
70	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
71	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
72	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
73	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
74	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
75	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
76	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
77	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
78	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
79	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
80	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
81	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
82	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
83	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
84	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
85	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
86	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
87	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
88	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
89	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
90	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
91	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
92	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
93	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
94	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
95	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
96	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
97	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
98	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
99	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA
100	CONDUCTOR DE ALIMENTACION DE CARGA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE ERS

Edificio municipal para el municipio
La Esperanza, Quetzaltenango.

Planta de electricidad fuerza.

Jose Ixtabalin
Jose Ixtabalin

1/100

13/13

13